

MODELO ONTOLÓGICO PARA MANEJO DE PERFILES DE USUARIO EN LA IoT



Monografía de Trabajo de Grado

Yazmin Andrea Pabón Guerrero

Líder Julián Rojas Bolaños

Director: PhD. Miguel Ángel Niño Zambrano

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Sistemas

Grupo I+D en Tecnologías de la Información

Popayán, octubre de 2017

MODELO ONTOLÓGICO PARA MANEJO DE PERFILES DE USUARIO EN LA IoT



Monografía de Trabajo de Grado

Yazmin Andrea Pabón Guerrero

Líder Julián Rojas Bolaños

Director: PhD. Miguel Ángel Niño Zambrano

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Sistemas

Grupo I+D en Tecnologías de la Información

Popayán, octubre de 2017

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	1
INDICE DE TABLAS.....	4
INDICE DE FIGURAS	5
AGRADECIMIENTOS	1
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	1
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 METODOLOGÍA	3
1.4.1 Construcción del modelo semántico de perfil de usuario	3
1.4.2 Creación de la prueba de concepto	4
1.4.3 Evaluación del prototipo construido	5
1.4.4 Documentación y Divulgación	5
1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	5
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO	7
2.1 INTERNET DE LAS COSAS Y WEB DE LAS COSAS.....	7
2.2 MODELO SEMÁNTICO.....	7
2.3 MODELO DE USUARIO Y PERFIL DE USUARIO.....	7
2.3.1 Representación del Perfil de Usuario	8
2.4 CONTEXTO Y CONCIENCIA-CONTEXTO	10
2.5 WEB SEMÁNTICA DE LAS COSAS.....	13
2.6 ONTOLOGÍAS	14
2.6.1 Componentes de una Ontología	14
2.6.2 Clasificación de las Ontologías	15
2.6.3 Metodologías para la Creación de Ontologías	15

2.6.4	Herramientas Para la Creación de Ontologías	17
2.7	INTERFACES PARA LA INTERNET DE LAS COSAS.....	18
2.8	TRABAJOS RELACIONADOS	19
2.8.1	Contexto.....	24
2.8.2	Conceptos Claves del Perfil de Usuario:	25
CAPITULO 3	CREACIÓN DEL MODELO SEMÁNTICO DE PERFIL DE USUARIO.....	26
3.1	Construcción del Modelo Semántico de perfil de usuario.....	26
3.1.1	Etapa 1: Determinar el ámbito del modelo.....	26
3.1.2	Etapa 2: Definir el modelo	26
3.1.3	Etapa 3: Diseño de la prueba preliminar del modelo.....	36
3.2	Ciclo de Vida del Contexto	36
3.3	Integración del Modelo Semántico a la arquitectura de interacción semántica utilizada.	37
3.3.1	Definición de las características fundamentales de los servicios de la WoT para hacer uso del Modelo:	42
3.3.2	Restricciones del modelo	42
3.3.3	Mecanismo para compartir el perfil de usuario	42
CAPITULO 4	CREACIÓN DE LA PRUEBA DE CONCEPTO.....	43
4.1	Fase de inicio	43
4.1.1	Análisis de Requerimientos:.....	44
4.1.2	Diagrama de Caso de Uso	44
4.2	Fase de Elaboración	46
4.2.1	Arquitectura del Modelo	46
4.3	Fase de Construcción	48
4.3.1	Casos de Uso en Formato Extendido	48
4.3.2	Diagramas de Secuencia	48
4.3.3	Diagramas de Clase	48
4.3.4	Diagrama de Despliegue	52
4.3.5	Desarrollo del Prototipo Software	53
4.3.6	Fase de Transición	53
CAPITULO 5	ESTUDIO DE CASO.....	54
5.1	Diseño del Estudio de Caso	54
5.1.1	Objetivo del Estudio de Caso	54
5.1.2	Tipo de Estudio de Caso y Unidad de Análisis	54
5.1.3	Métodos de Recolección de Información.....	55
5.1.4	Indicadores	55
5.2	Preparación.....	56

5.2.1	Diseño del Instrumento de Medición.....	56
5.3	Ejecución y Recolección de Datos	58
5.3.1	Primera Iteración:	61
5.3.2	Segunda Iteración:	65
5.4	Conclusiones Estudio de Caso.....	70
CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....		71
6.1	Conclusiones.....	71
6.1.1	Conclusiones en cuanto a productos obtenidos	71
6.1.2	Conclusiones en cuanto a la investigación	71
6.2	TRABAJO FUTURO	72

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Representaciones de Perfil de Usuario	9
Tabla II Metodologías para la Construcción de Ontologías	16
Tabla III Herramientas para Desarrollar Ontologías	18
Tabla IV Análisis comparativo de ciclo de vida del contexto para perfil de usuario iot	24
TABLA V Conceptos Utilizados en el Modelamiento del Perfil de Usuario.....	25
Tabla VI Especificación Ontología Perfil de Usuario para la IoT	27
Tabla VII Glosario de Términos Ontología Perfil de Usuario Para la IoT	30
Tabla VIII Caso de uso interactuar con objetos inteligentes	45
Tabla IX Caso de Uso Crear Preferencia	45
Tabla X Diagrama de Despliegue	52
Tabla XI Consolidado Encuesta Primera Iteración	64
Tabla XII Eficacia del Sistema Iteración 1	64
Tabla XIII Consolidado de Tiempos en la Iteración 1	65
Tabla XIV Nivel Conocimiento Domótica Iteración 2	66
Tabla XV Consolidado Segunda Iteración	69
Tabla XVI Eficacia del Sistema Iteración 2	69
Tabla XVII Consolidado de Tiempos en la Iteración 2	69
Tabla XVIII Consolidado Iteraciones 1 y 2	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida del contexto propuesto por Perera	10
Figura 2 Ejemplo de ontología	15
Figura 3 Modelo Semántico So Smart	20
Figura 4 Ontología de perfil de usuario.....	20
Figura 5 Arquitectura WANTEAT	21
Figura 6 Ontología de Perfil de Usuario.....	22
Figura 7 Ontología Perfil de Usuario	23
Figura 8 Módulo de Conocimiento del Objeto Semántico	24
Figura 9 Jerarquía de clases ontología perfil de usuario para la iot	31
Figura 10 Características del usuario	32
Figura 11 Características Dinámicas y Contexto de la Ontología Perfil de Usuario para la iot	33
Figura 12 Preferencias Ontología Perfil de Usuario Para la IoT	33
Figura 13 Ejemplo instanciación del concepto persona	34
Figura 14 Ejemplo instanciación del concepto profession	35
Figura 15 Ejemplo instanciación del concepto Living_condition	35
Figura 16 Ejemplo instanciación del concepto ability	35
Figura 17 Ejemplo instanciación del concepto characteristic	35
Figura 18 Ejemplo instanciación del concepto interest	35
Figura 19 Ejemplo instanciación del concepto activity	36
Figura 20 Ejemplo instanciación del concepto actual_situation	36
Figura 21 Ciclo de vida del perfil de usuario para la iot.....	37
Figura 22 Arquitectura Modelo de interacción semántica	38
Figura 23 Arquitectura Escenario Interaccion Semantica	39
Figura 24 Arquitectura del Escenario de Interaccion Semantica Final	41
Figura 25 Diagrama de casos de uso	45
Figura 26 Arquitectura Escenario Semantico Propuesto.....	46
Figura 27 Arquitectura en capas del objeto inteligente	47
Figura 28 Arquitectura en capas servidor perfil de usuario	47
Figura 29 Diagrama de secuencia crear preferencia	50
Figura 30 Diagrama de Clases Servidor Perfil de Usuario.....	51
Figura 31 Proceso del estudio de caso.....	54
Figura 32 Maqueta Prototipo Casa Inteligente	59
Figura 33 Maqueta Prototipo Casa Inteligente	59
Figura 34 Usuarios interactuando con el Escenario	60

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos Yazmin Andrea Pabón:

En primer lugar, doy infinitas gracias a Dios por guiarme en este camino y permitirme culminar esta etapa. A mis padres, Aide Guerrero y Oscar Pabón, y a mi hermana Daniela Pabón, por el amor incondicional, comprensión y constante apoyo, puesto que sin ellos no hubiera sido posible este gran logro. A Julián Rojas por su paciencia, comprensión y apoyo en este camino. Especial agradecimiento al Ingeniero Miguel Angel Niño, que desde el inicio del proyecto nos brindó su apoyo, confianza e interés en cada etapa. Finalmente, quisiera agradecer a todas las personas que de una manera u otra me han apoyado y han estado dispuestas a ayudarme.

Agradecimientos Lider Julian Rojas:

Primero que todo a Dios, por darme la fuerza para superar cada uno de los retos que esta carrera me impuso, en segundo lugar quisiera agradecer a Andrea Pabón, por su apoyo, ayuda y compañía en este largo camino, a mi director de tesis el doctor Miguel Ángel Niño Zambrano por su dedicación y empeño en este trabajo de investigación y finalmente pero no menos a impórtate a mi familia, especialmente a mi padres Luz Olivia Bolaños Capote y Julio Cenen Rojas Salinas, quienes supieron tener paciencia y comprensión. Finalmente, a aquellos que de una u otra forma aportaron para que este sueño se haga realidad.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En un entorno de la Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT), las personas se ven rodeadas de una serie de objetos inteligentes, dotados de sensores y actuadores [1], capaces de conectarse a internet y comunicarse entre sí, ofreciendo una serie de servicios que se pueden utilizar en procesos de toma de decisiones de las personas [2]. Desde este punto de vista, se puede definir la IoT como: “un mundo donde las cosas pueden comunicar automáticamente a las computadoras y a los demás servicios que prestan en beneficio de la humanidad” [3].

La Web de las cosas (Web of Things - WoT) permite la integración de objetos inteligentes y dispositivos a la Web [4], comunicándose por medio de protocolos bien definidos para ofrecer y consumir servicios y recursos. Dichos servicios se deben ajustar a un contexto determinado con el fin de que sean útiles a sus diferentes usuarios [5].

Determinar el contexto en el que se encuentra el usuario, es una parte importante en la personalización de servicios, puesto que se cuenta con varios dispositivos tanto físicos como virtuales, lo que obliga a los sistemas a entender el contexto del usuario para poder adaptar su comportamiento [6], teniendo en cuenta las características particulares para brindar servicios de forma oportuna o información relevante [7], permitiendo de esta manera un comportamiento autónomo del sistema con mínima intervención humana [1].

Los trabajos encontrados en la literatura se han enfocado en recolectar información del contexto en ontologías y otras estructuras semánticas, focalizándose más en la información del dominio del servicio, que en las preferencias de los usuarios en sí mismos. Trabajos como Wei and Jin [8] y Ara, et al. [9] buscan cómo modelar el contexto mediante ontologías y técnicas de inteligencia artificial, para brindarle servicios a los usuarios, pero se centran muy poco en las preferencias particulares de los usuarios y su relación con los objetos del entorno, que permite una mejor aproximación a los intereses del mismo y por ende, una identificación de los servicios ofrecidos por la IoT que mejor se ajustan al usuario particular. Guinard, et al. [10] y Thuan, et al. [11], tienen en cuenta el perfil del usuario pero lo limitan a establecer roles y permisos para acceder a servicios y dispositivos y no para configurar dichos servicios de acuerdo a las preferencias de los usuarios. Por otro lado, existen investigaciones que le dan mayor relevancia al perfil de usuario, pero lo toman de redes sociales donde la información puede estar incompleta o ser errónea, sin aplicar un filtro que permita validar dicha información [12], lo que causa desconfianza de esta información.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente, los usuarios tienen dificultades para encontrar los servicios o información en la IoT, que requieren en un momento o lugar que se ajuste a sus necesidades particulares [13]. Por ello, se plantea para este problema la siguiente pregunta de investigación: *¿Cómo se puede mejorar la interacción entre los usuarios y los objetos de la IoT, de tal forma que permita, generar una mejor experiencia con los servicios que estos ofrecen?*

Como respuesta a la pregunta anterior, los proyectos previos se han enfocado en recolectar información del contexto en ontologías y otras estructuras semánticas, focalizándose más en la información del dominio del servicio, que en las preferencias de los usuarios. El enfoque particular del presente proyecto, es crear un modelo de contexto de servicios en la IoT centrado en el perfil de usuario y modelado a través de ontologías, el cual permite gestionar la información particular de cada usuario, sus interacciones con los objetos y servicios de la IoT, con el fin de generar servicios más ajustados de acuerdo a las características o preferencias de los mismos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Proponer un modelo semántico que permita representar la información de contexto de los usuarios en la Web de las Cosas (WoT), con el fin de mejorar la interacción y servicios de los dispositivos de la IoT que ofrecen a sus usuarios, basado en técnicas de la Web Semántica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir un modelo semántico que permita gestionar el contexto¹ centrado en el perfil de usuario, con las siguientes características:
 - Utilizar ontologías para representar el perfil de usuario, teniendo en cuenta los estándares existentes al respecto.
 - El perfil de usuario debe permitir adquirir, modelar, razonar y diseminar la información de contexto entre el usuario y los dispositivos de la IoT con los que interactúa.
 - Proponer un mecanismo que permita compartir el perfil de usuario en la WoT, con el fin de que los servicios de los objetos de la IoT puedan adaptarse a las características de los usuarios.
 - Definir las características que deberían incorporar los servicios de la WoT para poder hacer uso eficiente del modelo del perfil de usuario propuesto.
- Implementar una prueba de concepto², que haga uso del modelo definido, con el fin de crear un escenario IoT³ en el tema de la oficina domótica, en el que, a partir de las interacciones entre los usuarios y los objetos, sea posible personalizar los servicios proporcionados.
- Evaluar el escenario IoT construido en el estudio de caso seleccionado, que permita establecer que tanto se ajustaron los servicios a las necesidades de los usuarios particulares.

¹ Con gestión de contexto nos referimos al ciclo de vida que plantea Perera en [16]

² Es un desarrollo rápido, y normalmente incompleto de un sistema, que ayuda en la validación de un concepto, con el propósito de verificar si es susceptible de ser llevado a la práctica y cuya validación puede ser realizada por personal con conocimientos técnicos o por los usuarios finales. Es decir, para este caso en particular, se creará un prototipo software que será implementado en el escenario IoT definido.

³ Nos referimos como escenario IoT a un entorno físico o virtual en el que confluyen objetos de la IoT con sus servicios en la WoT y usuarios que hacen uso de dichos servicios.

1.4 METODOLOGÍA

Dado que el presente proyecto consta de tres etapas: crear un modelo semántico de perfil de usuario, crear una prueba de concepto y evaluar la satisfacción de los usuarios que hacen uso del modelo propuesto, se trabajan metodologías diferentes, cada uno de acuerdo a la etapa, de la siguiente manera:

1.4.1 Construcción del modelo semántico de perfil de usuario

Para la construcción del modelo se optó por usar la metodología propuesta por Niño, et al. [14], la cual, consta de las siguientes etapas:

- **Etapa 1:**
 - **Determinar el ámbito del modelo:** En este apartado se construye el marco conceptual sobre perfil de usuario, sensibilidad al contexto, ontologías y su uso en un ambiente de la internet de las cosas, para establecer los elementos, relaciones y pasos para abstraer el modelo buscado. Se utilizará como referencia metodológica el modelo para la investigación documental propuesto por Hoyos y Serrano [15] [16], en el cual se describen cinco fases establecidas para la elaboración de una base de conocimiento, las cuales se presentan a continuación:
 - **Preparatoria:** Esta fase tiene como fin orientar al investigador sobre el proceso de la realización del estudio.
 - **Descriptiva:** Esta fase involucra el trabajo que se realiza para descubrir los diferentes estudios asociados al tema central y núcleos temáticos de investigación.
 - **Interpretación por Núcleos Temáticos:** En esta fase se hace un análisis más detallado de los estudios encontrados en la fase descriptiva, con el fin de proporcionar nuevos datos para cada uno de los núcleos temáticos de la investigación.
 - **Construcción Teórica Global:** En esta fase se realiza una interpretación por núcleo temático y se busca identificar vacíos, limitaciones, dificultades, tendencias y logros obtenidos en la temática estudiada.
 - **Extensión y Publicación:** En esta fase se publican los resultados de forma oral o escrita.
 - **Definir el modelo:** Seleccionar un lenguaje que se adecue a las necesidades de representación de la información del modelo. Aplicar las abstracciones⁴ necesarias para poder eliminar la complejidad del problema y obtener los elementos estáticos (estructuras, reglas, restricciones, objetos) y los elementos dinámicos (funciones o tareas, interacciones).
- **Etapa 2:**

En esta etapa, se utiliza una adaptación de la metodología METHONTOLOGY propuesta por Niño en su tesis de doctorado [17], con el fin de construir la ontología en versiones rápidas y evolutivas, dicha adaptación esta soportada en herramientas que permiten conceptualizar y formalizar automáticamente la misma.

Los pasos son:

⁴ Generalización, clasificación, asociación y demás procesos mentales que se utilizan en la creación de conocimiento.

1. **Abstracción Formal:** Se corresponde a especificación, conceptualización y formalización

- a) Se responden las preguntas de la especificación de la ontología.
- b) Con el fin de tener una idea clara del conocimiento a modelar se puede hacer una descripción textual o gráfica en compañía de los expertos o de una fuente de conocimiento válida. Se diligencia la plantilla tabular de glosario de términos propuesta en METONTOLOGY.
- c) Se utiliza la herramienta CmapTools COE⁵, la cual permite general el modelo conceptual gráficamente y siguiendo la especificación de patrones de diseño de COE, con el fin de facilitar el proceso de implementación. Esta especificación evita tener que definir todas las plantillas de METHONTOLOGY.

2. **Implementación:**

- a) Exportar la Ontología en formato OWL a través de la utilidad de exportación de la herramienta CmapTools.
- b) Abrir la ontología en la herramienta Protégé⁶, con la cual se revisa su correspondencia con la conceptualización y en caso de necesitar ajustes adicionales se realiza en esta etapa.
- c) Verificar el funcionamiento de la ontología teniendo en cuenta las preguntas que se espera que conteste, en lo posible utilizando el razonador integrado en Protégé.

- **Etapa 3:**

Diseño de la prueba preliminar del modelo: Este paso corresponde a la creación de la herramienta software, construyendo un diseño experimental que cumpla con un dominio particular, el cual debe ser seleccionado cuidadosamente, de acuerdo a unas características deseables, que también se deben definir. En este paso es importante definir indicadores o reutilizar los existentes para aportar a la relevancia del modelo, los resultados que se obtengan permitirán realimentar la funcionalidad de la herramienta que se implementó y de esta manera establecer si es necesario modificar o afinar la herramienta y/o el modelo con respecto a los objetivos propuestos.

1.4.2 Creación de la prueba de concepto

Para esta etapa se tomó la decisión de usar UP Ágil (Agile Unified Process) [18], utilizando sus fases y sólo los artefactos que se consideren necesarios. Las fases son:

- **Fase de inicio.** Capturar los requisitos mínimos que debe cumplir la aplicación utilizando los casos de uso, los cuales están en formato de alto nivel. Definir la arquitectura de la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos capturados. También se establece la planificación del proyecto y delimitación de su alcance.

⁵ <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/COE> , consultado 01/10/2017. Es un conjunto de herramientas software que permiten construir, compartir y visualizar ontologías basados en CmapTools. Estas herramientas son desarrolladas por Florida Institute for Human & Machine Cognition – IHMC y bajo el proyecto Concept-map Ontology Environment – COE.

⁶ <http://protege.stanford.edu/>, consultado 01/10/2017. Es un editor de ontologías de código abierto y gratuito que permite crear y editar ontologías en diversos formatos estándar como RDF(S), OWL y XML entre otros. Es modular y permite incorporar herramientas de visualización y razonamiento.

- **Fase Elaboración.** Comprende el análisis del sistema y diseño de la arquitectura de la aplicación, centrándose en la construcción del modelo, que representa el perfil de usuario por medio de ontologías utilizando herramientas abiertas de desarrollo como CMAPS TOOLS y Protegé.
- **Fase de Construcción.** Se implementa y evalúa los resultados arrojados por la aplicación, de acuerdo a la arquitectura especificada en la fase anterior. Para ello se plantean las siguientes iteraciones:
 - **Iteración 1:**
 - Arquitectura base para la aplicación.
 - Desarrollo de la interfaz, que permita capturar la información necesaria para la creación del perfil de usuario. Con esto, se realizan las primeras pruebas de la aplicación.
 - **Iteración 2:**
 - Creación de la aplicación.
 - Pruebas Alfa y ajustes de la aplicación.
- **Fase de transición:** En esta etapa, el prototipo se convertirá en una versión Beta. Se realizarán pruebas finales de funcionalidad del mismo y ajustes necesarios.

1.4.3 Evaluación del prototipo construido

Establecer la eficacia del modelo propuesto, a partir del prototipo construido. Para esta etapa se definieron las siguientes fases:

- **Fase de definición de los Indicadores:** En esta fase se seleccionan y adaptan los indicadores para poder evaluar el prototipo desarrollado y los resultados esperados con respecto a establecer que tanto se ajustaron los servicios a las características de los usuarios.
- **Fase de Análisis y realimentación al modelo:** En esta fase se presentan los resultados y se decide si debe hacerse una modificación al modelo y al sistema construido para mejorar sus resultados.

1.4.4 Documentación y Divulgación

Se lleva a cabo la documentación paralelamente al desarrollo de las fases anteriormente descritas y se realizan los documentos:

- Artículo o ponencia enviada a una revista o evento nacional o internacional.
- Manual de usuario del prototipo software.
- Monografía.

1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

A continuación, se describe la forma en la que se encuentra organizado el trabajo desarrollado en el presente documento:

Capítulo 2 – Marco Teórico y Estado del Arte: Ejecución de la Etapa 1 de la metodología de investigación utilizada, donde se obtienen el marco conceptual para determinar el

ámbito del modelo. Además, presenta el estado del arte, donde se muestran los trabajos más relevantes para el desarrollo del presente trabajo.

Capítulo 3 – Creación del Modelo Semántico de Perfil de Usuario: Ejecución de la Etapa 2 de la metodología de investigación utilizada, donde se define formalmente el modelo y se diseña la prueba preliminar del mismo, además de realizar la integración del modelo semántico a la arquitectura de interacción semántica utilizada, definiendo las características, restricciones y mecanismos para compartir el perfil de usuario.

Capítulo 4 – Creación de la Prueba de Concepto: En este capítulo se muestra cada una de las fases que propone la metodología Agil UP, desarrollando los artefactos que se consideran importantes para la presente investigación.

Capítulo 5 – Estudio de Caso: Evaluación del Modelo Semántico para el Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT propuesto, siguiendo la metodología de estudio de caso propuesta por Runeson and Höst [19].

Capítulo 6 – Conclusiones y Trabajo Futuro: finalmente, se muestran las conclusiones que surgieron como resultado de la investigación y se expone el trabajo que hace falta por desarrollar.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 INTERNET DE LAS COSAS Y WEB DE LAS COSAS

Desde hace unos años, hemos cambiado la forma en la que interactuamos en diferentes entornos de nuestra vida, dicho cambio se indujo a partir de la evolución de las redes de comunicaciones tales como internet, permitiendo con el paso del tiempo, que objetos con cierta capacidad de procesamiento y almacenamiento se conectaran a internet, vislumbrando así el concepto del internet de las cosas (IoT).

En un principio, la idea básica de la IoT era marcar objetos con etiquetas RFID para que fueran fácilmente identificados, esta visión fue creciendo hasta abarcar redes de sensores, los cuales, son capaces de proporcionar inteligencia al mundo real [20].

Una de las definiciones más aceptadas para la IoT es la dada por P. Guillemin and P. Friess [21] “La Internet de las Cosas permite a las personas y cosas, estar conectadas en cualquier momento, en cualquier lugar, con cualquier cosa y con cualquier persona, idealmente usando cualquier camino/red y cualquier servicio”. La definición anterior, presenta uno de los fundamentos claves de la internet de las cosas, en el cual, los objetos físicos tienen una representación digital en los sistemas de información [20], por ello, se considera a la IoT como una interfaz entre el mundo virtual y el real [22]

Lo anterior, le dio la posibilidad a los objetos cotidianos de obtener y procesar información de su entorno, proporcionando servicios y comunicándose por medio de protocolos web con otros objetos, convirtiéndose así, en objetos inteligentes [23]. Cuando estos objetos tienen una representación en una plataforma común y ampliamente utilizada [24] como lo es web, aparece el concepto de la web de las cosas.

2.2 MODELO SEMÁNTICO

“El modelado semántico, es la descripción del significado de los datos y como estos se relacionan con otros, permitiendo entender el conocimiento de distintas áreas. Este tipo de modelo de conocimiento, trabaja a través de conceptos y las relaciones entre estos a menudo descrito en una ontología” [25].

2.3 MODELO DE USUARIO Y PERFIL DE USUARIO

Según Biamino [26], un modelo de usuario es una estructura de conocimiento que contiene todas las características que el sistema conoce acerca de un conjunto de las características de los usuarios (desde características demográficas tales como edad, género, profesión, hasta intereses y conocimiento en alguna categoría de dominio). El modelo de usuario proporciona una representación computacional de los usuarios o de una clase específica de usuarios [13]. Por otro lado, los perfiles de usuarios pueden ser vistos como una representación digital de datos asociados con una persona en particular, donde se especifican los temas de interés sobre las necesidades de información del

usuario y las preferencias personales [27]. La creación del perfil de usuario se hace instanciando el modelo de usuario [13].

2.3.1 Representación del Perfil de Usuario

Existen múltiples formas de representar el perfil de usuario, algunas de las más utilizadas son [28]:

2.1.1.1 Perfil de Usuario basado en Palabras Claves

La representación de perfiles de usuario por medio de palabras claves ponderadas es la más común. Estas palabras clave, pueden ser extraídas de manera automática (durante la navegación del usuario, páginas Web marcadas o salvadas por el usuario) o proporcionadas por el usuario. Las ponderaciones o pesos son representaciones numéricas asociadas a las palabras claves, que representan intereses del usuario, los cuales son utilizados para representar la importancia de ese tema de interés. Cada una de las palabras claves puede referenciar a un tema de interés del usuario, ahora bien, muchas palabras claves agrupadas pueden representar categorías de intereses de los usuarios, lo cual conlleva a que se puedan generar estándares de preferencias.

2.1.1.2 Perfiles de usuario basado en Redes Semánticas

Esta alternativa surge a razón de combatir los problemas de polisemia⁷ que se presentan en la construcción de perfiles de usuario basados en palabras claves. Estos perfiles son representados por una red semántica ponderada, donde cada nodo representa un concepto.

2.1.1.3 Perfiles de usuario basados en Conceptos

Los perfiles construidos bajo esta técnica, son similares a los perfiles de usuario construidos con redes semánticas, puesto que ambas técnicas se basan en nodos y relaciones entre ellos. A diferencia de las redes semánticas, los nodos representan temas abstractos, en lugar de palabras específicas o conjuntos de palabras relacionadas. Este tipo de perfiles también tienen cierta similitud con los perfiles construidos con palabras clave, ya que, estos pueden representarse como vectores de características ponderadas, solo que, dichas características representan conceptos en lugar de palabras o conjunto de palabras. Diferentes mecanismos son utilizados, para determinar qué nivel de interés muestra el usuario para determinado tema, la técnica más simple es asignar un peso numérico a cada tema.

2.2.1.4 Perfiles de usuarios basados en Ontologías

Los perfiles basados en ontologías o perfiles de usuario ontológicos, son utilizados para representar a un usuario como una instancia de una ontología de dominio. La ventaja de esta forma de representación con respecto de las demás es su posibilidad de compartirse

⁷ Polisemia: en lingüística se presenta cuando una misma palabra o signo lingüístico tiene varios significados.

entre sistemas, escalabilidad y capacidad de razonamiento. Por ello, se escoge este estilo para el presente proyecto. Sin embargo, su desventaja es que su implementación requiere cierto conocimiento experto y los tiempos de procesamiento pueden incidir en las respuestas en tiempo real que requiere los objetos inteligentes de la IoT con los que se relacionan los usuarios.

Pese a la ventaja anteriormente expuesta, en la literatura consultada no se encontraron estudios que especificaran o mencionaran algún estándar o lenguaje para la creación de perfiles de usuario, a parte del mismo lenguaje OWL que se usa en la especificación de las ontologías para la Web.

En la Tabla I se presenta un resumen de las representaciones de perfil de usuario mencionadas anteriormente:

Tipo	Fuentes de información	Técnicas de construcción	Ejemplos
Perfil de Usuario basado en Palabras Claves	<ul style="list-style-type: none"> - Páginas Web. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción de palabras clave de mayor puntaje. - Vectores de documentos - Comparación de vectores de intereses. - Mezcla de vectores de intereses más cercanos. 	Amalthaea [29], WebMate [30], Alipes [31]
Perfiles de usuario basado en Redes Semánticas	<ul style="list-style-type: none"> - Documentos de muestra. - Colección de documentos. de estereotipo - Páginas Web. - Intervención del usuario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extracción de palabras clave de mayor puntaje. - Creación de un nodo por palabra. - Enlazar nodos cuyas palabras concurren en varios documentos. - Mapeo de palabras a conceptos usando WordNet - Aprendizaje de conceptos usando redes neuronales. - Creación de nodo por concepto. - Creación de nodo por concepto y por palabra con ayuda del experto humano. 	ifWeb [32], SiteIF, PIN [33], InfoWeb [34], WIFS [35]
Perfiles de usuario basados en Conceptos	<ul style="list-style-type: none"> - Páginas Web pre-clasificadas. - Resultados de búsqueda. - Artículos de investigación pre-clasificados. - Manipulación del perfil. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coloreo de árboles. - Agrupamiento. - Propagación de conceptos padres. - Clasificación de texto e identificación de conceptos. - Expansión del clasificador de entrenamiento, basado en retroalimentación. - Adaptar taxonomía para añadir o remover conceptos. - Manipulación directa. 	Persona [36], ARCH [37], Foxtrot [38], OBIWAN [39], Misearch [40], Liu et al [41], PVA [42], Bibster [43]

TABLA I. REPRESENTACIONES DE PERFIL DE USUARIO

2.4 CONTEXTO Y CONCIENCIA-CONTEXTO

Según Abowd, et al. [7], “*el contexto es todo tipo de información que pueda ser usada para caracterizar la situación de una entidad, aclarando que una entidad puede representar a una persona, lugar o cosa, que sea importante en la interacción entre un usuario y una aplicación*”. El contexto juega un rol importante, permitiendo proporcionar y personalizar los servicios de acuerdo a la situación actual, con mínima intervención humana [8]. La información útil para definir un contexto, no solo la da el ambiente y sus características, sino también las personas que interactúan con ese ambiente [26] y solo se convierte en significativa, cuando es interpretada respecto al usuario [44].

Según Perera, et al. [44], dependiendo de la forma en la que se obtienen los datos, se pueden identificar dos tipos de contexto:

- **Contexto primario:** Se refiere a los datos que han sido obtenidos sin usar contextos existentes y sin realizar ningún tipo de operación de fusión sobre los datos del sensor, es decir son los datos obtenidos directamente del sensor.
- **Contexto secundario:** Es el que resulta de procesar información del contexto primario, por ejemplo, cuando se toma la información del GPS para calcular la distancia entre dos lugares.

Abowd, et al. [7] aducen que un sistema implementa el contexto-conciencia, cuando usa el contexto para darle información relevante y/o servicios a un usuario, donde la relevancia depende de las actividades o tareas del usuario. El principal objetivo de cualquier sistema con contexto-conciencia es ser adaptable, y por lo tanto, cambiar sus servicios o contenido para ajustarse a las preferencias individuales [13].

Por otro lado, Perera, et al. [44] proponen el siguiente ciclo de vida del contexto representado en la Figura 1:

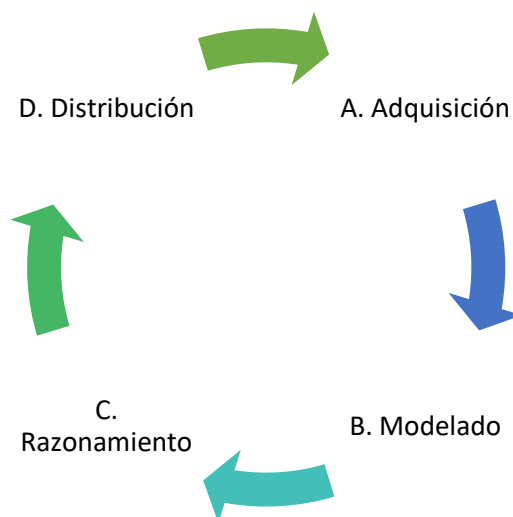


FIGURA 1 CICLO DE VIDA DEL CONTEXTO PROPUESTO POR PERERA

FUENTE: basado en PERERA, ET AL. [44]

A continuación, se describe cada una de las fases:

A. Adquisición:

El contexto puede ser adquirido de diferentes fuentes como sensores físicos o virtuales. Algunas de las técnicas utilizadas son:

- **Basadas en responsabilidad:** En esta técnica se utilizan los métodos Pull (El componente software realiza la petición al sensor) o Push (El sensor pone a disposición los datos al componente software).
- **Basada en frecuencia:** El contexto, en esta técnica, se puede adquirir por eventos instantáneos (Los datos se adquieren cuando el evento ocurre) y por eventos periódicos (Los datos se adquieren periódicamente).
- **Basado en el origen:** Dependiendo de la procedencia del contexto, los métodos usados para su adquisición son:
 - Adquirido directamente desde el hardware del sensor.
 - Adquirido a través de una infraestructura middleware.
 - Adquirido de servidores de contexto.
- **Basado en los tipos de sensores:**
 - Sensores físicos (Sensores tangibles y generan datos por sí mismos).
 - Sensores Virtuales (No tienen presencia física, generalmente utilizan servicios web para enviar y recibir datos).
 - Sensores Lógicos (Sensores Software, combinación de sensores físicos y virtuales).
- **Basados en el proceso de adquisición:** La adquisición del contexto pueden ser:
 - Percibido: Se toman los datos de los sensores y los almacenados en las bases de datos.
 - Derivado: Para obtener la información se realizan operaciones computacionales sobre los datos del sensor (Por ejemplo, llamadas a servicios web, funciones matemáticas).
 - Proporcionado manualmente: Se adquiere por medio de opciones de configuración predefinidas proporcionadas por los usuarios.

B. Modelado:

Se refiere a la forma de representar el contexto, para ello se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Proceso de modelado de contexto: La nueva información de contexto se define en términos de atributos, características y la calidad de los atributos del contexto.
- Organizar el contexto de acuerdo al modelo: Se valida el resultado del paso anterior y este es almacenado en los repositorios de información existentes.

La información necesaria para modelar el contexto depende del problema, y no existen estándares para especificarla.

Por otro lado, existen técnicas para modelar el contexto dependiendo de las necesidades y del dominio de la aplicación, entre las más populares se encuentran:

- Modelado Llave-Valor: La información se almacena en parejas Llave-valor, esta técnica presenta las siguientes limitaciones: (i) no es escalable, (ii) no admite estructuras de datos complejas, (iii) es difícil recuperar eficientemente la información

modelada y (iv) se usa para almacenar temporalmente datos no complejos como preferencias de usuario.

- Modelado por marcado de esquema: Es una mejora a la técnica llave-valor. Utiliza etiquetas para almacenar el contexto. Una ventaja es que permite recuperar datos eficientemente. Se usa en aplicaciones de dominio para almacenar datos temporalmente, transferir datos entre aplicaciones y transferir datos entre componentes de aplicaciones. No permite realizar razonamiento, puesto que los lenguajes de marcado tienen poca expresividad.
- Modelado Gráfico: Esta técnica permite modelar el contexto con sus relaciones, ofreciendo más expresividad. Ejemplo UML, ORM. Dentro de sus principales ventajas están su facilidad de comprensión, aprendizaje y capacidad de almacenamiento, además permiten almacenar el contexto de manera persistente. Sin embargo, presenta dificultades como: (i) se dificulta la interoperabilidad al tener implementaciones diferentes, (ii) ante contextos complejos se requieren consultas complejas, (iii) en etapas avanzadas es difícil adicionar información de contexto y modificar la estructura de los datos.
- Modelado basado en objetos: Permite modelar datos usando jerarquías de clases y relaciones. Entre las ventajas podemos nombrar que promueven la encapsulación y la reusabilidad. Dado que los lenguajes de alto nivel soportan estos conceptos, se puede integrar a un sistema contexto- conciencia sin dificultades.
- Modelado basado en lógica: es un modelo muy expresivo, por ende, permite realizar razonamiento, se basa en la representación de hechos, expresiones y reglas. Facilita la extracción de información de contexto de alto nivel usando contexto de bajo nivel, por otro lado, al no tener definidos estándares, se tiene menos reusabilidad y aplicabilidad. Este modelo puede ser usado como apoyo para otras técnicas.
- Modelado basado en ontologías: Es uno de los mecanismos preferidos para modelar el contexto, utiliza tecnologías semánticas. Como desventajas tiene la cantidad de tiempo y la capacidad computacional que se requieren a la hora de procesar grandes cantidades de datos.

C. Razonamiento

Permite obtener información del modelo que se generó en la fase anterior y entenderlo mejor. El rendimiento del razonamiento puede ser medido usando métricas de eficiencia, robustez, completitud e interoperabilidad.

Para el razonamiento, Perera, et al. [44] proponen las siguientes fases:

- Pre procesamiento del contexto (Ejecutar procesos que ayuden a corregir anomalías como datos incompletos, valores atípicos o inexactos).
- Fusión de los datos del sensor (Combinar los datos provenientes de diferentes sensores para recolectar información completa y confiable).
- Inferencia de contexto (Inferir contexto de alto nivel teniendo como base el contexto de bajo nivel).

Existen varias técnicas de razonamiento de contexto, entre las más populares están:

- Aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado.
- Reglas.
- Lógica difusa.
- Basado en ontologías.
- Lógica probabilística.

Estas técnicas se deben combinar de tal manera que se reduzcan sus debilidades y se complementen entre sí incrementando la posibilidad de éxito.

D. Distribución:

Proporciona métodos para entregar el contexto a los consumidores. Entre los métodos están:

- Métodos de consultas: El sistema gestor de contexto recibe una consulta del consumidor y entrega los resultados.
- Métodos de suscripción: Utilizado típicamente en procesamiento en tiempo real, en este método, el consumidor se suscribe a un sensor o a un evento, el cual le retornará resultados periódicamente o cuando un evento ocurra.

Para este proyecto, se tomará como base el modelo de ciclo de vida presentado anteriormente para gestionar el contexto, teniendo en cuenta que el contexto estará centrado en el perfil de usuario.

2.5 WEB SEMÁNTICA DE LAS COSAS

La Web Semántica es una extensión de la web actual, en ella, los datos tienen un significado bien definido y son comprensibles, tanto para las máquinas como para los humanos, lo que conlleva a que la información pueda ser reusada, compartida y combinada por los agentes de software [45]. En un ambiente en el que hay desplegados muchos sensores y actuadores, la conectividad debe suplir dos necesidades, por un lado, conectar los objetos y por otro, lograr la cooperación entre ellos en tiempo real. Para lo anterior, la implementación de técnicas semánticas ha permitido hacer abstracciones entre hardware, aplicaciones y usuarios de la WoT, con el objetivo de construir servicios de información inteligentes, que suplan las necesidades de información de los usuarios, a ello se le ha denominado la web Semántica de los Objetos o “Semantic Web of Things” – SWoT [46].

Por lo anterior, la SWoT es considerada como una enorme base de conocimiento distribuido, en ella los datos cuentan con etiquetas semánticas que representan conceptos, propiedades y relaciones basados en una ontología para describir los datos del sensor de una manera estandarizada, esto garantiza la comprensión de los datos contenidos en esta base de conocimiento [47].

El hecho de tener datos comprensibles, dota a la SWoT con capacidades de razonamiento, infiriendo implícitamente consecuencias lógicas y nuevos hechos sobre los datos del sensor. Para codificar el conocimiento de dominio y las reglas de inferencia se usan los lenguajes de ontologías [47].

2.6 ONTOLOGÍAS

“Una ontología define los términos a utilizar para describir y representar un área de conocimiento. Las ontologías son utilizadas por las personas, las bases de datos, y las aplicaciones que necesitan compartir un dominio de información⁸. Las ontologías incluyen definiciones de conceptos básicos del dominio, y las relaciones entre ellos, que son útiles para los computadores. Codifican el conocimiento de un dominio y también el conocimiento que extiende los dominios. En este sentido, hacen el conocimiento reutilizable” [48].

Las ontologías son útiles para especificar conceptos e interrelaciones complejas entre ellos [26], además permiten la integración y reutilización del conocimiento de diferentes dominios, y permiten tener un entendimiento común de la estructura de la información[44].

2.6.1 Componentes de una Ontología

Independientemente del área del conocimiento sobre la que se pretenda trabajar, las ontologías constan de los siguientes elementos o componentes [49]:

- **Conceptos:** Son los aspectos más significativos y representativos del área del conocimiento que se quiere representar. Éstos pueden ser clases de objetos, métodos, planes, estrategias, procesos de razonamiento, etc. Además, las clases en una ontología pueden ser organizadas en taxonomías a las que se les puede aplicar el concepto de herencia.
- **Propiedades (Atributo, Slot):** Son características que describen a la clase o concepto y, por ende, a sus instancias, de una manera más detallada. Dichas propiedades pueden ser representadas mediante diferentes tipos de datos, como números, cadenas de caracteres, e incluso por medio de otras clases.
- **Relaciones:** Representan el vínculo e interacción entre conceptos, generando la taxonomía del área de interés que se quiere representar. Los tipos de relaciones más comunes son: sub-clase-de, parte-de, conectada-a.
- **Instancias:** representan los objetos de determinado concepto de la ontología.
- **Axiomas:** Son los teoremas que se definen sobre las relaciones que deben cumplir los elementos que componen la ontología. Éstos deben definirse para proveer la semántica o el significado de los términos.

En la Figura 2, se puede observar la interacción que existe entre las clases que componen la ontología, a través de las siguientes relaciones: la clase *Escritor* es una *subclaseDePersona*, donde *subclaseDe* es la relación de herencia. La clase *Escritor* se relaciona con la clase *Libro*, a través de la relación *escribe*. Por último, la clase *Escritor* se relaciona con *MovimientoLiterario*, por medio de la relación *perteneceMovimiento*.

⁸ Un dominio es simplemente un área de temática específica o un área de conocimiento, tales como medicina, fabricación de herramientas, bienes inmuebles, reparación automovilística, gestión financiera, entre otras.

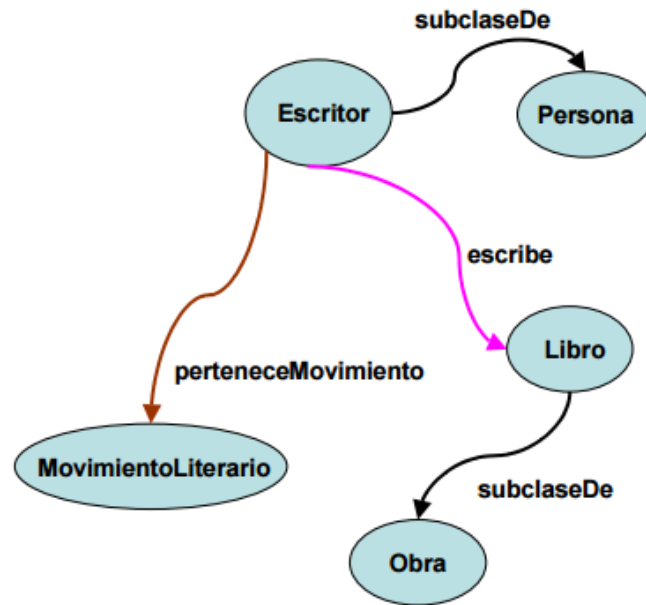


FIGURA 2 EJEMPLO DE ONTOLOGÍA

FUENTE: El futuro de la Web XML, RDF/RDFS, ontologías y la Web semántica [50]

2.6.2 Clasificación de las Ontologías

Las ontologías pueden clasificarse según el dominio y propósito que cubren [51] [52]:

- **Ontologías de nivel superior:** Son aquellas que permiten modelar niveles abstractos de una realidad, generando conceptos que pueden ser usados de forma genérica para clasificar términos.
- **Ontologías generales:** Estas permiten representar elementos como el tiempo, el espacio, eventos, entre otros. La importancia de este tipo de ontologías radica en que dichos elementos pueden ser usados en cualquier dominio.
- **Ontologías de dominio:** Estas ontologías sirven para representar elementos particulares de determinado ámbito, teniendo en cuenta los objetivos y las restricciones que impone el área de aplicación.

Para el presente proyecto se utilizarán ontologías de dominio para representar el perfil de usuario.

2.6.3 Metodologías para la Creación de Ontologías

Dado que las ontologías se consideran un componente software en el contexto de la Web semántica [53], es necesario recurrir a una metodología que guíe todo el proceso de construcción, y de esta manera, obtener una representación más precisa de los elementos que se quieren modelar a través de ella, procurando un óptimo resultado. Es importante destacar que la construcción de una ontología puede hacerse desde cero o reutilizar una ya existente.

En la Tabla II, se presenta una visión general de algunas metodologías existentes (las más citadas), como Methontology [54], On-To- Knowledge [55] [56], CYC [53] [55] [57],

USCHOLD Y KING [55] [57] [58], GRÜNINGER Y FOX [55] [57] [58], KACTUS [55] [57] y SENSUS [57].

De las metodologías presentadas, destaca Methontology, puesto que presenta sus fases de una forma clara y bien definida, guiando el proceso de construcción de la ontología como un componente software. Con el objetivo de construir la ontología en versiones rápidas y evolutivas, para este proyecto se utilizará la metodología propuesta por Niño [17], la cual, utiliza como base algunas etapas y estructuras de Methontology combinado con el uso de herramientas software como CMAPSTOOLS COE y Protegé.

Metodología	Descripción	Fases
Methontology [54]	Es una metodología basada en la experiencia adquirida en el desarrollo de una ontología en el dominio de los productos químicos. Incluye un conjunto de actividades y técnicas para llevar a cabo cada actividad.	Especificación, Formalización, Mantenimiento Conceptualización, Implementación,
On-To-Knowledge [55] [56]	Está enfocada hacia la construcción de sistemas basados en conocimiento, en los que se empleen las ontologías como parte fundamental.	Estudio de viabilidad, Inicio, Refinamiento, Evaluación, Mantenimiento
CYC [53] [55] [57]	Surgió a partir de un proyecto en el área de inteligencia artificial, que tenía como objetivo habilitar el razonamiento humano.	Codificación manual del conocimiento, Codificación de conocimiento asistido por herramientas software y Codificación del conocimiento realizado por herramientas software
USCHOLD Y KING [55] [57] [58]	Nace de la experiencia obtenida en el desarrollo de "Enterprise Ontology", una ontología para modelar los procesos empresariales	Identificar el propósito de la ontología, Construcción de la Ontología, Evaluar la ontología, Documentación
GRÜNINGER Y FOX [55] [57] [58]	Surgió del desarrollo del proyecto TOVE(Toronto Virtual Enterprise), dentro del cual se desarrollaron un conjunto de ontologías para el dominio de los procesos de negocios	Definir el uso de la ontología. Determinar el alcance de la ontología. Extracción de elementos que componen la ontología. Expresar los elementos de la ontología en lógica de primer orden.
KACTUS [55] [57]	Basa la construcción de una ontología (que representa el conocimiento requerido por una aplicación) en la reutilización de conceptos definidos en otras ontologías [88]. De esta manera el proceso de construcción está condicionado al análisis y adaptación de conceptos de otras ontologías.	Especificación del contexto o dominio de la ontología. Diseño preliminar basado en categorías ontológicas de nivel superior relevantes. Refinamiento y estructuración de la ontología
SENSUS [57]	Permite derivar ontologías de dominio a partir de ontologías de grandes proporciones a través de un enfoque top-down (de lo general a lo particular).	Seleccionar términos más relevantes. Enlazar términos a la ontología SENSUS. Incluir conceptos que se acoplan correctamente a la ontología. Incorporar nuevos términos que pueden ser relevantes. Agregar aquellos nodos y sus respectivos sub árboles, siempre que estos sean atravesados por un gran número de rutas. Agregar nuevos términos de dominio para completar la base de conocimiento.

TABLA II METODOLOGÍAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ONTOLOGÍAS

A continuación, se presentan los pasos de la metodología

1. Abstracción Formal: Se corresponde a especificación, conceptualización y formalización

- a. Se responden las preguntas de la especificación de la ontología.
- b. Con el fin de tener una idea clara del conocimiento a modelar se puede hacer una descripción textual o gráfica en compañía de los expertos o de una fuente de conocimiento válida. Se diligencian la plantilla tabular de glosario de términos propuesta en METONTOLOGY.
- c. Se utiliza la herramienta CmapTools COE, las cuales permiten general el modelo conceptual gráficamente y siguiendo la especificación de patrones de diseño de COE con el fin de facilitar el proceso de implementación. Esta especificación evita tener que definir todas las plantillas de METHONTOLOGY.

2. Implementación:

- a. Exportar la Ontología en formato OWL a través de la utilidad de exportación de la herramienta CmapTools.
- b. Abrir la ontología en la herramienta Protégé, con la cual se revisa su correspondencia con la conceptualización y en caso de necesitar ajustes adicionales se realiza en esta etapa.
- c. Verificar el funcionamiento de la ontología teniendo en cuenta las preguntas que se espera que conteste, en lo posible utilizando el razonador integrado en Protégé.

2.6.4 Herramientas Para la Creación de Ontologías

Tan importante como la metodología, la herramienta o lenguaje a utilizar juega un rol esencial en la construcción de ontologías. Actualmente existen muchas alternativas en cuanto a herramientas para la construcción y edición de ontologías respecta, las más importantes se relacionan en la Tabla III:

Herramientas para Desarrollar Ontologías				
Nombre	Tipo	Entorno Colaborativo	Servicios	Otras Características
Protégé [59]	Open Source	Si	<ul style="list-style-type: none"> - Creación. - Visualización. - Manipulación. 	Modelado a través de Marcos y OWL. Soporte para múltiples formatos.
Ontolingua [60]	Open Source	Si	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis. - Creación. - Edición. - Intercambio. 	Proporciona una biblioteca de ontologías modulares y reutilizables.
WebOnto[61]	Open Source	Si	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar. - Crear. - Editar. 	Facilita a los usuarios la ampliación de ontologías de gran tamaño.

Herramientas para Desarrollar Ontologías				
Nombre	Tipo	Entorno Colaborativo	Servicios	Otras Características
Neon[62]	Open Source	Si	- Creación. - Mantenimiento.	Ofrece un plugin para cada actividad especificada en la metodología de desarrollo Neón.
Kaon[63]	Open Source	No	- Creación. - Almacenamiento. - Recuperación. - Mantenimiento. - Aplicación.	Ofrece otro tipo de herramientas para construir aplicaciones basadas en ontologías.
OntoStudio[64]	Comercial	Si	- Modelado. - Creación. - Mantenimiento. - Herramientas de mapeo. - Editor gráfico de reglas. - Entorno integrado de pruebas.	Soporte para varios formatos.

TABLA III HERRAMIENTAS PARA DESARROLLAR ONTOLOGÍAS

De acuerdo a la Tabla III, Protégé es la herramienta más utilizada por los desarrolladores de ontologías, de hecho, es la recomendada por la metodología seleccionada, goza de mayor documentación, soporte, interfaz amigable para el usuario y es software libre. Por las razones nombradas anteriormente, será la seleccionada para abordar el presente proyecto.

2.7 INTERFACES PARA LA INTERNET DE LAS COSAS

Uno de los retos de la Internet de las cosas es como se presentan los datos recolectados del mundo real y hacerlos significativos a los humanos. En el contexto de la IoT, la interacción se refiere a interfaces que permitan a las personas ya sea monitorear o configurar los dispositivos de la IoT.

Turunen, et al. [65] presentan los siguientes enfoques para resolver la complejidad de la interacción de la internet de las cosas:

- **Interacción Embebida:** Los objetos ordinarios están mejorados con instalaciones de entrada y salida para que realicen su función original, así como proporcionar una manera para que los datos sean recogidos sobre el comportamiento de los usuarios. Combinando los datos de varios objetos y la interacción con ellos con el tiempo puede resultar en el conocimiento emergente a disposición del usuario o el medio ambiente teniendo en cuenta el contexto para hacer sugerencias para mejorar el estilo de vida.
- **Interacción física móvil (Physical mobile interaccion - PMI) e Interacción Multietiquetado (multi tag interaction MTI):** En esta interacción los usuarios interactúan con sus dispositivos móviles y diferentes tipos de tags, como NFC.

- **Realidad Aumentada:** Permite conectar los ambientes inteligentes con las cosas, especialmente en los casos donde información geográfica relevante está disponible y puede ser útil para el usuario. El alejamiento de las interfaces gráficas de usuario para interfaces de usuario tangibles mejorará la interacción hombre-máquina. La realidad aumentada es clave para proporcionar una capa de tecnología apoyado al entorno físico existente.
- **Realidad Virtual:** Sumergir al usuario en el mundo digital. Es una visualización del estado de las cosas en un entorno, en donde el usuario puede controlar las cosas a través de un avatar que se mueve a través del mundo virtual.

Para el caso del presente proyecto se utilizará una interacción embebida, puesto que los objetos inteligentes tienen la capacidad de recoger datos de los usuarios para presentarles servicios ajustados, además, se utilizará MTI con tags RFID para que los objetos puedan identificar al usuario y tags QR para que el usuario pueda obtener información de los objetos.

2.8 TRABAJOS RELACIONADOS

Autores como Perera, et al. [44], destacan el uso de ontologías para modelar el contexto, puesto que permiten la integración del conocimiento de diferentes dominios en las aplicaciones, su reutilización y almacenamiento de una manera estructurada. Trabajos como los realizados por Wei and Jin [8] y Ara, et al. [9], buscan cómo modelar el contexto mediante ontologías y técnicas de inteligencia artificial, para brindarle servicios personalizados a los usuarios, teniendo en cuenta que el entorno IoT es dinámico y cambiante, pero se centran muy poco en las preferencias particulares de los usuarios y su relación con los objetos del entorno, que permite una mejor aproximación a los intereses del mismo y por ende, una identificación de los servicios ofrecidos por la IoT que mejor se ajustan al usuario particular. Kim, et al. [66], proponen un framework que hace uso de ontologías para almacenar el contexto en el que se encuentra el usuario, incluyendo su localización, la actividad que está desarrollado, con el fin de brindar servicios más adecuados, sin embargo, al implementarlo el perfil de usuario solo tiene en cuenta aspectos básicos como edad, sexo y el rol que desempeña dentro del sistema.

Por otro lado, algunos trabajos como Guinard, et al. [10] y Thuan, et al. [11], tienen en cuenta las preferencias de los usuarios y han tratado de perfilar al usuario, capturando la información de distintos medios, como por ejemplo, de redes sociales, pero lo limitan a establecer roles y permisos para acceder a servicios y dispositivos y no para configurar dichos servicios de acuerdo a las preferencias de los usuarios. Yao [12] considera que la información que es capturada de redes sociales puede ser información errónea o incompleta, por lo que hay que buscar mecanismos que ayuden a tener información confiable.

En la literatura revisada, se encontraron trabajos que tienen en cuenta como centro el perfil de usuario, y para su almacenamiento hacen uso de ontologías, entre ellos se encuentran:

Biamino [26] presenta la importancia de tener un modelo de usuario para entender mejor el contexto, y propone el modelo semántico mostrado en la Figura 3. Crea tres ontologías, entre ellas un modelo básico de usuario, contenido en el módulo User Model, el cual, solo contiene información de edad, sexo y los intereses están relacionados con películas,

música, entre otros. Propone aprovechar la información existente en las redes sociales para construir el contexto social, pero en el prototipo construido no hacen uso de estas.

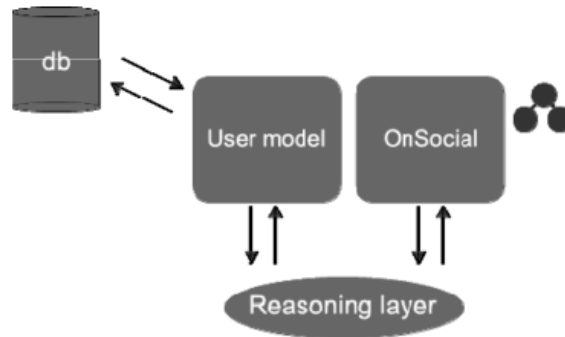


FIGURA 3 MODELO SEMÁNTICO SO SMART

FUENTE: A SEMANTIC MODEL FOR SOCIALLY AWARE OBJECTS [26]

Lin, et al. [67] proponen un framework para implementar publicidad electrónica, para ello tienen en cuenta el contexto en el que está el usuario y su perfil de usuario, y los almacenan en ontologías. La ontología de perfil de usuario, mostrada en la Figura 4, tiene en cuenta el contexto actual del usuario y lo almacena de forma cronológica incluyendo sus preferencias, intereses, condiciones de salud y datos básicos como nombre, fecha de nacimiento, entre otros. Teniendo en cuenta las ontologías propuestas y la consulta realizada manualmente por el usuario, pueden presentarle la publicidad adecuada. Aunque realizaron la implementación del framework, no ha sido evaluado en un escenario real.

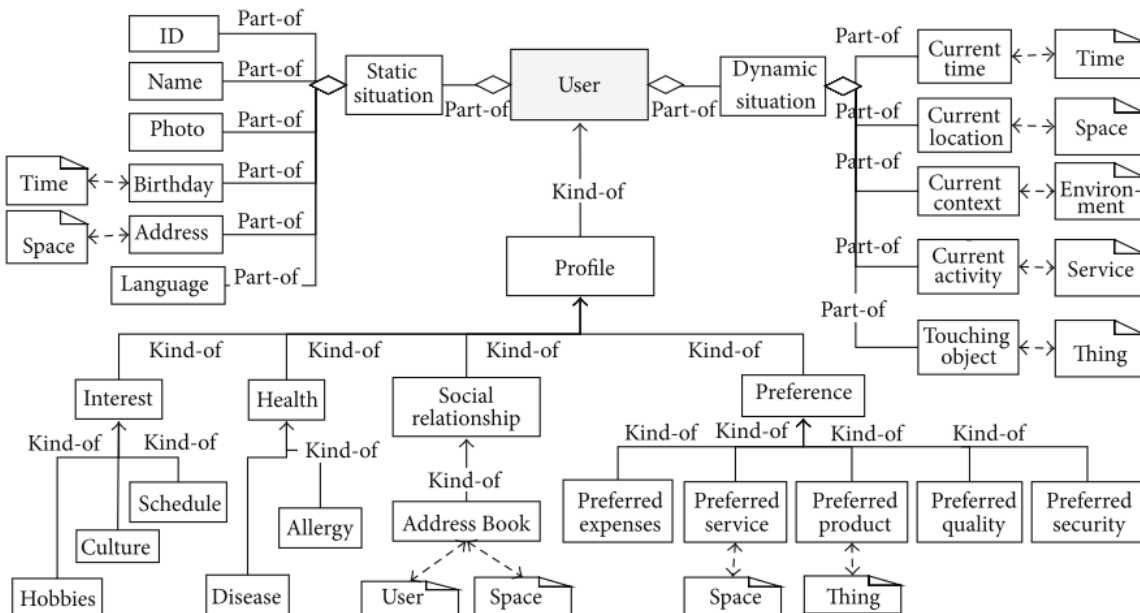


FIGURA 4 ONTOLOGÍA DE PERFIL DE USUARIO

FUENTE: FRAMEWORK FOR NFC-BASED INTELLIGENT AGENTS: A CONTEXT-AWARENESS ENABLER FOR SOCIAL INTERNET OF THINGS[67]

Console, et al. [68] proponen dotar de inteligencia a los objetos para que puedan razonar y aprender sobre el comportamiento del usuario. En la arquitectura propuesta, mostrada en la Figura 5, uno de los elementos más relevantes es un módulo denominado “user model”, el cual, guarda un modelo para cada usuario, donde se encuentran sus intereses/preferencias y sus opiniones. Se realiza un registro de las acciones y el comportamiento de cada usuario, este sirve para crear el modelo de usuario y actualizarlo periódicamente. El modelo anterior, junto con posición geográfica, red social y las calificaciones de otros usuarios, son usados por el sistema de recomendación. El modelo se representa por parejas concepto/valor, donde el concepto es una clase de la ontología de dominio, y el valor es el nivel de interés del usuario en ese concepto. Los autores justifican el uso de ontologías, puesto que puede incluir las relaciones entre las cosas y permiten la inferencia de información. Dado que el dominio inicial es netamente gastronómico, en un entorno en el que no quieren que los productores de alimentos inviertan dinero en dispositivos embebidos, trasladan todo el procesamiento al lado del servidor. Lastimosamente, el artículo no presenta el modelo ontológico utilizado para poder realizar un análisis comparativo con el propuesto en el presente proyecto.

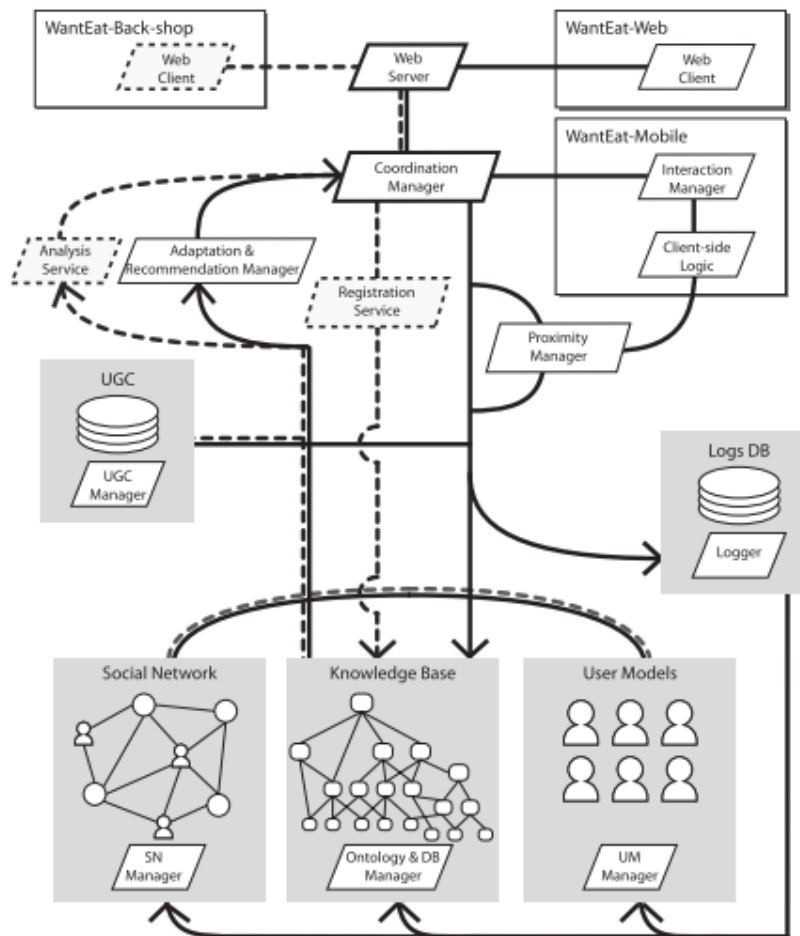


FIGURA 5 ARQUITECTURA WANTEAT

FUENTE: interacting with social networks of intelligent things and people in the World of gastronomy [68]

Skillen, et al. [69], pretenden personalizar la manera en que se presenta el contenido, analizando la información del usuario. Para ello, proponen un modelo del perfil de usuario basado en ontologías, y una serie de reglas para la personalización de los servicios, teniendo en cuenta que el entorno en el que se encuentran los usuarios, cambia dinámicamente. Para la realización del modelo, se llevaron a cabo entrevistas y grupos focales a personas de España, Rumanía y Noruega, con el fin de entender y analizar las características, preferencias y hábitos de los usuarios. En el modelo del perfil de usuario, mostrado en la Figura 6, toman en cuenta la información personal, la forma en que el usuario desea ver el contenido y el tamaño de fuente preferido para los diferentes servicios, también se modela las distintas condiciones médicas de los usuarios. La evaluación de esta propuesta la realizan con 3 usuarios con limitaciones visuales y 2 escenarios diferentes.

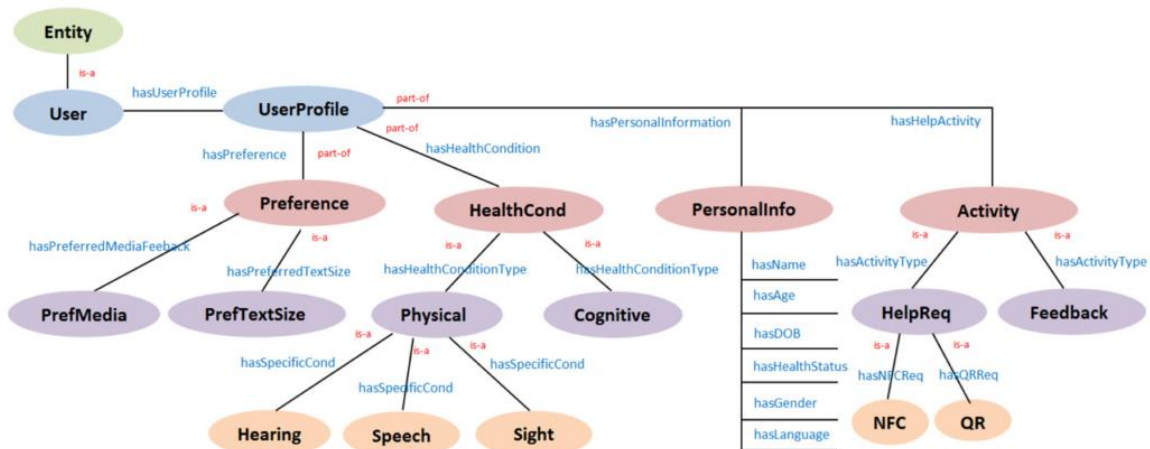


FIGURA 6 ONTOLOGÍA DE PERFIL DE USUARIO

FUENTE: Ontological user modelling and semantic rule-based reasoning for personalisation of Help-On-Demand services in pervasive environments[69]

Golemati, et al. [70], son conscientes de la heterogeneidad en la forma de modelar la información de un usuario en particular, por parte de los diseñadores de aplicaciones, lo que dificulta la interoperabilidad entre las aplicaciones en lo que a perfil de usuario se refiere. Por lo anterior, proponen crear una ontología que incorpore conceptos y propiedades para modelar el perfil de usuario, teniendo en cuenta su contexto, con el fin de crear un modelo de usuario general, amplio y extensible. El modelo propuesto se presenta a en la Figura 7:

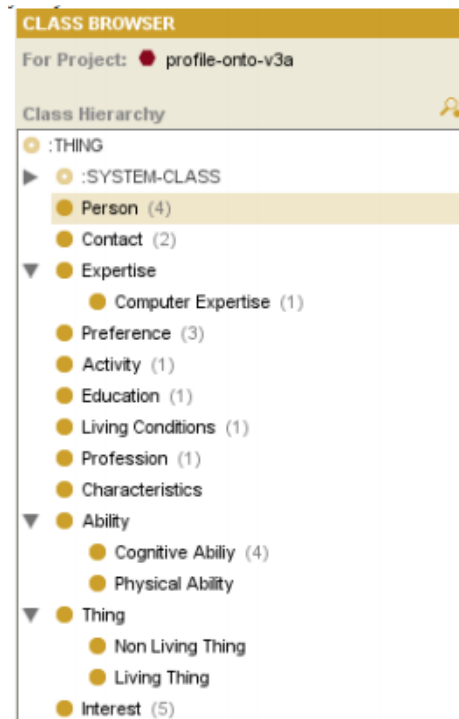


FIGURA 7 ONTOLOGIA PERFIL DE USUARIO

FUENTE: Creating an ontology for the user profile: method and applications [70]

Sin embargo, los conceptos están relacionados con características estáticas y permanentes del usuario, aunque sí se han tenido en cuenta el aspecto temporal en algunas de las clases, como, por ejemplo, las condiciones de vida.

El presente proyecto propone un componente de perfil de usuario al trabajo de doctorado de Niño [17], en el cual *“propone un modelo de interacción semántica entre objetos de la web de las cosas con el fin de proveer a los usuarios, abstracciones semánticas de los objetos en diferentes niveles; es decir, en abordar los elementos semánticos que se podrían tener en cuenta para permitir comunicar a las “cosas” de la WoT entre sí, de manera que compartan dominios comunes de conocimiento e intercambien su información, sirviendo como base para crear servicios a los usuarios”*.

En dicho trabajo se ha desarrollado la Ontología de Objeto Semántico, la cual es capaz de manejar el conocimiento necesario para darle un comportamiento compartible y semántico a los objetos de la red social de objetos y personas. los objetos tienen conocimiento sobre los usuarios, los servicios y el contexto.

El presente proyecto propone un Modelo Semántico para Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT, con el fin de construir automáticamente ontologías de perfil de usuario para evitar, en la medida de lo posible, la intervención del usuario en la puesta en marcha y configuración de los servicios que le son ofrecidos, extendiendo la ontología de objeto semántico, puntualmente en el conocimiento sobre los Usuarios (Ver Figura 8).

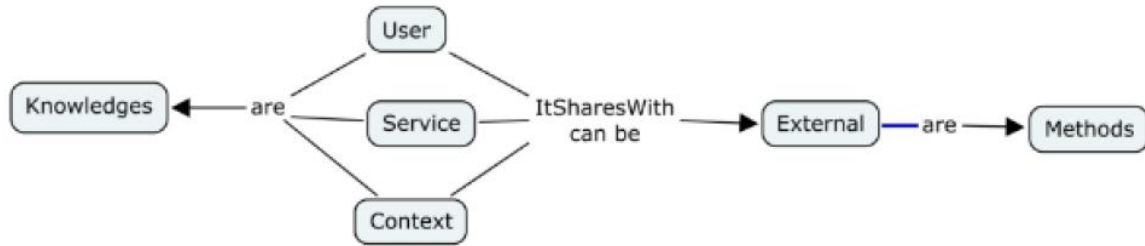


FIGURA 8 MÓDULO DE CONOCIMIENTO DEL OBJETO SEMÁNTICO
 FUENTE: interacción semántica de objetos en la web de las cosas [17]

Como se expuso anteriormente, se encontraron varios trabajos que realizan personalización de servicios en la internet de las cosas, identificándose dos componentes comunes, como lo son el contexto y los conceptos claves en el modelo de perfil de usuario, a continuación, se presentan cada uno de estos componentes

2.8.1 Contexto

Perera, et al. [44] al estudiar varios trabajos relacionados con sistemas contexto-conciencia para el internet de las cosas, propuso un ciclo de vida del contexto, el cual se compone de las fases de adquisición, modelado, razonamiento y distribución. Dada la importancia del ciclo de vida del contexto para el manejo del perfil de usuario en esta investigación, se decidió hacer un análisis comparativo de como los diferentes trabajos relacionados lo han aplicado (Ver Tabla IV).

Autor	Ciclo de Vida del Contexto					
	Adquisición*			Modelado*	Razonamiento*	Distribución*
	S	D	M			
Wei and Jin [8]	X		X	O	RBD	
Ara, et al. [9]	X			O	SPARQL Y SWRL	REST
Kim, et al. [66]		X	X	O	MI	
Biamino [26]	X		X	O	DL	
Lin, et al. [67]			X	O		
Console, et al. [68]			X	O	SWRL	
Skillen, et al. [69]			X	O	SWRL	
Golemati, et al. [70]			X	O	REGLAS	

TABLA IV ANÁLISIS COMPARATIVO DE CICLO DE VIDA DEL CONTEXTO PARA PERFIL DE USUARIO IOT
 *Adquisición: S: Sensado D: Derivado M: Manual; Modelado:O: Ontologías; Razonamiento: RBD: Redes Bayesianas Dinámicas, MI: Motor de Inferencia

De acuerdo a la tabla anterior, se pueden identificar las técnicas más utilizadas en cada fase del ciclo de vida del contexto:

- **Adquisición:** La mayoría de los trabajos adquieren el contexto primario de los datos crudos recibidos por el sensor. Por otro lado, las características y preferencias del usuario se obtienen de forma manual, preguntándole directamente al usuario. Para el caso del presente proyecto, se combina los datos crudos de los sensores a partir del razonamiento que se hace sobre el modelo ontológico desarrollado para adquirir las preferencias del usuario en una combinación semiautomática.
- **Modelado:** La técnica más popular de modelado es por medio de ontologías. Debido a las ventajas que presenta la ontología sobre otro tipo de modelado, se optó por usar esta técnica de modelado.

- **Razonamiento:** Al modelar el perfil de usuario por medio de ontologías, la mayoría de trabajos se inclinan por el razonamiento ontológico y basado en reglas. Para la presente investigación se optó por usar reglas SPARQL como método de razonamiento.
- **Distribución:** Aunque todos los trabajos no presentan esta fase, se identificó que se opta por servicios RESTfull. La presente investigación, se presenta un proceso formal para la distribución del contexto con una validación en un caso de estudio particular.

2.8.2 Conceptos Claves del Perfil de Usuario:

Gran parte de los trabajos encontrados realizaron el modelado del perfil de usuario mediante ontologías por lo cual tras estudiarlos se identificaron conceptos que son comunes y por lo tanto fueron incluidos en la presente investigación, dichos conceptos se muestran en la TABLA V.

Autor	Conceptos de la Ontología					
	Info. Personal	Preferencias	Actividades	Localización	Servicios de los Objetos	Condiciones de Salud
Biamino [26]	X	X	X	X	X	
Kim, et al. [66]	X		X	X	X	
Golemati, et al. [70]	X	X	X	X		X
Skillen, et al. [69]	X	X	X			X
Wei and Jin [8]	X	X		X	X	
Console, et al. [68]			X	X	X	
Ara, et al. [9]					X	
Lin, et al. [67]	X	X		X	X	X

TABLA V CONCEPTOS UTILIZADOS EN EL MODELAMIENTO DEL PERFIL DE USUARIO.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, ningún trabajo reúne todos los conceptos identificados en la fase exploratoria de esta investigación, evidenciando una oportunidad de generar una propuesta más completa que tome como base cada uno de estos elementos para formar una ontología de perfil de usuario que sea reutilizable y por lo tanto aplicable a varios contextos en la IoT. Por otro lado, el concepto de Preferencias en casi todos los trabajos, exceptuando el propuesto por Lin, et al. [67], solo incluye preferencias musicales, de películas, de visualización de texto, por lo cual en este trabajo se toman también las preferencias que tiene el usuario respecto a los objetos que tiene a su disposición.

CAPITULO 3 CREACIÓN DEL MODELO SEMÁNTICO DE PERFIL DE USUARIO

En este capítulo se presenta el modelo semántico de perfil de usuario propuesto, el cual fue creado teniendo en cuenta las siguientes características: permite gestionar el contexto centrándolo en el perfil de usuario, hace uso de ontologías para representar del perfil de usuario y utiliza técnicas de la web semántica. A continuación, se presenta la definición del modelo y sugerencias para su aplicación, siguiendo la metodología seleccionada para su construcción.

3.1 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO SEMÁNTICO DE PERFIL DE USUARIO

Para la construcción del modelo, se optó por usar la metodología propuesta por Niño, et al. [14], la cual consta de las siguientes etapas:

- Etapa 1: Determinar el ámbito del modelo.
- Etapa 2: Definir el modelo.
- Etapa 3: Diseño de la prueba preliminar del modelo.

3.1.1 Etapa 1: Determinar el ámbito del modelo

En este apartado, se construyó el marco conceptual sobre perfil de usuario a través de una revisión de la literatura, en dicha revisión, se buscaron trabajos relacionados con el perfil de usuario, la sensibilidad al contexto, ontologías y su uso tanto en la Internet de las Cosas como en la Web Semántica, logrando así obtener el marco teórico y los trabajos relacionados a tener en cuenta para definir el modelo. Como resultado de esta etapa, se obtuvieron las fichas bibliográficas correspondientes, las cuales se muestran en el ANEXO A.

3.1.2 Etapa 2: Definir el modelo

Para definir el modelo ontológico de Perfil de Usuario, se decidió utilizar una adaptación de la metodología METHONTOLOGY propuesta por Niño [17], con el fin de construir la ontología en versiones rápidas y evolutivas.

La metodología propone las siguientes fases:

- Abstracción Formal
- Implementación

3.1.2.1 Fase 1: Abstracción Formal

Esta etapa identifica la ontología y permite obtener los conceptos, relaciones y restricciones de la ontología. Consta de los siguientes pasos:

PASO 1: Requerimientos de la ontología:

En este paso se definen los requerimientos de la ontología, lo cual permite identificar y definir el contexto, objetivos, alcance, público objetivo y clasificación de la ontología (Ver Tabla VI).

Especificación	Descripción
¿Cuál es su nombre?	Ontología de Perfil de Usuario para la IoT
¿Qué dominio cubrirá la ontología?	Esta ontología permite modelar el perfil de usuario, de tal forma que cierta información que lo describe esté disponible para que objetos o servicios inteligentes configuren automáticamente sus servicios de acuerdo a los gustos del usuario.
¿Por qué se construye?	Esta ontología se construye con el fin de obtener información acerca de preferencias, gustos, intereses, comportamientos del usuario.
¿Cuál es su uso?	Para personalizar los servicios y exhibir los contenidos y procesos necesarios que faciliten la interacción del usuario con los recursos IoT a su alrededor.
¿Qué preguntas debería contestar?	¿Qué dispositivos pertenecen al usuario? ¿Qué servicios le pueden ofrecer de acuerdo al contexto? ¿Cómo adaptar el servicio de acuerdo a las preferencias del usuario? ¿Qué servicios se pueden ajustar más al usuario de acuerdo a sus preferencias? ¿Qué acciones pueden realizar los objetos de la IoT en un momento determinado de acuerdo al usuario? ¿Cómo están configurados los espacios que normalmente habita el usuario? ¿Cuáles son las preferencias del usuario para determinado espacio? ¿Con qué objetos interactúa el usuario de acuerdo a la actividad que está realizando?
¿Quiénes son sus usuarios?	Cualquier persona que será el dueño del recurso IoT, o aquellos usuarios a los que el propietario haya autorizado.
Tipo de Ontología	Ontologías de dominio específico: Describen el vocabulario de un dominio concreto del conocimiento.

TABLA VI ESPECIFICACIÓN ONTOLOGÍA PERFIL DE USUARIO PARA LA IOT

Descripción de la Ontología Perfil de Usuario:

El perfil de usuario describe las características de un usuario en particular, es por ello, que se abstrae en una ontología siguiendo el estándar OWL/RDF, para que dicho conocimiento sea formalizado y de esta manera poder compartir esa información con los objetos de la web semántica, para que estos configuren sus servicios con mínima intervención humana.

PASO 2: Reutilización de ontologías y metadatos.

Dentro de la búsqueda realizada se encontró la ontología creada por Golemati, et al. [70], la cual, describe ampliamente al usuario. Al estudiar esta ontología, se identificaron conceptos, jerarquías de clases y sinónimos que se hacían necesarios para el presente trabajo, de hecho, dicha ontología representa gran parte los conceptos necesarios, pero dado el alcance con que fue modelada, no tuvo en cuenta aspectos dinámicos del usuario ni considera aspectos relacionadas con la IoT. Por lo anterior, se estudiaron otras ontologías que incorporaran estos conceptos, destacando la ontología propuesta por Lin, et al. [67], de la cual se tomaron los conceptos de situación dinámica. Luego de realizar las adaptaciones necesarias, se logró alinear estas ontologías.

Por otro lado, la ontología de perfil de usuario desarrollada en el presente trabajo se alineó con la ontología Objeto Semántico [17] para extender el conocimiento que tienen los objetos respecto al usuario.

Explorando otras ontologías que pudieran enriquecer la ontología de Perfil de Usuario para la IoT, se encontró la ontología DogOnt [71], en la cual, el concepto de BuildingEnvironment *“permite representar los ambientes domésticos”*. Dando la posibilidad de conocer el sitio en el que se encuentra el usuario, para de esta manera poder ajustar los servicios que se encuentren próximos a él.

PASO 3: Elaboración del modelo conceptual:

A continuación, se presenta el glosario de términos de la ontología perfil de usuario (Tabla VII), los cuales incluyen la alineación con las ontologías descritas anteriormente:

Nombre	Correspondencia en Español	Sinónimos	Descripción
Ability	Habilidad	Skill, Talent	Representa habilidades, tanto físicas y mentales del usuario.
Action	Acción		Sentencia condicional (mayor, menor o igual) que compara el estado de un recurso de tipo actuador con un valor ingresado por el usuario. El objeto asociado al recurso seleccionado es denominado objeto acción.
Activity	Actividad		Representa hobbies o actividades relacionadas con el trabajo, por ejemplo, “coleccionar estampitas”, “salir a caminar”, etc.
Actual situation	Situación Actual	Current situation	Representa la actividad que el usuario está realizando, su estado de ánimo actual y los estados de los objetos que está utilizando
Application	Aplicación		Representa las aplicaciones del usuario que hacen uso de la ontología.
Bathroom	Baño	Washroom, Toilet	Una habitación que contiene una bañera o ducha y usualmente un lavabo y un inodoro.

Nombre	Correspondencia en Español	Sinónimos	Descripción
Bedroom	Cuarto	Bedchamber, Dormitory	Una habitación utilizada principalmente para dormir.
Building	Edificio	Edifice	Un espacio que le pertenece a una persona (Casa, oficina, finca).
Characteristic	Característica	Peculiarity	Representa características generales del usuario, tales como, color de ojos, peso, altura, etc.
Condition	Condición		Sentencia condicional (mayor, menor o igual) que compara el estado del recurso seleccionado en el evento (propiedad de interés) con un valor ingresado por el usuario.
Contact	Contacto		Representa las relaciones del usuario con otras personas y el tipo de estas relaciones.
DiningRoom	Comedor	Dining hall	Una habitación utilizada para comer.
Expertise	Experiencia		Representa la destreza del usuario una actividad determinada, por ejemplo, experto en computación.
Event	Evento		
Flat	Piso	Storey	
Garage	Garaje		El garaje del Edificio.
Garden	Jardín		El jardín del Edificio.
Health Condition	Condiciones de Salud		Representa las condiciones de salud, como por ejemplo si las enfermedades que posea
Interest	Interés		Representa los intereses de la persona, por ejemplo, "interés en deportes", "interés en cocina", "intereses musicales", etc.
Kitchen	Cocina	Cook room	Una habitación adecuada para preparar alimentos.
Living Condition	Condiciones de Vida		Representa el lugar de residencia y las condiciones de vida del usuario.
Living Thing	Cosa Viva		Representa las cosas vivas que el usuario posee, por ejemplo, mascotas y plantas.
LivingRoom	Sala		Una habitación donde las personas pueden sentarse, hablar y relajarse.
Lobby	Vestíbulo	Anteroom	Una entrada larga.
Medicine	Medicina	Medicament	Representa los medicamentos que necesita el usuario

Nombre	Correspondencia en Español	Sinónimos	Descripción
Non Living Thing	Cosa No viva		Representa las cosas no vivas que posee el usuario y no prestan ningún servicio inteligente, por ejemplo mesas, camas, ...
Object	Objeto		Representa los objetos inteligentes que el usuario posee. Esta clase hace parte de la Ontología Objeto Semántico.
Person	Persona		Representa la información básica del usuario, como nombre, apellido, fecha de nacimiento, etc.
Preference	Preferencia		Representa las preferencias del usuario, como por ejemplo, "amor a los gatos", "le gusta el color azul", "prefiere las temperaturas altas", "le gusta la luz tenue cuando duerme"
Profession	Profesión		Representa las profesiones del usuario.
Room	Habitación		Una habitación del Edificio.
Service	Servicios		Representa los servicios brindados por el Objeto Inteligente.
Shedule_Activity	Horario de la actividad		Representa la fecha de inicio y fin de determinada actividad.
Shedule_Interaction	Horario de la interacción		Representa la fecha en que el usuario interactuó con un objeto inteligente.
StorageRoom	Almacenamiento	Storage place	Una pequeña habitación para almacenar cosas en la casa.
Storey	Piso		
Thing	Cosas		Representa las cosas vivas y no vivas, que el usuario posee y que están relacionadas con él, por ejemplo un carro o una mascota.
User	Usuario		Representa al usuario que hace uso del Objeto Inteligente.

TABLA VII GLOSARIO DE TÉRMINOS ONTOLOGÍA PERFIL DE USUARIO PARA LA IoT

En el ANEXO B, se presentan los artefactos de la metodología como glosario de términos, lista de conceptos, diagrama de clasificación de conceptos, lista de atributos de concepto, lista de atributos de relación, lista de restricciones de propiedades, axiomas formales e instancias.

PASO 4: Uso de Herramientas CASE

Para la construcción del modelo conceptual se siguió la metodología que propone COE, utilizando las plantillas de descripción- relación de clases y características de propiedades. De lo anterior se obtuvo la ontología presentada en la Figura 9.

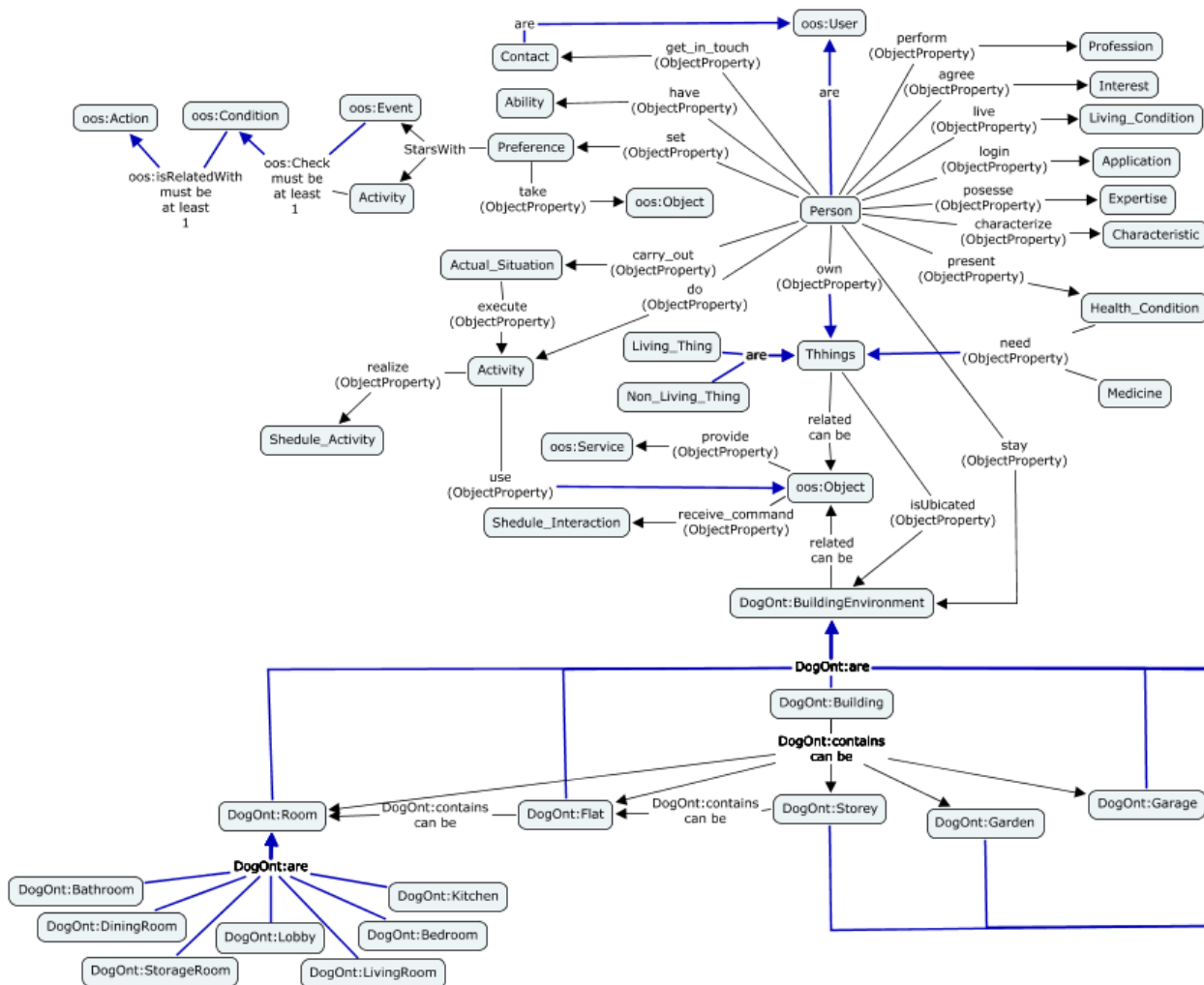


FIGURA 9 JERARQUÍA DE CLASES ONTOLOGÍA PERFIL DE USUARIO PARA LA IOT

FUENTE: Propia

Con todos los artefactos obtenidos anteriormente, se realiza la primera abstracción de la ontología desarrollada.

El modelo de perfil de usuario presenta como eje central el concepto de persona, por ende, los demás conceptos están directamente relacionados a él. La primera parte de la ontología hace referencia a los conceptos que describen al usuario, tal como se muestra en el siguiente a continuación en la Figura 10:

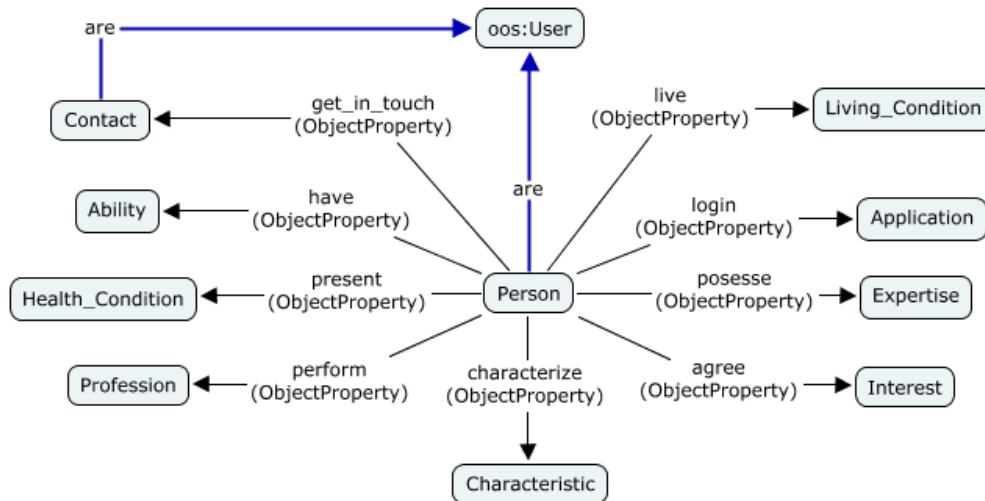


FIGURA 10 CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO
FUENTE: Propia

La clase persona contiene la información básica del usuario, como su fecha de nacimiento, nombre, entre otros. Las demás clases se utilizan para describir las complejas características del usuario como son habilidades o condiciones de salud.

Para enriquecer el contexto, la ontología almacena los objetos inteligentes, las cosas que pertenecen al usuario y su ubicación, gracias a que también se almacena la distribución de los diferentes espacios que habita del usuario. Por otro lado, se tiene registrado las diferentes actividades que este realiza, así como las interacciones con los objetos inteligentes dando la posibilidad de inferir nuevas preferencias. (Ver Figura 11)

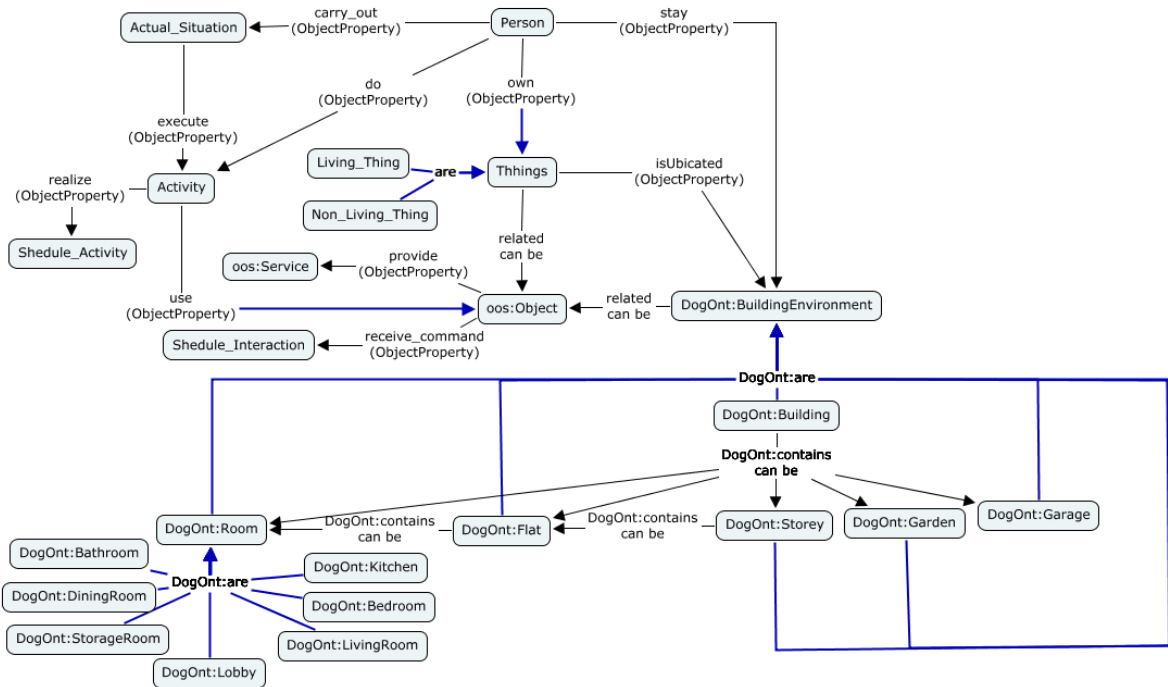


FIGURA 11 CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS Y CONTEXTO DE LA ONTOLOGÍA PERFIL DE USUARIO PARA LA IOT
FUENTE: Propia

Dado que el modelo de perfil de usuario busca capturar las preferencias respecto a los servicios que ofrecen los objetos en la IoT, se hizo necesario incorporar los conceptos mostrados en la Figura 12, en esta sección una preferencia es configurada por una persona y esta puede iniciar con un evento o una actividad, por ejemplo: cuando la luz (Event) sea menor que 10% (Condition), entonces, encienda el bombillo (Action), ó cuando leer (Event) inicie (Condition), entonces, encender Bombillo (Action). Las preferencias pueden involucrar más de un objeto inteligente.

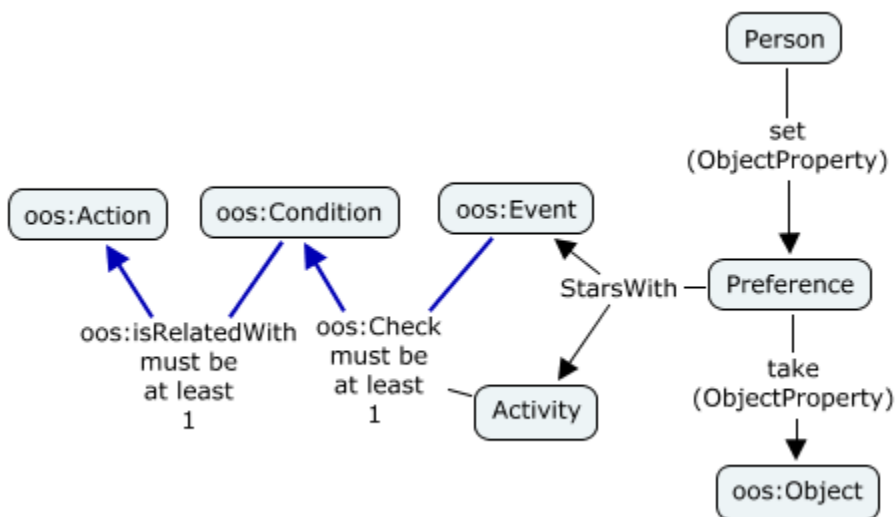


FIGURA 12 PREFERENCIAS ONTOLOGÍA PERFIL DE USUARIO PARA LA IOT
FUENTE: Propia

3.1.2.2 Fase 2: Implementación

El modelo conceptual realizado en CMAPS TOOLS COE se exporta a lenguaje OWL. Luego de esto, se abre con la herramienta Protégé y se revisa su correspondencia con la conceptualización. La metodología propone en esta etapa verificar el correcto funcionamiento de la ontología a través de su instanciación y la realización de las consultas SPARQL necesarias para verificar que la ontología responda a las preguntas definidas inicialmente.

A continuación, se presenta un escenario de motivación con el fin de mostrar la instanciación de la ontología:

María (Nombre) de 30 años (edad) y género femenino, es una profesora (Profesión) de medio tiempo (FullTime_Profession), en la ciudad de Popayán (City_Profession), que pasa los fines de semana su casa de campo (House_Type_Living) tejiendo (Ability, Ability_type Physical) en su taller, la mayor parte de sus tejidos son hechos en lana de color azul, debido a que de ese color son sus ojos (name_characterize, value_characterize azul). Mientras teje, escucha un audio libro a mediano volumen (Preference) que le enseña a pronunciar palabras en inglés (Interest, Interest_Type Work) como le gusta tanto tejer siempre está de buen humor (Mood) y en ocasiones se le pasa rápido el tiempo y sin darse cuenta ya no hay luz natural, por tanto, enciende 3 bombillos (Preference) para continuar con su labor ya que tienen un problema visual (Health_Condition).

Con frecuencia se detiene para regar las plantas, las cuales durante el tiempo en el que ella trabaja son regadas por un dispositivo que se encarga de ello. Durante la noche hace mucho frío por eso María enciende el calefactor para mantener una temperatura ambiente de entre 25 y 32 grado (Preference).

En las siguientes figuras se muestra el escenario de motivación ya instanciado en la ontología usando la herramienta Protégé y algunas consultas en SPARQL que dan respuesta a las preguntas que responde la ontología.

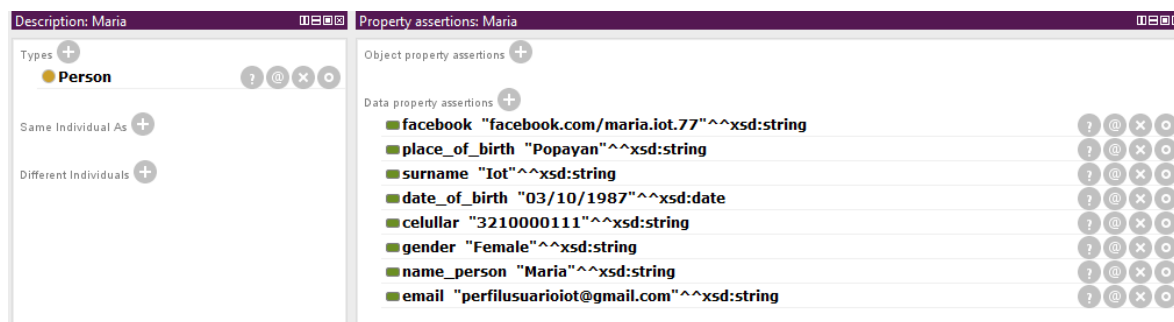


FIGURA 13 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO PERSONA

FUENTE: Propia

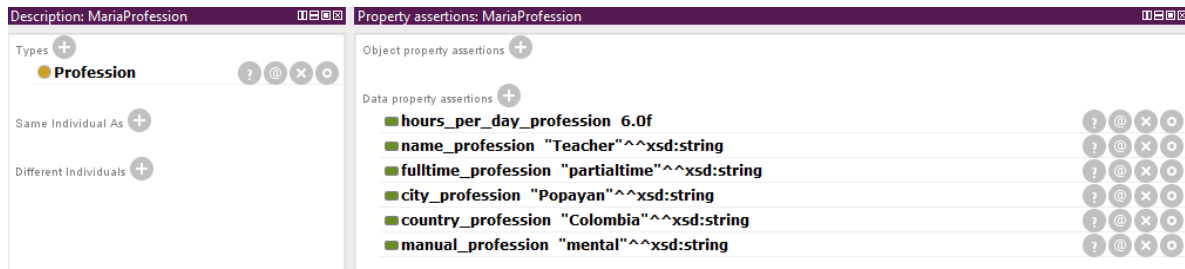


FIGURA 14 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO PROFESSION
FUENTE: Propia

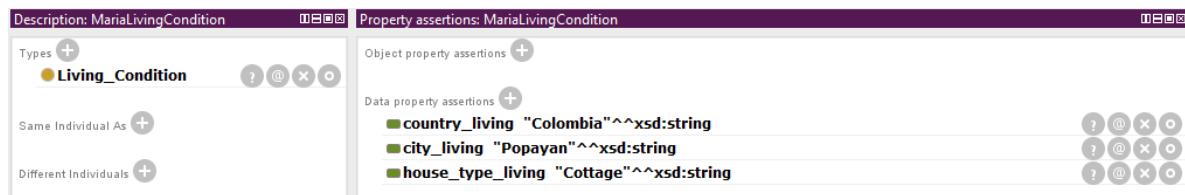


FIGURA 15 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO LIVING_CONDITION
FUENTE: Propia



FIGURA 16 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO ABILITY
FUENTE: Propia

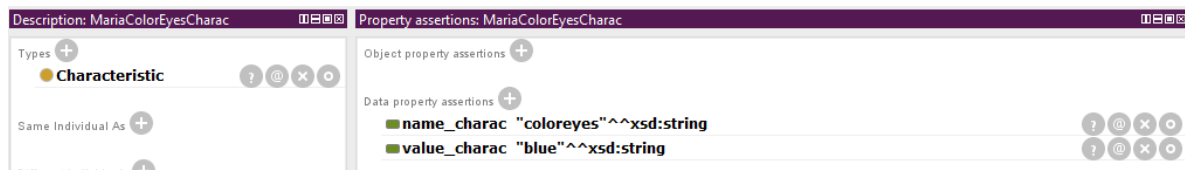


FIGURA 17 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO CHARACTERISTIC
FUENTE: Propia

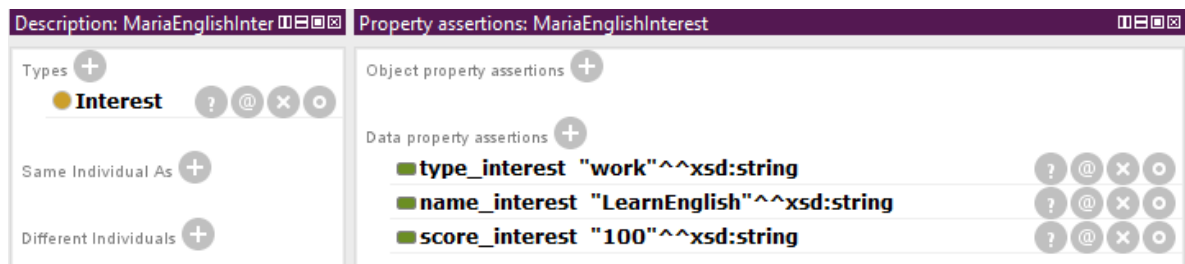


FIGURA 18 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO INTEREST
FUENTE: Propia

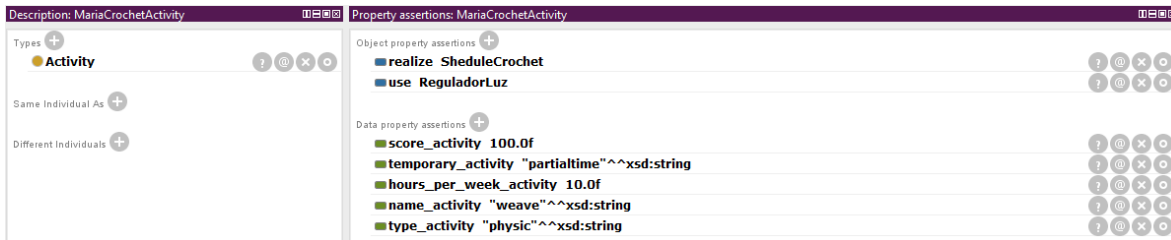


FIGURA 19 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO ACTIVITY
FUENTE: Propia

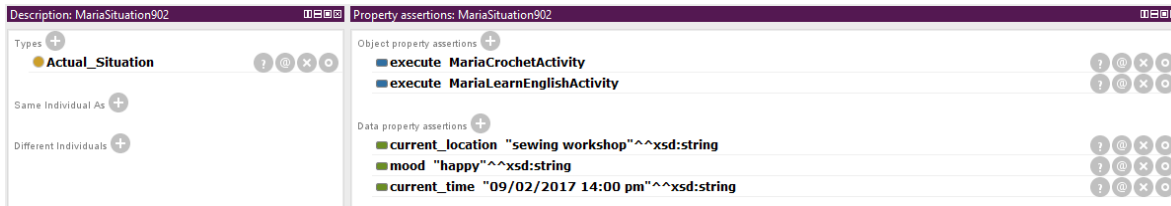


FIGURA 20 EJEMPLO INSTANCIACIÓN DEL CONCEPTO ACTUAL_SITUATION
FUENTE: Propia

3.1.3 Etapa 3: Diseño de la prueba preliminar del modelo

Teniendo en cuenta que a partir del modelo se desarrolla un prototipo software, la fase de evaluación del modelo está ligada a la implementación y posterior validación de la prueba de concepto, que se presenta en los siguientes capítulos. Adicionalmente, se realizó la validación de la ontología, la cual se presenta el ANEXO C.

3.2 CICLO DE VIDA DEL CONTEXTO

Uno de los objetivos del perfil de usuario es permitir adquirir, modelar, razonar y diseminar la información de contexto entre el usuario y los dispositivos de la IoT con los que interactúa. Por ello, la presente investigación tomo como referente el ciclo de vida del contexto propuesto por Perera, et al. [44] puesto que incorpora todos los elementos para cumplir con dicho objetivo y además documenta muy bien el ciclo de vida del contexto guiando a los investigadores en cada una de las etapas requeridas. A continuación se muestra cada una de las fases propuestas por el autor y el nombre del artefacto desarrollado que la representa, (Ver Figura 21):

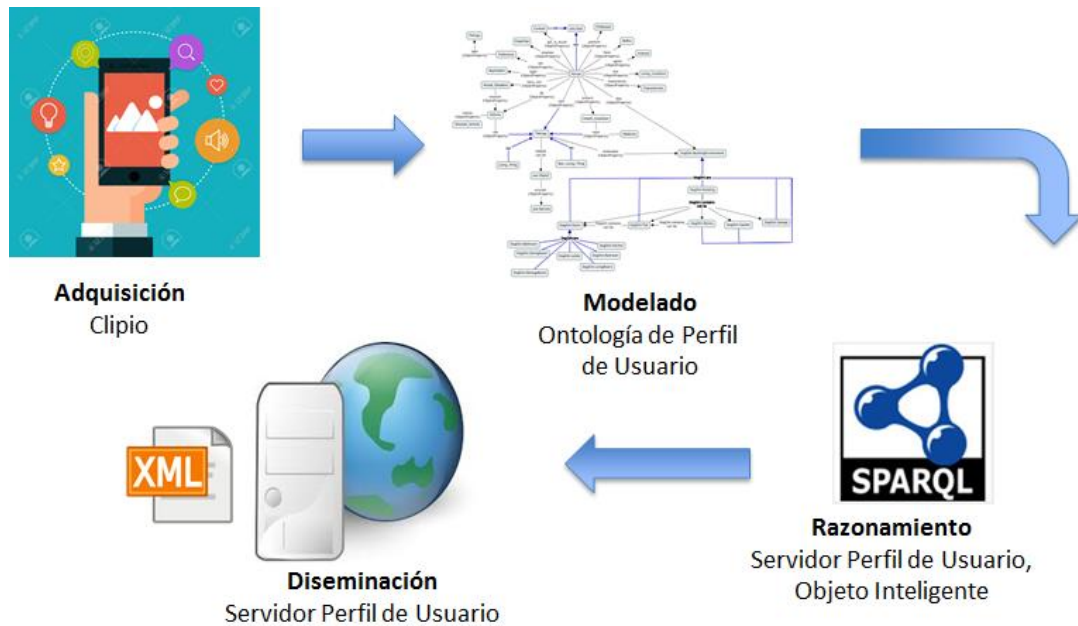


FIGURA 21 CICLO DE VIDA DEL PERFIL DE USUARIO PARA LA IOT
FUENTE: Propia

- **Adquisición:** En esta fase, por medio de la aplicación móvil llamada Clipio User Profile, se implementan dos formas de adquirir el contexto: proporcionado manualmente por el usuario y derivado, por medio del llamado a servicios web proporcionados por Google.
- **Modelado:** Para representar el contexto, se optó por la técnica de modelado por medio de ontologías, producto de ello se obtuvo la Ontología de Perfil de Usuario para IoT presentada en esta capítulo.
- **Razonamiento:** Para obtener información del modelo que se generó anteriormente se utiliza la técnica basa en ontologías, por medio de consultas SPARQL, las cuales están implementadas tanto en el Servidor Perfil de Usuario como en los objetos inteligentes del escenario.
- **Distribución:** Para entregar la ontología de perfil de usuario para la IoT a los diferentes interesados, se implementaron servicios tipo REST en el servidor Perfil de Usuario, el cual recibe peticiones y entrega respuesta usando el estándar ODF-OMI del Open Group.

3.3 INTEGRACIÓN DEL MODELO SEMÁNTICO A LA ARQUITECTURA DE INTERACCIÓN SEMÁNTICA UTILIZADA.

El presente proyecto aporta al trabajo realizado por Niño [17], en su tesis de doctorado en cuanto a ampliar el conocimiento que tienen los objetos inteligentes sobre el usuario, logrando así una personalización de servicios de acuerdo al mismo.

En el trabajo realizado por Niño [17], se propone la arquitectura mostrada en la Figura 22, presentando las siguientes capas:

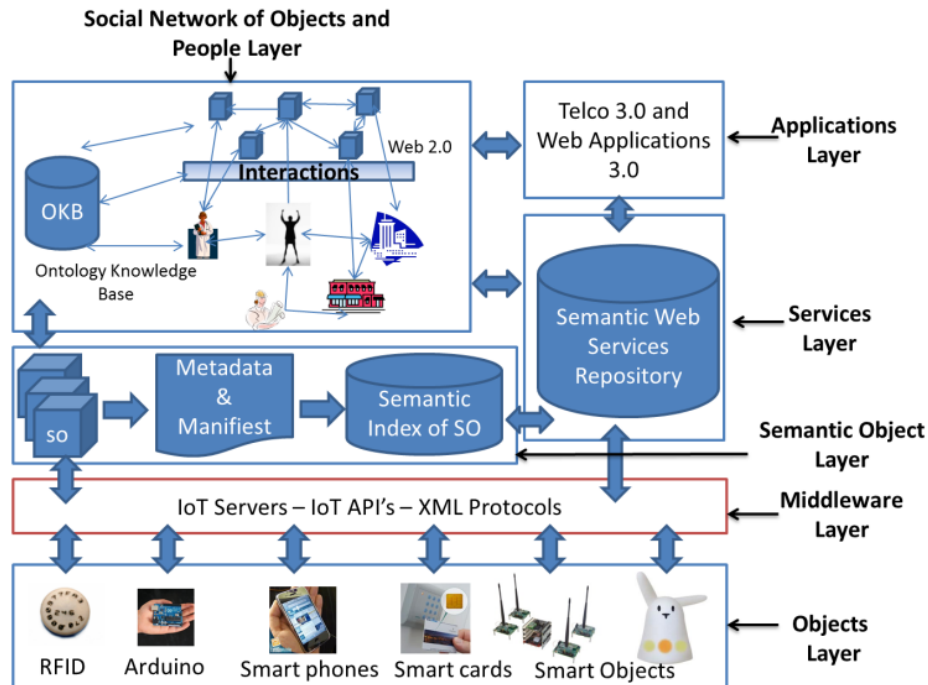


FIGURA 22 ARQUITECTURA MODELO DE INTERACCIÓN SEMÁNTICA
 FUENTE: INTERACCIÓN SEMÁNTICA DE OBJETOS EN LA WEB DE LAS COSAS [17]

- Capa de Objetos: Se encuentra la representación física de los objetos y se definen los recursos asociados.
- Capa middleware: Se encarga de resolver la heterogeneidad y conectividad de los diferentes objetos. Almacenará los conceptos para representar semánticamente al objeto y los recursos asociados.
- Capa de Objeto Semántico: Encargada de alojar el motor semántico, el cual contiene los siguientes elementos:
 - Ontología Objeto Semántico(OOS): Ontología que contiene los metadatos del objeto.
 - Índice Semántico: Captura y comparte la información contextualizada de los objetos indexados.
- Capa de Servicio: Encargado de almacenar la información del índice semántico, encapsularla y exponerla a través de servicios web, haciendo posible que las aplicaciones y los objetos puedan consumir los metadatos, datos y demás información de contexto de manera interoperable y transparente. La capa de servicio recupera información sobre los objetos en el middleware, luego la información del objeto es utilizada por el índice semántico, generando listas de objetos contextualizados, los métodos expuestos por el servidor son utilizados por el objeto semántico para recuperar sus metadatos y son utilizados por la capa de aplicación para recuperar objetos según un concepto determinado.
- Capa de Interacción: Soporta las herramientas que permiten comunicar a los objetos con las aplicaciones de los usuarios y con otros objetos.
- Capa de Aplicaciones: Permite al sistema integrar a los usuarios con los objetos.



FIGURA 23 ARQUITECTURA ESCENARIO INTERACCION SEMANTICA
 FUENTE: ESCENARIO DE INTERACCION SEMÁNTICA DE OBJETOS INTELIGENTES EN LA WoT [72]

Por otro lado, Riobamba and Guerrero [72], propusieron una arquitectura para implementar un escenario de interacción semántica aplicando el modelo de interacción semántica en la WoT (MISWoT) propuesto por Niño [17], aportando los siguientes elementos (VER Figura 23):

- En la capa de Middleware se incorpora Xively, el cual provee una interfaz que permite generar una representación digital de los objetos y sus recursos.
- Cada objeto está asociado a una etiqueta NFC, la cual contiene el identificador del objeto (Obtenido de Xively).
- El objeto se inicializa manualmente. Por medio de la capa de servicio, consulta su representación digital. Si falta información, se le pide al usuario que la ingrese.
- Cuando los objetos ya están inicializados, están listos para ser utilizados.

- En la capa de interacción, los objetos se comunican utilizando el protocolo MQTT para consultar y publicar los estados de sus recursos, además, en un servicio de interacción, los objeto evento se comunican con los objetos acción por medio de este protocolo.
- En la capa de aplicación, se creó la aplicación móvil Clipio, esta aplicación también utiliza el protocolo MQTT para comunicarse con los objetos.
- En la capa de aplicación también se incorporó el elemento Panel Log, el cuál consulta constantemente los estados de todos los objetos y sus recursos y de todo su trabajo de mensajería provocado por los servicios de interacción. Este elemento también hace uso del protocolo MQTT. Todos los mensajes generados por los objetos, Clipio y el Panel Log son soportados por el estándar ODF-OMI del Open Group.

De modo general, la integración del modelo semántico propuesto en este proyecto, requirió los siguientes cambios y/o aportes a los trabajos expuestos anteriormente:

Para la Integración del modelo propuesto al Escenario de Interacción Semántica, el cual basa en el trabajo de Riobamba and Guerrero [72], es de hacer notar que fue necesario construir una nueva versión del escenario de interacción semántica y del framework que implementa el mismo (Ver ANEXO D) en dicho desarrollo se realizaron los siguientes cambios:

- En la capa Middleware se conserva Xively, pero toda la información de los objetos se obtiene a través de los servicios web provistos por el Servidor de Índice Semántico, de acuerdo a lo anterior el Escenario de Interacción semántica queda desacoplado de Xively, permitiendo en un futuro cambiar el midleware, por cualquier otro.
- En la capa objeto, se cambiaron las placas Galileo por placas Raspberry Pi 2 y 3.
- En la capa de interacción, se cambió el protocolo MQTT por servicios web tipo REST, con el fin que los objetos se pudieran comunicar directamente entre ellos sin necesitar un intermediario, facilitando así la comunicación con las diferentes aplicaciones que pudieran hacer uso de sus servicios.
- Cada objeto se asocia con una etiqueta (tag) QR, el cual, contiene una URL que permite consultar los metadatos del objeto.
- En la capa de aplicación, se realizó una nueva versión de Clipio llamada Clipio User Profile, por medio de la cual, el usuario puede cambiar el estado de los actuadores de sus objetos, además de crear servicios de interacción.
- Dado que la primera versión del Escenario de interacción semántica, no hacía uso de la ontología de objeto semántico se implementamos los mecanismos necesarios para tal fin.
- Se agregó un objeto inteligente especial llamado Nodo Coordinador, el cual es el encargado de conectarse con el Servidor Perfil de Usuario y de actualizar a los demás objetos.

Para realizar la integración con la arquitectura propuesta por Niño [17], se realizaron los siguientes cambios en la propuesta de [72]:

- En la capa de objeto semántico, se adicionó la ontología Perfil de Usuario para la IoT, lo que permite a los objetos tener conocimiento sobre sus usuarios.
- En la capa de servicios, se cuenta con un nuevo servidor, el Servidor Perfil de Usuario, el cual gestiona las diferentes ontologías de los usuarios y expone los servicios necesarios para compartir el perfil de usuario en la WoT, con el fin de

que los servicios de los objetos de la IoT puedan adaptarse a las características de los usuarios.

La Figura 24 presenta la integración realizada:



RDR#: Representación Digital Raspberry Pi #

FIGURA 24 ARQUITECTURA DEL ESCENARIO DE INTERACCION SEMANTICA FINAL
FUENTE: PROPIA

Adicionalmente, se definen las características que deben incorporar los servicios de la WoT para poder hacer uso eficiente del modelo de perfil de usuario propuesto, así como las restricciones y limitaciones del mismo, los cuales se presentan en el siguiente apartado.

3.3.1 Definición de las características fundamentales de los servicios de la WoT para hacer uso del Modelo:

- El servicio debe estar en la capacidad de manipular la Ontología de Perfil de Usuario, la cual inicialmente es entregada en formato OWL, y en ella definen las preferencias, gustos, intereses e información de contexto de los usuarios que interactúan con los dispositivos de la IoT.
- Si un servicio de la WoT, quiere hacer uso de algún objeto del escenario de interacción semántica para personalizar un servicio a determinado usuario, primero debe establecer un contrato con dicho objeto, en dicho acuerdo se identifican los objetos involucrados, así como los recursos que serán comprometidos.
- El servicio de la WoT que quiera interactuar con el modelo semántico propuesto deberá estar en la capacidad de enviar y procesar documentos en formato XML.
- Es necesario que los desarrolladores de los servicios de la WoT que quieran hacer uso del modelo semántico propuesto, estudien la ontología desarrollada para que puedan realizarle las diferentes consultas.

3.3.2 Restricciones del modelo

El uso del Modelo Semántico para Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT, estará sujeto a las siguientes limitaciones:

- Inicialmente, el modelo fue planteado para brindar una mejor experiencia de usuario cuando un espacio es ocupado por una persona a la vez, puesto que se requiere de una investigación más amplia para lograr la personalización de servicios a grupos de personas que ocupan un mismo espacio de interacción.
- Los Objetos Inteligentes deberán brindar las interfaces para comunicarse con ellos y poder obtener la información que necesita el Modelo, es decir implementar el objeto semántico inteligente que se implementó en este proyecto.

3.3.3 Mecanismo para compartir el perfil de usuario

Para poder compartir el Modelo Perfil de Usuario, se propone un servidor web que almacene las ontologías instanciadas de los usuarios, y que brinde los servicios para que los interesados puedan obtener las ontologías en diferentes estándares como RDF, OWL, XML entre otros. Además, el Servidor Perfil de Usuario permite hacer consultas a la ontología y retorna el resultado siguiendo el estándar ODF-OMI del Open Group.

CAPITULO 4 CREACIÓN DE LA PRUEBA DE CONCEPTO

En el presente capítulo se presenta el software desarrollado y la implementación de la prueba de concepto que se creó con el fin de probar la funcionalidad el modelo y un escenario de pruebas con usuarios.

El desarrollo del prototipo se basó en el uso la metodología UP Ágil (Agile Unified Process [73]), utilizando sus fases y los artefactos que se consideren necesarios. Las fases son las siguientes:

4.1 FASE DE INICIO

Esta fase comprende la definición de los principales casos de uso a un alto nivel incluyendo el equivalente diagrama de caso de uso, con el fin de determinar los requisitos básicos para el desarrollo del prototipo. Luego, se define a modo general una arquitectura potencial que permita guiar el proceso de desarrollo.

El escenario elegido para desarrollar la prueba de concepto es una casa inteligente, la cual está dotada de los siguientes objetos inteligentes:

- **Regulador de temperatura:** Establece la temperatura mediante mecanismos que permiten detectarla, reducirla y aumentarla. Permite disminuir el nivel de la propiedad temperatura utilizando el actuador ventilador y aumentar el nivel de la misma mediante el actuador calefactor.
- **Regulador de luz:** Establece el nivel de luz mediante mecanismos que permiten detectar cuando la propiedad se encuentre por debajo de un umbral deseado y aumentarla. Permite aumentar el nivel de la propiedad luz utilizando el actuador bombillo, el aumento del nivel de luz se considera binario (prender o apagar bombillo).
- **Regulador de humedad en una planta:** Establece el nivel de humedad en una planta mediante mecanismos que permiten detectar cuando la propiedad se encuentra por debajo de un umbral deseado y aumentarla. El aumento de los niveles de humedad se realiza utilizando el actuador riego, el cual consta de un motor que abre las compuertas para dejar pasar cierta cantidad de agua hacia la planta, el aumento del nivel de humedad se considera binario (prender o apagar riego).

Es necesario establecer una convención acerca de cómo se hará referencia a los objetos que conforman el escenario:

- **Objetos Inteligentes - OI:** hacen referencia a los 3 reguladores presentes en el escenario definido, contienen los recursos propios de cada regulador.
- **Recursos:** Son las entidades mínimas que componen cada regulador u OI, pueden ser actuadores o sensores.

Elementos Tecnológicos:

El proceso de desarrollo del Servidor Perfil de Usuario y de los Objetos Inteligentes se llevó a cabo utilizando el lenguaje Python y el entorno de desarrollo Eric. En cuanto a la

aplicación móvil, se realizó en Android Studio. También se contó con los siguientes elementos:

- **Editores de ontologías:** Dado que Protégé es una de las herramientas recomendadas por la Metodología para construcción de ontologías y además de la extensa documentación disponible en internet, se optó por utilizarla como editor de ontología.
- **API de Google para Android:** Para capturar la información del usuario desde la aplicación móvil.
- **Librería RDFLIB para Python:** Esta librería permite realizar las operaciones necesarias en la ontología, además ofrece mecanismos para realizar las consultas SPARQL necesarias.

En cuanto al escenario de interacción semántica, cada objeto implementado en este estudio de caso está soportado por la placa Raspberry Pi⁹, contiene la distribución Raspbian basada en Linux y herramientas de programación de Python que soportan el manejo de XML (por medio de la librería elementtree), MQTT (por medio de la librería de Paho para Python), una implementación de un servidor web (Webpy) y SOAP (por medio de la librería SUDS). Como se hace uso de las ontologías Objeto Semántico y Perfil de Usuario, se utiliza la librería RDFLIB para la manipulación de ontologías. Por otra parte, se ha seleccionado Python como lenguaje de programación para las placas Raspberry Pi, gracias a que es el lenguaje recomendado por la comunidad para este tipo de desarrollos, además, Python es un lenguaje multiplataforma, lo que permite que el desarrollo pueda escalar fácilmente a otros dispositivos con distintas distribuciones de Linux.

4.1.1 Análisis de Requerimientos:

Se desarrollará una librería que pueda ser usada por los dispositivos de la IoT, para obtener información de los usuarios y, de esta manera, personalizar los servicios que se le pueden ofrecer, dando soporte a los siguientes servicios:

- Crear el perfil de usuario ontológico con base a la información brindada por el usuario y tomado de los diferentes servicios proporcionados por Google.
- Procesar la información de la ontología perfil de usuario para decidir qué servicios se le presentan al usuario en determinado momento.
- Mantener actualizada la ontología perfil de usuario según los cambios que hayan realizado los diferentes dispositivos con los que interactúa el usuario.
- Guardar el perfil de usuario para que todos los dispositivos tengan una versión actualizada de este.
- Implementar mecanismos que permitan compartir el modelo ontológico de los usuarios.
- Capturar las interacciones de los usuarios con sus objetos inteligentes, con el fin de ajustar sus servicios posteriormente.

4.1.2 Diagrama de Caso de Uso

Los diagramas de casos de uso muestran el comportamiento de un sistema desde el punto de vista del usuario. Por tal motivo, son utilizados para determinar los requisitos

⁹ <https://www.raspberrypi.org/> Consultado 01/10/2017

funcionales del sistema, es decir, representan las funciones que un sistema puede ejecutar o realizar. En la Figura 25 se muestra el diagrama de casos de uso:

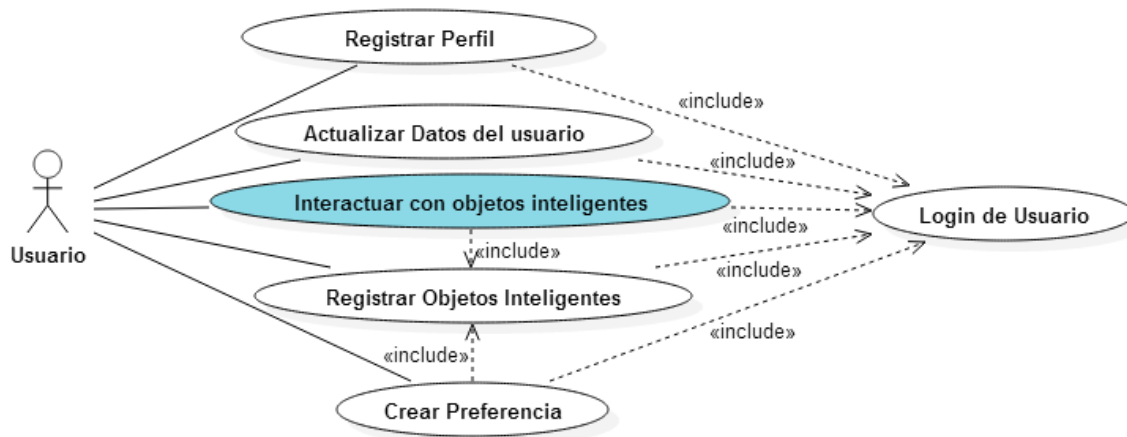


FIGURA 25 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

FUENTE: Propia

En las tablas siguientes (Tabla VIII, Tabla IX), se presentan dos casos de uso en formato compacto, los demás se presentan en el ANEXO E .

Caso de Uso	Interactuar con objetos inteligentes
Actores	Usuario, Objetos
Tipo:	Primario
Descripción:	El usuario ingresa a la aplicación y lista los objetos inteligentes que le pertenecen. El usuario le envía una petición para modificar el estado del objeto. El objeto ejecuta el comando recibido y almacena la interacción en el perfil del usuario.

TABLA VIII CASO DE USO INTERACTUAR CON OBJETOS INTELIGENTES

Caso de Uso	Crear Preferencia
Actores	Usuario
Tipo:	Primario
Descripción:	El usuario ingresa a la aplicación. El usuario lee los códigos QR de los objetos involucrados en la preferencia. La aplicación solicita la información necesaria. La aplicación se conecta al Servidor Perfil de Usuario para actualizar el perfil.

TABLA IX CASO DE USO CREAR PREFERENCIA

4.2 FASE DE ELABORACIÓN

En esta fase se busca definir la arquitectura del sistema y realizar el modelado de la misma.

4.2.1 Arquitectura del Modelo

Para la definición de la arquitectura cabe resaltar que este trabajo se fundamenta en la arquitectura propuesta por Niño [17], por tanto, hereda ciertos elementos (Ver Figura 26).

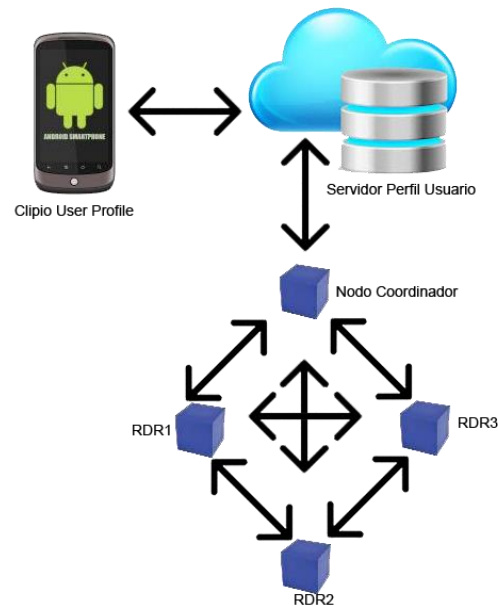


FIGURA 26 ARQUITECTURA ESCENARIO SEMANTICO PROPUESTO

Por otro lado, en cada componente, Objeto Inteligente (Ver Figura 27) y Servidor Perfil de usuario (Ver Figura 28), se optó por definir una arquitectura multicapa, puesto que *esta arquitectura se adapta bien a los cambios y es portable, además de soportar el diseño incremental*, haciendo posible reemplazar o cambiar componentes (Por ejemplo, en lugar de utilizar servicios web tipo Rest, se puede utilizar el protocolo Machine-Machine CoAP).

A continuación, se presenta la definición de cada una de las capas:

- **Modelo:** Contiene los objetos de dominio o estructuras de dato que representan la lógica de negocio y contiene el estado de la aplicación [74].
- **Servidor:** Contiene la lógica necesaria para recibir las peticiones web tipo REST.
- **Acceso a Datos:** Contiene el procesamiento necesario para acceder y dar persistencia a los datos, más específicamente, el acceso a la información referente al estado de la ontología que representa el perfil de usuario.
- **Controlador:** Realiza el procesamiento decidiendo como responder a las peticiones del usuario. Esta capa es la que atiende las peticiones realizadas por la capa del Servidor. Además, también se comunica con la capa de datos para realizar las consultas e inserciones en la ontología.

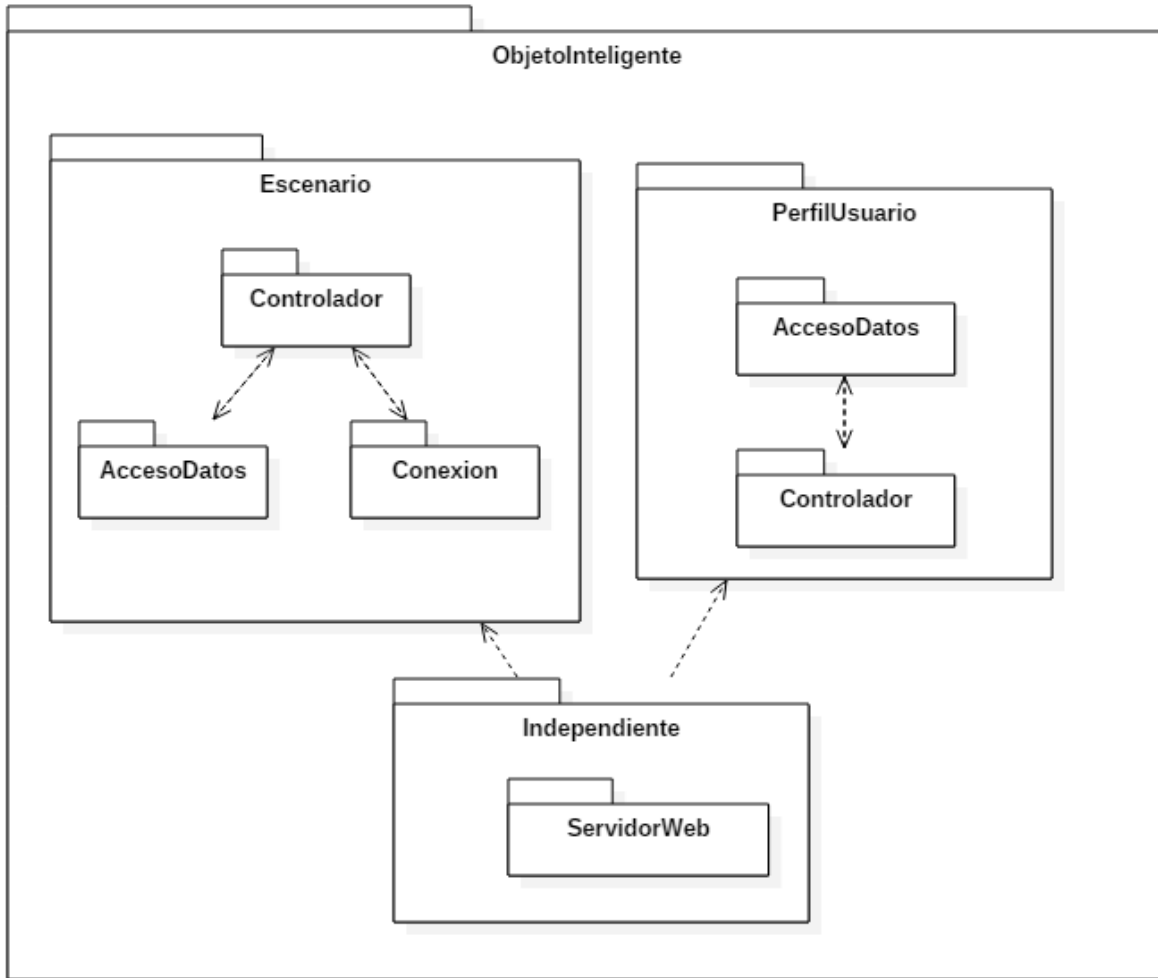


FIGURA 27 ARQUITECTURA EN CAPAS DEL OBJETO INTELIGENTE

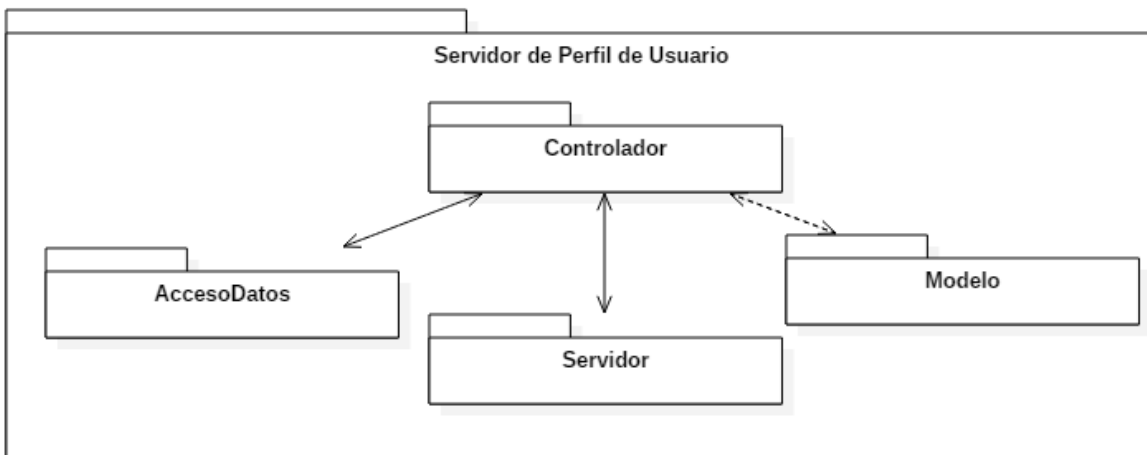


FIGURA 28 ARQUITECTURA EN CAPAS SERVIDOR PERFIL DE USUARIO

4.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En esta fase se definen en forma detallada los casos de uso, se realizan los diseños de los diagramas de clase, de secuencia, de despliegue y el modelo de base de datos los cuales, permiten observar el funcionamiento del prototipo a ser desarrollado.

4.3.1 Casos de Uso en Formato Extendido

Los casos de uso en formato extendido cobran mayor importancia en esta fase, puesto que son más detallados que los de formato de alto nivel. Este formato se utiliza para la especificación de requisitos más importantes o de mayor influencia en el funcionamiento del prototipo a desarrollar. Dado que estos casos de uso son mucho más extensos que los casos de uso de alto nivel, se describen con mayor detalle en el ANEXO F.

4.3.2 Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia son utilizados para modelar la interacción entre objetos en una aplicación a través del tiempo y se modelan para cada caso de uso. La muestra el diagrama de secuencia de crear preferencia (VER Figura 29) , en el que un usuario ingresa desde Clipio User Profile al apartado de preferencias y crea una nueva preferencia, en este momento se solicita la información del objeto o los objetos inteligentes involucrados, luego de llenar la información, esta se envía al Servidor de Perfil de Usuario para que haga los respectivos cambios en la ontología del usuario y a la vez envíe la preferencia a los objetos involucrados.

Los diagramas de las demás funcionalidades se muestran en el ANEXO G.

4.3.3 Diagramas de Clase

El diagrama de clases de la aplicación muestra las relaciones entre las clases necesarias para la construcción del prototipo.

A continuación, Figura 30 , se muestra el diagrama de clases del Servidor Perfil Usuario, el cual se implementó siguiendo una arquitectura multicapa, a continuación se explican cada una de ellas:

La capa de AccesoDatos, es la encargada de manejar todo lo referente a las consultas de la ontología, dichas consultas están implementadas en SPARQL.

La capa Servidor, es la encargada de implementar los mecanismos de comunicación necesarios para recibir las peticiones de otros objetos o servicios, capturar los parámetros y devolver los resultados al solicitante. En esta capa se implementó un servidor web, utilizando la librería webPy, pero puede ser reemplazada por otro tipo de mecanismo como lo es el protocolo CoAP, lo anterior se logra gracias al bajo acoplamiento entre este componente y los demás.

La capa Modelo, contiene clases con las abstracciones necesarias para capturar cada uno de los conceptos presentes en la ontología.

Finalmente, **la capa Controlador** es la encargada de implementar todos los mecanismos necesarios para decidir cómo procesar las peticiones que le llegan a través de la capa Servidor, comunicándose con las demás capas para resolver las peticiones.

Los demás diagramas se presentan en el ANEXO H.

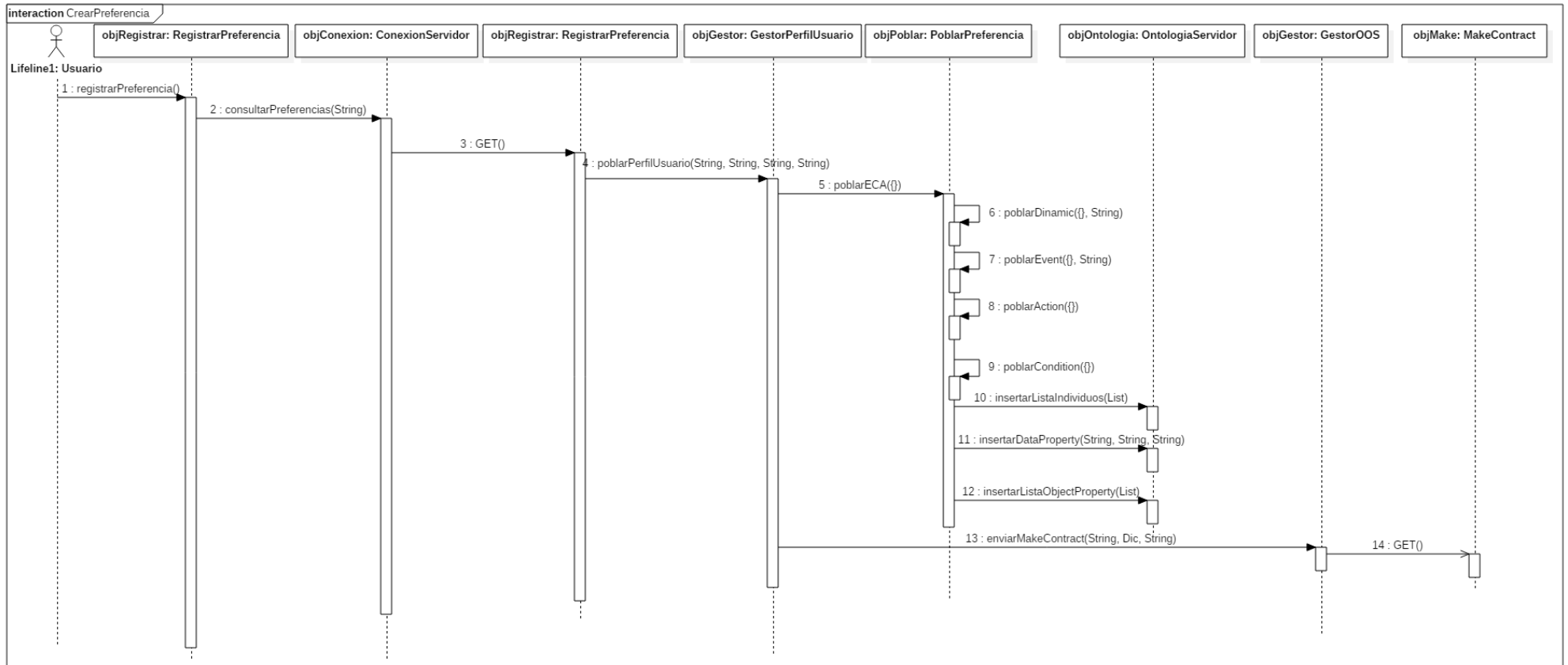


FIGURA 29 DIAGRAMA DE SECUENCIA CREAR PREFERENCIA
FUENTE : Propia

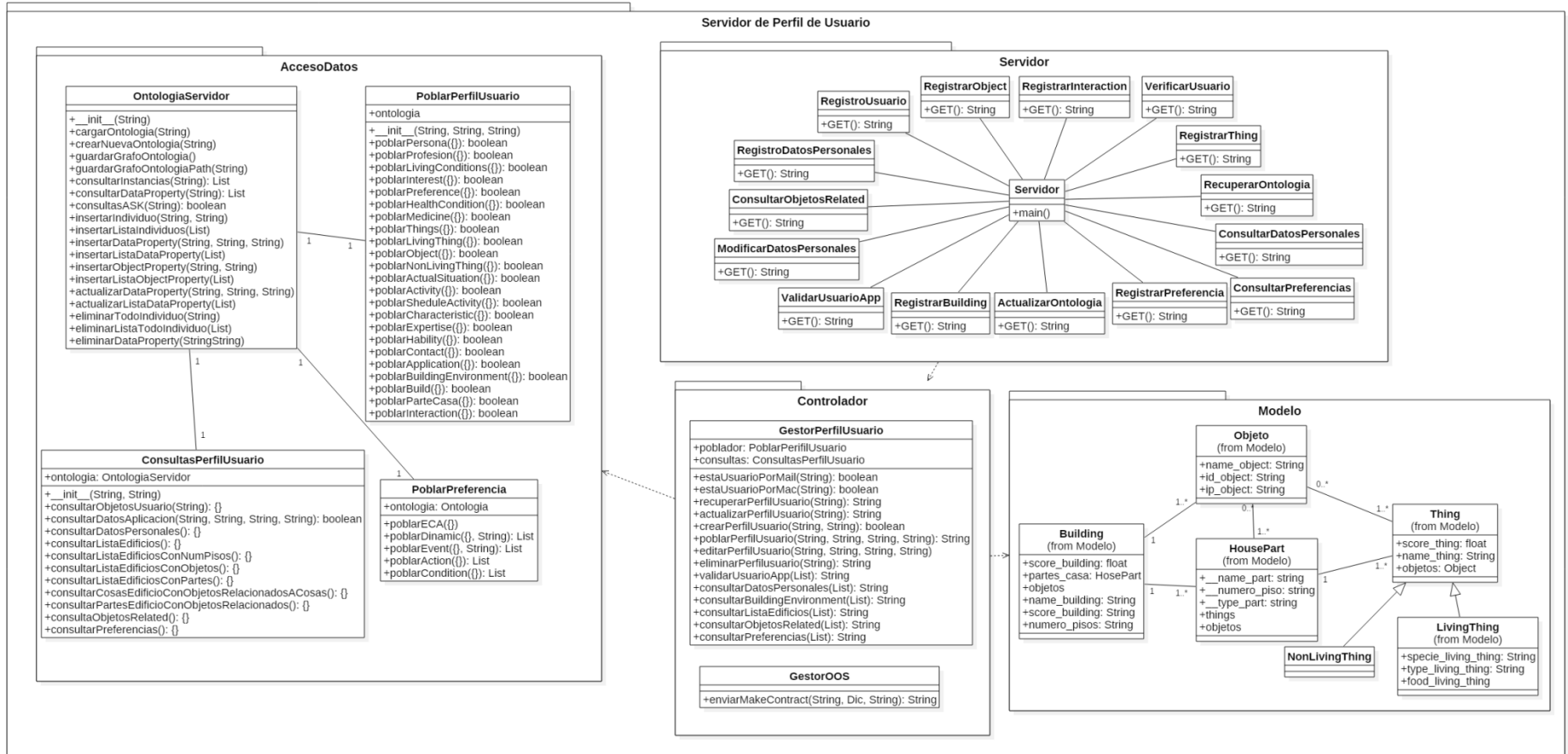


FIGURA 30 DIAGRAMA DE CLASES SERVIDOR PERFIL DE USUARIO
FUENTE : Propia

4.3.4 Diagrama de Despliegue

El diagrama de despliegue contiene la forma como se muestran los componentes de la aplicación, teniendo en cuenta el servidor donde se implanta y los clientes que pueden acceder a su uso. En la Tabla X se muestra el correspondiente diagrama de despliegue

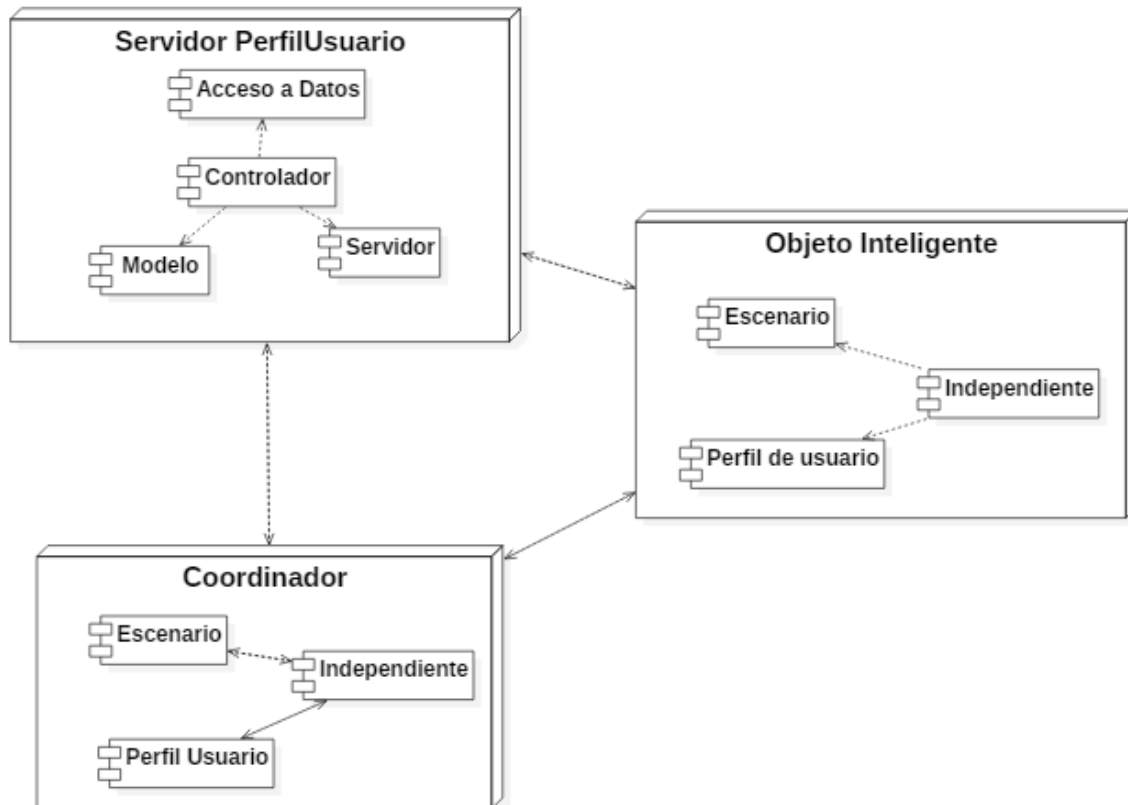


TABLA X DIAGRAMA DE DESPLIEGUE
FUENTE : Propia

El primer nodo lo constituye el Servidor Perfil de Usuario, que es el que almacena las ontologías instanciadas de los usuarios y proporciona servicios web para que los interesados puedan consultarlas. El segundo nodo corresponde al Coordinador, el cual contiene la lógica para detectar al usuario, realizar la petición de la ontología al Servidor Perfil de Usuario y avisarle a los Objetos Inteligentes de la llegada del usuario. Por su parte, el nodo Objeto Inteligente en el paquete Escenario, contiene la lógica para ejecutar sus servicios, y cuando el Coordinador le notifica la presencia del usuario, por medio del módulo Perfil de Usuario el objeto personaliza sus servicios.

4.3.5 Desarrollo del Prototipo Software

4.3.5.1 Iteración 1

- Creación de la segunda versión del Escenario de Interacción Semántica, puesto que no soportaba ontologías, además se incorporaron elementos que permitieron cumplir con la arquitectura propuesta por Niño [17] y se incorporaron servicios necesarios para el presente proyecto. Por otro lado, dado el cambio de placas de desarrollo (de Galileo a Raspberry Pi), se desarrolló el código fuente necesario para acceder y modificar los diferentes recursos de los objetos inteligentes.
- Documentación de la configuración y puesta en marcha del escenario.
- Primera versión del Servidor Perfil de Usuario, implementando servicios básicos como retornar la ontología de un usuario en particular y crear una instancia de la ontología. Implementación del módulo de acceso a datos que permite insertar datos y realizar consultas sobre la ontología.

4.3.5.2 Iteración 2

- Implementación en el Servidor Perfil de Usuario del módulo Servidor, que permite recibir peticiones como registrar un perfil de usuario, consultar los diferentes conceptos de la ontología, entre otras.
- Implementación en los objetos inteligentes del Módulo Perfil Usuario, que permite que los objetos tengan conocimiento del usuario, y permite que los objetos realicen consultas/modificaciones en la ontología para personalizar los servicios.
- Implementación del objeto Coordinador, el cual permite detectar la presencia del usuario, y les notifica a los objetos de un lugar para que ajusten sus servicios.

Cabe mencionar que en el objeto inteligente el módulo Perfil de Usuario es independiente del módulo Escenario, permitiendo que el objeto pueda ser configurado para funcionar sin el Perfil de Usuario.

4.3.6 Fase de Transición

Esta fase tiene como enfoque principal las pruebas de validación del prototipo, las cuales se encargan de validar el prototipo software desarrollado, según las expectativas del usuario. Es importante aclarar que, si bien el desarrollo del modelo se aplicaron las pruebas presentadas en el ANEXO C, su validación está estrechamente relacionada con la aplicación y el escenario de interacción desarrollados. Por esta razón, esta fase será descrita más adelante con el estudio de caso.

CAPITULO 5 ESTUDIO DE CASO

En este capítulo se presenta la evaluación del Modelo Semántico para el Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT, y así prever si es o no aplicable en un entorno doméstico. Para ello, se utilizó el método de investigación de estudios de casos propuesto por Runeson and Höst [19] . En la Figura 31 se ilustran los pasos generales del estudio de caso:

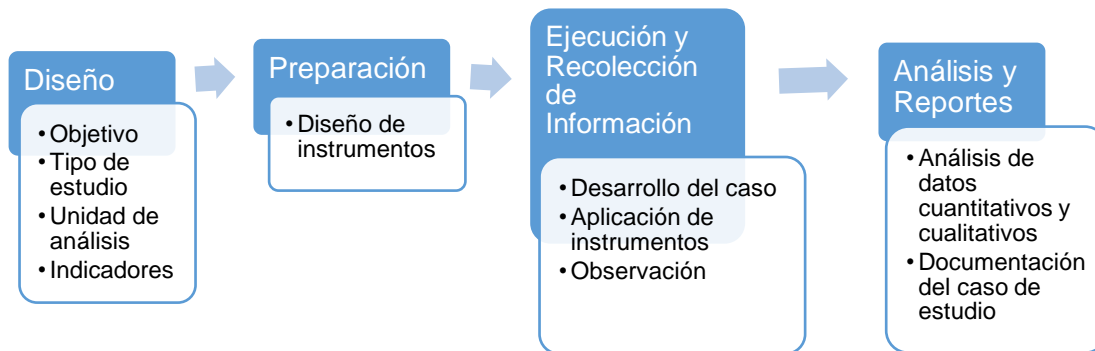


FIGURA 31 PROCESO DEL ESTUDIO DE CASO

FUENTE : BASADO EN RUNESON AND HÖST [19]

5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO DE CASO

5.1.1 Objetivo del Estudio de Caso

El objetivo de este estudio de caso, es verificar si a partir de la información almacenada en el modelo semántico para manejo de perfiles de usuario, se puede personalizar los servicios en la IoT, ofreciendo una mejor experiencia de usuario.

5.1.2 Tipo de Estudio de Caso y Unidad de Análisis

El estudio de caso es descriptivo/holístico y busca determinar el nivel de personalización que alcanzó el escenario de interacción semántica; el cual configura sus servicios de acuerdo al razonamiento sobre del modelo semántico desarrollado.

Dado que el contexto en el que se desenvuelve la prueba es un ambiente doméstico, se clasificaron los individuos por sus conocimientos de informática así:

- Grado 0: Personas que tengan el mínimo conocimiento en manejo de teléfonos inteligentes.
- Grado 1: Están los usuarios que están cursando como mínimo octavo semestre de una carrera relacionada con las TIC.

- Grado 2, corresponde a los usuarios que tienen conocimientos relacionados con la IoT.

La unidad de análisis corresponde al sistema hardware/software que implementa el modelo semántico, midiendo aspectos cualitativos y cuantitativos. A nivel cuantitativo se calcula un índice de cobertura de servicios, el cual consiste en el número de servicios disponibles sobre el número de servicios que se configuraron de manera correcta, de acuerdo a las características y preferencias almacenadas del usuario. Para el aspecto cualitativo, se toma en cuenta la opinión de los usuarios sobre su interacción con el sistema.

5.1.3 Métodos de Recolección de Información

Como métodos de recolección de información se utilizaron la entrevista y la observación de los datos arrojados por una herramienta llamada LogPanel, la cual registra los tiempos en las diferentes fases de configuración, activación y ejecución de servicios del escenario de interacción. En el estudio de caso, se le pide a un usuario que interactúe con el sistema para determinar si la personalización de los servicios se ejecuta de forma adecuada, al finalizar la prueba, se realiza una entrevista a cada usuario acerca de su experiencia con el sistema.

5.1.4 Indicadores

El primer indicador que se propuso fue el de eficacia, el cual se definió como se presenta en Indicador 1. Este indicador se puede calcular a partir de la herramienta LogPanel, la cual registra la cantidad de servicios para configurar que recibe el objeto inteligente, y lleva registra por cada servicio si se realizó exitosamente o no. Los resultados permiten conocer que tan eficaz es el objeto al momento de configurar los servicios

$$Eficacia\ Servicios = \frac{No.\ Servicios\ Configurados}{No.\ Servicios\ que\ se\ esperaba\ configurar} * 100$$

INDICADOR 1 EFICACIA SERVICIOS

Con respecto al indicador de eficiencia, al buscar un indicador que permitiera medir la eficiencia del escenario presentado en esta investigación, no se encontró ninguno, debido a la falta de trabajos en la literatura que evaluaran su propuesta mediante la implementación en un prototipo en la IoT y que además mostrara algún indicador de eficiencia. Por lo anterior, se decidió tomar como referencia la calificación dada por los usuarios respecto al tiempo que el sistema tardó en configurar los servicios y compararlo con los tiempos arrojados por la herramienta LogPanel.

5.2 PREPARACIÓN

5.2.1 Diseño del Instrumento de Medición

Para diseñar el instrumento de medición se considera relevante definir las hipótesis y de acuerdo a ellas, definir las preguntas que puedan aportar a las mismas.

Las siguientes hipótesis surgen de la pregunta de investigación: *¿Cómo se puede mejorar la interacción entre los usuarios y los objetos de la IoT, de tal forma que permita, generar una mejor experiencia con los servicios que estos ofrecen?*

Para formular las preguntas de la entrevista del usuario se hizo necesario implementar la Escala de Likert, la cual consiste en *un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios*, se le solicita al sujeto que elija una de las opciones, a las cuales se les asigna un valor numérico. Estas opciones tienen dos extremos, uno favorable y otro desfavorable [75].

Para cada hipótesis se tiene un indicador que se obtiene por el sistema, y por medio de preguntas con escala Likert, se evalúa la eficiencia del sistema percibida por los usuarios.

Hipótesis No 1

La aplicación del Modelo Semántico Perfil de Usuario (MPU) genera servicios adecuados a las preferencias y características de los usuarios en un escenario IoT.

Variables Hipótesis No 1

- Modelo Semántico Perfil de Usuario:
 - Definición Conceptual: Es el Modelo Semántico de Perfil de Usuario que se encuentra almacenado en cada dispositivo inteligente y es utilizado para gestionar la información de las preferencias y características de los usuarios permitiendo a los objetos de un Escenario IoT consultarlo para adecuar sus servicios.
 - Definición Operacional: Se activa o desactiva el uso del Modelo Semántico en cada Objeto Inteligente (OI).
- Servicios Adecuados:
 - Definición Conceptual: Un servicio es adecuado si se ajusta a las preferencias de un usuario y se ejecuta en el momento indicado.
 - Definición Operacional:
 - Verificar si el servicio se configuró correctamente (Información que se obtiene del sistema 1).
 - Verificar si el servicio se activó en el tiempo de referencia (Información que se obtiene del sistema 2).
 - Verificar si el usuario está satisfecho en cuanto al tiempo de ejecución (Pregunta 1 de las Preguntas para los Usuarios).
 - Verificar si el usuario está satisfecho en cuanto a la ejecución del servicio (Pregunta 2 de las Preguntas para los Usuarios).

Recolección de Datos Hipótesis No 1:

- Factores de Eficiencia y Eficacia:
 - Información que se obtiene del sistema:

1. Medir la cantidad de servicios que se configuraron correctamente en el objeto inteligente de acuerdo al usuario (Se obtiene del Objeto Inteligente por medio del LogPanel).
2. Medir el tiempo promedio que tardó el escenario en configurar los servicios (Se obtiene Módulo LogPanel).

Para el análisis de esta información, se utiliza el Indicador 1 que corresponde al indicador de eficacia y para medir la eficiencia del sistema, se tomara como media la calificación del usuario respecto al tiempo que tardo el sistema en configurar sus servicios..

Preguntas para los Usuarios:

- De acuerdo a su interacción con el escenario de Interacción Semántica, responda las siguientes preguntas:
 1. ¿Cómo calificaría el tiempo en que se tardó para activar los servicios?
 2. ¿Qué tanto se ajustaron los servicios a sus preferencias?

Con la información recolectada se realiza un análisis estadístico descriptivo.

Hipótesis No 2

El Modelo Semántico de Perfil de Usuario contiene la información necesaria para que el escenario IoT se auto configure con mínima intervención del usuario.

Variables Hipótesis No 2:

- Modelo Semántico Perfil de Usuario:
 - Definición Conceptual: Es el Modelo Semántico de Perfil de Usuario que se encuentra almacenado en cada dispositivo inteligente y es utilizado para gestionar la información de las preferencias y características de los usuarios permitiendo a los objetos de un Escenario IoT consultarlo para adecuar sus servicios.
 - Definición Operacional: Se activa o desactiva el uso del Modelo Semántico en cada Objeto Inteligente (OI).
- Nivel de intervención del usuario:
 - Definición Conceptual: Número de pasos que debe realizar un usuario para que el escenario se ajuste a sus preferencias.
 - Definición Operacional: El usuario debe realizar las configuraciones necesarias y contabilizar el número de pasos que realizó.

Recolección de Datos Hipótesis No 2:

- Preguntas para los Usuarios:
 - De acuerdo a su interacción con el escenario de Interacción Semántica, responda las siguientes preguntas:
 3. ¿Qué tan fácil considera que fue la configuración de los servicios?
 4. ¿Considera que el modo de autoconfiguración de servicios es una funcionalidad útil?

El formato de la encuesta obtenida queda disponible en el ANEXO I.

5.3 EJECUCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Dado que el estudio de caso se enfoca en un escenario doméstico, implica que el público objetivo no tiene una característica específica, es decir, el sistema puede ser usado por el público en general, por ello no es posible en términos prácticos realizar muestreos probabilísticos para seleccionar los usuarios que probarían el estudio de casos, se decide tomar un conjunto al azar (personas con las que nos encontramos en la facultad FIET) de estudiantes de la Universidad del Cauca y personas que no tuvieran relación con las TICs.

A continuación, se describen los pasos seguidos para la recolección de evidencia:

1. Teniendo en cuenta la variedad de experiencia de los usuarios con este tipo de sistemas, el primer paso es darles a conocer qué es un ambiente doméstico y describir el funcionamiento de las siguientes partes del sistema:
 - Objetos Inteligentes.
 - Aplicación Móvil Clipio User Profile.
 - Escenario de Interacción Semántica.
2. Se le da a conocer al usuario el objetivo de la entrevista.
3. Tras la explicación anterior, cada usuario se registra en la aplicación.
4. Para esta prueba se cuenta con una maqueta mostrada en Figura 32 y Figura 33, por ello, se le pide al usuario que mapee la casa en la aplicación y ubique los objetos inteligentes.
5. Se le pide al usuario que establezca sus preferencias en los diferentes objetos inteligentes disponibles.
6. Se le pide al usuario que interactúe con los objetos de su preferencia, encendiendo o apagando sus servicios, en este paso interviene de forma discreta uno de los investigadores para cambiar la hora de los objetos, a fin de simular el transcurso de varios días de uso, ya que cada objeto almacena información sobre la hora y fecha en que el usuario interactúa con él. La información anterior es usada para posteriormente realizar estas acciones automáticamente.
7. Se le pide al usuario que entre y salga de la casa para verificar que los objetos se comporten de acuerdo a las preferencias establecidas.
8. Como paso final, el usuario llena la encuesta.

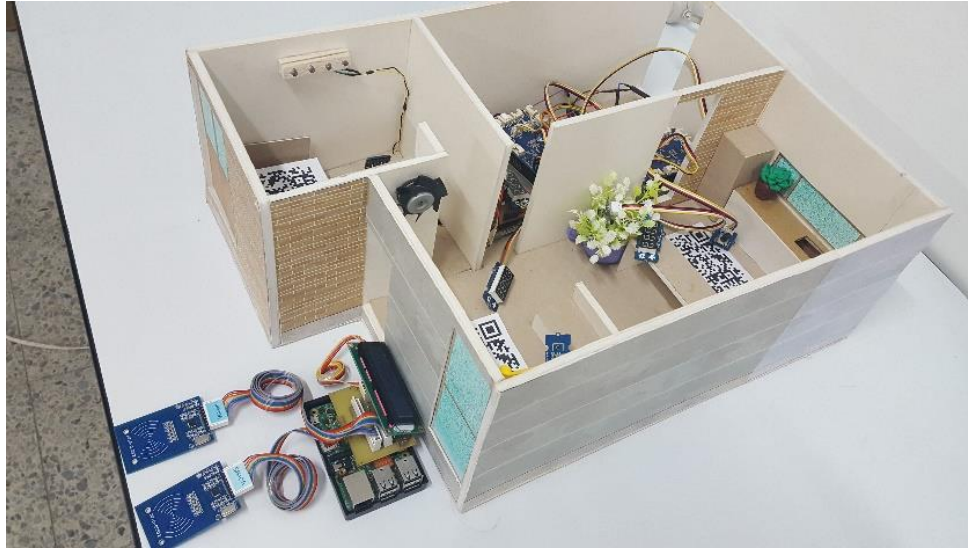


FIGURA 32 MAQUETA PROTOTIPO CASA INTELIGENTE
FUENTE : Propia

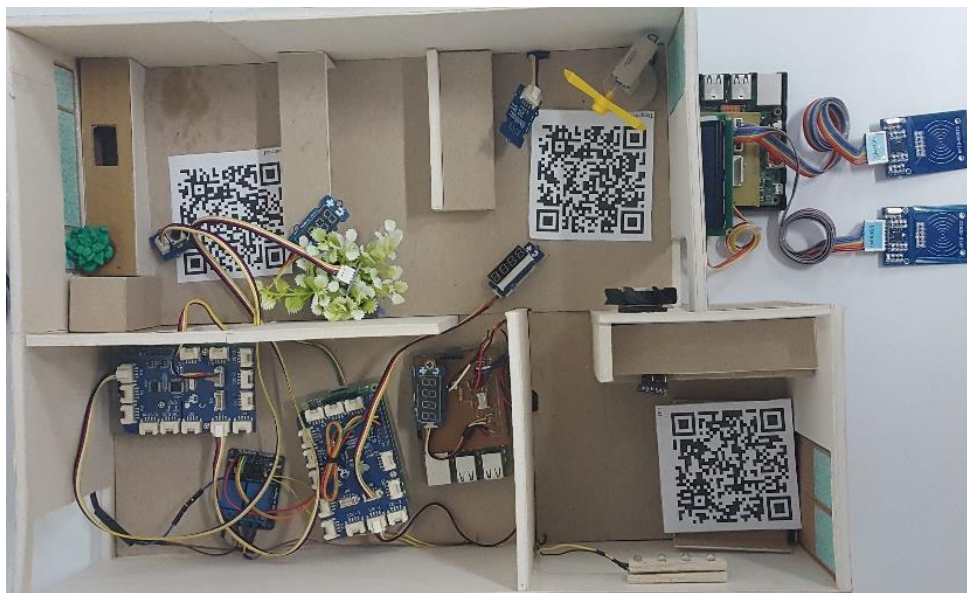


FIGURA 33 MAQUETA PROTOTIPO CASA INTELIGENTE
FUENTE : Propia

Se realizaron dos iteraciones de la ejecución del estudio de caso. En la Figura 34 se muestra los usuarios interactuando con el escenario.



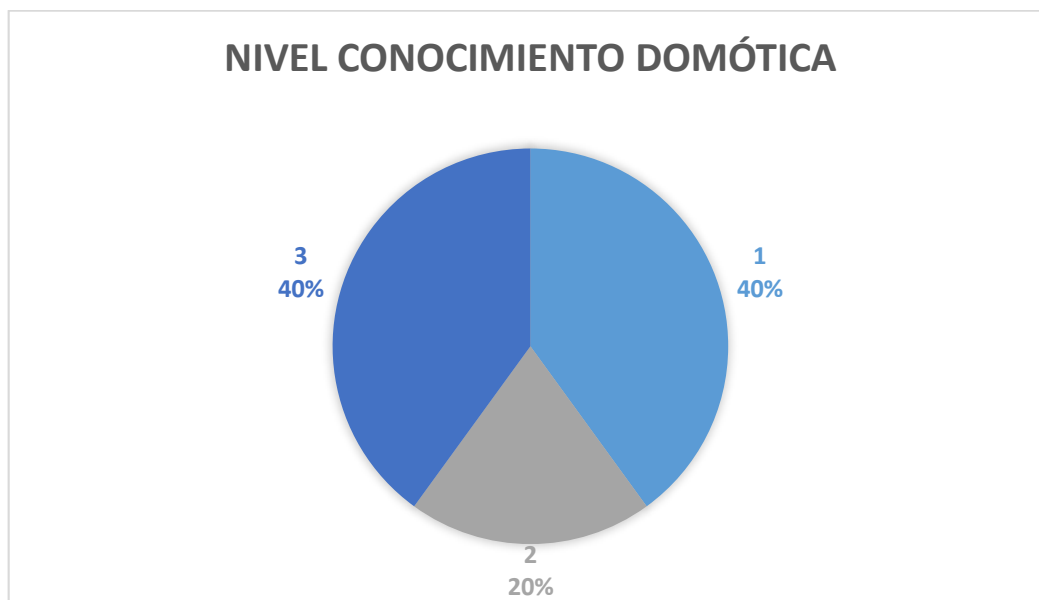
FIGURA 34 USUARIOS INTERACTUANDO CON EL ESCENARIO
FUENTE : Propia

A continuación, se presenta cada iteración:

5.3.1 Primera Iteración:

Preguntas a los usuarios:

Se realizó la primera validación con 5 usuarios, 3 estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca y 2 personas con conocimientos sobre el uso de aplicaciones móviles. En la Gráfica 1 se muestra su nivel de conocimiento de domótica, donde 1 es Nada y 5 es Mucho. Como se aprecia, los usuarios tenían un nivel de conocimiento en domótica que oscilaba entre bajo y medio.



GRÁFICA 1 NIVEL DE CONOCIMIENTO EN DOMÓTICA PRIMERA ITERACIÓN PRUEBA

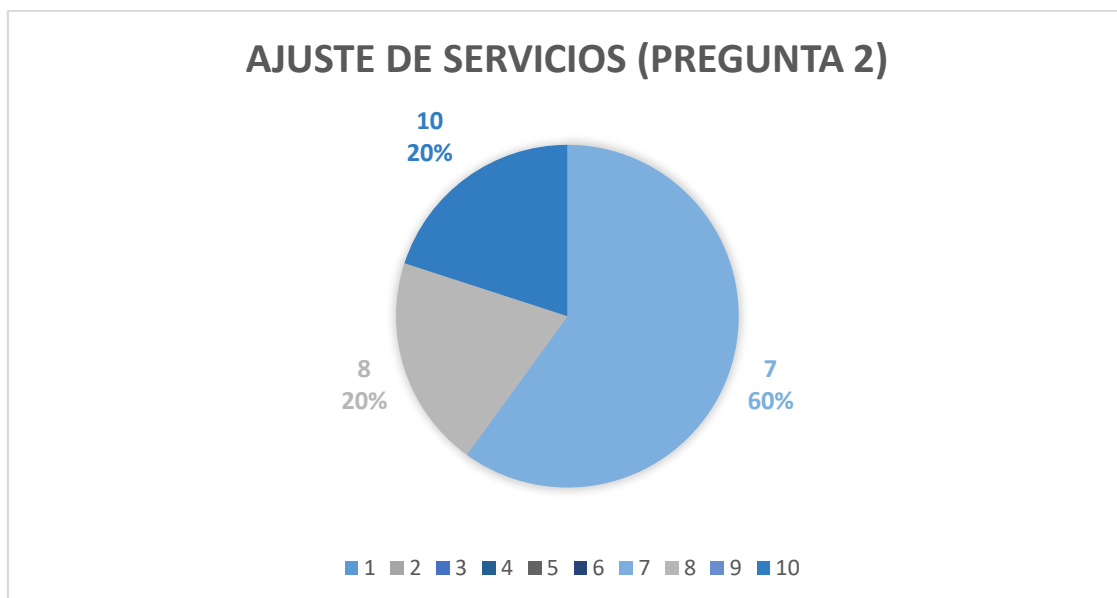
A continuación, se analizan los datos de la entrevista de la primera iteración:

Con respecto al tiempo que fue percibido por los usuarios y que corresponde al tiempo que tardó el sistema en activar sus preferencias (Pregunta 1), el 100% de los encuestados calificaron el tiempo como bueno (Ver Gráfica 2).



GRÁFICA 2 TIEMPO EN QUE SE TARDÓ EL ESCENARIO PARA ACTIVAR LOS SERVICIOS ITERACIÓN 1

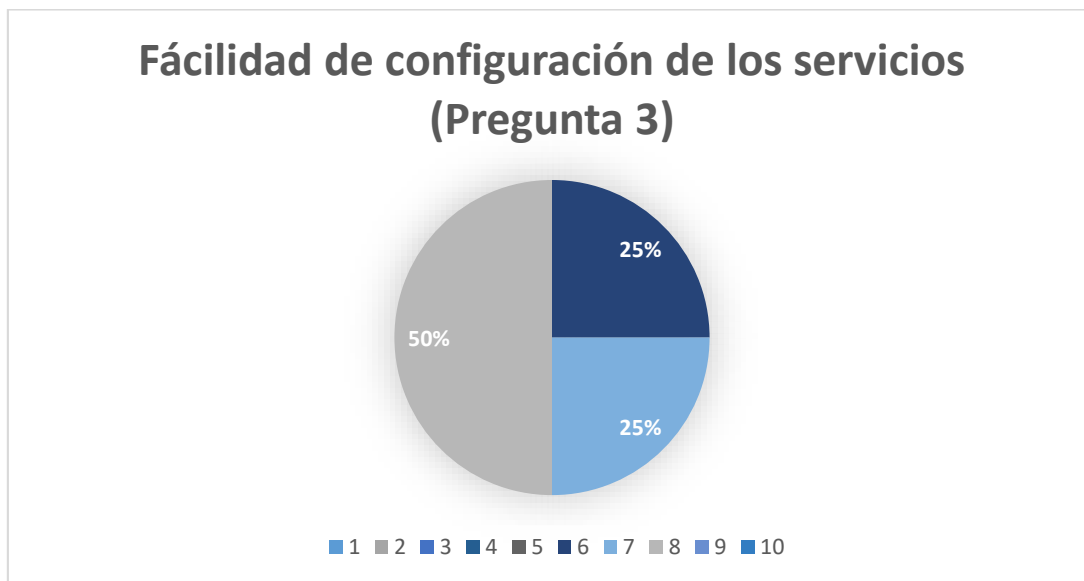
Por otro lado, respecto al ajuste de los servicios (Pregunta 2), un 60% de los usuarios dio una calificación de 7, lo que corresponde a un ajuste regular de servicios, lo cual implica que no se configuraron o se configuraron de manera incorrecta (Ver Gráfica 3).



GRÁFICA 3 AJUSTE DE SERVICIOS ITERACIÓN 1

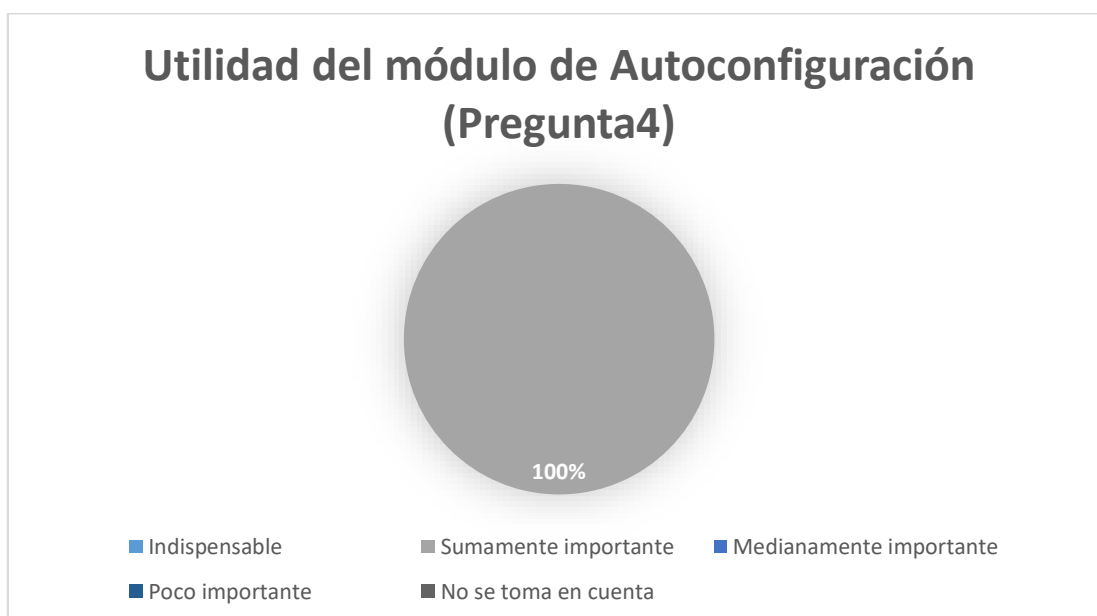
En la Pregunta 3 relacionada a la facilidad de configuración de los servicios del escenario, siendo 0 muy difícil y 10 muy fácil, en la Gráfica 4 se muestra que el 50% de los usuarios coincidieron en una calificación de 8, y los dos usuarios restantes dieron calificación de 6

y 7, lo que permite deducir que no se sintieron cómodos al interactuar con el escenario generando una experiencia de usuario algo regular.



GRÁFICA 4 FÁCILIDAD DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS ITERACIÓN 1

Otro aspecto importante a evaluar en el escenario mediante la Pregunta 4, fue la funcionalidad en la cual, tras repetidas acciones del usuario sobre el escenario, este preguntaba al usuario si quería hacerlas de forma automática y de ser así, se auto configuraba por medio de una preferencia de usuario. El 100% de los usuarios coincidieron en que es sumamente importante esta funcionalidad (Ver Gráfica 5).



GRÁFICA 5 UTILIDAD DEL MÓDULO DE AUTOCONFIGURACIÓN ITERACIÓN 1

En resumen, los resultados de esta primera evaluación son mostrados en la Tabla XI

Nro. de Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
1	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)
2	8	10	7	7	7	7,8
3	8	7	8	6	8	7,4
4	S.I (4)	S.I (4)	S.I (4)	S.I(4)	S.I (4)	S.I (4)

TABLA XI CONSOLIDADO ENCUESTA PRIMERA ITERACIÓN
S.I = Sumamente Importante

Al analizar las respuestas sobre el tiempo de respuesta, se vio la necesidad de realizar ajustes al escenario en cuanto a su mejora en tiempo de respuesta para mejóralos, dado que según la escala de Likert “Bueno” está justo en la mitad, es decir es la opción neutra de la escala.

Es necesario realizar cambios a la aplicación móvil para mejorar la usabilidad de la misma y generar una mejor experiencia de usuario.

Preguntas al Sistema

Como se expuso anteriormente, se cuenta con una herramienta llamada PanelLog, la cual permite registrar los tiempos en que los diferentes objetos inteligentes realizan sus acciones. Para este estudio de caso, se obtuvo la siguiente información:

1. Medir la cantidad de servicios que se configuraron correctamente en el objeto inteligente de acuerdo al usuario(Ver Tabla XII).

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
Preferencias establecidas	4	4	5	4	5	4,4
Preferencias configuradas Correctamente	4	4	4	3	4	3,8
Índice de Eficacia	100	100	80%	75%	80%	87%
Calificación en la pregunta No. 2	8	10	7	7	7	7,8

TABLA XII EFICACIA DEL SISTEMA ITERACIÓN 1

De la tabla anterior, llama la atención la calificación dada por el “Usuario 1” el cual estableció 4 preferencias las cuales el sistema configuro correctamente, aun así, el usuario dio una calificación de 8, dentro de las sugerencias que apporto recomendó mejorar los tiempos de respuesta.

2. Medir el tiempo promedio que tardó el escenario en configurar los servicios. (Ver Tabla XIII).

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
Tiempo transcurrido entre la llegada del usuario y la configuración de los servicios(Segundos)	76	78	79	118	70	84,20
Calificación del tiempo por los usuarios	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)	Bueno(3)

TABLA XIII CONSOLIDADO DE TIEMPOS EN LA ITERACIÓN 1

Como se observa en las tablas anteriores, el escenario tarda en promedio 84,2 segundos configurando correctamente, 3 de 4 preferencias establecida por el usuario. Dado los resultados anteriores, se puede establecer que para los usuarios un tiempo “Bueno” esta alrededor de los 84,2 segundos, Aun así, teniendo en cuenta que la pregunta número 1 se basó en la escala de Likert, se observa la necesidad de aumentar el tiempo de respuesta del sistema de acuerdo al análisis que se le hizo anteriormente a esta pregunta. Por sentido común un minuto u medio es mucho tiempo para esperar una respuesta de un escenario en que los dispositivos necesitan una interacción en tiempo real.

5.3.2 Segunda Iteración:

Teniendo en cuenta el análisis de la primera evaluación, se le realizaron los siguientes cambios al escenario:

- Buscando mejorar los tiempos de respuesta, se cambió la interfaz de red, de inalámbrica a cableada, dado que, se sospechaba que la red inalámbrica estaba generando tiempos altos de latencia y además se optimizaron algunas consultas a la ontología.
- En cuanto a la usabilidad se realizaron cambios en Clipio User Profile para que la creación de preferencias diera realimentación al usuario, mostrando por medio de mensajes lo que ocurría en el mismo, así como algunos colores que acentuaban mejor las opciones elegidas por el usuario.

Teniendo en cuenta lo anterior, se muestran los resultados de la segunda evaluación:

Preguntas a los Usuarios

Para la segunda validación se tomaron 5 usuarios, cuyos conocimientos en domótica se muestran en la Tabla XIV.

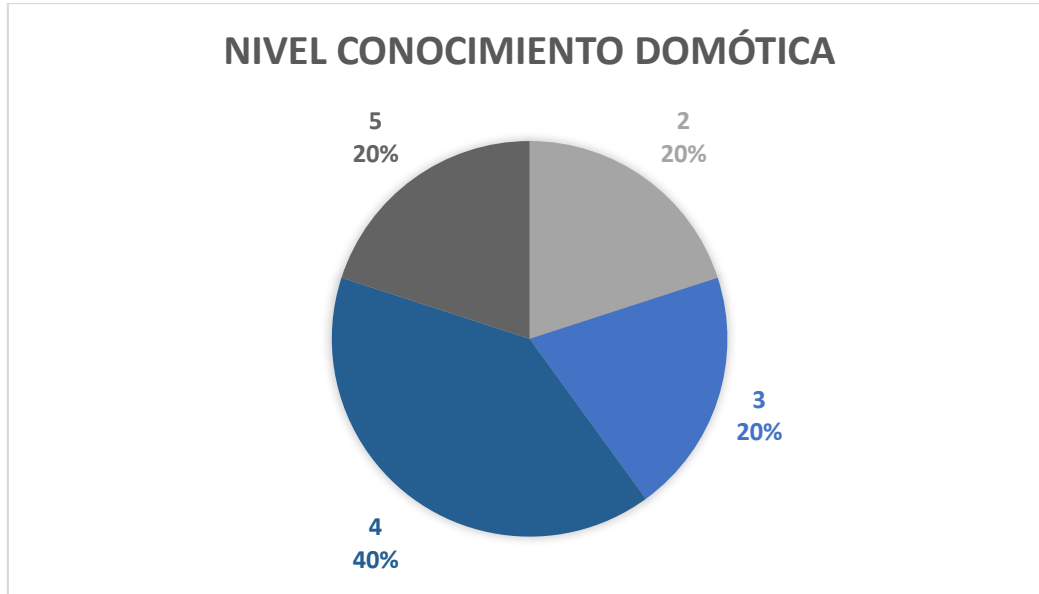
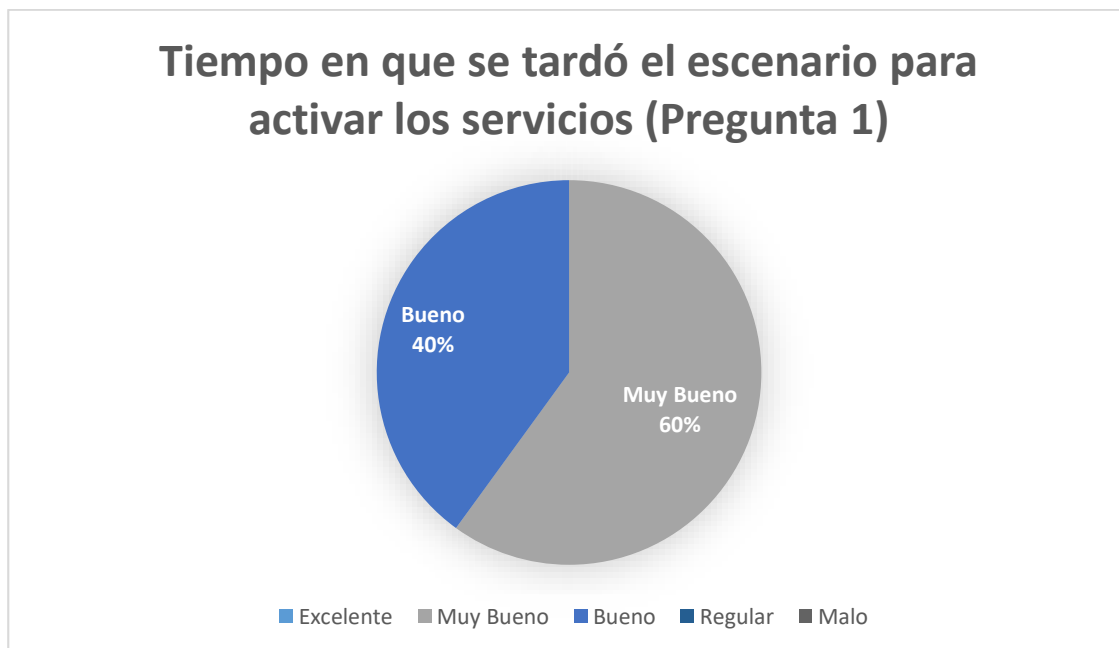


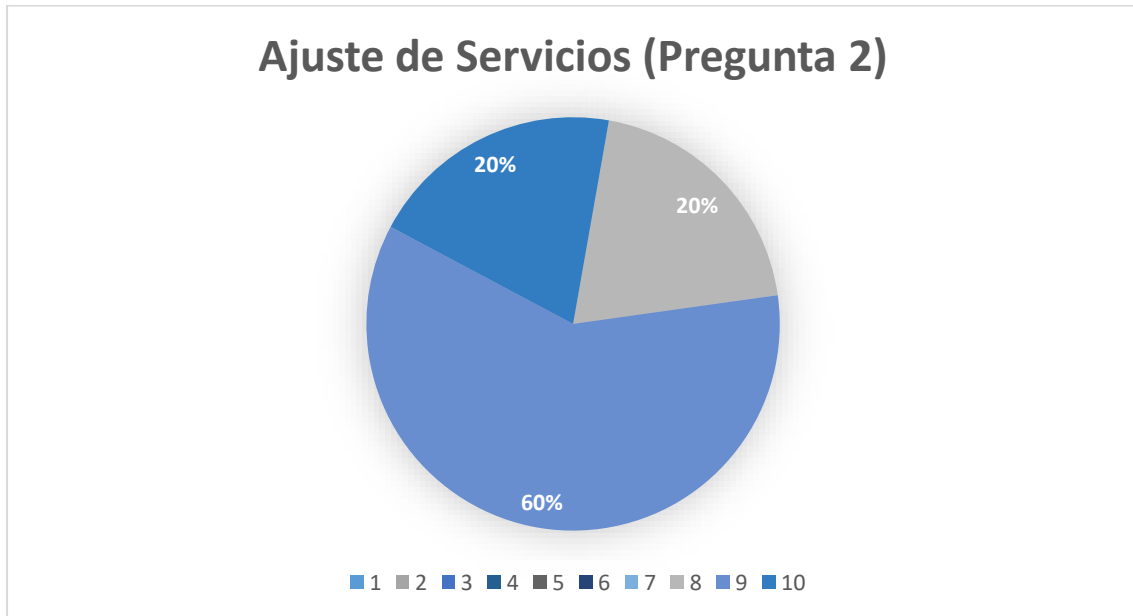
TABLA XIV NIVEL CONOCIMIENTO DOMÓTICA ITERACIÓN 2

Para la pregunta número 1, ¿Cómo calificaría el tiempo en que se tardó para activar los servicios?, para 3 de los 5 usuarios su respuesta fue “Muy Bueno”, comparando con la primera validación, se obtuvo un mejor resultado (Ver Gráfica 6).



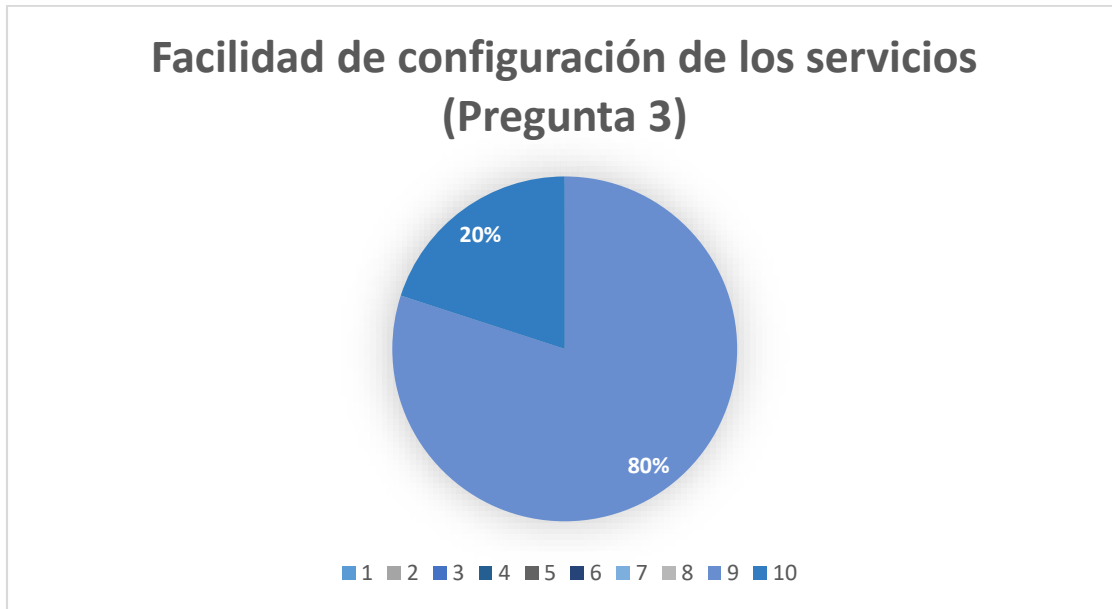
GRÁFICA 6 TIEMPO EN QUE SE TARDÓ EL ESCENARIO PARA ACTIVAR LOS SERVICIOS ITERACIÓN 2

En cuanto al ajuste de los servicios (Pregunta 2), según la Gráfica 7, el 60% lo calificaron con una puntuación de 9, el otro 40% le dio una calificación entre 8 y 10, lo que significa que el escenario se ajustó altamente a sus preferencias y en comparación con la primera evaluación se logró subir dos puntos.



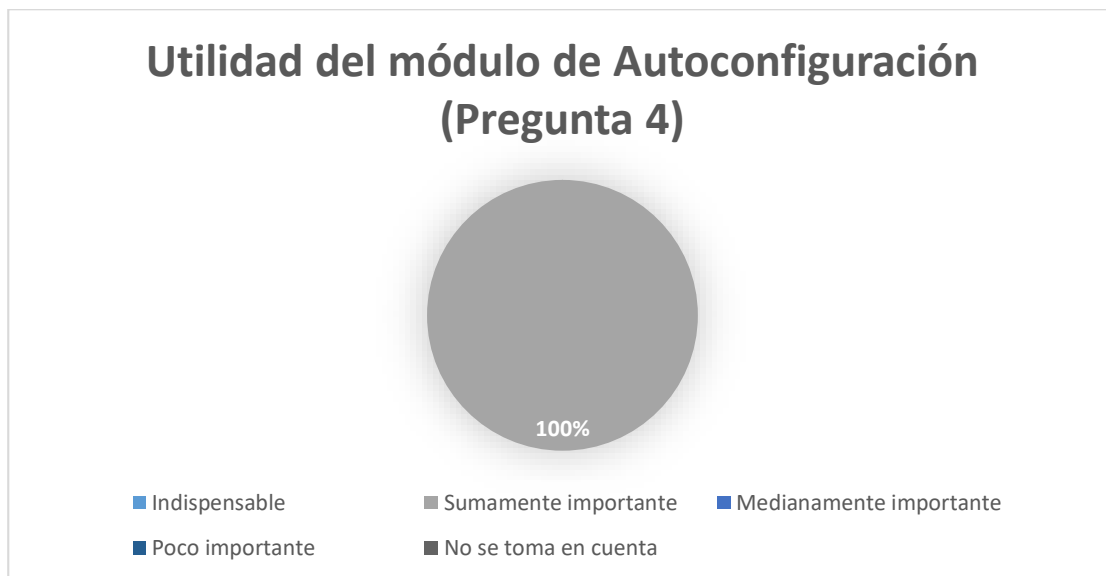
GRÁFICA 7 AJUSTE DE SERVICIOS ITERACIÓN 2

En cuanto a la facilidad de la configuración de los servicios (Pregunta 3), mejoraron las calificaciones. Un 80% de los usuarios calificaron la configuración de servicios con un 9, es decir, es fácil de configurar (Ver Gráfica 8):



GRÁFICA 8 FÁCILIDAD DE CONFIGURACIÓN DE LOS SERVICIOS ITERACIÓN 2

A la pregunta, sobre el módulo de autoconfiguración del escenario (Pregunta 4), el 100% respondió que es sumamente importante, validando así la respuesta de la primera iteración (Ver Gráfica 9).



GRÁFICA 9 UTILIDAD DEL MÓDULO DE AUTOCONFIGURACIÓN ITERACIÓN 2

A continuación, en la Tabla XV, se muestra el consolidado de la segunda iteración

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
Tiempo	Muy bueno(4)	Muy Bueno(4)	Bueno(3)	Muy Bueno(4)	Bueno(3)	Bueno(3,6)
Ajuste	10	9	8	9	9	9
Configuración	10	9	9	9	9	9,2
Módulo Autoconfiguración	S.I (4)	S.I(4)	S.I (4)	S.I(4)	S.I(4)	S.I(4)

TABLA XV CONSOLIDADO SEGUNDA ITERACIÓN
S.I = Sumamente Importante

5.3.2.1 Preguntas al Sistema

Para este estudio de caso se obtuvo la siguiente información:

1. Medir la cantidad de servicios que se configuraron correctamente en el objeto inteligente de acuerdo al usuario(Ver Tabla XVI).

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
Preferencias establecidas	4	4	4	4	4	4
Preferencias configuradas Correctamente	4	4	4	4	4	4
Índice Eficacia	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Calificación en la pregunta de Ajuste de las preferencias	10	9	8	9	9	9

TABLA XVI EFICACIA DEL SISTEMA ITERACIÓN 2

2. Medir el tiempo promedio que tardó el escenario en configurar los servicios. (Ver Tabla XVII).

Pregunta	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
Tiempo transcurrido entre la llegada del usuario y la configuración de los servicios(Segundos)	46	50	54	50	60	52
Calificación del tiempo por los usuarios	Muy bueno(4)	Muy Bueno(4)	Bueno(3)	Muy Bueno(4)	Bueno(3)	Bueno(3,6)

TABLA XVII CONSOLIDADO DE TIEMPOS EN LA ITERACIÓN 2

Como se observa en las tablas anteriores, el escenario tarda ahora en promedio 52 segundos configurando correctamente, 4 de 4 preferencias establecida por el usuario. Comparando la Tabla XIII de la primera prueba con la Tabla XVII de la segunda iteración, se percibe por parte de los usuarios un aumento en la eficiencia acompañada de un aumento en la eficacia. Por lo anterior, se observa una mejora significativa en comparación a la primera prueba, aunque aún los tiempos no son los mejores teniendo en cuenta el contexto en que se desenvuelve la presente investigación.

5.4 CONCLUSIONES ESTUDIO DE CASO

Al realizar la comparación entre los promedios de las dos iteraciones (Tabla XVIII), se observa que se obtuvo una gran mejora en la facilidad de configuración del escenario y en el ajuste del escenario respecto a las preferencias del usuario. Como un punto importante a mejorar está el tiempo que tarda el escenario en configurar los servicios, puesto que, aunque mejoró la calificación, aun no es completamente satisfactoria para el usuario.

Pregunta	Promedio Iteración 1	Promedio Iteración 2
Tiempo	Bueno(3)	Bueno(3,6)
Ajuste	7,8	9
Configuración	7,4	9,2
Módulo Autoconfiguración	Sumamente Importante(4)	Sumamente Importante(4)
Eficacia	75%	100%

TABLA XVIII CONSOLIDADO ITERACIONES 1 Y 2

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente, se puede verificar que a aplicación del modelo semántico perfil de usuario, genera servicios adecuados a las preferencias y características de los usuarios en un escenario IoT con unos tiempos aceptables, y además, se logró verificar que el modelo contuviera la información necesaria para que el escenario IoT, se configure con mínima intervención del usuario.

Pese a lo anterior aún no se pueden generalizar los resultados obtenidos, dado que se tomó un conjunto de individuos específicos (muestreo por racimos) donde lo que interesa es la opinión de los usuarios respecto a los resultados, puesto que se está más interesado en las características de la solución más que de su generalización. Por otro lado, se deben realizar más pruebas de escalabilidad en un entorno no prototipo y enriquecido con más sensores y actuadores para observar y realimentar el comportamiento modelo propuesto.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 CONCLUSIONES

6.1.1 Conclusiones en cuanto a productos obtenidos

- Se ha propuesto un Modelo Semántico para el Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT, basado en ontologías, teniendo en cuenta los estándares existentes al respecto. Este modelo establece mecanismos para gestionar el ciclo de vida del contexto, lo que permite adquirir, modelar, razonar y diseminar la información del contexto entre el usuario y los dispositivos de la IoT con los que interactúa.
- El modelo propuesto es capaz de identificar al usuario actual y configurar sus servicios teniendo en cuenta sus preferencias e información de contexto, todo ello conlleva una personalización de sus servicios con mínima intervención por parte del mismo.
- Se ha creado un marco de referencia para el manejo de Perfiles de Usuario en la IoT, que identifica los aportes y brechas existentes en la personalización de servicios en la IoT.
- Se creó la segunda versión de la arquitectura Escenario de Interacción Semántica y del objeto semántico inteligente, con el fin que los objetos inteligentes hicieran uso de la ontología Objeto Semántico y Perfil de Usuario, dando la posibilidad de configurar sus servicios de acuerdo al usuario, además se adicionaron los mecanismos necesarios para que estos expongan sus servicios y puedan comunicarse directamente con otros objetos de la IoT o aplicaciones de la web semántica.
- Se implementó un escenario de interacción semántica, con dispositivos reales para desplegar el modelo propuesto a manera de prueba de concepto y siguiendo una metodología de estudio de caso, incorporando todos los elementos definidos en la arquitectura anteriormente. Los resultados preliminares permiten comprobar la viabilidad de un modelo semántico para mejorar la interacción y servicios de los dispositivos de la IoT que ofrecen a sus usuarios, Sin embargo, es necesario realizar más pruebas en entornos no prototípicos para evaluar aspectos como escalabilidad entre otros.

6.1.2 Conclusiones en cuanto a la investigación

- Es posible desarrollar un mecanismo genérico semántico e interoperable, que gestione el perfil de usuario en escenarios de interacción semántica IoT, con mínima intervención de los usuarios, permitiendo configurar sus preferencias y que los objetos inteligentes las ejecuten en forma de servicios personalizados, en el momento de identificar el usuario particular en el contexto y entorno definidos
- Ya que el modelo utiliza ontologías y protocolos estándar de comunicación, estos generan tiempos altos de latencia y la respuesta del mismo no es la que se espera en un entorno en tiempo real, por ello, aún hay que hacer un esfuerzo en los tiempos de respuesta, sobre todo en temas de escalabilidad de la solución.

6.2 TRABAJO FUTURO

Cabe resaltar que la segunda versión del escenario de interacción semántica desarrollado en la presente investigación, fue utilizado por dos grupos de Proyecto I del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Cauca, en el evento denominado "Popayán i: inteligente, incluyente e innovadora" organizado por el semillero de emprendimiento StarTic de la Universidad del Cauca y llevado a cabo el día 31 de Mayo de 2016, en dicho evento uno de los grupos obtuvo el primer lugar en su categoría. Lo anterior demuestra que tanto la arquitectura como la implementación del escenario de interacción semántica permiten crear una variedad de aplicaciones en diferentes ámbitos.

- Las pruebas realizadas mostraron la necesidad de buscar mecanismos que permitan reducir el tiempo en que tarda el escenario en configurarse después de la llegada del usuario.
- Mejorar la interfaz gráfica Clipio User Profile con el fin de mejorar la configuración del escenario por parte del usuario y brindarle una adecuada realimentación de sus acciones. Además, afinar las interfaces con el fin de ser una herramienta más amable para el usuario.
- Definir una nueva interfaz que permita realizar la inicialización de los objetos por parte del usuario. Esta interfaz debe enfocarse en el uso de herramientas que mejoren la experiencia del usuario al momento de programar un nuevo objeto en su escenario.
- Ampliar las experimentaciones con varios objetos y varios usuarios con el fin de poder medir otros indicadores como escalabilidad.
- Este escenario trabaja sobre protocolos de internet y utiliza herramientas de la web, además comparte información que posiblemente sea delicada para el usuario, por lo tanto, se hace necesario proponer nuevos proyectos donde se analicen factores de seguridad e integridad de la información.
- Es necesario realizar las investigaciones necesarias para que los objetos inteligentes puedan ajustar sus servicios a más de un usuario en el mismo entorno.
- Desarrollar un mecanismo que permita que los objetos de la IoT detecten e identifiquen al usuario, y además conozcan su ubicación dentro del espacio que habita. Claro esa agregando los elementos de seguridad necesarios.

REFERENCIAS

- [1] M. G. Kibria and I. Chong, "Context-awareness provisioning to support user-centric intelligence in Web of Object platform," in *Information and Communication Technology Convergence (ICTC), 2015 International Conference on*, 2015, pp. 388-392.
- [2] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "CA4IOT: Context Awareness for Internet of Things," pp. 775-782, 2012.
- [3] CASAGRAS(2009). (2009, Febrero). *CASAGRAS and the Internet of Things – definition and vision statement agreed*. Available: <https://docbox.etsi.org/erm/Open/CERP-IoT20090518/CASAGRAS26022009.pdf>
- [4] G. Bai, L. Yan, L. Gu, Y. Guo, and X. Chen, "Context-aware usage control for web of things," *Security and Communication Networks*, vol. 7, pp. 2696-2712, 2014.
- [5] L. Yao, "A Propagation Model for Integrating Web of Things and Social Networks."
- [6] A. Wagner, J. L. V. Barbosa, and D. N. F. Barbosa, "A model for profile management applied to ubiquitous learning environments," *Expert Systems with Applications*, vol. 41, pp. 2023-2034, 2014.
- [7] G. D. Abowd, A. K. Dey, P. J. Brown, N. Davies, M. Smith, and P. Steggles, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness," presented at the Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, Karlsruhe, Germany, 1999.
- [8] Q. Wei and Z. Jin, "Service discovery for internet of things: a context-awareness perspective," presented at the Proceedings of the Fourth Asia-Pacific Symposium on Internetware, Qingdao, China, 2012.
- [9] S. S. Ara, Z. U. Shamszaman, and I. Chong, "Web-of-Objects Based User-Centric Semantic Service Composition Methodology in the Internet of Things," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 2014, p. 11, 2014.
- [10] D. Guinard, M. Fischer, and V. Trifa, "Sharing using social networks in a composable Web of Things," in *Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2010 8th IEEE International Conference on*, 2010, pp. 702-707.
- [11] D. v. Thuan, P. Butkus, and D. v. Thanh, "A User Centric Identity Management for Internet of Things," in *IT Convergence and Security (ICITCS), 2014 International Conference on*, 2014, pp. 1-4.
- [12] L. Yao, "A Propagation Model for Integrating Web of Things and Social Networks," in *Service-Oriented Computing - ICSOC 2011 Workshops: ICSOC 2011, International Workshops WESOA, NFPSLAM-SOC, and Satellite Events, Paphos, Cyprus, December 5-8, 2011. Revised Selected Papers*, G. Pallis, M. Jmaiel, A. Charfi, S. Graupner, Y. Karabulut, S. Guinea, et al., Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 233-238.
- [13] K.-L. Skillen, L. Chen, C. D. Nugent, M. P. Donnelly, W. Burns, and I. Solheim, "Ontological user modelling and semantic rule-based reasoning for personalisation of Help-On-Demand services in pervasive environments," *Future Generation Computer Systems*, vol. 34, pp. 97-109, 2014.
- [14] M. A. Niño, C. A. Cobos, and M. E. Mendoza, "UNICAUCA VIRTUAL: METAMODELOS DE UNIVERSIDAD VIRTUAL Y HERRAMIENTAS DE

- SOPORTE," presented at the VII Congreso Iberoamericano de Informática Educativa.
- [15] C. Hoyos, *Un modelo para investigación documental : guía teórico-práctica sobre construcción de Estados del Arte con importantes reflexiones sobre la investigación*: Señal Editora, 2000.
- [16] C. E. Serrano, "Un Modelo Integral para un Profesional en Ingeniería," 2003.
- [17] M. A. Niño, "INTERACCIÓN SEMÁNTICA DE OBJETOS EN LA WEB DE LAS COSAS " Doctorado, Universidad del Cauca, 2016.
- [18] S. Ambler. (2006, 28/09/2017). *The Agile Unified Process Home Page*. Available: <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>
- [19] P. Runeson and M. Höst, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empirical Software Engineering*, vol. 14, p. 131, December 19 2008.
- [20] A. Gluhak, M. Hauswirth, S. Krco, N. Stojanovic, M. Bauer, R. Nielsen, *et al.*, "An Architectural Blueprint for a Real-World Internet," in *The Future Internet: Future Internet Assembly 2011: Achievements and Technological Promises*, J. Domingue, A. Galis, A. Gavras, T. Zahariadis, D. Lambert, F. Cleary, *et al.*, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 67-80.
- [21] P. Guillemin and P. Friess, *Internet of things strategic research roadmap*, 2009.
- [22] H.-D. Ma, "Internet of Things: Objectives and Scientific Challenges," *Journal of Computer Science and Technology*, vol. 26, pp. 919-924, 2011.
- [23] P. E. Estrada-Martinez and J. A. Garcia-Macias, "Semantic interactions in the Internet of Things," *Int. J. Ad Hoc Ubiquitous Comput.*, vol. 13, pp. 167-175, 2013.
- [24] S. S. Mathew, Y. Atif, Q. Z. Sheng, and Z. Maamar, "Web of Things: Description, Discovery and Integration," in *Internet of Things (iThings/CPSCoM), 2011 International Conference on and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, 2011, pp. 9-15.
- [25] E. A. Cruz Martinez, "Proyecto de grado: Construcción de un modelo semántico para la gestión del conocimiento asociado a los humedales," Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.
- [26] G. Biamino, "A Semantic Model for Socially Aware Objects," *Advances in Internet of Things*, vol. 02, pp. 47-55, 2012.
- [27] X. Tao and Y. Li, "A User Profiles Acquiring Approach Using Pseudo-Relevance Feedback," in *Rough Sets and Knowledge Technology: 4th International Conference, RSKT 2009, Gold Coast, Australia, July 14-16, 2009. Proceedings*, P. Wen, Y. Li, L. Polkowski, Y. Yao, S. Tsumoto, and G. Wang, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 658-665.
- [28] S. Gauch, M. Speretta, A. Chandramouli, and A. Micarelli, "User Profiles for Personalized Information Access," in *The Adaptive Web: Methods and Strategies of Web Personalization*, P. Brusilovsky, A. Kobsa, and W. Nejdl, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007, pp. 54-89.
- [29] A. Moukas and P. Maes, "Amalthea: An Evolving Multi-Agent Information Filtering and Discovery System for the WWW," *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, vol. 1, pp. 59-88, 1998// 1998.
- [30] L. Chen and K. Sycara, "WebMate: a personal agent for browsing and searching," presented at the Proceedings of the second international conference on Autonomous agents, Minneapolis, Minnesota, USA, 1998.
- [31] D. Widyantoro, J. Yin, M. Seif, A. Zacchi, and J. Yen, "Alipes: swift messenger in cyberspace," 1999.
- [32] F. A. Asnicar and C. Tasso, "ifWeb: a Prototype of User Model-Based Intelligent Agent for Document Filtering and Navigation in the World Wide Web," 1997.

- [33] A. Tan and C. Teo, "Learning user profiles for personalized information dissemination," *The 1998 IEEE International Joint Conference ...*, 1998.
- [34] G. Gentili, A. Micarelli, and F. Sciarrone, "Infoweb: An adaptive information filtering system for the cultural heritage domain," *Applied Artificial Intelligence*, 2003.
- [35] A. Micarelli and F. Sciarrone, "Anatomy and empirical evaluation of an adaptive web-based information filtering system," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 2004.
- [36] A. Tan, "Adaptive resonance associative map," *Neural Networks*, 1995.
- [37] B. Sheth, *A learning approach to personalized information filtering*: Citeseer, 1994.
- [38] S. E. Middleton, N. R. Shadbolt, and D. C. D. ..., "Capturing interest through inference and visualization: ontological user profiling in ...," *Proceedings of the 2nd ...*, 2003.
- [39] A. Pretschner and S. Gauch, "Ontology based personalized search," *ictai*, 1999.
- [40] A. Sieg, B. Mobasher, and R. Burke, "Web search personalization with ontological user profiles," *... of the sixteenth ACM conference on ...*, 2007.
- [41] F. Liu, C. Yu, and W. Meng, "Personalized web search by mapping user queries to categories," *... of the eleventh international conference on ...*, 2002.
- [42] C. Chen, M. Chen, and Y. Sun, "PVA: A self-adaptive personal view agent," *Journal of Intelligent Information Systems*, 2002.
- [43] P. Haase, A. Hotho, L. Schmidt-Thieme, and Y. ..., "Collaborative and usage-driven evolution of personal ontologies," *The Semantic Web: ...*, 2005.
- [44] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "Context aware computing for the internet of things: A survey," *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, vol. 16, pp. 414-454, 2014.
- [45] T. BERNERS-LEE, J. HENDLER, and O. LASSILA, "The Semantic Web," *Scientific American*, pp. 28-37, 2001.
- [46] F. Scioscia and M. Ruta, "Building a Semantic Web of Things: Issues and Perspectives in Information Compression," in *Semantic Computing, 2009. ICSC '09. IEEE International Conference on*, 2009, pp. 589-594.
- [47] A. M. Nagib and H. S. Hamza, "SIGHTED: A Framework for Semantic Integration of Heterogeneous Sensor Data on the Internet of Things," *Procedia Computer Science*, vol. 83, pp. 529-536, // 2016.
- [48] J. A. Guzmán Luna, M. López Bonilla, and I. Durley Torres, "Metodologías y métodos para la construcción de ontologías," *Scientia Et Technica*, vol. XVII, pp. 133-140, 2012.
- [49] G. Barchini, M. Álvarez, S. Herrera, and M. Trejo, "EL ROL DE LAS ONTOLOGÍAS EN LOS SI," *Revista Ingeniería Informática*, 2007.
- [50] M. Á. Abián, "El futuro de la Web XML, RDF/RDFS, ontologías y la Web semántica," pp. 103-103, 2005.
- [51] J. Contreras and J. A. M. Comeche, "TUTORIAL ONTOLOGÍAS."
- [52] A. Gómez-Pérez, M. Fernández-López, and O. Corcho, *Ontological Engineering with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*: Springer-Verlag London, 2004.
- [53] D. M. Sánchez, J. M. Cavero, and E. M. Martínez, "The Road Toward Ontologies," in *Ontologies: A Handbook of Principles, Concepts and Applications in Information Systems*, R. Sharman, R. Kishore, and R. Ramesh, Eds., ed Boston, MA: Springer US, 2007, pp. 3-20.
- [54] M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez, and N. Juristo, "METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering," presented at the AAAI-97 Spring Symposium Series, Stanford University, EEUU, 1997.

- [55] O. Corcho, M. Fernández-López, and A. Gómez-Pérez, "Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?," *Data & Knowledge Engineering*, vol. 46, pp. 41-64, 7// 2003.
- [56] Y. Sure, S. Staab, and R. Studer, "On-To-Knowledge Methodology (OTKM)," in *Handbook on Ontologies*, S. Staab and R. Studer, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004, pp. 117-132.
- [57] M. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, A. GÓMEZ-PÉREZ, and Oacute, "Overview and analysis of methodologies for building ontologies," *The Knowledge Engineering Review*, vol. 17, pp. 129-156, 2002.
- [58] M. Grüninger and M. Fox, "Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies," presented at the IJCAI'95, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, April 13, 1995, 1995.
- [59] "Protege, <http://protege.stanford.edu/>."
- [60] Ontolingua. (28/09/2017). Available: <http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua/>
- [61] WebOnto. (28/09/2017). Available: <http://projects.kmi.open.ac.uk/webonto/>
- [62] N. Toolkit. (28/09/2017). Available: http://neon-toolkit.org/wiki/Main_Page
- [63] KAON2. (28/09/2017). Available: <http://kaon2.semanticweb.org/>
- [64] Semafora. (28/09/2017). Available: <http://www.semafora-systems.com/en/products/ontostudio/>
- [65] M. Turunen, D. Sonntag, K.-P. Engelbrecht, T. Olsson, D. Schnelle-Walka, and A. Lucero, *Interaction and Humans in Internet of Things* vol. 9299, 2015.
- [66] B. Kim, T. Kim, H.-G. Ko, D. Lee, S. J. Hyun, and I.-Y. Ko, "Personal genie: a distributed framework for spontaneous interaction support with smart objects in a place," presented at the Proceedings of the 7th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication, Kota Kinabalu, Malaysia, 2013.
- [67] C.-H. Lin, P.-H. Ho, and H.-C. Lin, "Framework for NFC-Based Intelligent Agents: A Context-Awareness Enabler for Social Internet of Things," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 2014, p. 16, 2014.
- [68] L. Console, F. Antonelli, G. Biamino, F. Carmagnola, F. Cena, E. Chiabrando, *et al.*, "Interacting with social networks of intelligent things and people in the world of gastronomy," *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.*, vol. 3, pp. 1-38, 2013.
- [69] K.-L. Skillen, C. Nugent, M. Donnelly, L. Chen, and W. Burns, "Using Ontologies for Managing User Profiles in Personalised Mobile Service Delivery," in *Health Monitoring and Personalized Feedback using Multimedia Data*, A. Briassouli, J. Benois-Pineau, and A. Hauptmann, Eds., ed Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 245-264.
- [70] M. Golemati, A. Katifori, C. Vassilakis, G. Lepouras, and C. Halatsis, "Creating an Ontology for the User Profile: Method and Applications," *In Proceedings of the First International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, April 23-26 2007.
- [71] D. Bonino and F. Corno, "DogOnt - Ontology Modeling for Intelligent Domestic Environments," in *The Semantic Web - ISWC 2008: 7th International Semantic Web Conference, ISWC 2008, Karlsruhe, Germany, October 26-30, 2008. Proceedings*, A. Sheth, S. Staab, M. Dean, M. Paolucci, D. Maynard, T. Finin, *et al.*, Eds., ed Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 790-803.
- [72] D. Riobamba and S. Guerrero, "ESCENARIO DE INTERACCION SEMÁNTICA DE OBJETOS INTELIGENTES EN LA WoT," Universidad del Cauca, 2016.
- [73] A. Castillo, Barrios, Judith, Montilva, Jonás, Rivero, Dulce., 31 (Agosto-Noviembre) : [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2017] " Conceptualización del proceso

- de implementación de software: perspectivas ágil y disciplinada," *Ciencia e Ingeniería [en línea] Disponible* en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=507550789003>>, 2010.
- [74] H. A. Flórez Fernández, "- Programación orientada a objetos usando java," 2012.
- [75] R. H. Sampieri, C. F. Collado, and M. d. P. B. Lucio, *Metodología de la Investigación*, Sexta Edición ed., 2014.