

**ENTORNO DE VIDA ASISTIDA BASADO EN LA WEB SEMÁNTICA DE LAS
COSAS PARA EL CUIDADO DE LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**



Universidad
del Cauca

YAZMIN ANDREA PABÓN GUERRERO

Tesis de Maestría en Computación

Director: PhD. Miguel Ángel Niño Zambrano

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Maestría en Computación
Grupo de I+D en Tecnologías de la Información (GTI)
Área de Investigación en Gestión del Conocimiento y Tecnologías Internet
Popayán, diciembre de 2021

YAZMIN ANDREA PABÓN GUERRERO

**ENTORNO DE VIDA ASISTIDA BASADO EN LA WEB SEMÁNTICA DE LAS
COSAS PARA EL CUIDADO DE LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**

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

Magíster en
Computación

Director
Director: PhD. Miguel Ángel Niño Zambrano

Popayán
2021

Dedicatoria

*A mi persona favorita, mi abuelito Eliecer Guerrero,
y a mi tía Elvia García, quienes siempre me llenaron
de amor y apoyo incondicional, y sé que desde el cielo
aún me acompañan y me llenan de bendiciones.*

Agradecimientos

Gracias a Dios y a la Virgen María por brindarme tantas bendiciones y por poner en mi camino personas maravillosas que me permiten crecer profesional y personalmente. A mis padres y mi hermana por apoyarme en todo momento y llenarme de amor. A mi abuelita Margarita, la luz de mi vida y la razón principal para ser mejor persona cada día. A Julián Rojas por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada etapa de este camino.

Al PhD. Miguel Ángel Niño Zambrano por brindarme su conocimiento y experiencia que permitió obtener las herramientas necesarias para concluir satisfactoriamente este proceso. Gracias a él y a la PhD. Elizabeth Granados Pemberty por brindarme su confianza y siempre preocuparse por mi bienestar, motivándome a buscar nuevos caminos para lograr la felicidad.

A los docentes de la Maestría en Computación por todo el conocimiento brindado y por la motivación dada para continuar por el camino de la investigación.

Gracias al programa de Maestría en Computación por su apoyo constante y por su preocupación por siempre ofrecer educación de alta calidad.

Resumen Estructurado

Antecedentes: La Web de las Cosas (IoT) ha permitido monitorear a los adultos mayores con el objetivo de evitar y alertar sobre eventos que puedan poner en riesgo su salud y el bienestar. A pesar de los esfuerzos realizados en la literatura, los adultos mayores aún tienen resistencia al uso de esta tecnología o no encuentran servicios adecuados a sus características y necesidades. Además, es posible que estos servicios generen un nivel de dependencia que puede influir negativamente, deteriorando su estado físico o mental.

Objetivo: Crear un modelo semántico de servicios provistos por los objetos inteligentes de la WoT a los adultos mayores en un entorno de Casa Inteligente, mediante su interacción con una interfaz en Lenguaje Natural, con el fin de apoyar sus actividades diarias a través de servicios personalizados.

Métodos: Para la investigación se utilizaron los siguientes métodos: i) mapeo sistemático, ii) metodología para la construcción de ontologías, iii) grupo focal, y iv) prueba de concepto.

Resultados: i) Un mapeo sistemático de la literatura relacionado a la utilización de técnicas de la Web Semántica para el cuidado de los adultos mayores en entornos AAL, ii) una ontología que tiene en cuenta las necesidades, preferencias y condiciones de salud del adulto mayor, iii) la adaptación de un entorno de objetos inteligentes de la WoT capaces de gestionar la ontología desarrollada, iv) una monografía con los resultados de la investigación, y v) un artículo publicado en una revista indexada

Conclusiones La solución propuesta permite gestionar las preferencias, necesidades y condiciones de salud del adulto mayor con el fin de ofrecer servicios adecuados a su contexto, procurando generar la menor dependencia posible. Esta propuesta fue evaluada desde un grupo focal con expertos y con una prueba de concepto. Como trabajo futuro se plantea un estudio longitudinal que permita obtener resultados concluyentes sobre la reducción de la dependencia, además de tener en cuenta a familiares y cuidadores.

Palabras claves: Web de las cosas, Internet de las cosas, Adultos mayores, Vida Asistida por el Entorno.

Structured Abstract

Background: The Web of Things (IoT) allows monitoring older adults to avoid and warn about events that may put their health and well-being at risk. Despite the efforts made in the literature, older adults still have resistance to the use of this technology or do not find adequate services for their characteristics and needs. In addition, these services may generate a level of dependency that can have a negative influence, deteriorating their physical or mental state.

Objective: Create a semantic model of services provided by WoT smart objects to older adults in a Smart Home environment, through their interaction with a Natural Language interface, to support their daily activities through personalized services.

Methods: The following methods were used for the research: i) systematic mapping, ii) methodology for the construction of ontologies, iii) focus group and iv) proof of concept.

Results: i) A systematic mapping of the literature related to the use of techniques of the Semantic Web for the care of the elderly in AAL settings, ii) an ontology that considers the needs, preferences, and health conditions of the elderly, iii) the adaptation of an environment of intelligent WoT objects capable of managing the developed ontology, iv) a monograph with the results of the research, and v) an article published in an indexed journal

Conclusions: The proposed solution allows managing the preferences, needs, and health conditions of the elderly to offer services appropriate to their context, trying to generate the least dependence possible. This proposal was evaluated from a focus group with experts and with a proof of concept. As future work, a longitudinal study is proposed that allows obtaining conclusive results on the reduction of dependency, in addition to considering family members and caregivers.

Keywords: Internet of Things, Web of Things, Elderly, Ambient Assisted Living.

Tabla de Contenido

Capítulo 1	10
1 Introducción	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Hipótesis.....	12
1.3 Aportes del Proyecto	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo General	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	13
1.5 Resultados obtenidos	13
1.6 Estructura de la monografía.....	14
Capítulo 2	15
2. Contexto teórico y estado del arte	15
2.1. Contexto teórico	15
2.2 Estado del Arte	19
Capítulo 3	31
3 Modelo de Servicios para la WoT.....	31
3.1 Metodología para la creación del modelo	31
3.1.1 Etapa 1: Determinar el ámbito del modelo:.....	31
3.1.2 Etapa 2: Definir el modelo	32
3.1.2.1 Abstracción Formal.....	33
3.1.2.2 Implementación	42
3.1.2.3 Diseño de la prueba preliminar del modelo.....	46
3.2 Aportes del modelo propuesto	48
Capítulo 4	50
4 Evaluación del Modelo de Servicios para la WoT.....	50
4.1 Planificación	50
4.1.1 Objetivo del Grupo Focal:.....	50
4.1.2 Objetivo de Investigación:	50
4.1.3 Preparación de materiales y procedimientos a seguir por parte del grupo de investigación:	51

4.1.3.1	Protocolo del grupo focal:	51
4.1.3.2	Elementos necesarios para llevar a cabo el grupo focal:	51
4.1.3.3	Métodos de captura y registro de información	52
4.1.3.4	Métodos de análisis de información.....	52
4.2	Selección de la muestra:.....	52
4.2.1	Definición del perfil del participante.....	52
4.2.2	Identificación de los participantes.....	52
4.3	Ejecutar el grupo focal	53
4.3.1	Captura de información	53
4.4	Observación y Reflexión	54
4.4.1	Análisis de las preguntas cerradas.....	54
4.4.2	Análisis de las preguntas abiertas.....	56
4.4.3	Información extraída de la relatoría	57
4.4.4	Acciones de mejora.....	58
Capítulo 5	59
5	Prueba de Concepto	59
5.1	Fase de Inicio	60
5.1.1	Análisis de los requisitos:	60
5.1.2	Diagrama de Casos de Uso:	62
5.2	Fase de Elaboración.....	64
5.3	Fase de Construcción.....	65
5.3.1	Iteración 1	66
5.3.2	Iteración 2	67
5.4	Fase de Transición – Prueba de Concepto.....	67
5.4.1	Diseño de la prueba de Concepto	68
5.4.1.1	Pregunta de Investigación	68
5.4.1.2	Unidades de análisis.....	68
5.4.1	Conceptos por probar y variables a medir.....	68
5.4.1	Indicadores de Medición	69
5.4.1	Métodos de recopilación de la información.....	72
5.4.2	Ejecución y Recolección de Datos	72
5.4.3	Análisis y Validación	77
5.4.3.1	Análisis de datos cualitativos	77
5.4.3.2	Análisis de datos cuantitativos.....	78
5.4.3.3	Validación de conceptos.....	79

Capítulo 6	81
7 Conclusiones y trabajos a futuro	81
Capítulo 7	83
8 Referencias.....	83

Lista de figuras

Fig. 1 Modelo Ontológico del Adulto Mayor (Fuente propia).....	37
Fig. 2 Conceptos relacionados al perfil de usuario (Fuente propia).....	38
Fig. 3 Conceptos relacionados a los objetos inteligentes (Fuente Propia).....	39
Fig. 4 Conceptos relacionados a los objetos inteligentes (Fuente Propia).....	40
Fig. 5 Conceptos relacionados al adulto mayor (Fuente Propia).	41
Fig. 6 Arquitectura propuesta por Niño-Zambrano [65] (Fuente: Grupo de Investigación GTI).	47
Fig. 7 Diagrama de Casos de Uso (Fuente Propia).....	62
Fig. 8 Adaptación de la arquitectura del Escenario de Interacción Semántica (Fuente: Grupo de investigación GTI).....	64
Fig. 9 Diagrama Detección de Usuario (Fuente propia).	65
Fig. 10 Diagrama de despliegue (Fuente propia).	66

Lista de tablas

Tabla 1 Taxonomía de las actividades significativas para los adultos mayores en casas inteligentes [30].....	17
Tabla 2. Sistema de conexión en la casa inteligente para adultos mayores [43].	19
Tabla 3. Investigaciones de monitoreo del adulto mayor.....	22
Tabla 4. Técnicas de la Web Semántica utilizadas por los estudios encontrados.	22
Tabla 5. Conceptos utilizados en los trabajos relacionados.	24
Tabla 6. Especificación de la Ontología.	33
Tabla 7 Glosario de Términos Ontología.....	35
Tabla 8. Preguntas expresadas en SPARQL.	42
Tabla 9 Ejemplo toma pastillas escenario de motivación	45
Tabla 10. Métricas de la Ontología.	46
Tabla 11. Protocolo del Grupo Focal.....	51
Tabla 12. Elementos para tener en cuenta en la realización del grupo focal.	51
Tabla 13. Perfil profesional de los participantes en el grupo focal.....	52
Tabla 14. Organización del grupo focal.....	53
Tabla 15. Cuestionario de evaluación para el grupo focal.....	54
Tabla 16. Conteo de respuestas a preguntas P1-P8.....	55
Tabla 17. Respuestas a las preguntas abiertas.	56
Tabla 18. Acciones de mejora definidas para el modelo.	58
Tabla 19. Descripción de los objetos implementados en el escenario de interacción semántica.	60
Tabla 20. Caso de uso Generar Recomendación.	63
Tabla 21. Caso de uso Detectar Usuario.	63
Tabla 22. Caso de uso Ejecutar ECA.....	63
Tabla 23. Metodología Prueba de Concepto.....	67
Tabla 24. Escala Likert 1 a 5.....	70
Tabla 25. Resultados de la encuesta de la prueba de concepto.	77
Tabla 26. Simulación horarios de pastilla.....	78
Tabla 27. Registros obtenidos de la herramienta LogPanel	78

1 Introducción

1.1 Planteamiento del problema

La Internet de las Cosas (Internet of Things – IoT) ha permitido que los objetos cotidianos puedan obtener y procesar información de su entorno, proporcionando servicios y comunicándose por medio de protocolos web con otros objetos, convirtiéndose así en objetos inteligentes [1]. Cuando estos objetos tienen una representación en una plataforma común y ampliamente utilizada como la web, aparece el concepto de la Web de las Cosas (Web of Things – WoT) [2].

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los dispositivos de la IoT se han incorporado técnicas de la Web Semántica para que los datos compartidos cuenten con un significado bien definido, de manera que sean comprensibles tanto para las máquinas como para los humanos [3]. Lo anterior ha permitido construir servicios de información inteligentes, que suplen las necesidades de los usuarios, a ello se le ha denominado la Web Semántica de las Cosas (Semantic Web of Things – SWoT) [4]. El hecho de tener datos comprensibles permite a la SWoT tener capacidades de razonamiento, infiriendo implícitamente consecuencias lógicas y nuevos hechos sobre los datos. Para codificar el conocimiento de dominio y las reglas de inferencia se usan los lenguajes de ontologías [5].

Uno de los campos de aplicación de la IoT (Internet of Things – IoT) es la creación de objetos inteligentes con Inteligencia Ambiental (Ambiental Inteligencia – AI), donde los objetos registran cambios en el ambiente y ofrecen servicios ajustados a sus usuarios [6]. En este sentido, la IoT está fuertemente relacionada con los sistemas AAL (Ambient Assisted Living), cuyo propósito es monitorear tanto las condiciones ambientales, como el comportamiento del adulto mayor (personas mayores de 60 años). Un entorno AAL cuenta con un sistema de sensores desplegados en la casa inteligente, con el fin de apoyar al adulto mayor en las actividades diarias, mantener su autonomía y alertar a sus familiares sobre situaciones de riesgo [7, 8].

Una preocupación respecto a los adultos mayores surge en torno a la pregunta:

¿cómo apoyar a los adultos mayores en sus actividades diarias para que puedan vivir de una manera activa e independiente en un ambiente familiar para ellos?

La preocupación anterior cobra relevancia teniendo en cuenta que, según la OMS, la población de adultos mayores habrá subido de 1000 millones en 2020 a 1400 millones en el 2030¹ y de acuerdo con el Censo DANE 2018, para el 2020 el 13,5% de la población colombiana es mayor de 60 años. En este sentido se han realizado una serie de investigaciones en las que la IoT ha desempeñado un papel importante, por ejemplo, en el

¹ <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>

campo de la salud, monitoreando sus actividades para reaccionar de manera oportuna ante anomalías y mejorar su calidad de vida [9, 10], ayudarles a encontrar los objetos importantes que muchas veces olvidan debido a su edad [11], detectar el cambio de comportamiento, predecir depresión [12], detectar caídas [13], y realizar seguimiento de los patrones del sueño para detectar crisis de apnea del sueño [14], entre otras. Otras investigaciones pretenden modelar por medio de tecnologías de la web semántica, específicamente por medio de ontologías, las actividades de la vida diaria [15], la información médica de los adultos mayores, los datos ambientales, preferencias relacionadas a condiciones ambientales específicas [16], modelar las discapacidades y condiciones de salud utilizando estándares internacionales y localización dentro y fuera de casa de manera no intrusiva [17].

A pesar de lo anterior, se presta poca atención al moldeamiento de los objetos inteligentes y los servicios ofrecidos por los mismos para suplir la carencia de personalización² de servicios en la IoT. La personalización se logra incluyendo mecanismos semánticos necesarios para aprovechar los datos obtenidos y aprender del usuario con el fin de ofrecerles servicios ajustados a sus preferencias o necesidades actuales, el cual es un campo aún en investigación [19-21].

Aunque se han hecho esfuerzos para personalizar los servicios ofrecidos por los objetos inteligentes en la IoT [19] para monitorear, modelar y analizar el comportamiento de los usuarios, especialmente de los adultos mayores, hasta el momento no se evidencia en la literatura un estudio que proponga un modelo semántico basado en los hábitos y actividades que realiza una persona en interacción con los objetos inteligentes sin fomentar la dependencia a los mismos. Además, se necesita un mecanismo no intrusivo para monitorear a las personas mayores de una manera fácil y amigable, dada la resistencia significativa a la tecnología [22].

Debido a lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación de ingeniería:

¿Cómo apoyar las actividades diarias del adulto mayor en cuanto a su cuidado y salud, a partir de un entorno de objetos inteligentes de la Web de las Cosas?

El enfoque de solución de la presente propuesta consiste en capturar la información de sus necesidades, preferencias y hábitos, con el fin de ajustarlos a su interacción con objetos inteligentes y los servicios instalados en su hogar, de tal forma que el apoyo dado por los objetos inteligentes de la WoT haga parte natural de sus propias actividades y en lo posible generen un sentimiento de poca intrusión de esta tecnología en el adulto mayor. Esto se pretende lograr haciendo uso de la tecnología de la WoT en las actividades que requieran apoyo, a la vez que se intenta disminuir la dependencia a la misma.

Por ejemplo, cuando el adulto mayor olvida recurrentemente tomar alguna medicina, ya sea porque tiene problemas de memoria o porque activamente no quiere tomar el medicamento. En este caso, un objeto inteligente de la IoT podría recordar la hora de tomar el medicamento, y otro objeto podría presentar algunos ejercicios para desarrollar la memoria del adulto mayor, con el fin de que él mismo recuerde cuando tomar su medicina. Después de un tiempo, si la persona recuerda por ella misma el momento de tomarse la medicina, se disminuirá la intervención del objeto inteligente para emitir la alerta, en dado caso de que

² Personalización: la capacidad de proporcionar contenidos y servicios adaptados a las personas en función del conocimiento sobre sus necesidades, expectativas, preferencias, limitaciones y comportamientos" [18] S. Berkovsky and J. Freyne, "Web Personalization and Recommender Systems," presented at the Proceedings of the 21th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Sydney, NSW, Australia, 2015.

no lo recuerde de manera personal, siempre podrá ser alertado por este mismo objeto inteligente. Para el caso que activamente no quiera tomar el medicamento, se alertará a sus familiares o a su servicio de salud sobre esta situación, con el fin de que tomen las medidas necesarias. También se pueden instalar objetos inteligentes de la IoT que monitoreen variables físicas relacionadas con el ambiente (temperatura, humedad, luz, etc.), y actividades de las personas (hora de levantarse, ver televisión, comer, etc.), así como sus signos vitales. Toda esta información puede ser comparada respecto a las condiciones de salud que presenta la persona, con el fin de generar servicios de monitoreo, alertas e incluso llamar a servicios de urgencias si es necesario.

También se debe tener en cuenta la presentación de los servicios de acuerdo con las condiciones de salud, para el caso del ejemplo anterior, si la persona presenta problemas auditivos no sería adecuado presentar la alerta de una forma sonora, se tendría que pensar, por ejemplo, en una forma visual, prestando atención a que dicha interacción no genere una emoción negativa en la persona, sino que resulte de una forma natural dentro de su propio entorno, por ejemplo, una luz roja intermitente en el cajón donde guarda las pastillas o un tono de voz tranquilo y no tan agudo en el caso de una alerta auditiva.

1.2 Hipótesis

H1: Un modelo semántico de servicios para la WoT con una interfaz en lenguaje natural y centrado en la información de los adultos mayores, permite apoyar sus actividades diarias, mediante la ejecución de servicios de los objetos inteligentes ajustados a sus necesidades o preferencias.

1.3 Aportes del Proyecto

Los aportes de este proyecto se consolidan en:

Investigación:

Con esta propuesta se pretende aportar teóricamente creando un modelo semántico basado en los servicios provistos por los objetos inteligentes de la WoT a los adultos mayores en un entorno de Casa Inteligente, el cual además de servir para cuidar de las personas mayores, puede ser ampliado y utilizado en otros sectores, como la automatización de las casas. El modelo incorporará elementos que permitan identificar la excesiva dependencia de los servicios por parte de los adultos mayores, con el fin de evitar un mayor detrimento de su salud.

Innovación e Impacto:

Esta propuesta pretende ayudar a los adultos mayores, una población en constante crecimiento, utilizando la WoT, en particular objetos inteligentes, para personalizar los servicios que proveen, esto impacta directamente en su independencia, y de esta forma mejora su calidad de vida, puesto que no van a sentirse una carga para su familia.

Además, se propone un sistema de información para los datos generados por los objetos inteligentes puedan aprender del comportamiento del usuario y brindarles mejores servicios. Esta investigación podría servir para que otros trabajos reutilicen el enfoque metodológico y puedan generar otro tipo de modelos, no solo en la WoT.

1.4 Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos tal y como fueron aprobados por el Consejo de Facultad de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca en el anteproyecto.

1.4.1 Objetivo General

Crear un modelo semántico de servicios provistos por los objetos inteligentes de la WoT a los adultos mayores en un entorno de Casa Inteligente, mediante su interacción con una interfaz en Lenguaje Natural, con el fin de apoyar sus actividades diarias a través de servicios personalizados.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Obtener un modelo semántico de servicios provistos por los objetos inteligentes de la WoT a los adultos mayores en un entorno de Casa Inteligente, mediante la caracterización y diseño de servicios que tengan en cuenta sus actividades, hábitos, necesidades y preferencias respecto a limitaciones físicas y mentales, seleccionadas en el transcurso de la investigación.
- Evaluar el modelo propuesto consultando a expertos en el área de la salud de los adultos mayores a través de un Grupo Focal, para obtener realimentación que permita mejorar el modelo.
- Implementar una prueba de concepto que haga uso del modelo propuesto, mediante la interacción en lenguaje natural entre un objeto inteligente coordinador de la WoT y el adulto mayor, con el fin de evaluar la eficiencia y eficacia [36] del modelo para ajustar los servicios de los objetos inteligentes de acuerdo con las necesidades de este.

1.5 Resultados obtenidos

A continuación, se resumen los principales resultados de la tesis:

- a) **Monografía de la tesis:** se refiere al presente documento el cual presenta el estado del arte relacionado con utilización de técnicas de la Web Semántica para el cuidado de los adultos mayores en entornos AAL, la creación de un modelo semántico de servicios que permita apoyar las actividades de la vida diaria de los adultos mayores a través de servicios personalizados el cual fue evaluado mediante un grupo focal y una prueba de concepto. Finalmente, se exponen los resultados obtenidos y el trabajo futuro.
- b) **Código fuente del escenario de interacción semántica** se refiere al código fuente del escenario desarrollado y se encuentra disponible un anexo digital (**Anexo A**) de esta tesis.
- c) **Artículo** titulado “*Mapeo Sistemático sobre la Web Semántica de las Cosas y el Cuidado de Adultos Mayores*” que fue presentado en las XV Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento – JIICIS’2020 - y publicado en la Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información RISTI, la cual para el año 2020 fue reconocida como **B** por el PUBLINDEX de Colciencias y clasificada como **Q3** en **SJQ**. Ver **Anexo B**.

1.6 Estructura de la monografía

A continuación, se presenta la organización general del documento y un resumen de la información presentada en cada capítulo:

- **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN:** Hace referencia al presente capítulo que introduce el tema de investigación, presenta la pregunta de investigación que originó el trabajo, los aportes al problema, el objetivo general y específicos definidos inicialmente en el anteproyecto, una descripción general de los resultados obtenidos y finaliza con la organización del documento.
- **CAPÍTULO 2: CONTEXTO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE:** En este capítulo se presentan conceptos teóricos relacionados a los entornos AAL y a las características de los adultos mayores. Por otra parte, se presenta una revisión a la literatura sobre la utilización de técnicas de la Web Semántica para el cuidado de los adultos mayores en entornos AAL.
- **CAPÍTULO 3: MODELO DE SERVICIOS PARA LA WoT:** En este capítulo se presenta la metodología seguida para la construcción del modelo semántico de servicios basado en las preferencias, necesidades y actividades de los adultos mayores, así como los principales artefactos. Como resultado, se presenta el modelo obtenido el cual integra lo encontrado en la literatura.
- **CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DEL MODELO DE SERVICIOS PARA LA WoT:** En este capítulo se muestran los resultados obtenidos al evaluar el modelo propuesto por medio de un Grupo Focal en el cual participaron expertos en el cuidado y atención del adulto mayor, así como familiares y un experto en ontologías. Los resultados permitieron refinar el modelo y generar una nueva versión de este.
- **CAPÍTULO 5: PRUEBA DE CONCEPTO:** En este capítulo se presenta la evaluación del modelo mediante una prueba de concepto. Para desarrollar el prototipo fue utilizada la metodología UP Ágil. Además, para formalizar la evaluación del mismo fue adaptada la metodología del estudio de caso propuesta por Runeson and Höst [23]. Los resultados obtenidos permitieron validar el modelo propuesto.
- **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO:** En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas al finalizar la tesis de maestría e ideas que el grupo de investigación espera realizar en un trabajo a futuro.
- **CAPÍTULO 8: REFERENCIAS:** Este capítulo final contiene las referencias bibliográficas de los artículos, libros, entre otros, consultados para la realización de la investigación.

2. Contexto teórico y estado del arte

2.1. Contexto teórico

2.1.1 Internet de las Cosas (IoT) y Web de las Cosas (WoT)

La Internet de las Cosas (Internet of Things – IoT) “*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*” [24]. La IoT permite al usuario interactuar con una variedad de objetos inteligentes en el que existe gran cantidad de servicios con diferentes calidades y capacidades, haciéndose necesario realizar un proceso de descubrimiento y personalización de servicios de acuerdo al usuario y su contexto actual [25]. Por su parte, la Web de las cosas (Web of Things - WoT) permite la integración de objetos inteligentes y dispositivos a la Web [26], 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 [27].

2.1.2 Casa Inteligente y Vida Asistida por el Entorno (AAL)

Hace referencia a una casa que posee inteligencia ambiental y control automático, que anticipa y responde a las necesidades de los ocupantes, trabajando para promover su comodidad, conveniencia, seguridad y entretenimiento a través de la gestión de la tecnología dentro del hogar [28, 29].

La casa inteligente puede ayudar a los adultos mayores a mejorar su calidad de vida, prolongar una vida independiente y reducir la necesidad de cuidadores o enfermeros, sin perder la seguridad que proporciona un monitoreo continuo y constante, lo que beneficia tanto a los adultos mayores, como también a sus familias, cuidadores y en general, a la sociedad. Lo anterior se conoce como Vida Asistida por el Entorno (Ambient Assisted Living – AAL) [30].

2.1.3 Modelo Semántico de Servicios y Perfil de Usuario en la WoT

“El modelado semántico, es la descripción del significado de los datos y cómo 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” [31].

Según Biamino [32], 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 [33]. 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 [34]. La creación del perfil de usuario se hace instanciando el modelo de usuario [33].

El modelo semántico de servicios tendrá en cuenta tanto el perfil de usuario centrado en las necesidades específicas de los adultos mayores, junto con el modelamiento de los objetos inteligentes y los servicios ofrecidos por los mismos de acuerdo con el contexto del usuario, con el fin de entregar servicios personalizados que apoyen al adulto mayor.

2.1.4 Envejecimiento

Según el Ministerio de Salud de Colombia – Minsalud, *“El envejecimiento humano constituye un proceso multidimensional de los seres humanos que se caracteriza por ser heterogéneo, intrínseco e irreversible; inicia con la concepción, se desarrolla durante el curso de vida y termina con la muerte. Es un proceso complejo de cambios biológicos y psicológicos de los individuos en interacción continua con la vida social, económica, cultural y ecológica de las comunidades, durante el transcurso del tiempo”* [35].

2.1.5 Persona Adulta Mayor

Según el Ministerio de Salud de Colombia – Minsalud, *“Las personas adultas mayores son sujetos de derecho, socialmente activos, con garantías y responsabilidades respecto de sí mismas, su familia y su sociedad, con su entorno inmediato y con las futuras generaciones. Las personas envejecen de múltiples maneras dependiendo de las experiencias, eventos cruciales y transiciones afrontadas durante sus cursos de vida, es decir, implica procesos de desarrollo y de deterioro. Generalmente, una persona adulta mayor es una persona de 60 años o más de edad”* [35].

2.1.6 Vejez

Según el Ministerio de Salud de Colombia – Minsalud, *“Representa una construcción social y biográfica del último momento del curso de vida humano. La vejez constituye un proceso heterogéneo a lo largo del cual se acumulan, entre otros, necesidades, limitaciones, cambios, pérdidas, capacidades, oportunidades y fortalezas humanas”* [35].

2.1.7 Calidad de Vida

La calidad de vida se refiere a *“la percepción del individuo sobre su posición en la vida dentro del contexto cultural y el sistema de valores en el que vive y con respecto a sus metas, expectativas, normas y preocupaciones”* [36]. Según la revisión sistemática realizada por Santana-Berlanga, et al. [37] la calidad de vida incluye dos aspectos

importantes: el bienestar y las necesidades humanas, además, el ser humano debe ser visto como una unidad donde mente, cuerpo y espíritu están interconectados.

2.1.8 Actividades de la Vida Diaria (AVD) y Actividades Ambulatorias

Según Troyer [38] “el término *Actividades de la Vida Diaria (AVD)* se usa para referirse a un conjunto de actividades cuya realización es necesaria para el autocuidado personal y el mantenimiento de una vida independiente”. Las AVD se pueden clasificar en:

- Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD): Actividades enfocadas al cuidado del propio cuerpo y hacia la movilidad de la persona.
- Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD): Actividades enfocadas a interactuar con el entorno y permiten que la persona viva de manera independiente en comunidad

Además, las actividades ambulatorias son aquellas que están relacionadas a movimientos específicos o posturas de la persona, son importantes puesto que ayudan a detectar el nivel de actividad física y situaciones peligrosas [30]. Se clasifican en:

- Actividades estacionarias: Describen una postura como sentado, parado o acostado.
- Actividades de transición: Cambio de un estado estacionario a un estado dinámico o viceversa (por ejemplo, pararse para caminar y sentarse para acostarse).
- Actividades dinámicas: Son un conjunto de acciones dinámicas como caminar, correr, entre otras.

Ni, et al. [30] propone una taxonomía de actividades relacionadas con la salud, el bienestar y la independencia en entornos de casa inteligente, enfocado en los adultos mayores, la cual se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1 Taxonomía de las actividades significativas para los adultos mayores en casas inteligentes [30].

Tipo	Actividad	Descripción de cómo la actividad se relaciona con la vida independiente de los adultos mayores
ABVD	Bañarse	Se baña con esponja, se baña en tina o se ducha sin ayuda
	Cepillar los dientes	Se cepilla los dientes sin ayuda (incluido el uso de cepillo de dientes y pasta de dientes)
	Vestirse	Se pone y se quita la ropa y los zapatos sin ayuda (excepto para atarse los zapatos)
	Usar el baño	Va al baño, lo usa, se viste y regresa sin ayuda (puede usar bastón o andador)
	Comer y Beber	Se alimenta y bebe sin ayuda (incluido el uso de cubiertos)
	Dormir	Duerme en una cama en el dormitorio sin ayuda.

Tipo	Actividad	Descripción de cómo la actividad se relaciona con la vida independiente de los adultos mayores
AIVD	Preparar Alimentos	Elige material y comida en la cocina, prepara comidas de forma autónoma sin ayuda
	Preparar bebidas	Elige el tipo de bebidas, prepara bebidas con azúcar o leche
	Descansar	Lee un libro, escucha música, opera y mira televisión sin ayuda durante el tiempo libre
	Limpieza interna	Mantiene la casa limpia (barre el piso con una escoba, lava platos y vasos en la cocina, etc.) y hace las tareas del hogar (como planchar) sin ayuda
	Usar un teléfono	Toma el teléfono, marca el número, tiene una conversación o responde una llamada sin ayuda
	Tomar Medicina	Toma los medicamentos recetados de manera adecuada y oportuna sin ayuda
Actividades Ambulatorias	Caminar	Camina de un lugar a otro, sube o baja las escaleras sin ayuda
	Hacer Ejercicio	Hace ejercicio como correr y andar en bicicleta sin ayuda
	Actividades transicionales	Realiza movimientos de transición (como sentarse para pararse, sentarse para acostarse, pararse para sentarse, acostarse para sentarse) dentro y fuera de la cama o silla sin ayuda
	Actividades estacionarias	Se sienta en el sofá, se para por un período de tiempo (puede usar bastón o andador), se acuesta en la cama o en el sofá.

2.1.9 Dependencia

Fan, et al. [39] definen la dependencia a la tecnología como “*la confianza en una variedad de dispositivos, herramientas, aplicaciones de software y procedimientos para ayudar a resolver problemas o realizar funciones específicas.*” En este campo investigadores como Yoon and Choi [40] realizaron un estudio sobre la dependencia a los autoservicios tecnológicos (SST – Self-Service Technology), proponiendo tres dimensiones de la dependencia:

“Dimensión de Método: El grado de dependencia en los SSTs debido a la percepción que los métodos y procedimientos para desarrollar una tarea son complicados y difíciles sin usar estos servicios.

Dimensión de Procesamiento de Tarea: El grado de dependencia en los SSTs debido a la percepción que es imposible lograr una tarea sin utilizar estos servicios.

Dimensión de Tiempo: El grado en el cual las personas confían en los SSTs por la percepción que podría tomar un largo tiempo procesar una tarea sin utilizarlos.”

2.2 Estado del Arte

Para obtener el estado del arte, se realizó un mapeo sistemático siguiendo el procedimiento definido por Petersen, et al. [41], el cual propone tres etapas: Planificación, Ejecución y Documentación. Este mapeo se realizó con el fin de recopilar y categorizar las investigaciones existentes acerca del tema de investigación.

A continuación se describen las investigaciones relacionadas a los temas abordados en esta propuesta de investigación.

2.2.1 Adopción de la tecnología por los adultos mayores

Al desarrollar soluciones tecnológicas es importante integrar desde etapas tempranas de diseño las capacidades, limitaciones y preferencias de las personas que utilizarán la aplicación [30], por lo cual se han llevado a cabo investigaciones que se preocupan por cómo las personas mayores adoptan y reaccionan frente a la tecnología:

Mincolelli, et al. [22] realizan un estudio comparando los productos comerciales para el cuidado de la salud en las personas mayores, encontrando que la mayoría de estas soluciones, aunque técnicamente funcionan muy bien, carecen de conocimiento de las características especiales de las personas mayores, por lo que pueden llegar a ser incómodas y difíciles de entender para ellas.

Brijesh [42] toma como factor importante la resistencia a la innovación que tienen los adultos mayores para la adopción de la IoT. En su investigación encontraron que las principales razones para que no incorporen la tecnología para el cuidado de la salud son:

- No es fácil de operar
- Solo los doctores pueden ofrecer servicios personalizados
- Riesgo asociado a la seguridad
- Probabilidad que los datos se pierdan.

Aunque se ha logrado avanzar en el monitoreo del estado de salud de los adultos mayores, Liu, et al. [43] se enfocan en la conexión física y psicológica de los adultos mayores con el ambiente externo, por ello proponen la siguiente clasificación:

Tabla 2. Sistema de conexión en la casa inteligente para adultos mayores [43].

Tipos de Conexiones	Subcategorías	Subsistemas
Conexión Física	Necesidades Básicas	Sistema de electrodomésticos
		Sistema de servicios de vida diaria
		Sistema de Enfermera
	Cuidado de la Salud	Sistema de detección de salud
		Sistema de prevención de enfermedades
		Sistema de telemedicina

Tipos de Conexiones	Subcategorías	Subsistemas
	Entorno	Sistema de entrenamiento y rehabilitación
		Sistema de Respuestas de Emergencia
		Sistema de control de temperatura y humedad
		Sistema de control de luz
		Sistema de control de puerta y ventana
		Sistema de monitoreo ambiental
		Sistema de ahorro de energía
	Emoción Positiva	Cine en casa inteligente
		Sistema de juego inteligente
		Sistema inteligente de fiestas
Compromiso	Sistema inteligente de información	
	Sistema inteligente de educación	
	Sistema inteligente de asistencia de intereses	
Conexión Sicológica	Relaciones	Familia
		Amigos
		Pareja
		Mascota
	Significado	Inteligencia artificial
		Cuidar a los nietos
		Apoyo de compañeros
		Cumplimiento de deseos inconclusos
	Logro	Reemplazo y contribución social
		Logro de la realidad
		Logro virtual

Por lo anterior, los dispositivos para la captura de la información y los servicios ofrecidos deben ser amigables, adecuarse a las condiciones físicas y mentales, así como al estilo de vida y hábitos de los usuarios, dado que algunas personas mayores tienen discapacidades físicas, cognitivas o sensoriales, y en lo posible deben ser lo menos intrusivos [22] [44] [45]. Además, como lo expresan Vallée, et al. [19], la personalización en servicios ofrecidos por la IoT es limitada, por lo cual se necesita un mecanismo que permita a los usuarios proporcionar sus preferencias y necesidades de manera amigable, además que permita

aprovechar la información recolectada para aprender y extraer automáticamente algunas preferencias y hábitos del usuario.

2.2.2 IoT para el monitoreo de adultos mayores

La IoT ha permitido diagnosticar, apoyar procesos de rehabilitación y monitorear el estado de salud de los pacientes por medio de dispositivos inteligentes, sin embargo, existen retos para obtener sistemas y aplicaciones seguros y efectivos, como la estandarización de las tecnologías IoT, lograr que los dispositivos de la IoT sean lo menos intrusivos y el correcto aprovechamiento de los datos recolectados por los mismos [46] [47].

Dado que las personas mayores son más susceptibles a sufrir accidentes o viven completamente solas, las siguientes investigaciones se han centrado en monitorear al adulto mayor dentro de la casa con el fin de adelantarse a cualquier situación inusual:

Wu and Tsai [10], utilizan *Beacons* para rastrear la posición, toman por medio de *wearables* los signos vitales de la persona, e incluyen un botón de alerta para que el usuario pueda avisar a su médico o familiares cualquier novedad. Utilizan un algoritmo para calcular cuánto tiempo pasa dentro y fuera de casa, y de esta manera, ante anomalías alertar a la familia.

Hung, et al. [11], son conscientes del sentimiento de ansiedad que produce a un adulto mayor no recordar en qué lugar de la casa dejó un objeto importante, por ello, dotan los objetos más relevantes del usuario con *Beacons* y proponen un algoritmo híbrido para rastrear los movimientos del usuario dentro de la casa. Cuando el usuario olvida elementos, por medio del celular se muestra la ubicación del usuario y en qué lugar está el objeto.

Chen, et al. [12] registran la localización y acciones del adulto mayor, las compara respecto a las pasadas, y de esta manera identifica una diferencia de comportamiento, con el fin de detectar depresión. Para obtener la localización dentro de casa utilizan un sistema basado en *Bluetooth Low Energy* (BLE), y para reconocer los movimientos diarios utilizan *Smart Glasses*. El sistema aún está en prototipos.

Yacchirema, et al. [14], proponen un sistema para ayudar en el tratamiento de OSA (Obtrusive Sleep Apnea), mediante el despliegue de sensores de ambiente para determinar si las condiciones de la habitación del adulto mayor son adecuadas para dormir, y así responder en tiempo real a situaciones inusuales. Este trabajo resalta que la IoT apoya el monitoreo y control en un ecosistema de salud y las técnicas de análisis de datos apoyan la toma de decisiones, por lo que su combinación permite obtener mejores resultados.

Yao, et al. [48] proponen WITSCare, un sistema que permite reconocer la localización, actividades y los objetos utilizados por el usuario con el fin de ayudar a los adultos mayores a tener una mejor calidad de vida. Para reconocer la localización y actividades analizan la fluctuación de señal de los sensores desplegados. Una parte importante de este sistema es que, dado que el público objetivo son adultos mayores, proponen una interfaz que con iconos e indicadores visuales permite al usuario crear reglas y de manera fácil personalizar los servicios.

Por su parte, Perez, et al. [49] resalta la importancia de la IoT para el apoyo de las actividades diarias con servicios de recordatorios, alarmas, monitoreo y servicios sociales, además, que estos servicios permiten que las personas mayores sean independientes en sus casas y se reduzca el riesgo de hospitalización.

En la Tabla 3 se realiza un comparativo de las investigaciones mencionadas anteriormente.

Tabla 3. Investigaciones de monitoreo del adulto mayor.

Artículo	Rastreo de Actividades	Monitoreo signos vitales	Alertas	Cambio de comportamiento	Condiciones Ambientales	Creación de reglas	Interfaz que utilizan los adultos mayores
Wu and Tsai [10]	X	X	X				Botón alerta
Hung, et al. [11]	X		X				Aplicación en Smartphone
Chen, et al. [12]	X	X		X			No muestra
Yacchirema, et al. [14]	X	X	X		X		No muestra
Yao, et al. [48]	X		X			X	Aplicación en el Smartphone con interfaz con iconos e indicadores visuales

2.2.3 Técnicas de Web Semántica de las Cosas para el cuidado de los adultos mayores

Con el fin de clasificar las técnicas utilizadas por las diferentes propuestas, fue utilizado el ciclo de vida del contexto propuesto por Perera, et al. [50], el cual se compone de las siguientes fases:

1. Adquisición, se refiere a la forma de obtener el contexto.
2. Modelado, o la forma de representar el contexto.
3. Razonamiento, donde se obtiene información del modelo que se generó en la fase anterior.
4. Distribución, la cual proporciona métodos para entregar el contexto a los consumidores.

En la Tabla 4 se observan las investigaciones encontradas con las técnicas utilizadas en cada una de las fases del ciclo de vida del contexto.

Tabla 4. Técnicas de la Web Semántica utilizadas por los estudios encontrados.

Artículo	Adquisición			Modelado	Razonamiento	Distribución
	Sensada	Derivada	Manual			
Ni, et al. [15]	X		X	Ontología	Basado en reglas (Reglas SWRL)	
Kurnianingsih, et al. [16]	X	X		Ontología	Basado en reglas	

Chiang and Liang [51]	X	X	X	Ontología	Basado en reglas (Reglas Fuzzy)	
Stavrotheodoros, et al. [52]	X		X	Ontología	Basado en reglas (Reglas SWRL), enfoque de emparejamiento híbrido	
Yilmaz [53]	X	X	X	Ontología	Basado en reglas	RESTFull API
Baig and Jilani [54]	X	X		Ontología	Clasificador Naive Bayes	RESTFull API
Baldassini, et al. [55]	X	X		Ontología	Basado en reglas (Reglas SWRL)	
Merkle and Zander [56]	X			Ontología	Basado en reglas (Reglas SWRL)	Web Sockets
de Vargas and Pereira [57]	X	X	X	Ontología	Basado en Reglas	
Loreti, et al. [58]	X	X		Ontología	Cálculo de Eventos Reactivos (REC) Reglas CEP	Publicar/Suscribir. Web Sockets
Moguel, et al. [59]	X		X	Ontología		
De Backere, et al. [60]	X	X		Ontología	Por medio de los razonadores Hermit, Pellet y consultas SPARQL	
Machado, et al. [61]	X	X		Ontología	Basado en reglas (Reglas SWRL)	
Lunardi, et al. [62]	X	X		Ontología	Redes Lógicas de Markov	

Los estudios encontrados utilizan las ontologías para modelar el contexto y ofrecer servicios adecuados a los usuarios, las mismas son creadas a partir de alineaciones a SSN (Semantic Sensor Network Ontology), DUL (DOLCE+DnS Ultra lite ontology) y FOAF (Friend Of A Friend), ontologías que son ampliamente citadas en el contexto de la IoT debido a su interoperabilidad, reutilización y extensibilidad. Además, reutilizan las

ontologías SIOC (para modelar el rol del usuario), RECO (vocabulario para expresar las preferencias de usuario), SWRL Temporal Ontology (para modelar el contexto temporal).

Las investigaciones, incorporan los datos personales del usuario [15, 16, 51-53, 55, 57], Estado de salud [51, 55, 57], preferencias ambientales (Humedad, luz, temperatura, entre otras) [16] [57], preferencias en cuanto a cómo realizar una actividad específica [15]. Pocos estudios tienen en cuenta las discapacidades y limitaciones funcionales del adulto mayor basándose en estándares de salud aceptados por la comunidad médica [52, 57].

En cuanto a los servicios ofrecidos, se modela su descripción, parámetros y detalles de conexión [51, 52, 56, 57]. Algunos trabajos reutilizan la ontología SSN tomando conceptos como Sensor, Observación, Evento, Medida y Propiedad [15, 52, 56]. Para sugerir servicios adecuados, algunos trabajos modelan la casa del adulto mayor [15, 16, 55, 56]. El aspecto temporal es tenido en cuenta en investigaciones como [15, 53, 57], lo cual permite realizar inferencias sobre el comportamiento y las actividades que lleva a cabo el adulto mayor, con el fin de detectar anomalías y alertar de manera oportuna a familiares o personal de salud.

En la Tabla 5 se evidencian los conceptos importantes para construir un modelo de contexto adecuado, que permita a un sistema AAL ofrecer servicios personalizados usando técnicas de la Web Semántica.

Tabla 5. Conceptos utilizados en los trabajos relacionados.

Concepto	Ni, et al. [15]	Kurnianingsih, et al. [16]	Chiang and Liang [51]	Stavrotheodoros, et al. [52]	Yilmaz [53]	Merkle and Zander [56]	de Vargas and Pereira [57]	De Backere, et al. [60]	Machado, et al. [61]	Lunardi, et al. [62]
CONCEPTOS RELACIONADOS AL PERFIL DE USUARIO										
Persona	X			X	X			X		
Usuario				X			X		X	
Perfil	X				X			X		
Perfil de Riesgos de Comportamiento								X		
Perfil de Riesgos Médicos										
Perfil de Usuario				X			X	X		
Perfil de Usuario Condicional							X			
Sub Perfil										
Rol	X							X	X	
Doctor		X								
Cuidador		X		X						
Adulto Mayor		X		X						
Experto de Bienestar		X								
Familiar		X								
Preferencia	X	X					X		X	

Concepto	Ni, et al. [15]	Kurnianingsih, et al. [16]	Chiang and Liang [51]	Stavrotheodoros, et al. [52]	Yilmaz [53]	Merkle and Zander [56]	de Vargas and Pereira [57]	De Backere, et al. [60]	Machado, et al. [61]	Lunardi, et al. [62]
Género				X						
Estado de ánimo					X					
Contacto					X					
interés							X			
Información Personal							X			
Estado Personal								X		
CONCEPTOS RELACIONADOS A ACTIVIDADES REALIZADAS										
Actividad	X				X		X		X	
Restricción de la actividad	X									
Intención						X				
ADL	X									X
Tipo Actividad	X									
Experticia									X	
Tarea									X	
Objetivo									X	
Plan de Acción					X					
Estado de Tarea								X		
CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS ASPECTOS MÉDICOS										
Registro Médico		X								
Referencia Médica		X								
Parámetro de Bienestar		X								
Enfermedad			X							
Estado de Salud			X							
Parámetros biomédicos			X							
Discapacidad				X			X		X	
Limitación Funcional				X					X	
Proveedor de Salud									X	
Razón de caída										
Síntoma								X		
CONCEPTOS RELACIONADOS AL CONTEXTO										
Tiempo	X			X	x					
Unidad Medida	X		X							
Lugar	X			X	X					
Objeto Físico	X				X					

Concepto	Ni, et al. [15]	Kurnianingsih, et al. [16]	Chiang and Liang [51]	Stavrotheodoros, et al. [52]	Yilmaz [53]	Merkle and Zander [56]	de Vargas and Pereira [57]	De Backere, et al. [60]	Machado, et al. [61]	Lunardi, et al. [62]
Historia		X								
Habitación		X								
Localización			X		X			X	X	
Medida Ambiente			X							
Medida Persona			X							
Cosas no Controlables										X
Dirección					X					
Altitud					X					
Límite					X					
Contexto					X		X			
Punto Geográfico					X					
Humedad					X					
Latitud					X			X		
Longitud					X			X		
Temperatura					X					
Nombre de Zona					X					
Tipo de Zona					X					
Mobiliario								X	X	
CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS OBJETOS INTELIGENTES										
Sensor	X							X	X	
Actuador								X	X	
Wearable		X								
Cosas Controlables										X
Funcionalidad										X
Parámetros Físicos			X							
Dispositivo				X	X	X		X	X	
Historia de Comunicación					X					
Condición de salud							X		X	
Medicamentos							X			
Nivel de Capacidad							X			
CONCEPTOS RELACIONADOS A LOS SERVICIOS										
Observación								X		
Generador de Servicio	X									
Modo de Comunicación	X									

Concepto	Ni, et al. [15]	Kurnianingsih, et al. [16]	Chiang and Liang [51]	Stavrotheodoros, et al. [52]	Yilmaz [53]	Merkle and Zander [56]	de Vargas and Pereira [57]	De Backere, et al. [60]	Machado, et al. [61]	Lunardi, et al. [62]
Tratamiento de Emergencia			X							
Servicio de Comodidad			X							
Servicio de mejora autónomo			X							
Rango del Parámetro			X							
Servicio				X			X		X	
Propiedad				X		X				
Detalles de Conexión				X						
Requerimiento				X						
Aplicación				X						
Preferencias de alerta				X						
Preferencias visuales				X						
Preferencias auditivas				X						
Preferencias de interacción				X						
Modo de Acceso				X						
Acción					X	X		X		
Condición					X					
Valor						X				
Evento						X		X		
Capacidad						X				
Descripción del Servicio						X				
Regla						X				
Sistema de Detección de Caídas								X		
Estado del sistema								X		

En cuanto al razonamiento, se realiza por medio de reglas SWRL, pero también se han propuesto enfoques basados en lógica difusa [51], emparejamiento híbrido [52] o clasificadores Naives Bayes [54] para ofrecer servicios adecuados o predecir situaciones de riesgo:

- Chiang and Liang [51] utilizan razonamiento basado en reglas de lógica difusa para clasificar los signos vitales del adulto mayor, comparándolos con parámetros definidos por organizaciones médicas, para ofrecer servicios de emergencia (llamar a familiares o profesionales médicos), servicios de comodidad (ajustar la

temperatura, luz, humedad) o servicios de mejoramiento autónomo (por ejemplo, enciende el humidificador para prevenir la artritis). Este estudio se preocupa por los adultos mayores con dificultades funcionales, por ello propone una interfaz que detecta el movimiento de las manos (por ejemplo, levantar la mano permite registrarse en el sistema). Al utilizar una cámara para detectar los gestos del usuario, es un poco intrusivo.

- Stavrotheodoros, et al. [52] combinan reglas SWRL con un enfoque de emparejamiento híbrido para detectar situaciones de emergencia y seleccionar el servicio adecuado, el usuario decide si ejecuta o no el servicio y emite una calificación para que el sistema mejore sus recomendaciones. Las reglas no tienen en cuenta las preferencias del usuario.
- Baldassini, et al. [55] proponen un sistema para que el adulto mayor realice ejercicio de manera segura, para ello monitorea las condiciones de salud y las condiciones del ambiente, y por medio de reglas SWRL infiere si son adecuadas. Si alguna condición puede poner en riesgo al adulto mayor, genera servicios para mejorarla (por ejemplo, si hay poca luz, abre las cortinas).
- Merkle and Zander [56] dotan a los objetos de etiquetas QR para su identificación. El usuario debe usar gafas de seguimiento ocular (*Eye Tracking Glasses*). Cuando el adulto mayor enfoca un objeto, el sistema le sugiere servicios que le puede ofrecer basado en reglas SWRL. El usuario decide si ejecuta o no el servicio. Como trabajo futuro, propone buscar una solución menos intrusiva, y disminuir la intervención del usuario. Debido a la necesidad de utilizar gafas especiales para leer las etiquetas QR, esta solución es costosa.
- Moguel, et al. [59] proponen perfiles virtuales que representan la información del adulto mayor, información de los dispositivos y sistemas con los cuales interactúa. Además de información sobre las habilidades del usuario, la cual es obtenida a través de una evaluación que realizan los profesionales de la salud. Lo anterior permite adaptar los servicios (por ejemplo, si el adulto mayor presenta problemas de movilidad y cuenta con una silla inteligente, esta se debe adaptar para que la persona se pueda levantar fácilmente). Si el sistema detecta anomalías, se genera una alarma.

Algunas propuestas utilizan el razonamiento para localizar al usuario y evitar situaciones no deseadas:

- Baig and Jilani [54] dotan al adulto mayor de sensores *wearables*, y despliegan *Beacons* dentro de la casa para rastrear su posición. Los datos arrojados por los sensores son clasificados con Naive Bayes, y dependiendo si son críticos o no, se envía una alerta al centro médico más cercano.
- De Backere, et al. [60] monitorean las condiciones de salud del adulto mayor para detectar comportamientos anómalos y generar alertas al cuidador de ser necesario, además, pregunta al adulto mayor si necesita ayuda para realizar actividades.
- Lunardi, et al. [62] incorporan una Red Lógica de Markov para realizar un razonamiento probabilístico para detectar la actividad que está realizando el adulto mayor.
- Machado, et al. [61] proponen actuar de una manera proactiva ante situaciones de emergencia, percibiendo con antelación eventos no deseados, generando acciones para prevenirlos y alertando al adulto mayor sobre las posibles consecuencias.

- Por su parte Ni, et al. [15] no se enfocan en generar servicios, sino en detectar las actividades que está realizando el usuario, para ello utiliza reglas SWRL.

Finalmente, las siguientes investigaciones incorporan en su propuesta las preferencias de usuario para ofrecer los servicios

- Kurnianingsih, et al. [16] proponen una ontología que incluye las condiciones médicas y los dispositivos con los que interactúa el adulto mayor. Utiliza el enfoque de razonamiento basado en reglas para ajustar el entorno de acuerdo con las condiciones de salud y preferencias del usuario (nivel de luz, humedad y temperatura). Si bien modela el registro médico y los signos vitales, no utiliza un estándar para ello. No especifica el mecanismo para obtener las preferencias del usuario.
- de Vargas and Pereira [57] proponen una ontología que modela los problemas funcionales del usuario y sus condiciones de salud utilizando estándares internacionales, lo cual hace esta ontología reutilizable. Tiene en cuenta las preferencias del usuario (temperatura, tamaño de texto). Dichas preferencias son generadas automáticamente, por ejemplo, si el usuario presenta limitaciones visuales, se genera una preferencia sobre el tamaño del texto. El mecanismo de razonamiento no es presentado.
- Yilmaz [53] propone un sistema para adultos mayores con demencia temprana, donde la persona a cargo del cuidado del adulto mayor define zonas seguras y reglas que se adecúen a las necesidades del adulto mayor. El sistema rastrea al adulto mayor, y si está fuera de estas zonas, emite una alerta de emergencia. Debido a que se enfoca en los adultos mayores con demencia, solo ofrece servicios limitados de localización y generación de alertas. En cuanto a la interfaz ofrecida al adulto mayor, permite reproducir por medio del Smartphone indicaciones para que el adulto mayor pueda volver a casa.

En cuanto a los estudios que utilizan técnicas de distribución, estos se basan en servicios RESTFull, Web Sockets y Publicador/Suscriptor. Estudios como los realizados por de Vargas and Pereira [57] y Moguel, et al. [59] se enfocan en presentar la ontología.

Por otro lado, aunque se generan alertas ante anomalías, es importante que los adultos mayores reciban sugerencias sobre promoción de actividad física, alimentación saludable o manejo del estrés, que les permita llevar un estilo de vida saludable e independiente, impactando en su calidad de vida.

2.3 Conclusiones

Las investigaciones manifiestan que la utilización de técnicas de la Web Semántica para el cuidado de los adultos mayores en entornos AAL, permite modelar tanto al usuario como los dispositivos y servicios proporcionados, permitiendo razonar sobre este modelo para obtener servicios adecuados a las necesidades del usuario. Aunque se han presentado varias propuestas de ontologías, no todas integran los conceptos necesarios para entornos AAL y las necesidades y preferencias del adulto mayor, además, las investigaciones no han tenido en cuenta la dependencia del adulto mayor con los servicios que puedan generar al interactuar constantemente con sus sistemas.

En cuanto al razonamiento, las investigaciones además de reglas SWRL, han mostrado la factibilidad de incorporar diferentes enfoques como razonamiento basado en lógica difusa.

La personalización de servicios aún necesita de la intervención del usuario, y aunque se toma en cuenta las condiciones de salud y algunas preferencias, hace falta incorporar los intereses personales, el estado de ánimo y otras consideraciones que permitirían generar servicios más adecuados a los intereses de los adultos mayores. Además, aunque existen propuestas que incluyen un modelo para personalizar servicios, la interfaz de interacción entre los dispositivos y el usuario no ha sido pensada teniendo en cuenta las necesidades especiales de la población para que sea utilizada fácilmente. Por ello, en la presente investigación se utilizarán los APIs existentes para la interacción en Lenguaje Natural con el fin de mejorar la interacción de los usuarios y los objetos inteligentes. Es importante aclarar que la investigación actual no está enfocada en crear objetos inteligentes que permitan rastrear al usuario o monitorear su estado de salud, debido que investigaciones anteriores ya han avanzado en estos aspectos.

Las investigaciones no han tenido en cuenta que al personalizar los servicios se debe considerar si realmente representa un beneficio o se está generando una dependencia tecnológica, por lo cual el enfoque de solución busca que el adulto mayor se apoye en la tecnología WoT, más no dependa por completo de la misma. Por lo tanto, la intervención que se realice estará enfocada a que el adulto logre una mayor independencia de las personas e incluso de la tecnología misma.

Por otro lado, estos sistemas carecen de recomendaciones orientadas en forma de hábitos, lo que sería de gran ayuda para que los adultos mayores lleven un estilo de vida saludable. Es de resaltar que en los estudios se evidencia la necesidad de desarrollar sistemas que ayuden a los adultos mayores a tener una mejor calidad de vida, además, estas propuestas ayudarían a reducir costos en cuanto al sistema de salud.

Debido a lo anterior, esta investigación tomará como referencia los trabajos anteriores e integrará los conceptos más relevantes, con el fin de obtener un modelo completo y reutilizable, teniendo en cuenta las limitaciones físicas y mentales de los adultos mayores para ofrecerles servicios personalizados que los apoyen en sus actividades diarias como la toma de medicamentos, los hábitos diarios, entre otros.

Asimismo, las propuestas encontradas no han sido implementadas en un escenario de objetos inteligentes de la WoT, por lo que esta investigación pretende realizar una prueba de concepto que permita validar el modelo.

3 Modelo de Servicios para la WoT.

A continuación, se presenta el modelo ontológico OCAM (Ontología para el cuidado de los adultos mayores), creado para gestionar los servicios ofrecidos al adulto mayor de acuerdo con sus actividades, hábitos, preferencias, y su estado de salud, teniendo en cuenta elementos que permitan disminuir la dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos.

3.1 Metodología para la creación del modelo

Para la construcción del modelo se optó por usar la metodología propuesta por Niño Zambrano, et al. [63], la cual, consta de las siguientes etapas:

Etapas 1: Determinar el ámbito del modelo: Se utiliza como referencia metodológica el mapeo sistemático definido por Petersen, et al. [41], con el fin de recopilar y categorizar las investigaciones existentes acerca de las actividades o hábitos, necesidades y preferencias de los adultos mayores respecto a limitaciones físicas y mentales en un entorno de Casa Inteligente y así establecer elementos para abstraer el modelo buscado.

Etapas 2: Definir el modelo: Debido a que es necesario modelar aspectos estáticos y dinámicos del adulto mayor, así como sus interacciones con los objetos inteligentes que lo rodean, se parte de la Ontología de Perfil de Usuario de la IoT [64], y se construye el modelo siguiendo la metodología propuesta por Niño-Zambrano [65] la cual permite crear ontologías en versiones rápidas y evolutivas utilizando herramientas que permiten conceptualizar y formalizar automáticamente la misma.

Etapas 3: Diseño de la prueba preliminar del modelo: En esta etapa se definen indicadores o se reutilizan los existentes para evaluar la relevancia del modelo, los resultados que se obtengan permitirán realimentar el modelo construido y de esta manera establecer si es necesario modificar o afinar respecto a los objetivos propuestos.

A continuación se presentan los principales productos de cada etapa mencionada.

3.1.1 Etapas 1: Determinar el ámbito del modelo:

En esta etapa se tienen en consideración los hallazgos del estado del arte presentados en el apartado 2.2 de este documento, adicionalmente:

Teniendo en cuenta que cada individuo envejece de manera diferente y sin una cronología rigurosa, se deben caracterizar sus capacidades, limitaciones, preferencias y contexto en general desde el inicio del desarrollo de la solución para incrementar la probabilidad de

aceptación y éxito de la misma [30], así se hace necesario considerar los siguientes elementos:

Con la edad la capacidad cognitiva que permite registrar información, retenerla y posteriormente recordarla va disminuyendo a medida que se envejece, al igual que las capacidades físicas, autonomía e independencia. Algunos adultos mayores ven estos efectos a edades más tempranas, a comparación de los adultos que tienen un envejecimiento saludable [66]. Para reducir la probabilidad de desarrollar enfermedades neurodegenerativas es importante que los adultos mayores realicen actividad física constantemente, limiten el comportamiento sedentario, duerman de manera adecuada y realicen entrenamientos cognitivos [67, 68].

Por otro lado, la espiritualidad, el compromiso con una vida activa y estar en contacto con otras personas, contribuye a mantener y mejorar la salud y el bienestar [66] [69]. Los adultos mayores se interesan más en mejorar sus habilidades cognitivas y motoras que en adquirir nuevo conocimiento, se enfocan más en los objetivos de corto plazo, además es importante para ellos sentirse reconocidos y compartir su sabiduría, valores y sus experiencias de vida para crear conexiones con otros [43, 70] [71].

Por lo anterior es importante que los adultos mayores tengan acceso a recomendaciones sobre promoción de actividad física, hábitos, alimentación saludable, manejo del estrés, y diferentes actividades que les ayuden a fortalecer sus capacidades tanto físicas como mentales para tener una vejez saludable y activa [69].

Además, por las características de los adultos mayores es necesario encontrar mecanismos que permitan reducir la resistencia a la tecnología al interactuar con los servicios ofrecidos por los objetos inteligentes, brindándoles comodidad y confianza. Estos servicios también deben ayudar a los cuidadores y familiares del adulto mayor a estar constantemente informados sobre el estado de salud y situaciones de riesgo que se puedan presentar, por lo cual, es importante capacitar tanto al adulto mayor como a su familia sobre el uso de los dispositivos y los servicios ofrecidos para que puedan ser utilizados eficientemente [72].

Como se evidenció en el estado del arte, las investigaciones han avanzado en el monitoreo del estado de salud, detección de caídas, alertas a familiares y cuidadores ante anomalías, por lo que el presente modelo reutilizará estos aspectos. Adicionalmente, la presente propuesta incorporará en el modelo elementos que permitan al adulto mayor evitar la dependencia a los servicios ofrecidos, así los objetos inteligentes evalúan constantemente el beneficio que causan sus servicios, por ejemplo:

- Si se genera una dependencia del adulto mayor al servicio de recordatorios, el objeto inteligente presentará ejercicios de memoria y estrategias de motivación para apoyar su capacidad cognitiva.
- Cuando el adulto mayor haya establecido una preferencia que puede deteriorar su estado de salud, el objeto inteligente presentará información sobre las consecuencias negativas, si el adulto mayor insiste en ejecutarla, el objeto inteligente alertará a sus familiares o cuidadores para que estén atentos si se presenta alguna anomalía.

3.1.2 Etapa 2: Definir el modelo

Con el fin de construir el modelo en versiones rápidas y evolutivas fue utilizada la adaptación a la metodología Methontology propuesta por Niño-Zambrano [65], la cual consta de las siguientes fases:

3.1.2.1 Abstracción Formal

Esta etapa identifica la ontología y permite obtener los conceptos, relaciones y restricciones. Para lograrlo se realizó un análisis de las características, preferencias y hábitos de los adultos mayores. En esta etapa se realizan los siguientes pasos:

Paso 1: Requerimientos de la ontología

Como primer paso los requerimientos de la ontología fueron definidos con el fin de identificar y definir el contexto, objetivos, alcance y clasificación de la ontología. En la Tabla 6 es presentada la especificación de la misma.

Tabla 6. Especificación de la Ontología.

Especificación	Descripción
¿Cuál es su nombre?	OCAM (Ontología para el Cuidado de Adultos Mayores)
¿Por qué se construye?	Se construye con el fin de ofrecer una base de conocimiento que sea utilizada por los objetos inteligentes de la IoT, para gestionar los servicios ofrecidos a los adultos mayores, con el fin de que se configuren automáticamente teniendo en cuenta los hábitos, preferencias, necesidades y estado de salud.
¿Cuál es su uso?	Esta ontología puede servir como base para modelar ontologías de dominio cuyo objetivo sea ofrecer servicios personalizados a los adultos mayores y facilitar la interacción con los recursos WoT desplegados en su entorno.
¿Qué preguntas debería contestar?	<p>¿Qué dispositivos pertenecen al adulto mayor?</p> <p>¿Qué servicios ofrecen estos dispositivos?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones ambientales en el que se encuentra el adulto mayor?</p> <p>¿Qué servicios presentar de acuerdo con las condiciones de salud del adulto mayor?</p> <p>De acuerdo con las características del adulto mayor ¿Cómo se deberán presentar los servicios? Si el adulto mayor tiene dependencia a alguna preferencia que genere algún tipo de dependencia, ¿Qué recomendaciones o ejercicios se deberían presentar para disminuirla?</p>
¿Quiénes son sus usuarios?	En primera instancia son los desarrolladores y diseñadores de ontologías de dominio enfocados en ofrecer servicios personalizados a los adultos mayores. Posteriormente, las aplicaciones que definen y modifican el PU en interacción con el Adulto Mayor. Los cuidadores y médicos del adulto mayor pueden utilizar la ontología para definir las recomendaciones, ejercicios y servicios que debe realizar el adulto mayor.
¿Qué tipo de ontología es?	Ontologías de Aplicación, en la cual se define un dominio específico: Describen el vocabulario de un dominio concreto del conocimiento del PU del adulto mayor y sus preferencias respecto a servicios en la casa en que viven. Además unas tareas que los objetos

inteligentes definen a momento de activar preferencias o razonar sobre la interacción adecuada.

Paso 2: Reutilización de ontologías y metadatos

Es necesario tomar decisiones sobre qué taxonomías, ontologías y repositorios de metadatos reutilizar, para ello se toma como base el ámbito del modelo generado en el paso anterior. Las ontologías reutilizadas permitirán estandarizar la presente propuesta.

Debido a que esta ontología requiere un conocimiento amplio del usuario y su contexto, se realizó una alineación con la Ontología de Perfil de Usuario de la IoT (UPO) [64], la cual modela las características dinámicas y estáticas del usuario y su interacción con los objetos inteligentes que lo rodean.

Aunque la ontología UPO modela los objetos inteligentes con los servicios que ofrecen, fue necesario reutilizar conceptos adicionales de la ontología Objeto Semántico propuesta por Niño-Zambrano [65]:

- *FeatureOfInterest*: que permite conocer qué característica o variable es de interés para un objeto inteligente. Estas características pueden ser de tipo biomédicas (pulso cardíaco, temperatura corporal) o de estado ambiental (humedad, temperatura, luz).
- *DynamicInteraction*: Definen un conjunto de disparadores que permiten realizar intercambio de datos e información entre objetos semánticos a través del patrón ECA: Evento-Condición-Acción. El evento puede ser producido por otro objeto semántico o (incluso el mismo) por un estímulo externo de envío de información. Una vez se recibe el evento, se consulta la condición relacionada y se ejecutan las acciones si se cumplen las condiciones.

También, se propone el concepto de ECA (Evento-Condición- Acción), el cual define la interacción entre dos objetos permitiendo generar nuevos servicios (servicios de interacción). Se compone de tres partes

- **Evento**, propiedad de interés captada por un recurso. El objeto asociado al recurso seleccionado para el evento es denominado objeto evento.
- **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.
- **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.

Para modelar la información temporal sobre la interacción del usuario con los objetos inteligentes y las actividades que realiza con el fin de permitir razonar sobre los servicios que se ofrecerán, se decide reutilizar la ontología SWRL Temporal Ontology [73].

Para determinar el nivel de salud y discapacidad del adulto mayor, fue reutilizada la ontología de clasificación internacional de Funcionalidad, Discapacidad y Salud (ICF - International Classification of Functioning, Disability and Health) [74]. Esta clasificación al ser propuesta por la OMS elimina ambigüedades en cuanto a los conceptos presentes en este dominio.

De la ontología AATUM propuesta por de Vargas and Pereira [57] se toman las propiedades de dato *hasCapacityLevel* y *hasExtentOfImpairment* para conocer el grado de capacidad

en las actividades realizadas por el adulto mayor, y el grado de deterioro en las limitaciones de salud.

Cioara, et al. [75] proponen una ontología para apoyar la nutrición para los adultos mayores (Nutrition Care Process Ontology - NCPO), de esta propuesta se reutilizan conceptos que modelan la información de estilo de vida, información sobre la dieta y su actividad física.

Chiang and Liang [51] clasifican los tipos de servicios ofrecidos por los objetos inteligentes en:

- **Servicios de comodidad:** Ajustan el entorno de acuerdo con las preferencias del adulto mayor.
- **Servicios de mejoramiento autónomo:** Ajustan el entorno si se presentan condiciones adversas para el estado de salud del adulto mayor, sin tener en cuenta sus preferencias.
- **Servicios de emergencia:** Son servicios que permiten monitorear el entorno del adulto mayor, y si se presenta alguna eventualidad, permiten alertar a la persona a cargo del adulto mayor.

Además, para modelar el estado fisiológico del adulto mayor se reutilizan los conceptos de *BiomedicalParameter* y sus respectivos rangos de riesgo (*BiomedicalParameterRange*).

De la propuesta de Stavrotheodoros, et al. [52] se toman los conceptos que permiten establecer preferencias sobre la presentación de los servicios, por ejemplo, de manera visual, auditiva, entre otras.

De la ontología propuesta por Kurnianingsih, et al. [16], son reutilizados los conceptos de Registro y referencia médicos. Finalmente, de la propuesta de Ni, et al. [15] se reutiliza el estado del entorno.

Paso 3 Elaboración del modelo conceptual:

En la Tabla 7 se presentan algunos conceptos del glosario de términos obtenido (Anexo C) el cual incluye la alineación con las ontologías descritas anteriormente.

Tabla 7 Glosario de Términos Ontología.

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
UPO: Elderly	C		Representa al adulto mayor.
RestrictionADL	C		Representa las restricciones que tiene cierta actividad de la vida diaria realizada por el adulto mayor.
UPO: Preference	C		Hace referencia a las preferencias sobre los servicios que ofrecen los objetos inteligentes y que son definidas por el adulto mayor. Por ejemplo, Cuando la temperatura sea menor a 30° encender el calefactor.

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
PresentationPreference	C		Se refiere a las preferencias en cuanto al modo en que los objetos inteligentes presentan información al usuario. Puede ser una preferencia de alerta, visual, o de audio.
Chiang: BiomedicalParameter	C		Representan las variables biomédicas del adulto mayor, como la temperatura corporal o el ritmo cardiaco.
Chiang: BiomedicalParameterRanges	C		Representa los niveles de riesgo de los parámetros biomédicos
Exercise	C		Ejercicios recomendados al adulto mayor para mejorar su calidad de vida. Pueden ser de: Estimulación cognitiva, ejercicios físicos, ejercicios de bienestar
Recommendation	C		Recomendaciones sobre nutrición, bienestar, actividad física, entre otros.
Ni: EnvironmentalState	C		Representa el estado actual del entorno donde se encuentra el adulto mayor (Temperatura, humedad, luz, etc).
Dependence	C		El grado de dependencia en los servicios o ECAs proporcionados por los objetos inteligentes.

*C: concepto; AI: atributo de instancia; R: relación; I: instancia.

El modelo fue dividido en tres módulos para facilitar su comprensión:

Módulo 1: Conceptos relacionados al perfil de usuario (Fig. 2);

Para conocer los aspectos estáticos y dinámicos del adulto mayor fueron alineados los conceptos de la ontología de Perfil de Usuario para la IoT (UPO) [64] mostrados en color azul cielo, los cuales permiten conocer las características, habilidades, condiciones de salud, entre otros conceptos que caracterizan al usuario, además, la ontología DogOnt permite modelar el entorno físico en el que se encuentra el adulto mayor. En cuanto a las actividades del adulto mayor, es necesario conocer los horarios en los que realiza las actividades (*ScheduleActivity*) así como sus restricciones (*RestrictionADL*) con el fin de proporcionar servicios adecuados y alertar en caso de emergencia.

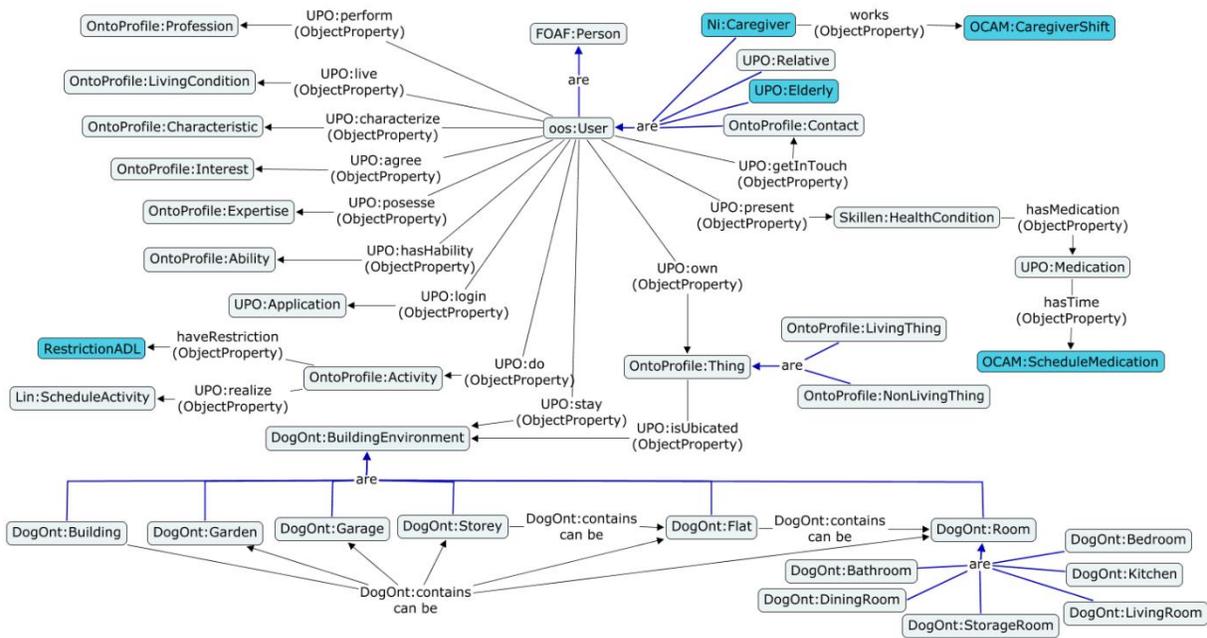


Fig. 2 Conceptos relacionados al perfil de usuario (Fuente propia).

La información del estado de salud (*HealthCondition*) y los medicamentos (*Medication*) correspondientes son modelados, incluyendo el horario en el que deben ser tomados (*ScheduleMedication*) y las alergias que puede producir (*Allergy*). Además, teniendo en cuenta que el adulto mayor puede estar bajo la atención de más de un cuidador, fue añadido el concepto *CaregiverShift* el cual permite conocer el horario de cada cuidador y las observaciones del turno correspondiente.

Módulo 2: Conceptos relacionados a los objetos inteligentes

El concepto de *FeatureOfInterest* [65] permite conocer qué característica es de interés para un objeto específico. Pueden ser biomédicas (temperatura corporal, ritmo cardiaco) o del estado del ambiental (humedad, rango, luz). Por otro lado, las condiciones de salud del adulto mayor pueden verse afectadas por las condiciones ambientales o por las condiciones

biomédicas (por ejemplo, si tiene artritis no es favorable tener temperaturas bajas), para modelar este aspecto fue agregado el concepto *FeatureOfInterestRange* con el fin de conocer el nivel de riesgo de estas condiciones (Ver Fig. 3).

UPO [64] modela las preferencias establecidas por el usuario por medio del concepto de ECA (Evento – Condición – Acción) el cual fue expandido para ajustarlo al contexto de los adultos mayores, de tal manera que se permite establecer ECAs para los casos de emergencia y ECAs que dependiendo de las condiciones de salud configuren el entorno, permitiendo que profesionales de la salud o personas a cargo del cuidado del adulto mayor las establezcan para preservar su bienestar y seguridad. Esta clasificación fue realizada de acuerdo a la propuesta de Chiang and Liang [51] en la cual se definen los conceptos: Emergencia (*EmergencyService*), mejoramiento autónomo (*EnhancementAutonomy*) y confort o preferencias (*Preferences*).

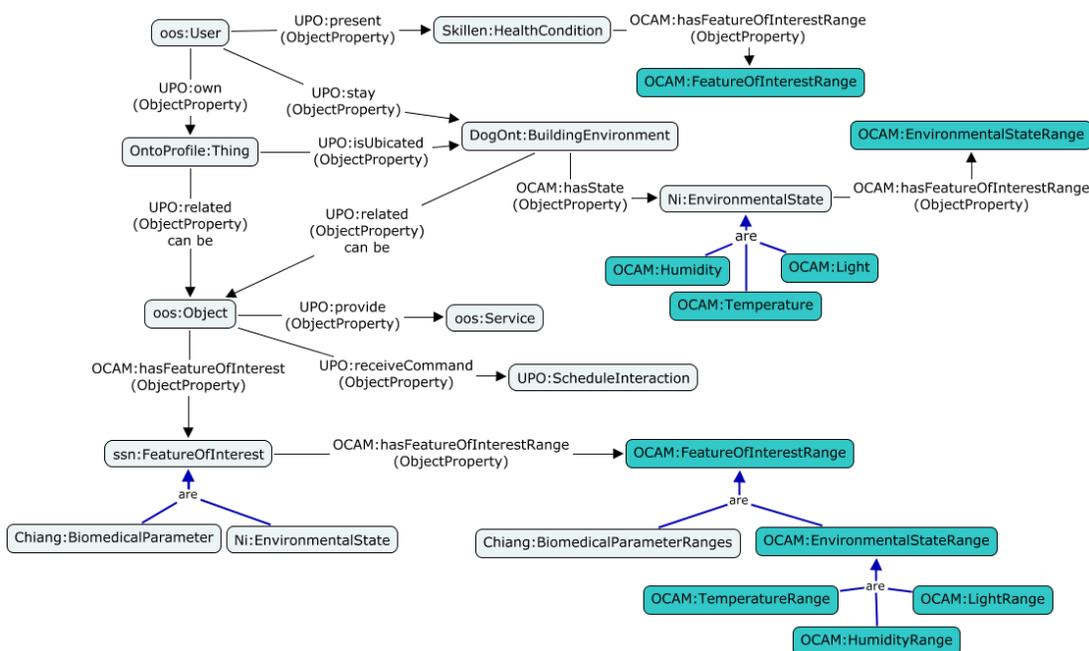


Fig. 3 Conceptos relacionados a los objetos inteligentes (Fuente Propia).

Dentro de los ECA de mejoramiento autónomo fue agregado el concepto *PresentationPreference* el cual permite modelar la forma de presentación de los servicios de acuerdo con las condiciones de salud del adulto mayor y sus gustos personales (por ejemplo, tamaño de texto, volumen, nivel de luz, entre otros).

Un nivel de dependencia alto de un ECA no necesariamente tiene un significado negativo, puesto que algunos son de vital importancia y se deben ejecutar para preservar el bienestar del adulto mayor (por ejemplo, encender las luces cuando el adulto mayor se levante de noche). En el caso de ECAs como recordar la toma de una pastilla, el objeto inteligente debe ejecutarlo, pero es un buen indicador si el adulto mayor lo recuerda por sí mismo.

Entorno de Vida Asistida Basado en la Web Semántica de las Cosas para el Cuidado de las Personas de la Tercera Edad

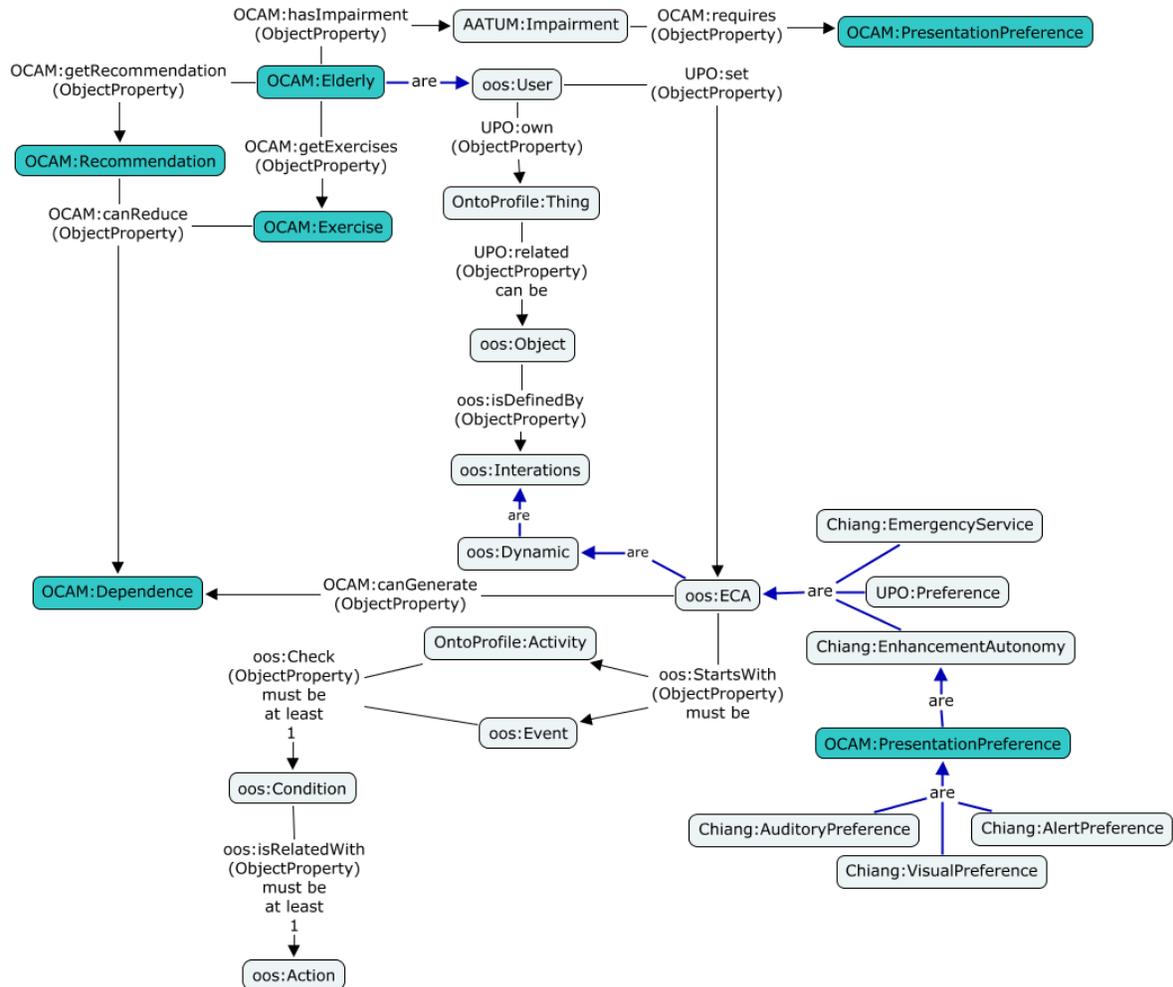


Fig. 4 Conceptos relacionados a los objetos inteligentes (Fuente Propia).

Por lo anterior, fue creado el concepto de *Dependence* y fueron agregadas las siguientes propiedades de dato:

- *positiveDependence* que permite conocer si la dependencia al utilizar un servicio frecuentemente es positiva o negativa.
- *startLevelDependence* que permite conocer el punto en el que se considera negativa la dependencia a una preferencia.
- *levelDependence* que permite conocer el nivel actual de dependencia que tiene el adulto mayor a la preferencia.
- *typeDependence* que permite conocer si la dependencia causa efectos negativos de tipo cognitivo o físico.

Una dependencia puede ser reducida por medio de ejercicios o por medio de recomendaciones, los cuales serán definidos por profesionales médicos.

Módulo 3: Conceptos relacionados al adulto mayor (Fig. 5)

Teniendo en cuenta las características y necesidades del adulto mayor, fue necesario agregar conceptos que permitan conocer las referencias y registros médicos (*MedicalReference*, *MedicalRecord*), los parámetros biomédicos en un tiempo determinado (*BiomedicalParameter*) y los respectivos rangos de riesgo (*BiomedicalParameterRanges*) [51].

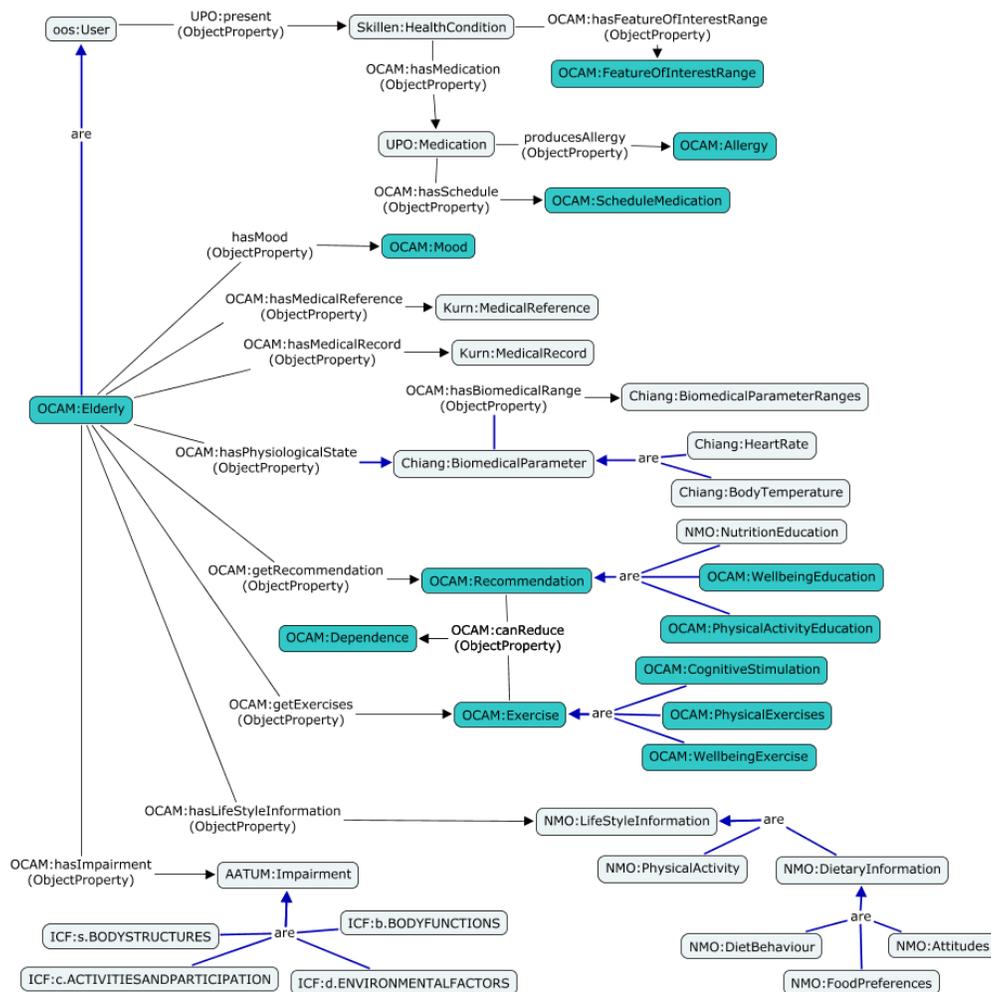


Fig. 5 Conceptos relacionados al adulto mayor (Fuente Propia).

Con el fin de estandarizar la ontología y modelar las discapacidades del adulto mayor, se alineó a la ontología ICF propuesta por la OMS [74].

Para ofrecer recomendaciones que apoyen su calidad de vida, se conoce la información de estilo de vida (*LyfeStyleInformation*) que incluye actividad física que realiza e información de la dieta [75]. Con lo anterior es posible generar recomendaciones (*Recommendation*) de nutrición, bienestar y actividad física, además de recomendar ejercicios (*Excercises*) cognitivos, físicos y de bienestar. Además, se añadió el concepto *Mood* que permite conocer el estado de ánimo del adulto mayor y dependiendo del mismo, ofrecer ejercicios o recomendaciones de bienestar que permitan al adulto mayor estar en un estado tranquilo.

3.1.2.2 Implementación

En esta etapa se realizan los siguientes pasos:

- **Paso 1: Exportar la ontología en formato OWL:** La herramienta CmapTools COE ofrece una utilidad de exportación, con la cual se obtiene la ontología en formato OWL (Ver Anexo E)
- **Paso 2: Abrir la ontología en la herramienta Protégé:** En este paso es importante revisar la correspondencia de la ontología con la conceptualización realizada, con el fin de modificarla si es necesario, para ello se utilizan las herramientas gráficas incluidas en Protégé como Ontograf.
- **Paso 3: Verificar el funcionamiento de la ontología:** Utilizando el módulo SPARQLQuery integrado en Protégé se desarrollan las consultas SPARQL que responde las preguntas planteadas en la especificación de la ontología. En la Tabla 8 se presentan las respuestas a cada pregunta planteada.

Tabla 8. Preguntas expresadas en SPARQL.

Pregunta	Consulta SPARQL
¿Qué dispositivos pertenecen al adulto mayor?	<pre>SELECT ?object WHERE { ?elderly UPO:own ?thing. ?thing UPO:related ?object. ?object rdf:type oos:Object. ?elderly rdf:type UPO: Elderly. ?thing rdf:type OntoProfile:Thing.}</pre>
¿Qué servicios ofrecen estos dispositivos?	<pre>SELECT ?object ?service WHERE { ?elderly UPO:own ?thing. ?thing UPO:related ?object. ?object UPO:provide ?service. ?object rdf:type oos:Object. ?elderly rdf:type UPO: Elderly. ?thing rdf:type OntoProfile:Thing. ?service rdf:type oos:Service. }</pre>
¿Cuáles son las condiciones ambientales en el que	<pre>SELECT ?state WHERE { ?elderly UPO:stay ?building.</pre>

se encuentra el adulto mayor?	<pre>?building hasState ?state ?building rdf:type DogOnt :BuildingEnvironment. ?state rdf:type Ni :EnvironmentalState. ?elderly rdf:type UPO: Elderly. }</pre>
¿Qué servicios presentar de acuerdo con las condiciones de salud del adulto mayor?	<pre>SELECT ?service WHERE{ ?object UPO:provide ?service. ?object :hasFeatureOfInterest ?feature. ?feature :hasFeatureOfInterestRange ?featureRange. ?object rdf:type oos:Object. ?feature rdf:type ssn:FeatureOfInterest. ?featureRange rdf:type :FeatureOfInterestRange. ?service rdf:type oos:Service.}</pre>
De acuerdo con las características del adulto mayor ¿Cómo se deberán presentar los servicios?	<pre>SELECT ?presentation WHERE { ?elderly :hasImpairment ?impairment. ?impairment :requires ?presentation. ?elderly rdf:type UPO:Elderly. ?impairment rdf:type AATUM:Impairment. ?presentation rdf:type :PresentationPreference. }</pre>
Si el adulto mayor tiene dependencia a alguna preferencia, ¿Qué recomendaciones o ejercicios se deberían presentar para apoyar su salud cognitiva?	<pre>SELECT ?recommendation ?exercise WHERE{ OPTIONAL {?recommendation :canReduce ?dependence).} OPTIONAL {?exercicio :canReduce ?dependence).} ?recommendation rdf:type :Recommendation. ?exercise rdf:type :Exercise. ?dependence rdf:type :Dependence. }</pre>

Escenario de Motivación en el que se puede Implementar el Modelo

A continuación, es presentado un escenario de motivación que ilustra la interacción del usuario con el escenario de interacción semántica:

Margarita es una mujer de 81 años, su oficio ha sido la costura a tiempo completo. Ella vive sola en un pueblo del Cauca llamado Timbío. Los hijos y nietos están diariamente visitándola y en las noches siempre se queda alguien con ella.

Por sus problemas auditivos debe usar audífonos durante el día y debe retirarlos antes de dormir, una vez retirados pierde en gran medida su capacidad auditiva, lo que impide que escuche el timbre de la casa o el celular cuando la llaman. En cuanto a su visión, utiliza gafas permanentemente, aunque a veces olvida dónde encontrarlas. Desde hace unos años padece de artritis. A los 78 años fue sometida a un reemplazo de cadera, cirugía que resultó muy favorecedora y le ha permitido tener movilidad sin depender de un bastón o algún elemento externo, aunque debe evitar los movimientos bruscos y evitar agacharse.

A Margarita no le gusta el frío, en especial porque cuando la temperatura está muy baja sufre de calambres en la noche, lo que ocasiona que se deba levantar de su cama, corriendo el riesgo de tener un accidente por la oscuridad.

La pasión de Margarita son las plantas, en especial las orquídeas y los geranios. En su patio tiene gran variedad, desde ornamentales hasta medicinales. Las riega día de por medio y las abona periódicamente. Los familiares están muy pendientes de ella cuando realiza estas labores, puesto que pueden ocurrir accidentes por el piso mojado o si ella utiliza un banco para alcanzar alguna planta (lo que es bastante común).

Margarita tiene una libreta donde anota los números de teléfono de sus familiares y amigos, los llama desde un teléfono celular básico. Tiene una Tablet, la cual puede utilizar fácilmente dadas sus dimensiones, en ella utiliza WhatsApp enviando mensajes de voz y revisa constantemente Facebook. Todas las mañanas a las 7:00 am se conecta a Facebook para asistir virtualmente a la eucaristía, conectando un parlante bluetooth a la Tablet.

En cuanto a su memoria, muchas veces olvida algunas tareas como colocarse los audífonos, apagar la estufa cuando está cocinando o cerrar la llave del tanque cuando lo está llenando.

Margarita tiene una vida un poco sedentaria, si bien permanece activa durante todo el día haciendo sus actividades, son pocas las veces que sale a caminar debido que le gusta más estar en su casa. A Margarita no le gusta tomar agua ni comer frutas, por lo que sus familiares se preocupan e intentan cambiar este comportamiento, pero aún no lo han logrado.

Para mejorar su estructura ósea, Margarita toma sus vitaminas en horario de 9:00 am y 5:00 pm. Además, por su condición de vértigo, debe tomar pastillas a las 7:00 am y 7:00 pm diariamente.

Es usual que en las noches se levante al baño, por lo que la casa debe estar iluminada en esos momentos para evitar caídas.

Sus familiares decidieron adquirir los siguientes objetos inteligentes para apoyar sus actividades y monitorear su estado de salud:

Uno de los objetos instalados es el Objeto Coordinador, con el cual puede interactuar por medio de comandos de voz, y es el encargado de notificar a los demás objetos inteligentes sobre los servicios que requiere Margarita.

En su habitación, está instalado un Regulador de Temperatura, que consta de un calefactor y un ventilador, permitiendo mantener cálido el lugar, en especial en las noches.

Fue incluido también un Regulador de Luz para controlar los bombillos, el cual al detectar movimiento enciende los que estén cercanos, de esta manera cuando Margarita se levante en las noches no ocurran accidentes.

Un dispensador de medicina recuerda a Margarita (por medio de una señal lumínica en las noches y añadiendo sonido en el día) los horarios en los que tiene que tomar los medicamentos correspondientes.

Debido a sus problemas auditivos, instalaron un timbre que alerta de manera sonora y enciende un bombillo intermitente para alertarle si no le es posible escuchar.

Otro objeto incluido es una pantalla con un parlante Bluetooth, la cual permite que Margarita pueda conectarse a la eucaristía diariamente.

Margarita también utiliza una pulsera inteligente que permite monitorear sus signos vitales.

Ya con los objetos instalados, Margarita comienza a interactuar con ellos.

Como de costumbre Margarita se levanta a las 6:30 am, momento en el cual el dispensador le recuerda colocarse los audífonos y a las 7:00 am se enciende la pantalla inteligente y sintoniza en Facebook la misa. Ya con los audífonos puestos Margarita escucha bien la eucaristía. En estos momentos se activa el regulador de temperatura estabilizando esta variable ambiental según las preferencias de Margarita para su habitación.

Al terminar la eucaristía, Margarita se dirige a la cocina para preparar su desayuno, momento en el cual el objeto Coordinador genera una recomendación sobre lo importante de comer balanceado incluyendo diferentes tipos de alimentos. Margarita lo escucha pero decide desayunar café con pan como es costumbre.

Margarita ha cargado en el dispensador una serie de pastillas que debe tomarse a lo largo del día, así este objeto tiene configuradas los horarios y la medicina correspondiente:

Tabla 9 Ejemplo toma pastillas escenario de motivación

Hora	Pastilla
9:00 am	Pastilla 1
5:00 pm	Pastilla 1
7:00 am	Pastilla 2
7:00 pm	Pastilla 2

Este objeto está pendiente de si Margarita recuerda tomarse la pastilla por si sola o si es necesario recordárselo, si el objeto debe recordarle tomar la pastilla en tres ocasiones sucesivas este recomienda a Margarita realizar ejercicios de memoria.

En un momento del día, Margarita le dice al nodo coordinador que quiere bajar la temperatura de la habitación, pero debido a que esto le ocasionaría una molestia a su salud, el nodo coordinador le da el mensaje de que no es adecuado, en lo que Margarita esta de acuerdo y decide no realizar esta acción.

La pulsera inteligente que lleva puesta Margarita se da cuenta que no ha realizado suficiente actividad física, por lo que le avisa al objeto Coordinador para generar una recomendación sobre este tema. Margarita la escucha y decide llamar a su hijo para salir a caminar un poco.

Cuando llega su hijo toca el timbre la alerta emitida es de tipo sonora debido a que aún es de día y Margarita tiene puestos los audífonos.

Ya en horas de la noche, el dispensador de medicinas recuerda a Margarita quitarse los audífonos antes de dormir, pero debido a que ella se había acordado antes de la alerta, el objeto inteligente la felicita. En medio de la noche Margarita se levanta y se dirige al baño, en este trayecto el regulador de luz enciende todas las luces para evitar accidentes.

3.1.2.3 Diseño de la prueba preliminar del modelo

La prueba preliminar del modelo se realiza mediante dos enfoques presentados en los siguientes capítulos: un grupo focal con expertos en el cuidado del adulto mayor y una prueba de concepto donde se desarrolla un prototipo software para validar la viabilidad y utilidad del modelo. Adicionalmente, en el Anexo F se encuentra la evaluación de ontología desde dos perspectivas: la verificación y la validación. En la Tabla 10 se presentan las estadísticas más importantes de la ontología

Tabla 10. Métricas de la Ontología.

Métrica	Cantidad
Axiomas	774
Clases	99
Propiedades de Objeto	41
Propiedades de Datos	107
Subclases	73
Clases disyuntas	12

Debido a que el modelo propuesto utiliza información del contexto del adulto mayor, fue utilizado, tanto en el desarrollo del modelo como de la prueba de concepto, el ciclo de vida propuesto por Perera, et al. [50] de tal forma que se incorporan mecanismos que permitan adquirir, modelar, razonar y diseminar dicho contexto entre los dispositivos de la IoT con los que interactúan:

- **Adquisición:**
Para adquirir el contexto fue creada la aplicación móvil llamada ClipioElderly, la cual permite adquirirlo de dos maneras: proporcionado manualmente por el usuario y derivado, por medio del llamado a servicios web.
- **Modelado:**
El modelado mediante ontologías es utilizado ampliamente en el estado del arte, por lo cual, siguiendo la metodología propuesta por Niño-Zambrano [65], fue obtenida la ontología presentada en este capítulo.

- **Razonamiento:**
El modelo generado anteriormente debe permitir obtener información relevante para presentar servicios adecuados al adulto mayor que generen la menor dependencia posible. Para ello se utiliza el razonamiento basado en ontologías por medio de consultas SPARQL y reglas SWRL, las cuales están implementadas tanto en el Servidor Perfil de Usuario como en los objetos inteligentes del escenario.
- **Distribución:**
Con el fin de que los diferentes interesados puedan obtener la ontología, fueron implementados servicios tipo REST en el servidor Perfil de Usuario, el cual recibe peticiones y entrega respuesta utilizando el estándar ODF-OMI del Open Group.

Integración del modelo semántico a la Arquitectura de Interacción Semántica [65]:

Niño-Zambrano [65] propone una arquitectura de Interacción Semántica mediante la cual diferentes objetos inteligentes puedan colaborar entre sí para ofrecer servicios de interacción a los usuarios, para ello, el usuario crea ECAs (Reglas de la forma Evento – Condición – Acción) (Ver Fig. 6).

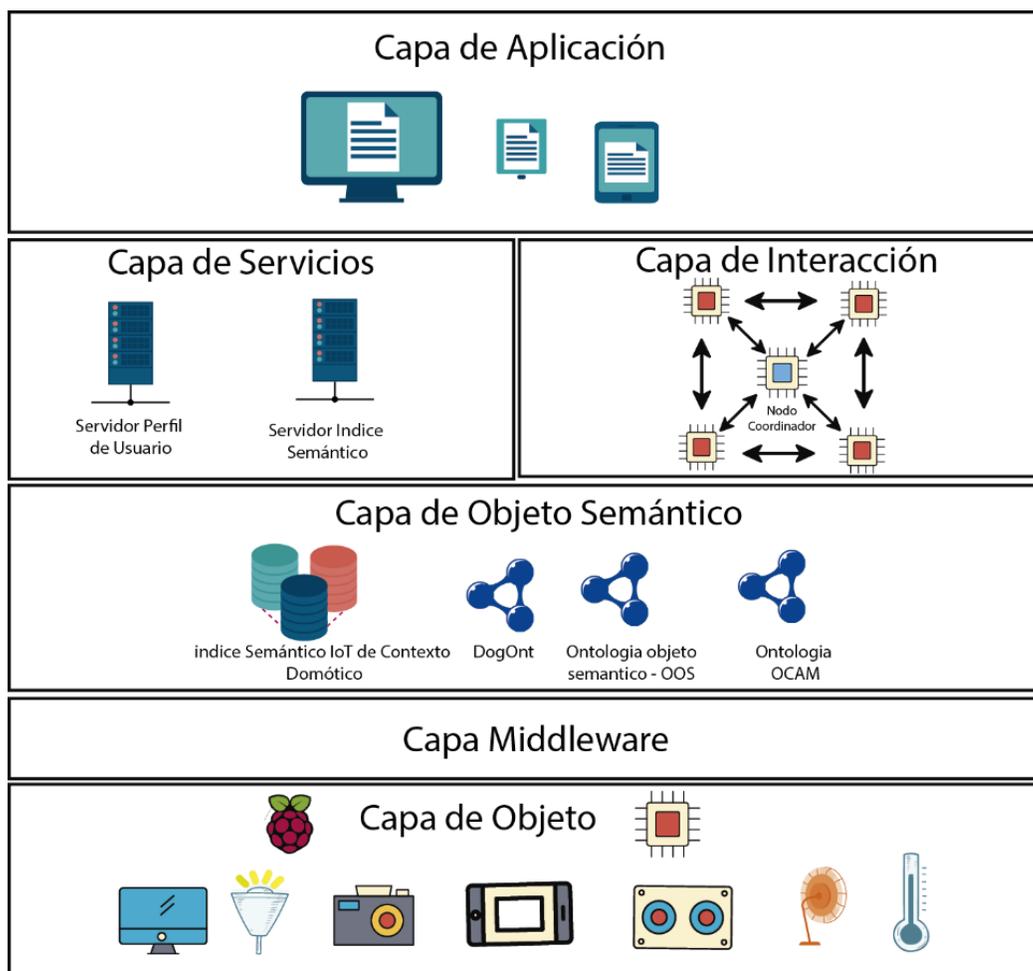


Fig. 6 Arquitectura propuesta por Niño-Zambrano [65] (Fuente: Grupo de Investigación GTI).

Para integrar el modelo propuesto se realizan las siguientes modificaciones:

- Capa de objeto semántico: La ontología OCAM presentada en este capítulo fue agregada para que los objetos tengan conocimiento sobre las necesidades, limitaciones y preferencias de los adultos mayores y de esta manera puedan apoyarlos en sus actividades diarias, evitando la dependencia a los servicios ofrecidos.
- En la capa de interacción se agrega un objeto que permite la interacción en lenguaje natural, el cual, dependiendo del contexto, solicita a otros objetos los servicios necesarios para el adulto mayor. Este objeto permite que la interacción con el adulto mayor sea fluida y natural.

En cuanto a las características que deben incorporar los servicios de la WoT para hacer uso eficiente del modelo ontológico, se tiene:

- El servicio debe estar en la capacidad de manipular la Ontología OCAM la cual se entrega en formato OWL.
- Si un servicio de la WoT quiere hacer uso de algún objeto del escenario de interacción semántica, primero debe establecer un contrato con dicho objeto, así se identificarán los objetos involucrados y recursos que serán comprometidos.
- Para interactuar con el modelo propuesto, los interesados deben tener la capacidad de enviar y procesar documentos en formato XML.
- Los usuarios que hagan uso del modelo ontológico propuesto deben estudiar la ontología desarrollada para generar consultas y adicionar elementos que sean necesarios para ofrecer servicios ajustados a los adultos mayores evitando la dependencia a los mismos.

Por último, es necesario definir las restricciones del modelo

- La información presente en el modelo no debe ser compartida entre objetos o servicios de la WoT sin previa autorización por parte del usuario.
- 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.
- El modelo pretende reducir la dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos, pero de acuerdo con las limitaciones físicas o mentales del adulto mayor se podrá reducir en mayor o menor medida.
- El modelo en su conjunto no pretende reemplazar el cuidado y la experiencia de un profesional, este debe ser usado como una herramienta en el cuidado y preservación del bienestar para el adulto mayor.

3.2 Aportes del modelo propuesto

El modelo propuesto integra conceptos encontrados en la literatura, alineándolos para que los objetos inteligentes puedan ofrecer servicios adecuados a los adultos mayores, teniendo en cuenta sus preferencias, condiciones de salud, condiciones ambientales y biomédicas.

El modelo contempla el estilo de vida del adulto mayor (*LyfeStyleInformation*) y se apoya en los conceptos *Recommendation* y *Exercises* para promover en el adulto mayor un estilo de vida saludable.

Además, incorpora conceptos como *Dependence* que permite considerar el beneficio que puede generar un servicio para el adulto mayor, proponiendo como mecanismo para evitarla las recomendaciones y los ejercicios.

La ontología OCAM permitió modelar las características del adulto mayor que son complejas en sí mismas, adicionalmente de relacionarlas a los Objetos Inteligentes de la IoT que la accedan a la información para apoyar interactivamente la vida de los adultos mayores. La ontología se personaliza fácilmente a las necesidades de cada individuo, es escalable y automatiza procesos de interoperabilidad semántica en la IoT, convirtiéndose en un elemento importante en el avance de los sistemas de asistencia de vida asistida por el ambiente

4 Evaluación del Modelo de Servicios para la WoT.

Para evaluar el modelo propuesto, fue realizado un Grupo Focal [76, 77] con expertos en el área de la salud de los adultos mayores, con el fin de obtener realimentación que permita mejorar el modelo. Para ello, se seguirán las siguientes etapas:

- **Planificación:** Se lleva a cabo la capacitación, coordinación, organización y diseño del Grupo Focal.
- **Selección de la muestra:** Se lleva a cabo el proceso de selección de personas que participan en el Grupo Focal, entiendo en cuenta su experiencia y conocimiento en el área de la salud de los adultos mayores.
- **Ejecutar el Grupo Focal:** Ejecutar el Grupo Focal teniendo en cuenta la planificación realizada. Es importante registrarlo en audio o video para su posterior análisis.
- **Observación y reflexión:** Se recogen los datos sobre la ejecución e intervención del Grupo Focal y posteriormente se genera un reporte como resultado de la reflexión y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del Grupo Focal, para obtener conclusiones que permitan llevar a cabo la retroalimentación y evaluación del aprendizaje obtenido.

4.1 Planificación

A continuación, se muestran los objetivos del grupo focal, preparación de materiales y procedimientos a seguir:

4.1.1 Objetivo del Grupo Focal:

Conocer la opinión y percepción de expertos en el cuidado de Adultos mayores sobre la pertinencia, idoneidad y completitud del modelo propuesto, el cual permite la prestación de servicios a los adultos mayores por parte de los objetos inteligentes teniendo en cuenta sus características, limitaciones y preferencias, procurando que los servicios ofrecidos no generen dependencia.

4.1.2 Objetivo de Investigación:

Evaluar el modelo propuesto con el fin de encontrar oportunidades de mejora y/o generar una nueva versión de dicho modelo.

4.1.3 Preparación de materiales y procedimientos a seguir por parte del grupo de investigación:

4.1.3.1 Protocolo del grupo focal:

En la Tabla 11 se presenta el protocolo definido para llevar a cabo el grupo focal.

Tabla 11. Protocolo del Grupo Focal.

No	Elemento	Descripción
1	Agenda de trabajo	Documento que contiene las actividades que llevara a cabo cada participante durante la aplicación del grupo focal.
2	Cuestionario	Documento que contiene las preguntas con las que se obtener información relevante para la evaluación de la propuesta durante el grupo focal (Ver Anexo G).
3	Estructura del protocolo	Documento que indica el protocolo utilizado para la aplicación del grupo focal.
4	Propuesta a evaluar	Documento que contiene la descripción de la propuesta que será evaluada.

4.1.3.2 Elementos necesarios para llevar a cabo el grupo focal:

La Tabla 12 presenta los elementos utilizados para la realización del grupo focal.

Tabla 12. Elementos para tener en cuenta en la realización del grupo focal.

Elemento	Descripción
Duración	2 horas
Lugar	Plataforma Google Meet
Tema por Tratar	Evaluación del modelo de servicios para el adulto mayor.
Moderador	Yazmin Andrea Pabón Guerrero
Supervisor	Miguel Ángel Niño Zambrano
Relator	Yazmin Andrea Pabón Guerrero
Objetivo de investigación	Evaluar el modelo propuesto con el fin de encontrar oportunidades de mejora y/o generar una nueva versión de dicho modelo.

4.1.3.3 Métodos de captura y registro de información

Para ejecutar el grupo focal fue requerido un relator encargado de tomar nota de los comentarios y sugerencias relevantes de los participantes. Los participantes recibieron el cuestionario correspondiente por medio de un formulario digital. Además, el grupo focal fue registrado en video con el fin de contar con material de apoyo que permita verificar la información recolectada.

4.1.3.4 Métodos de análisis de información

Luego de la realización del grupo focal, fue llevado a cabo un análisis estadístico de la información plasmada en los cuestionarios y un análisis cualitativo a partir de las observaciones y oportunidades de mejora registradas.

4.2 Selección de la muestra:

En este apartado se definen las estrategias de selección de los participantes del grupo focal:

4.2.1 Definición del perfil del participante

Para la selección de expertos se definieron los siguientes criterios:

- Contar con estudios en medicina, enfermería o estar a cargo del cuidado de adultos mayores.
- Estar trabajando o haber trabajado con adultos mayores.
- Experto en ontologías.
- Ser familiar encargado del cuidado del adulto mayor.

4.2.2 Identificación de los participantes

De acuerdo con los criterios establecidos se identificaron los posibles participantes. El grupo focal estuvo conformado por auxiliares de enfermería con experiencia en el cuidado del adulto mayor, una persona con experiencia en investigación y desarrollo de ontologías, un familiar encargado del cuidado de un adulto mayor. La Tabla 13 muestra el perfil de los participantes.

Tabla 13. Perfil profesional de los participantes en el grupo focal.

Id.	Estudios	Experiencia
PFG1	Bachiller	Diez años Oficios varios
PFG2	Magister en Computación	Tres años en docencia universitaria. Investigador.
PFG3	Auxiliar en Enfermería	Tres años cuidado domiciliario de adultos mayores
PFG4	Auxiliar en Enfermería	Dos años trabajando en una fundación del cuidado del adulto mayor.

PFG5	Auxiliar en Enfermería	Tres años de experiencia cuidado domiciliario de adultos mayores.
------	------------------------	---

PGF = Participante del Grupo Focal

4.3 Ejecutar el grupo focal

La sesión duró un total de dos horas siguiendo el orden y la secuencia presentada en la Tabla 14.

Tabla 14. Organización del grupo focal.

No	Descripción
1	Bienvenida de participantes
2	Presentación del equipo investigador y objetivos del grupo focal y de investigación
3	Presentación de los participantes
4	Presentación de la Ontología OCAM (Ontología para el Cuidado de Adultos Mayores)
5	Preguntas por parte del público
6	Retroalimentación por parte de los participantes
7	Agradecimientos a los participantes
8	Finalización del grupo focal

4.3.1 Captura de información

Siguiendo las estrategias definidas anteriormente, el relator fue el encargado de registrar las observaciones y comentarios realizados por los participantes. Además, al finalizar la sesión los participantes diligenciaron el cuestionario cuyo objetivo fue evaluar la pertinencia, completitud e idoneidad del modelo, el cuál contó con las siguientes secciones:

- Identificación del participante.
- Cuestionario para conocer la opinión sobre el modelo propuesto. El cual utilizó la siguiente escala de Likert:
 1. Si
 2. Tal vez
 3. No

Esta sección al tener preguntas cerradas permite que los participantes establezcan de manera clara su postura y facilita el análisis de la encuesta.

Las preguntas abiertas permiten que los participantes expresen de manera abierta sus opiniones y propuestas. En la Tabla 15 se presentan las preguntas y su respectivo aspecto a evaluar.

Tabla 15. Cuestionario de evaluación para el grupo focal.

Aspecto a Evaluar	ID	Pregunta
Pertinencia	P1	¿Considera que los conceptos incluidos son adecuados para apoyar al adulto mayor en sus actividades diarias?
	P2	¿Los elementos del modelo permiten que el adulto mayor interactúe de manera natural con los servicios ofrecidos?
	P3	¿Considera que las recomendaciones y los ejercicios propuestos son un enfoque adecuado para mejorar el bienestar del adulto mayor?
	P4	¿Considera pertinente el establecer un nivel de dependencia para cada uno de los ECAS provistos por los objetos inteligentes?
Idoneidad	P5	Si la solución presentada se implementa en el entorno de los adultos mayores, ¿sería utilizada y entendida fácilmente?
	P6	¿Considera que los entornos de vida asistida pueden generar dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos?
	P7	De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Considera que el modelo propuesto puede ser utilizado para reducir dicha dependencia?
Complejidad	PA1	¿Qué desventajas o inconvenientes considera que podrían presentarse en la solución propuesta?
	P8	¿Considera que el modelo presentado reúne los elementos necesarios para que los servicios ofrecidos sean los adecuados para apoyar al adulto mayor?
	PA2	¿Qué elementos deben adicionarse al modelo para apoyar las actividades del adulto mayor generando el mínimo nivel de dependencia a los servicios ofrecidos?

PA = Pregunta abierta P=Pregunta

4.4 Observación y Reflexión

Luego de realizar el grupo focal, se analizaron los aportes de los participantes y los cuestionarios diligenciados al final de la sesión. A continuación se presentan las actividades llevadas a cabo para el análisis de la información obtenida:

4.4.1 Análisis de las preguntas cerradas

La Tabla 16 muestra el conteo de las respuestas a cada pregunta utilizando la escala de Likert mencionada anteriormente.

Tabla 16. Conteo de respuestas a preguntas P1-P8.

ID	Si	Tal vez	No
P1	5	0	0
P2	5	0	0
P3	5	0	0
P4	5	0	0
P5	2	3	0
P6	1	2	2
P7	2	1	2
P8	5	0	0

De acuerdo con la tabla anterior se presenta el análisis de las respuestas agrupando las preguntas según el aspecto a evaluar:

- **Pertinencia:**

En P1 se le pregunto a los participantes: ¿Considera que los conceptos incluidos son adecuados para apoyar al adulto mayor en sus actividades diarias? a lo cual todos los participantes (5) respondieron de manera afirmativa, lo anterior aporta evidencia que valida el proceso de selección y alineación realizado con ontologías como AATUM [57], ICF [74], entre otras.

En P2 se preguntó a los participantes si los elementos del modelo permiten que el adulto mayor interactúe de manera natural con los servicios ofrecidos, los cinco participantes respondieron con la opción Si. Lo anterior justifica el uso de lenguaje natural en la implementación de modelo como medio para la interacción entre el usuario y el sistema.

A la pregunta P3 ¿Considera que las recomendaciones y los ejercicios propuestos son un enfoque adecuado para mejorar el bienestar del adulto mayor? Los cinco participantes respondieron con la opción Si. Con este resultado se puede concluir que fue acertado el utilizar ejercicios que mejoren el estado cognitivo del adulto mayor.

Finalmente, para P4 se observa que los cinco participantes opinan que es pertinente establecer un nivel de dependencia para cada uno de los ECAS provistos por los objetos inteligentes.

- **Idoneidad:**

En P5 se preguntó a los participantes que si la solución presentada se implementa en el entorno de los adultos mayores, ¿sería utilizada y entendida fácilmente? Las respuestas a esta pregunta no fueron homogéneas ya que dos participantes respondieron con la opción SI y tres participantes respondieron con la opción tal vez. Al reflexionar sobre lo que expresaron los expertos en la reunión se encuentran como posibles razones el hecho de que en nuestro contexto este tipo de iniciativas

aún no han logrado ganar la confianza de los usuarios ya que no son utilizadas con frecuencia y les resultan novedosas.

En cuanto a si consideran que los entornos de vida asistida pueden generar dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos (P6), un participante seleccionó la opción Si, dos participantes la opción No y dos participantes la opción Tal Vez. Estos resultados justifican el incluir el concepto *Dependence* que se relaciona con cada ECA creado, además permite indicar si la dependencia a un servicio es positiva o negativa y conocer el nivel donde la dependencia debe ser tratada.

Dos participantes consideran que el modelo propuesto puede ser utilizado para reducir la dependencia (P7), dos consideran que no y un participante considera que tal vez. Dada la experiencia de los participantes en el cuidado de adultos mayores y las diferentes patologías presentadas por sus pacientes se puede concluir que el modelo presenta limitaciones y no podrá en todos los casos reducir la dependencia a los servicios si las condiciones de salud del adulto mayor no lo permiten.

- **Complejidad:**

Los cinco participantes consideran que el modelo presentado reúne los elementos necesarios para que los servicios ofrecidos sean los adecuados para apoyar al adulto mayor (P8)

4.4.2 Análisis de las preguntas abiertas

Las preguntas PA1 y PA2 permitieron a los participantes expresar sus opiniones acerca del modelo presentado y realizar comentarios adicionales. En la Tabla 17 se presentan las respuestas de cada uno de los participantes.

Tabla 17. Respuestas a las preguntas abiertas.

Pregunta	Participante	Respuesta
¿Qué desventajas o inconvenientes considera que podrían presentarse en la solución propuesta?	PFG1	<i>“Que de pronto se acostumbre a una máquina y cuando no la haya pase algún evento”</i>
	PFG2	<i>“Aunque la propuesta es innovadora, en el contexto colombiano podría encontrar un poco de resistencia debido a que no estamos acostumbrados a manejar esta tecnología”.</i>
	PFG3	<i>“Abandono familiar ya que creerían que junto con el cuidador y el sistema el adulto mayor tendría toda la atención requerida y no necesitaría de su familiar esto en casos donde se contrate personal de salud”.</i>
	PFG4	<i>“Una desventaja sería causar al adulto mayor independencia con el aparato inteligente Otra desventaja sería que el aparato inteligente consume mucha energía, ya que si lo logran obtener las personas de</i>

		<i>bajo recursos sería un gasto extra para ellos.”</i>
¿Qué elementos deben adicionarse al modelo para apoyar las actividades del adulto mayor generando el mínimo nivel de dependencia a los servicios ofrecidos?	PFG1	<i>“Modelos físicos o formas que permitan más interacción con las cosas “</i>
	PFG2	<i>“Realmente considero que el modelo contiene los conceptos y brinda los mecanismos para evitar que el adulto mayor entre a depender de un servicio. “</i>
	PFG3	<i>“Sería bueno tener un foro para familiares en donde se les recuerde la importancia de las redes de apoyo familiar.”</i>
	PFG4	<i>“Sería darle como un recordatorio al adulto mayor, avisándole media hora antes de la actividad que tiene que realizar para que así logre ejercitar su memoria para no causar dependencia. Que cada cuidador tenga su código de acceso al objeto inteligente.”</i>
	PFG5	<i>“Adicionarle al modelo inteligente programas de distracción variados dependiendo del estado de ánimo del paciente. Según el turno el cuidador poder programar el aparato inteligente según las necesidades del paciente en dicho turno. Adicionarle al aparato inteligente memoria para almacenar la información de cada turno. Sin poderlas modificar.”</i>

4.4.3 Información extraída de la relatoría

Además de las preguntas planteadas en el cuestionario, durante la sesión los participantes expresaron opiniones y comentarios sobre el modelo presentado. A continuación se muestran las oportunidades de mejora evidenciadas que no habían sido incluidas en las preguntas:

- Los participantes opinan que es necesario que el modelo presente una “hoja guía” que contenga la información relevante del paciente (Nombre del adulto mayor, teléfono del familiar, diagnósticos, enfermedades, medicamentos que recibe, alergias a algún medicamento, signos vitales) para que, en caso de emergencia, la persona encargada del adulto mayor pueda consultar rápidamente esta información o puedan enviarla a los profesionales de la salud.
- Los participantes que trabajan como auxiliares cuidando al adulto mayor proponen que los cuidadores tengan un turno, con el fin de que se pueda consultar lo ocurrido en cada uno de ellos, y si pasa alguna anomalía, se tendría un registro detallado del turno correspondiente.
- En cuanto a los ejercicios de memoria, manifiestan que sería interesante que el objeto inteligente diera señales al adulto mayor para que recuerde qué actividades debe hacer pero que no le diga directamente qué hacer, por ejemplo 30 minutos antes encender un led tenue del dispensador de medicamentos para que el adulto mayor asocie esa señal con que muy pronto tendrá que tomar el medicamento, esto le ayudaría a ejercitar su memoria.

- Los participantes expresan la importancia de tener en cuenta las discapacidades del adulto mayor al presentar los diferentes servicios, puesto que se garantiza que los van a utilizar de manera eficiente y eficaz, además de esta manera sí se podría garantizar el apoyo a sus actividades diarias.
- Como cuidadores ven la importancia de implementar este tipo de soluciones, puesto que en ocasiones deben estar a cargo de más de un adulto mayor. Si el objeto inteligente les presenta ejercicios y recomendaciones dependiendo del paciente, ellos podrán ofrecerle atención personalizada siguiendo las pautas establecidas en el objeto inteligente por los profesionales de la salud. Lo anterior facilitaría el trabajo de los cuidadores y beneficiaría el bienestar del adulto mayor.

4.4.4 Acciones de mejora

A partir de los resultados obtenidos, se realizó un análisis de las sugerencias realizadas por los participantes a fin de determinar si se considerarían como oportunidades de mejora para el modelo planteado. En la Tabla 18 por cada comentario se describe el cambio realizado o la justificación de la no realización del cambio.

Tabla 18. Acciones de mejora definidas para el modelo.

Comentario	Acción de mejora/Justificación
<i>“Que el modelo tenga una hoja guía para que en el momento de emergencia puedan consultarla rápidamente.”</i>	Con los conceptos del modelo se obtiene la información correspondiente a la hoja guía, por lo cual esto sería implementado desde la aplicación móvil. Con este comentario se incluyó el concepto <i>Allergy</i> el cual permite conocer las alergias del paciente a ciertos medicamentos.
<i>“El modelo debería poder almacenar los turnos de los cuidadores y de esta manera tener esta información en caso de emergencia.”</i>	Fue agregado el concepto <i>CaregiverShift</i> para conocer los horarios en los que un cuidador específico está a cargo del adulto mayor.
<i>“El modelo debe tener en cuenta las discapacidades del adulto mayor y según eso presentar los servicios”.</i>	El modelo contempla las discapacidades con el concepto <i>Impairment</i> y estas discapacidades tienen asociadas preferencias de presentación (<i>PresentationPreference</i>)
<i>“Adicionarle al modelo inteligente programas de distracción variados dependiendo del estado de ánimo del paciente”</i>	Fue agregado el concepto <i>Mood</i> el cual se relacionó al adulto mayor de tal forma que ahora se permite recomendar ejercicios de bienestar dependiendo del estado de ánimo.
<i>“Adicionarle al aparato inteligente memoria para almacenar la información de cada turno. Sin poderlas modificar”</i>	A futuro se podría implementar una aplicación que reutilice el modelo propuesto y permita gestionar la información de las personas encargadas del adulto mayor y lo ocurrido en dicho turno.

5 Prueba de Concepto

La prueba de concepto permite realizar un prototipo software para evaluar si el modelo propuesto contiene entre otros elementos la información necesaria sobre los adultos mayores para apoyar las actividades diarias, mediante la interacción en lenguaje natural y la ejecución de servicios de los objetos inteligentes ajustados a sus necesidades o preferencias, procurando generar la menor dependencia posible.

Para implementar la prueba de concepto fue utilizado como base el Escenario de Interacción Semántica creado por el grupo de investigación GTI de la Universidad del Cauca, adicionando y adecuándolo al escenario de una casa de un adulto mayor.

Para esta etapa se tomó la decisión de usar UP Ágil (Agile Unified Process) [78], utilizando sus fases y sólo los artefactos que se consideren necesarios:

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 preliminar de la aplicación teniendo en cuenta los requerimientos capturados. También se establece la planificación del proyecto y delimitación de su alcance.

Fase Elaboración. Comprende el análisis del sistema y diseño de la arquitectura en la cual debe estar reflejado el despliegue de los objetos inteligentes a utilizar y los servicios ofrecidos por los mismos.

Fase de Construcción. Se implementa y evalúa los resultados arrojados por la aplicación, de acuerdo con la arquitectura especificada en la fase anterior. Para ello se plantean las siguientes iteraciones:

- **Iteración 1:**
 - Elaboración de los diagramas de secuencia acorde a la Arquitectura base para la aplicación.
 - Despliegue del escenario de objetos inteligentes.
 - Desarrollo y/o reutilización de la interfaz, que permite al usuario interactuar con los servicios provistos por los objetos inteligentes a través de comandos de voz.
 - Pruebas alfa de la aplicación.
- **Iteración 2:**
 - Refinamiento de la aplicación y el despliegue del escenario de objetos inteligentes.
 - 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 de este y ajustes necesarios.

5.1 Fase de Inicio

5.1.1 Análisis de los requisitos:

Desarrollar una librería que pueda ser utilizada por los Objetos Inteligentes para gestionar el modelo propuesto y ejecutar servicios adecuados para los adultos mayores, dando soporte a los siguientes servicios:

- Gestionar el ciclo de vida del contexto presentado en el capítulo 3.
- Captura de condiciones ambientales a saber intensidad de luz y temperatura.
- Determinar variables biométricas como el pulso y nivel de oxígeno en sangre del adulto mayor en determinado momento.
- Procesar la información de la ontología para decidir qué servicios ejecutar de acuerdo con las condiciones actuales del adulto mayor en determinado momento.
- Mantener actualizada la ontología 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 del mismo.
- Implementar mecanismos que permitan compartir el modelo semántico con los objetos inteligentes que utilizan los adultos mayores.
- Implementar y/o reutilizar una interfaz de lenguaje natural que permita al adulto mayor interactuar con los objetos inteligentes.

En la Tabla 19 son descritos los objetos inteligentes utilizados en esta prueba de concepto. En ella es necesario tener presente los siguientes términos:

Objetos inteligentes: OI: hacen referencia a los objetos presentados en la Tabla 19.

Recursos: Son las entidades mínimas que componen cada OI, pueden ser sensores o actuadores.

Servicios: Funcionalidades en las cuales se hace uso de los recursos del OI para modificar el entorno del adulto mayor.

Tabla 19. Descripción de los objetos implementados en el escenario de interacción semántica.

Nombre del Objeto	Representación física / Recursos	Descripción	Servicios
Objeto Coordinador	Parlante Micrófono Sensor RFID	Es el encargado de notificar a los objetos que pertenecen al adulto mayor para activar los servicios que se deben ejecutar. Además, brinda la interfaz en lenguaje natural para interactuar con el sistema.	Consultar los servicios de otros objetos con el fin de establecer los servicios a recomendar. Interactuar con el usuario a través del procesamiento de lenguaje natural y otros medios.

Nombre del Objeto	Representación física / Recursos	Descripción	Servicios
			<p>Detectar la presencia del adulto mayor.</p> <p>Notificar la llega a la casa del adulto mayor a sus OI para que estos activen sus servicios de acuerdo con las configuraciones y preferencias del usuario.</p>
Regulador de Temperatura	Ventilador Calefactor Sensor de Temperatura	Es el encargado de monitorear la Temperatura ambiental y ajustarla de acuerdo con las preferencias del usuario en cada una de sus actividades	<p>Encendido y apagado.</p> <p>Consultar el estado del sensor de temperatura, ventilador y calefactor.</p> <p>Establecer preferencias de manera automática en cuanto a la temperatura del entorno.</p> <p>Detectar la presencia del usuario.</p>
Regulador de Luz	3 focos Sensor de luz	Este regulador se encarga de monitorear la intensidad de luz y ajustarla a las preferencias del usuario, en cada una de sus actividades.	<p>Encendido y apagado.</p> <p>Consultar el estado de sensor de luz y los focos.</p> <p>Establecer preferencias de manera automática en cuanto a la iluminación.</p> <p>Detectar la presencia del usuario.</p>
Dispensador de medicina	Buzzer, Luz led, Botón para abrir el compartimento, Reloj, Display.	Se encarga de alertar al adulto mayor de la toma de sus medicinas y el uso de instrumentos como audífonos o bastón.	<p>Encendido y apagado.</p> <p>Establecer preferencias en cuanto a las alertas de toma de medicinas y uso de instrumentos.</p> <p>Mostrar la hora.</p> <p>Emitir alertas preprogramadas sobre la toma de medicamentos.</p> <p>Registrar la hora y fecha en la cual el adulto mayor toma sus medicamentos.</p>
Pantalla inteligente	Pantalla táctil Parlante Bluetooth	Es el encargado de reproducir contenidos multimedia.	<p>Encendido y apagado.</p> <p>Establecer preferencias en cuanto a la hora de encendido y apagado de sus recursos.</p>

Nombre del Objeto	Representación física / Recursos	Descripción	Servicios
			<p>Establecer preferencias respecto al contenido que se va a reproducir.</p> <p>Permitir la ejecución de alertas visuales o auditivas emitidas por otros objetos inteligentes.</p>
Pulsera Inteligente	Pulsera inteligente TTGO T-Wristband.	Es el encargado de monitorizar los signos vitales del adulto mayor.	<p>Encendido y apagado.</p> <p>Percibir el estado de salud del adulto mayor a través del análisis de variables biométricas como nivel de oxígeno en sangre y ritmo cardiaco.</p> <p>Emitir alertas.</p>
Timbre	Bombillo. Buzzer. Botón	Se encarga de decidir qué tipo de alerta (sonora o lumínica) debe generar cuando alguien toca el timbre de la casa.	<p>Establecer preferencias respecto a qué tipo de alerta generar.</p> <p>Reproducir sonido</p> <p>Encender alerta lumínica.</p>

5.1.2 Diagrama de Casos de Uso:

Los diagramas de Caso de Uso son utilizados para determinar los requisitos funcionales, es decir, representan las funciones que un sistema puede ejecutar o realizar. En esta sección se presenta el diagrama de casos de uso (Fig. 7).

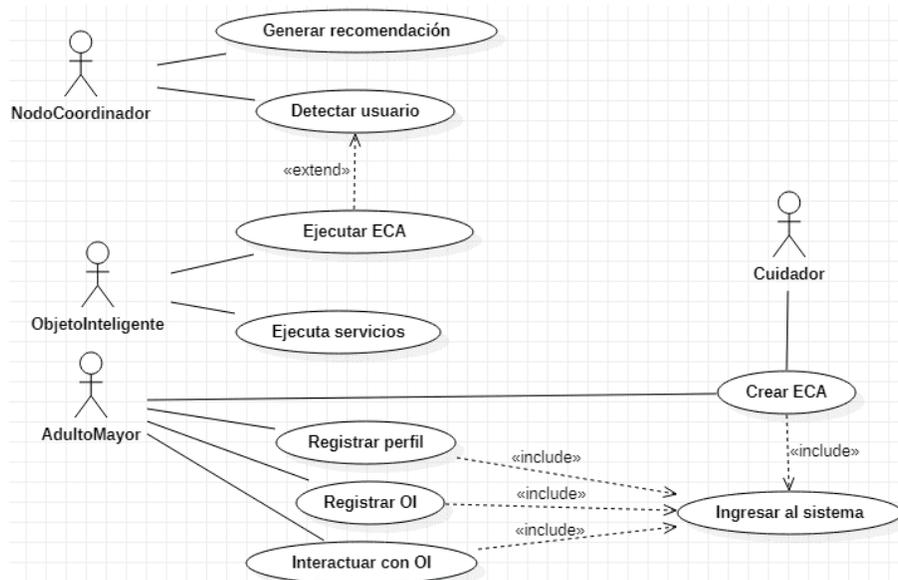


Fig. 7 Diagrama de Casos de Uso (Fuente Propia).

En las Tabla 22 y Tabla 20 se presentan dos casos de uso en formato compacto, los demás se presentan en el Anexo H

Tabla 20. Caso de uso Generar Recomendación.

<i>Caso de Uso</i>	<i>Generar Recomendación</i>
<i>Actores</i>	Nodo Coordinador
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El nodo coordinador consulta la ontología para conocer los servicios ofrecidos por los objetos inteligentes pertenecientes al adulto mayor.</p> <p>Con esta información, el Coordinador evalúa según los parámetros definidos en las condiciones de salud, cuáles servicios no son adecuados o cuáles servicios están generando algún tipo de dependencia</p> <p>El nodo coordinador decide qué tipo de recomendación presentar: Nutrición, bienestar, actividad física, y qué tipo de ejercicios presentar: Cognitivo, físico o de bienestar.</p>

Tabla 21. Caso de uso Detectar Usuario.

<i>Caso de Uso</i>	<i>Detectar Usuario</i>
<i>Actores</i>	Nodo Coordinador, Adulto Mayor, Servidor Perfil de Usuario (SPU), Objetos Inteligentes
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El usuario por medio de un tag RFID ingresa a la casa.</p> <p>El nodo Coordinador detecta al adulto mayor y solicita al SPU la información de la ontología.</p> <p>El SPU realiza las consultas correspondientes y entrega la información del adulto mayor.</p> <p>El nodo coordinador consulta los objetos pertenecientes al adulto mayor que están en esa ubicación.</p> <p>El nodo coordinador envía un mensaje a cada objeto inteligente con la información del adulto mayor.</p> <p>Cada objeto inteligente consulta cuáles ECAs debe ejecutar y realiza las configuraciones correspondientes.</p>

Tabla 22. Caso de uso Ejecutar ECA.

<i>Caso de Uso</i>	<i>Ejecutar ECA</i>
<i>Actores</i>	Objeto inteligente Evento, Objeto Inteligente Acción.
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El objeto inteligente Evento lanza un hilo para monitorear la variable Evento del ECA.</p> <p>Al cumplirse la Condición, el objeto Evento envía un mensaje al objeto inteligente encargado de realizar la acción.</p>

El objeto inteligente encargado de la acción verifica que si tienen el ECA definido y realiza la acción en el actuador correspondiente.

5.2 Fase de Elaboración

En esta fase se define y modela la arquitectura del sistema. Como se menciona anteriormente, fue tomada como referente la arquitectura propuesta por Niño-Zambrano [65]. En la Fig. 8 se presentan los elementos más importantes y a continuación se da una breve explicación de cada uno de ellos:

- Capa de Aplicación: Recopila la información personal del adulto mayor, sus necesidades, limitaciones, preferencias y demás información necesaria para instanciar la ontología.
- Capa de servicios: Gestiona la ontología y proporciona los servicios necesarios para que los objetos puedan utilizarla.
- Capa de interacción: Los objetos inteligentes presentes en el entorno del adulto mayor exponen sus servicios permitiendo la configuración de ECA's sobre los mismos. En esta capa cada objeto monitorea el nivel de dependencia de cada uno de sus ECA's e informa al objeto coordinador cuando una de ellas ha generado un nivel de dependencia que supera el límite establecido; de esta manera el nodo coordinador da recomendaciones o ejercicios pertinentes para mejorar el bienestar del adulto mayor.

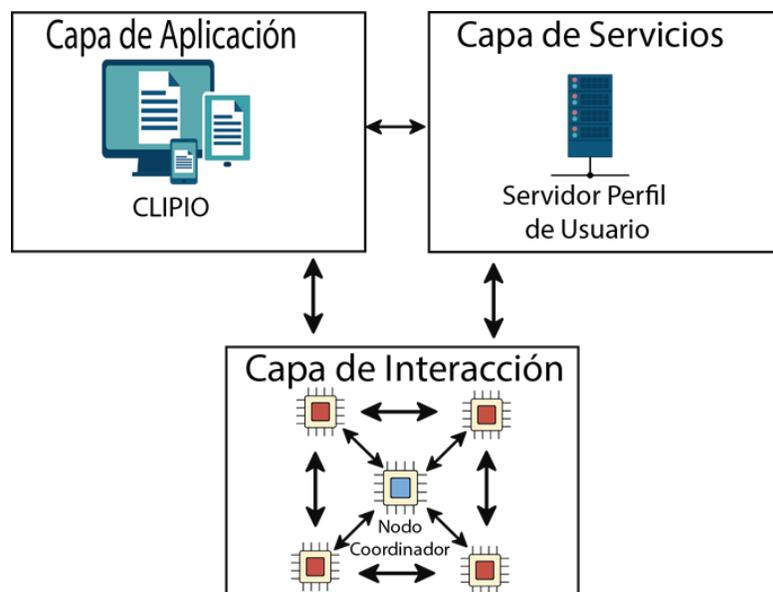


Fig. 8 Adaptación de la arquitectura del Escenario de Interacción Semántica (Fuente: Grupo de investigación GTI).

Además, se toma como referente el escenario de Interacción Semántica planteado en [64], el cual se basa en la arquitectura anterior, adicionando el Servidor Perfil de Usuario para almacenar la Ontología de Perfil de Usuario e implementando servicios web para que los

interesados puedan consultarla, a continuación, se describen algunas características relevantes en la implementación del escenario entre otros cambios importantes realizados sobre el escenario original:

- El Nodo Coordinador permite detectar el usuario, obtener la información correspondiente a su perfil e informar a otros OI la llegada de este, adicionalmente brinda recomendaciones o ejercicios en el momento en que es notificado por los OI sobre la dependencia de un ECA.
- El Objeto Inteligente contiene la lógica para exponer los servicios, permitir la configuración y ejecución de ECAS, al ser notificado sobre la llegada del usuario a la casa, el objeto configura los servicios adecuados y monitorea el nivel de dependencia de cada uno de ellos.
- La aplicación Clipio Elderly contiene la lógica para crear los ECAs validando si representan un beneficio para el adulto mayor, de no ser así, esta aplicación informará al adulto mayor las razones por las cuales determinado servicio afecta su bienestar, si a pesar de ello el usuario insiste en crearla envía la petición a los OI involucrados para que la configuren, pero notifica a los familiares o cuidadores para que estén al tanto de la situación.
- El adulto mayor puede gestionar sus preferencias y comunicarse con el nodo coordinador ya sea por medio de la interfaz de lenguaje natural o por la aplicación Clipio Elderly.

5.3 Fase de Construcción

A continuación, se presentan los diagramas de secuencia para las funcionalidades más importantes de los OI (Fig. 9), así como el diagrama de despliegue (Fig. 10) acorde a la arquitectura definida en la fase anterior.

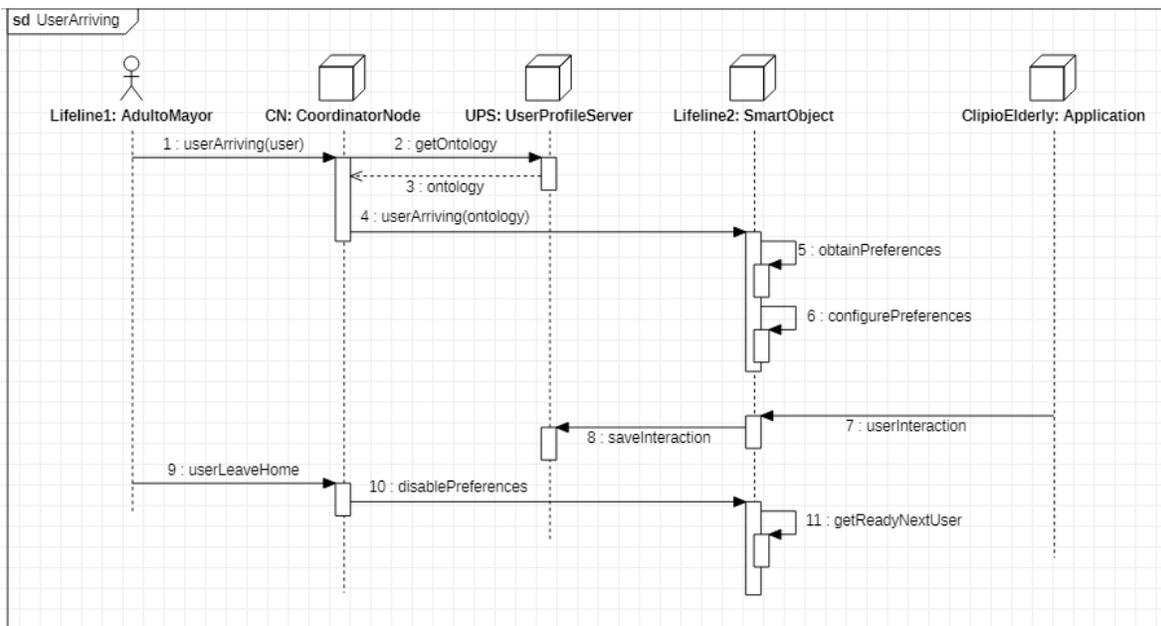


Fig. 9 Diagrama Detección de Usuario (Fuente propia).

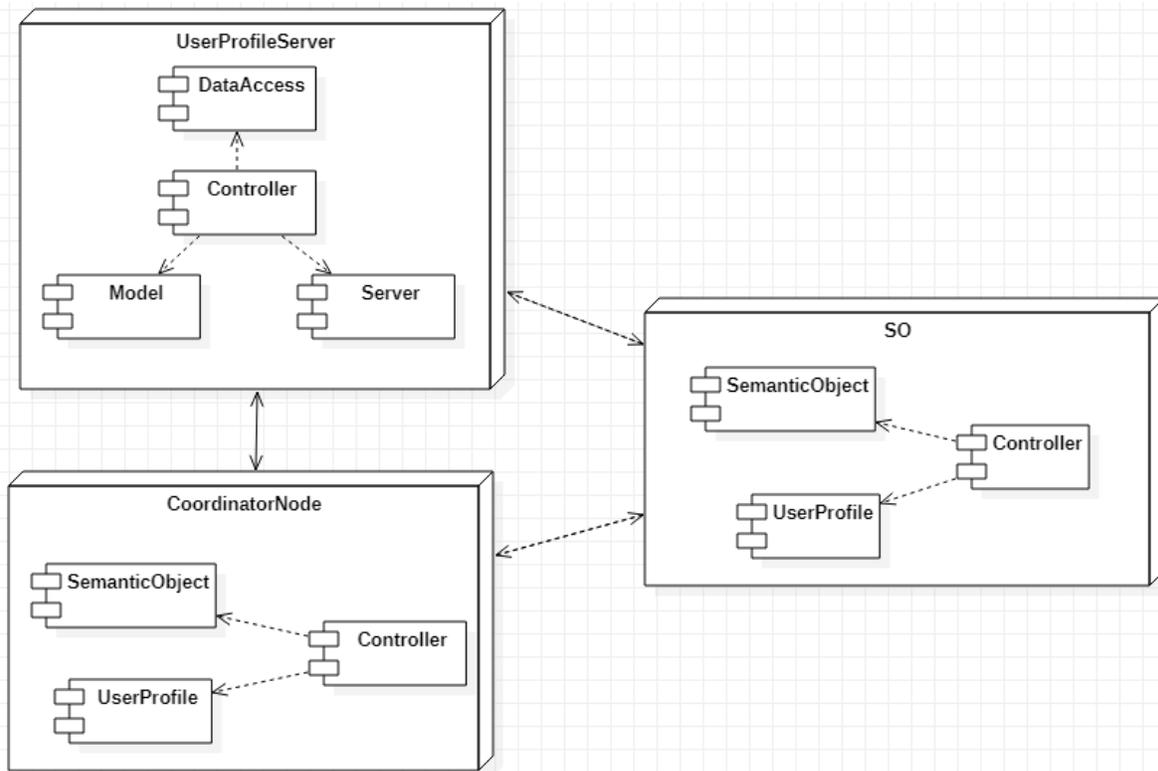


Fig. 10 Diagrama de despliegue (Fuente propia).

El nodo Servidor Perfil de Usuario (`UserProfileServer`) es el encargado de almacenar la ontología de los adultos mayores y tiene implementados servicios web que permiten a los diferentes interesados consultarlo y actualizarla.

El Nodo Coordinador (`CoordinatorNode`) es el encargado de detectar al adulto mayor, notificar a los OI pertenecientes al usuario sobre la llegada de este, y brindar recomendaciones o ejercicios cuando recibe una notificación sobre un nivel de dependencia alto en un ECA.

El Objeto Semántico (SO) [65] es el encargado de exponer servicios, permitir la configuración ejecución de ECA's y monitorear el nivel de dependencia de estas últimas notificando al nodo coordinador cuando es necesario.

5.3.1 Iteración 1

En esta primera iteración se adaptó el Escenario de Interacción Semántica para que soporte la creación de actuadores que tengan funcionalidades diferentes a Encendido/Apagado.

Se diseñaron e implementaron los OI descritos en la Tabla 19 acorde a los diagramas de secuencia y requerimientos hardware detectados en sus requisitos.

Se creó la documentación de la configuración y puesta en marcha del escenario.

Se ejecutaron pruebas alfa sobre los servicios expuestos por los OI implementados.

5.3.2 Iteración 2

Adaptación del Servidor Perfil de Usuario para gestionar la ontología lo que permite realizar pruebas alfa al escenario de interacción y se corrigen las anomalías detectadas

5.4 Fase de Transición – Prueba de Concepto.

En esta fase se realizan las pruebas de validación del prototipo según la expectativa del usuario.

La prueba de concepto sigue una adaptación a la metodología de Estudio de Caso propuesta por Runeson and Höst [23], donde se tomaron las fases y pasos necesarios para el propósito de la prueba de concepto:

Tabla 23. Metodología Prueba de Concepto.

Diseño	Ejecución y Recolección de Información	Análisis y Validación
<ul style="list-style-type: none">• Pregunta de Investigación• Unidades de Análisis• Conceptos a probar y variables a medir• Indicadores de medición• Estructuración del escenario de prueba• Metodos de recopilacion de datos	<ul style="list-style-type: none">• Ejecución de la prueba• Recoleccion de Datos• Observación	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de datos cuantitativos y cualitativos• Validación de concepto

En esta investigación los objetivos de la prueba de concepto son los siguientes:

1. Que el escenario implementado apoye las labores de los adultos mayores.
2. Que la interfaz en lenguaje natural facilite la interacción entre el adulto mayor y el escenario de interacción semántica implementado.

3. Que el escenario ejecute los servicios de acuerdo con el contexto del adulto mayor.
4. Que el escenario de interacción semántica sirva como base para un desarrollo más complejo en el campo de entornos de vida asistida.

5.4.1 Diseño de la prueba de Concepto

La prueba de concepto pretende evaluar el escenario de interacción semántica que implementa el modelo propuesto con el fin de conocer su capacidad para gestionar los servicios que se ejecutarán de acuerdo con las necesidades, limitaciones y preferencias del adulto mayor, evitando la dependencia a los mismos, y utilizando una interfaz en lenguaje natural. A continuación, se presentan el diseño del mismo.

5.4.1.1 Pregunta de Investigación

¿Cómo apoyar las actividades diarias del adulto mayor en cuanto a su cuidado y salud, a partir de un entorno de objetos inteligentes de la Web de las Cosas?

5.4.1.2 Unidades de análisis

- **Unidad de análisis 1:** Corresponde al sistema hardware/software que implementa el modelo semántico.
- **Unidad de análisis 2:** Corresponde al adulto mayor que interactuar con el sistema hardware/software que implementa el modelo.

5.4.1 Conceptos por probar y variables a medir

C1: La interfaz en lenguaje natural que implementa el sistema hardware software desplegado permite que el escenario de interacción sea fácil de usar para el adulto mayor.

C2: El escenario de interacción semántica ofrece servicios adecuados generando recomendaciones para evitar la dependencia a los mismos.

Definición de Variables:

- **Interfaz de Lenguaje Natural:**
 - Definición Conceptual:** Representan un tipo de interfaz de usuario que permite interactuar con el sistema utilizando lenguaje natural en lugar de palabras claves o comandos.
 - Definición Operacional:** Se activa o desactiva la interfaz de lenguaje natural en el escenario de interacción semántica.
- **Facilidad de uso:**
 - Definición Conceptual:** Indica el grado en que una persona considera fácil de usar un sistema en particular, con lo cual realizará menos esfuerzo para desempeñar sus actividades.
 - Definición Operacional:** El usuario califica el grado de facilidad de uso.

- **Escenario de interacción semántica:**
 - Definición conceptual:** Es el entorno de objetos inteligentes en la IoT, los cuales proveen servicios al adulto mayor. Estos objetos implementan el modelo propuesto y por ende son utilizados para ejecutar los servicios de acuerdo con las particularidades del adulto mayor.
 - Definición Operacional:** Se activa o desactiva el uso del entorno de objetos inteligentes en el hogar. Se obtiene información estadística (tiempo de ejecución, hora de activación) sobre la ejecución de servicios mediante la herramienta LogPanel.
- **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:** Se verifica por medio de la herramienta LogPanel si el servicio se configuró correctamente y se activó en un tiempo de referencia. Finalmente se pregunta al usuario el grado de satisfacción en cuanto a la ejecución del servicio
- **Dependencia percibida a los servicios:**
 - Definición conceptual:** Corresponde a la percepción de dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos.
 - Definición operacional:** A nivel cuantitativo se calcula dividiendo el número de veces que el adulto mayor realizó una tarea antes que el objeto inteligente le recordara, sobre el número de veces que se ejecutó el servicio. En cuanto al nivel cualitativo, se obtiene información de los adultos mayores, preguntándoles qué tanto necesitan la ayuda de los objetos inteligentes para realizar determinada tarea.

5.4.1 Indicadores de Medición

Los indicadores de medición son medios, instrumentos o mecanismos para evaluar hasta qué punto o en qué medida se cumplen los conceptos a probar. La fuente de datos para estos indicadores es catalogada como de segundo grado de acuerdo a Runeson and Höst [23] ya que la recolección de datos se realiza a través de herramientas software.

Para evaluar si el escenario ofrece servicios adecuados (C2), se debe tener en cuenta la eficiencia y la eficacia del modelo, por lo que se utilizan los siguientes indicadores:

El *indicador de eficacia* definido en [64] (ver Ecuación 1): se calcula a partir de la herramienta LogPanel que registra la cantidad de servicios recibidos por el objeto inteligente para configurar y 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.

$$\text{Indicador de eficacia} = \frac{\text{No. Servicios Configurados}}{\text{No. Servicios que se esperaba configurar}} * 100$$

Ecuación 1 Indicador de eficacia.

En cuanto a la eficiencia del escenario, la literatura consultada no presenta trabajos que evalúen la propuesta mediante la implementación en un prototipo en la IoT por lo tanto no

fue encontrado un indicador. 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 con el fin de establecer una escala de percepción del usuario vs el tiempo transcurrido.

Para medir la facilidad de uso (C1), la de dependencia percibida (C2) y qué tan adecuados fueron los servicios ofrecidos (C2), fue realizada una encuesta a los adultos mayores luego de interactuar con el sistema, las respuestas están basadas en la escala de Likert de 1 a 5 (ver Tabla 24)

Tabla 24. Escala Likert 1 a 5

Respuesta	Valor Asignado
Totalmente en desacuerdo	1
No estoy de Acuerdo	2
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

Con el fin de tener un valor cuantitativo de la dependencia percibida a los servicios ofrecidos, fue propuesto el indicador de dependencia, debido a que no se encontró en la literatura revisada un referente. Este índice se calcula teniendo en cuenta el número de veces que el usuario realiza la tarea sin recordatorio y el número de ejecuciones posibles del servicio (ver Ecuación 2). Esta información se obtiene de la herramienta LogPanel.

$$\text{Indicador de dependencia} = \left(1 - \frac{\text{No. veces tarea realizada sin recordatorio}}{\text{No. posible de ejecuciones del servicio}}\right) * 100$$

Ecuación 2 Indicador de dependencia.

Un resultado del 100% indicaría dependencia completa al servicio programado. Entre más se acerca a cero, la dependencia al servicio es menor. Una dependencia entre 70% y 100% se considera alta, entre 40% y 70% moderada, entre 20 y 40% baja, y finalmente por debajo del 20% se considera que no existe dependencia.

A continuación se presenta la encuesta realizada:

Facilidad de uso:

- PE1. Necesité ayuda adicional a la inducción para utilizar los objetos inteligentes
- PE2. Me adapté fácilmente a los objetos inteligentes
- PE3. Recordaba con facilidad cómo solicitar un servicio al objeto inteligente
- PE4. Usar los objetos inteligentes no requirió esfuerzo mental o físico
- PE5. Tuve que repetir mis peticiones para que el objeto inteligente las ejecutara

Eficiencia

PE6. Los servicios que pedí fueron ejecutados en un tiempo 1. Pésimo 2. Malo 3. Regular 4. Bueno 5. Excelente

Dependencia percibida

PE7. Necesité que el objeto inteligente me recordara algunas tareas

PE8. No podría recordar algunas tareas sin el objeto inteligente

PE9. Sin la ayuda del objeto inteligente me costaría mucho esfuerzo físico y mental realizar ciertas tareas.

PE10. Me gustaría que el objeto inteligente siempre me recuerde las acciones y tareas que debo hacer.

Servicios adecuados:

PE11. Los servicios que me ofreció el objeto inteligente se ajustaron a mis necesidades y a las condiciones de mi entorno

PE12. Me sentí satisfecho con los servicios que me ofrecieron los objetos inteligentes

PE13. La interacción con los servicios fue fácil e intuitiva.

Estructuración del escenario de prueba

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

1. Los objetos inteligentes son ubicados y puestos en funcionamiento en la casa del adulto mayor.
2. El adulto mayor recibe una capacitación sobre el uso de los objetos inteligentes.
3. Mediante la aplicación Clipio son configurados los objetos inteligentes y registrados los datos del usuario en la ontología, incluyendo sus condiciones de salud.
4. El adulto mayor establece las preferencias de ejecución y presentación en cada uno de los objetos inteligentes.
5. Se simulan condiciones adversas a las condiciones de salud del adulto mayor, y se espera respuesta de los objetos inteligentes.
6. El adulto mayor interactúa con el nodo coordinador para solicitar un servicio en lenguaje natural. Se espera respuesta de los objetos inteligentes.
7. Entre las preferencias configuradas están los recordatorios para tomar medicina. Se espera que al llegar a un nivel de dependencia mayor a 40% el objeto de recomendaciones para que el adulto mayor ejercite sus capacidades cognitivas.
8. Se espera que el objeto de un mensaje positivo al adulto mayor cuando el nivel de dependencia sea menor al 40%.
9. Al finalizar se contestan las preguntas definidas en el formulario
10. Se realiza el respaldo de la información generada.

5.4.1 Métodos de recopilación de la información

Siguiendo el concepto de Triangulación definido por Runeson and Höst [23] se utilizan los siguientes métodos de recopilación de información.

- **Métodos de recopilación de datos de primer grado:** En este punto fue utilizada una lista de chequeo a modo de cuestionario, que recopila información sobre las unidades de análisis. Las preguntas utilizan la Escala de Likert, que 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*. El formulario consta de las preguntas presentadas anteriormente.
- **Métodos de recopilación de datos de segundo grado:** En este tipo de métodos el investigador recopila información sin entrar en contacto directo con los sujetos, por lo cual es común el uso de herramientas software para soportar estos procesos. En esta investigación se utilizó la herramienta software LogPanel, la cual es una herramienta que registra los tiempos en las diferentes fases de configuración, activación y ejecución de servicios del escenario de interacción.

5.4.2 Ejecución y Recolección de Datos

Ejecución de la prueba

Para ejecutar la prueba de concepto fueron contactados dos adultos mayores, quienes permitieron la instalación de los objetos inteligentes presentados en la Tabla 19 en su hogar y mantuvieron una interacción por un periodo de dos días. Para su selección se tuvo en cuenta que tuvieran limitaciones visuales o auditivas, y que no tuvieran alteraciones cognitivas o de movilidad importantes.

La primer participante es Margarita, una mujer de 81 años de edad, con pérdida de un 70% de la audición y con una capacidad visual baja, con una limitación en su movilidad por un remplazo de cadera. No cuenta con estudios. En cuanto al uso de la tecnología, está familiarizada con el uso de una Tablet y de electrodomésticos programables.

El segundo participante es Luis, un hombre de 75 años que vive solo, utiliza gafas permanentemente y está en tratamientos de su sistema respiratorio. Luis no utiliza tecnología, aunque sabe utilizar las funciones básicas de un Smartphone (llamar, crear contactos).

En la Imagen 1 se observa la interacción de uno de los participantes con los objetos inteligentes instalados en su hogar. El dispensador de medicamentos (Imagen 1a) fue instalado en la habitación principal junto a la cama debido a que ese es el lugar donde ella está acostumbrada a almacenar sus medicamentos. Este objeto tiene compartimentos que permiten almacenar las pastillas de la semana. Con la aplicación Clipio se crean los ECAs que permiten abrir el compartimento correspondiente a pastilla en la hora indicada. Este objeto cuenta con un botón que al ser presionado abre el compartimento correspondiente a la hora de la interacción, si no existe ninguna pastilla a esa hora, no abrirá ningún compartimento. La pantalla inteligente (Imagen 1b) fue instalada en un lugar iluminado de la casa, este objeto permite reproducir el contenido multimedia que le gusta al usuario. La participante también utilizó una pulsera inteligente (Imagen 1c) que permite monitorear sus

signos vitales. Por último, a la entrada de la casa se instaló el nodo coordinador (Imagen 1d), al ingresar a la casa por medio de un tag RFID el usuario se identifica para que el objeto coordinador informe a los objetos de la casa que deben configurar los ECAs correspondientes.



Imagen 1a. Adulto mayor interactuando con el dispensador de medicamentos.



Imagen 1b. Adulto mayor interactuando con la pantalla inteligente.



Imagen 1c. Adulto mayor interactuando por medio de comandos de voz.



Imagen 1d. Adulto mayor interactuando con el nodo coordinador.

Imagen 1. Interacción del adulto mayor con los objetos inteligentes

En la Imagen 2 se muestra la configuración de los objetos inteligentes en la aplicación móvil, en este caso se utilizan los objetos descritos en la Tabla 19. La configuración inicial la realizó el cuidador del adulto mayor antes de iniciar la prueba de concepto.



Imagen 2 Configuración de los objetos inteligentes en la aplicación móvil.

De la **Imagen 3** a la **Imagen 7** muestran cada objeto inteligente utilizado, los cuales fueron construidos con las placas de desarrollo Raspberry Pi y Orange Pi. Su sistema operativo son distribuciones Linux bajo arquitectura ARM. También fueron utilizados switches wifis para controlar la iluminación del hogar. Para implementar la interfaz de lenguaje natural, fue utilizado el kit de reconocimiento de voz³ el cual utiliza el Asistente de Google⁴.

En la **Imagen 3** se muestra el nodo coordinador, que cuenta con dos lectores RFID, uno que identificar la entrada del usuario y uno que identifica la salida.

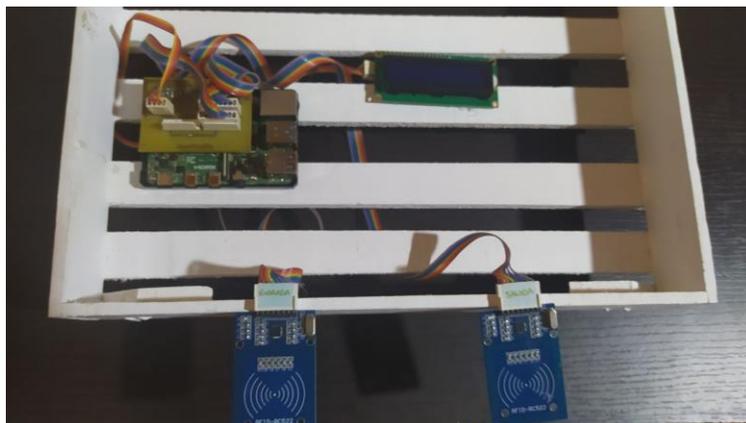


Imagen 3. Nodo Coordinador.

³ <https://aiyprojects.withgoogle.com/voice/>

⁴ https://assistant.google.com/intl/es_es/

La pantalla inteligente (Imagen 4) cuenta con un altavoz, micrófono y pantalla que permiten reproducir el contenido multimedia preferido por el adulto mayor. El nodo coordinador hace uso del parlante y micrófono para detectar los comandos de voz del usuario y reproducir las recomendaciones o ejercicios brindados.

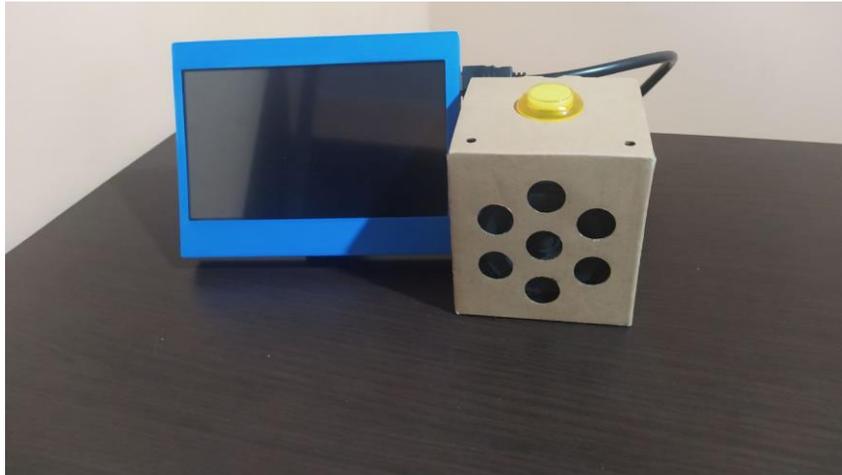


Imagen 4. Pantalla Inteligente.

Para el regulador de luz (Imagen 5) se utilizó un switch wifi que permite controlar las luces del cuarto del adulto mayor.



Imagen 5. Regulador de Luz

El regulador de temperatura Imagen 6 cuenta con un calefactor y un ventilador para mantener la temperatura en el nivel adecuado de acuerdo con las preferencias y condiciones de salud del adulto mayor.

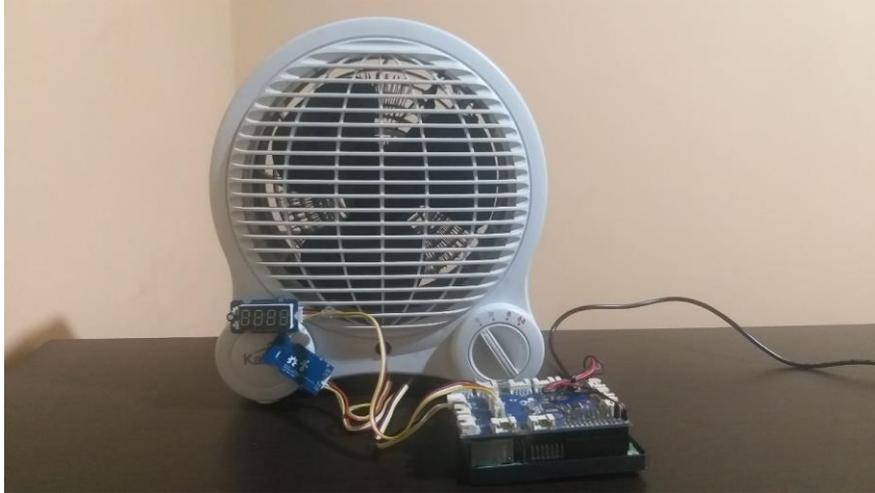


Imagen 6. Regulador de Temperatura.

Finalmente, el dispensador de medicamentos **Imagen 7** permite almacenar las pastillas del adulto mayor. Cuenta con un botón para



Imagen 7. Dispensador de Medicamentos.

Recolección de datos y Observación

La recolección de los datos se llevó a cabo mediante los instrumentos definidos anteriormente, durante la prueba se observó el comportamiento del sistema mediante la herramienta LogPanel. Adicionalmente, al finalizar los participantes respondieron la encuesta planteada.

Durante la interacción inicial del adulto mayor con los objetos inteligentes se observó que causaba una reacción de desconfianza y sorpresa al ver lo que podían realizar, pero luego de que los adultos mayores aprendían a interactuar con el sistema, se sentían cómodos con los objetos inteligentes.

La creación de ECAs por medio de una interfaz de lenguaje natural permitió que los adultos mayores no fueran forzados a utilizar una aplicación móvil. Al inicio se dificultó decir la

palabra clave para iniciar el asistente de Google (*ok Google* o *Hey Google*), pero al cabo de unas repeticiones lo pudieron realizar sin inconvenientes.

5.4.3 Análisis y Validación

5.4.3.1 Análisis de datos cualitativos

Luego de realizar la estructuración del escenario de prueba y la interacción por 2 días, los participantes respondieron la encuesta. Los resultados fueron:

Tabla 25. Resultados de la encuesta de la prueba de concepto.

Pregunta	P1	P2
PE1. Necesité ayuda adicional a la inducción para utilizar los objetos inteligentes.	2	4
PE2. Me adapté fácilmente a los objetos inteligentes.	4	2
PE3. Recordaba con facilidad cómo solicitar un servicio al objeto inteligente.	4	3
PE4. Usar los objetos inteligentes no requirió esfuerzo mental o físico.	4	3
PE5. Tuve que repetir mis peticiones para que el objeto inteligente las ejecutara.	3	3
PE7. Necesité que el objeto inteligente me recordara algunas tareas.	2	2
PE8. No podría recordar algunas tareas sin el objeto inteligente.	2	2
PE9. Sin la ayuda del objeto inteligente me costaría mucho esfuerzo físico y mental realizar ciertas tareas.	3	2
PE10. Me gustaría que el objeto inteligente siempre me recuerde las acciones y tareas que debo hacer.	3	2
PE11. Los servicios que me ofreció el objeto inteligente se ajustaron a mis necesidades y a las condiciones de mi entorno.	4	4
PE12. Me sentí satisfecho con los servicios que me ofrecieron los objetos inteligentes.	4	4
PE13. La interacción con los servicios fue fácil e intuitiva.	3	4

Según los resultados anteriores, en cuanto a la facilidad de uso (preguntas PE1-PE5) se observa que para el participante 1 el nivel de usabilidad del sistema fue bueno, mientras que para el participante 2 no fue tan satisfactorio, lo que lo llevó a preguntar con frecuencia cómo utilizar determinada funcionalidad de un objeto inteligente; una posible explicación para lo anterior es que el participante 1 está más adaptado al uso de la tecnología, frecuentemente utiliza una Tablet y electrodomésticos programables, mientras que el participante 2 no tiene contacto directo con la tecnología, limitándose al uso básico de un smartphone.

En cuanto a la pregunta PE5 cuyo enunciado fue “Tuve que repetir mis peticiones para que el objeto inteligente las ejecutara”, ambos participantes se mostraron neutros frente a ella, una posible explicación para este resultado puede ser el hecho de tener un conjunto reducido de palabras clave para la creación de preferencias y la interacción con los objetos.

En cuanto a la eficiencia, (PE6. Los servicios que pedí fueron ejecutados en un tiempo 1. Pésimo 2. Malo 3. Regular 4. Bueno 5. Excelente), los usuarios respondieron la opción 4, es decir, consideran que la ejecución de los servicios fue buena.

Un aspecto importante para la evaluación del modelo es la dependencia que generan los servicios ofrecidos, por lo cual se pregunta a los participantes cómo percibieron la dependencia generada (PE7 hasta PE10). Los resultados muestran que los participantes no notaron una dependencia importante a los servicios, aunque este resultado es bueno, no resulta concluyente y evidencia la necesidad de realizar un estudio longitudinal que permita evaluar este aspecto en una ventana de tiempo más grande, sin embargo este resultado puede ser tomado como un aliciente para que futuros investigadores lo realicen.

Por último, se evaluó qué tan adecuados fueron los servicios que ofrecieron los objetos inteligentes (PE11 - PE13). Los participantes estuvieron de acuerdo en que los servicios si satisficieron sus necesidades de acuerdo con el contexto, además la interacción con ellos resultó intuitiva.

5.4.3.2 Análisis de datos cuantitativos

Para los datos cuantitativos se tomó como referencia la herramienta LogPanel:

Para evaluar la dependencia a los servicios el dispensador de medicamentos tenía configurados para cada usuario una pastilla⁵ con los horarios presentados en la Tabla 26.

Tabla 26. Simulación horarios de pastilla.

Hora	Pastilla
9:00 am	Pastilla1
01:00 pm	
7:00 pm	

El usuario podía presionar un botón del dispensador de medicamentos y con ello notificar al objeto que se había acordado de tomar el medicamento, bajo este evento el dispensador de medicamentos insertaba un registro en el LogPanel. En la Tabla 27 se muestran los resultados obtenidos para el indicador de dependencia de los participantes teniendo en cuenta lo registrado en la herramienta LogPanel.

Tabla 27. Registros obtenidos de la herramienta LogPanel

Participante	ECA	No. veces tarea realizada sin recordatorio	No. Posible de ejecuciones del servicio	Indicador de dependencia
Participante 1	Cuando botón presionado entonces insertar registro en LogPanel	6	6	0%

⁵ La pastilla que debe tomar fue simulada con un dulce para no interferir en los tratamientos médicos de los participantes.

Participante 2	Cuando botón presionado entonces insertar registro en LogPanel	4	6	33.33%
-------------------	--	---	---	--------

De acuerdo con los resultados ninguno de los participantes desarrollo dependencia al servicio de recordatorios, ya que el indicador más alto fue de 33.33% y este valor se considera como una dependencia baja.

Para calcular la eficacia del sistema software hardware que implementa el modelo fueron configurados 8 servicios. Según los registros encontrados en la herramienta LogPanel fueron configurados correctamente 7 servicios, por lo cual la índice eficacia obtuvo un valor de 87,5%.

Por su parte el indicador de eficiencia tomó la opinión de los participantes y fue comparada con los tiempos en los que la herramienta LogPanel reporta la ejecución de los servicios. Para los siete servicios ejecutados se reporta un tiempo promedio de un minuto con cuarenta segundos entre la llegada del usuario a la casa y la configuración completa de cada uno de los objetos de acuerdo con las preferencias del usuario. De acuerdo con la respuesta de los usuarios a la pregunta PE6, este tiempo se califica como "Bueno"

5.4.3.3 Validación de conceptos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los conceptos uno y dos definidos para cada una de las unidades de análisis:

C1: La interfaz en lenguaje natural que implementa el sistema hardware software desplegado permite que el escenario de interacción sea fácil de usar para el adulto mayor.

Según las respuestas obtenidas en la encuesta, se evidencia que la interacción entre el adulto mayor y el sistema es adecuada, sin embargo hay aspectos a mejorar en la interfaz de lenguaje natural, puesto que esta no era capaz de comprender todas las peticiones realizadas por el adulto mayor debido a un conjunto de palabras clave reducido para la creación de preferencias y ejecución de servicios.

C2: El escenario de interacción semántica ofrece servicios adecuados generando recomendaciones para evitar la dependencia a los mismos.

Para validar este concepto se tiene en cuenta la eficacia y la eficiencia del sistema hardware software desplegado, como se mostró anteriormente estos índices reportan buenos resultados por lo cual se puede afirmar que el sistema hizo lo que tenía que hacer en un tiempo prudente para el usuario.

En cuanto a las recomendaciones para evitar la dependencia, se tomó como ejemplo el dispensador de medicamentos el cual como se mostró anteriormente tenía configurado la toma de una pastilla en 3 momentos del día, de tal forma que se registraba en el concepto *Dependece* de la ontología cada vez que el recordatorio se activaba y al llegar a una dependencia mayor al 70% se generaba una recomendación y se proponía un ejercicio al adulto mayor.

Por lo encontrado en el análisis de la encuesta y la herramienta Logpanel se puede afirmar que el sistema de recomendaciones funcionó correctamente ya que para el participante 2 se ejecutó dos veces. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, es necesario realizar un estudio longitudinal que permite evaluar esta característica en una ventana de tiempo más grande

Teniendo en cuenta los indicadores propuestos y las respuestas dadas por los usuarios, se evidencia que el sistema hardware/software implementado sirve como soporte a las labores del adulto mayor, ya sea configurando su entorno, ofreciendo servicios para preservar su bienestar y generando recomendaciones/ejercicios para que en lo posible el adulto mayor no dependa de los servicios ofrecidos.

La prueba de concepto evidencia la oportunidad de desarrollar una solución que permita el despliegue en un entorno real de objetos inteligentes para apoyar a los adultos mayores.

7 Conclusiones y trabajos a futuro

Las conclusiones de este trabajo son:

1. Se propuso un modelo semántico de la WoT que tiene en cuenta las actividades, hábitos, necesidades y preferencias de los adultos mayores respecto a limitaciones físicas como pérdida de la capacidad auditiva o visual, y limitaciones mentales como la pérdida progresiva de la memoria. Este modelo involucra el concepto de dependencia tecnológica y una relación hacia un escenario de vida asistida por el entorno con objetos inteligentes de la IoT, reuniendo el conocimiento necesario para generar servicios personalizados y ajustados al mejoramiento de la calidad de vida de los adultos mayores.
2. Al evaluar el modelo semántico propuesto con expertos en el área de la salud de los adultos mayores a través de un Grupo Focal, se pudo evidenciar un buen grado de completitud del modelo y se obtuvieron elementos adicionales que permitieron refinar el modelo, establecer sus limitaciones y validar los conceptos incluidos, ampliando el valor del modelo propuesto para la comunidad académica.
3. Teniendo en cuenta los indicadores propuestos y las respuestas recopiladas por los usuarios en la prueba de concepto realizada, se evidencia que el sistema hardware/software implementado sirve como soporte a las labores del adulto mayor, ya sea configurando su entorno, ofreciendo servicios para preservar su bienestar y generando recomendaciones/ejercicios para que en lo posible el adulto mayor no dependa de los servicios ofrecidos. También se evidencia la oportunidad de desarrollar una solución más completa que permita el despliegue en un entorno real de objetos inteligentes para apoyar a los adultos mayores a través de los objetos inteligentes de la IoT y tomado como base el modelo semántico propuesto
4. Al crear el modelo semántico propuesto mediante una ontología denominada OCAM, permitió modelar las características del adulto mayor que son complejas en sí mismas, adicionalmente de relacionarlas a los Objetos Inteligentes de la IoT que la accedan a la información para apoyar interactivamente la vida de los adultos mayores. La ontología se personaliza fácilmente a las necesidades de cada individuo, es escalable y automatiza procesos de interoperabilidad semántica en la IoT, convirtiéndose en un elemento importante en el avance de los sistemas de asistencia de vida asistida por el ambiente.
5. Aunque se pudo evidenciar que el entorno desarrollado en la prueba de concepto provee asistencia personalizada al adulto mayor, se evidencia que no reemplaza a los profesionales de la salud ni a los familiares, al contrario, procura ser un apoyo para mantener el bienestar del adulto mayor. Aún existen problemas por resolver, como las interfaces en lenguaje natural que entiendan mejor y más fácilmente las ordenes de los adultos, reducir su aversión al uso de la tecnología y evidenciar si se

puede producir dependencia de la misma tecnología con un estudio transversal y de mayor alcance. Otro elemento importante es que la interacción humana no puede ser reemplazada u omitida en el cuidado y bienestar del adulto mayor

6. Aunque se propone un mecanismo para reducir la dependencia, no en todos los casos se podrá reducir completamente, puesto que también influyen las condiciones físicas y mentales del adulto mayor.
7. Se puede finalmente aportar evidencia de que un modelo semántico de servicios para la WoT con una interfaz en lenguaje natural y centrado en la información de los adultos mayores permite apoyar sus actividades diarias, mediante la ejecución de servicios de los objetos inteligentes ajustados a sus necesidades o preferencias.

Como trabajo futuro se considera importante realizar lo siguiente:

1. Es necesario realizar un estudio longitudinal con más participantes que permita obtener resultados concluyentes sobre la capacidad del escenario para ejecutar servicios ajustados a las necesidades o preferencias del adulto mayor y sobre reducción de la dependencia propuesta en este trabajo.
2. Se debe tener en cuenta a los familiares de los adultos mayores, ofreciéndoles mecanismos que les permitan estar pendientes de ellos, pero además recomendaciones para que no deleguen el cuidado a estos sistemas, sino que en conjunto apoyen y cuiden del bienestar del adulto mayor.
3. El modelo propuesto contiene 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.
4. En el campo de investigación de AAL podría ser importante que los datos generados por los objetos inteligentes sean accesibles con el fin de que investigadores interesados en este tipo de soluciones tengan un punto de referencia. Lo anterior teniendo en consideración la privacidad del adulto mayor para no permitir su identificación.
5. Es importante generar soluciones que apoyen a los cuidadores de los adultos mayores, teniendo en cuenta sus necesidades y requerimientos dentro de su labor específica.

8 Referencias

- [1] P. E. Estrada-Martinez and J. A. Garcia-Macias, "Semantic interactions in the Internet of Things," *Int. J. Ad Hoc Ubiquitous Comput.*, vol. 13, no. 3/4, pp. 167-175, 2013.
- [2] 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.
- [3] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The semantic web," *Scientific American*, vol. 284, no. 5, pp. 34-43, 2001.
- [4] 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*, Berkeley, 2009: IEEE, pp. 589-594.
- [5] 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.
- [6] A. Dohr, R. Modre-Osprian, M. Drobics, D. Hayn, and G. Schreier, *The Internet of Things for Ambient Assisted Living*. 2010, pp. 804-809.
- [7] R. Al-Shaqi, M. Mourshed, and Y. Rezgui, "Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly," *SpringerPlus*, journal article vol. 5, no. 1, p. 624, May 14 2016.
- [8] Á. Fides-Valero, M. Freddi, F. Furfari, and M.-R. Tazari, "The PERSONA Framework for Supporting Context-Awareness in Open Distributed Systems," Berlin, Heidelberg, 2008: Springer Berlin Heidelberg, pp. 91-108.
- [9] H. Sundmaeker, P. Guillemin, P. Friess, and S. Woelfflé, *Vision and Challenges for Realizing the Internet of Things*. Publications Office of the European Union, 2010.
- [10] H.-T. Wu and C.-W. Tsai, "A home security system for seniors based on the beacon technology," *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, vol. 30, no. 15, p. e4496, 2018.
- [11] L.-P. Hung, Y.-H. Chao, and C.-L. Chen, "A Hybrid Key Item Locating Method to Assist Elderly Daily Life Using Internet of Things," *Mobile Networks and Applications*, journal article June 30, 2018.

- [12] W. Chen, L. Chen, W. Chang, and J. Tang, "An IoT-based elderly behavioral difference warning system," in *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, Chiba, 2018: IEEE, pp. 308-309.
- [13] Y. M. Galvão, V. A. Albuquerque, B. J. T. Fernandes, and M. J. S. Valença, "Anomaly detection in smart houses: Monitoring elderly daily behavior for fall detecting," in *2017 IEEE Latin American Conference on Computational Intelligence (LA-CCI)*, Arequipa, 2017: IEEE, pp. 1-6.
- [14] D. C. Yacchirema, D. Sarabia-Jácome, C. E. Palau, and M. Esteve, "A Smart System for Sleep Monitoring by Integrating IoT With Big Data Analytics," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 35988-36001, 2018.
- [15] Q. Ni, I. Pau, and A. García Hernando, "A foundational ontology-based model for human activity representation in smart homes," *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Article vol. 8, no. 1, pp. 47-61, 2016.
- [16] Kurnianingsih, L. E. Nugroho, Widyawan, L. Lazuardi, and K. Non-alinsavath, "Ontology-based context-aware for ubiquitous home care for elderly people," in *2015 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, Semarang, 2015: IEEE, pp. 454-459.
- [17] A. Almeida, R. Mulero, P. Rametta, V. Urošević, M. Andrić, and L. Patrono, "A critical analysis of an IoT—aware AAL system for elderly monitoring," *Future Generation Computer Systems*, vol. 97, pp. 598-619, 2019/08/01/ 2019.
- [18] S. Berkovsky and J. Freyne, "Web Personalization and Recommender Systems," presented at the Proceedings of the 21st ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Sydney, NSW, Australia, 2015.
- [19] T. Vallée, K. Sedki, S. Despres, M. C. Jaulant, K. Tabia, and A. Ugon, "On Personalization in IoT," in *2016 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, Las Vegas, 2016: IEEE, pp. 186-191.
- [20] E. Wang and R. Chow, "What can I do here? IoT service discovery in smart cities," in *2016 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops)*, Sydney, 2016: IEEE, pp. 1-6.
- [21] D. Hussein, S. N. Han, G. M. Lee, N. Crespi, and E. Bertin, "Towards a dynamic discovery of smart services in the social internet of things," *Computers & Electrical Engineering*, vol. 58, no. Supplement C, pp. 429-443, 2017/02/01/ 2017.
- [22] G. Mincoletti, S. Imbesi, G. A. Giacobone, and M. Marchi, "Internet of Things and Elderly: Quantitative and Qualitative Benchmarking of Smart Objects," Cham, 2019: Springer International Publishing, pp. 335-345.
- [23] P. Runeson and M. Höst, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empirical Software Engineering*, vol. 14, no. 2, p. 131, 2008/12/19 2008.
- [24] P. Guillemin and P. Friess, *Internet of things strategic research roadmap*. 2009.
- [25] 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, no. 4, Part 2, pp. 2023-2034, 2014.

- [26] 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, no. 12, pp. 2696-2712, 2014.
- [27] L. Yao, "A Propagation Model for Integrating Web of Things and Social Networks."
- [28] N. Balta-Ozkan, R. Davidson, M. Bicket, and L. Whitmarsh, "Social barriers to the adoption of smart homes," *Energy Policy*, vol. 63, pp. 363-374, 2013/12/01/ 2013.
- [29] L. C. De Silva, C. Morikawa, and I. M. Petra, "State of the art of smart homes," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 25, no. 7, pp. 1313-1321, 2012/10/01/ 2012.
- [30] Q. Ni, A. B. García Hernando, and I. P. de la Cruz, "The Elderly's Independent Living in Smart Homes: A Characterization of Activities and Sensing Infrastructure Survey to Facilitate Services Development," (in eng), *Sensors (Basel)*, vol. 15, no. 5, pp. 11312-11362, 2015.
- [31] 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.
- [32] G. Biamino, "A Semantic Model for Socially Aware Objects," *Advances in Internet of Things*, vol. 02, no. 03, pp. 47-55, 2012.
- [33] K.-L. Skillen, L. Chen, C. D. Nugent, M. P. Donnelly, W. Burns, and I. Solheim, "Ontological user modeling and semantic rule-based reasoning for personalization of Help-On-Demand services in pervasive environments," *Future Generation Computer Systems*, vol. 34, pp. 97-109, 2014.
- [34] 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. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009, pp. 658-665.
- [35] M. d. S. Colombia. *Envejecimiento y Vejez* [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/promocion-social/Paginas/envejecimiento-vejez.aspx>.
- [36] H. World Health Organization. Division of Mental and A. Prevention of Substance, "WHOQOL: measuring quality of life," ed. Geneva: World Health Organization, 1997.
- [37] N. d. R. Santana-Berlanga, A. M. Porcel-Gálvez, A. Botello-Hermosa, and S. Barrientos-Trigo, "Instruments to measure quality of life in institutionalized older adults: Systematic review," *Geriatric Nursing*, vol. 41, no. 4, pp. 445-462, 2020/07/01/ 2020.
- [38] A. K. Troyer, "Activities of Daily Living (ADL)," in *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology*, J. S. Kreutzer, J. DeLuca, and B. Caplan, Eds. New York, NY: Springer New York, 2011, pp. 28-30.
- [39] L. Fan, X. Liu, B. Wang, and L. Wang, "Interactivity, engagement, and technology dependence: understanding users' technology utilization behavior," *Behav. Inf. Technol.*, vol. 36, no. 2, pp. 113-124, 2017.
- [40] C. Yoon and B. Choi, "Role of Situational Dependence in the Use of Self-Service Technology," *Sustainability*, vol. 12, no. 11, p. 4653, 2020.

- [41] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, "Systematic Mapping Studies in Software Engineering," *Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, vol. 17, 06/26 2008.
- [42] S. Brijesh, "Adoption of internet of things (IoT) based wearables for elderly healthcare – a behavioral reasoning theory (BRT) approach," *Journal of Enabling Technologies*, vol. 0, no. 0, p. null.
- [43] Y. Liu, R. Tamura, and Y. Song, "Constructing a Smart Home for Future Elders toward All-around Happiness: Taking Connectivity as the Core Element," *Applied Sciences*, vol. 10, no. 16, p. 5690, 2020.
- [44] D. Pal, S. Funilkul, N. Charoenkitkarn, and P. Kanthamanon, "Internet-of-Things and Smart Homes for Elderly Healthcare: An End-User Perspective," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 10483-10496, 2018.
- [45] I. Azimi, A. M. Rahmani, P. Liljeberg, and H. Tenhunen, "Internet of things for remote elderly monitoring: a study from a user-centered perspective," *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 8, no. 2, pp. 273-289, 2017/04/01 2017.
- [46] Y. Yin, Y. Zeng, X. Chen, and Y. Fan, "The internet of things in healthcare: An overview," *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 1, pp. 3-13, 2016/03/01/ 2016.
- [47] A. S. Yeole and D. Kalbande, *Use of Internet of Things (IoT) in Healthcare: A Survey*. 2016, pp. 71-76.
- [48] L. Yao, B. Benatallah, X. Wang, N. K. Tran, and Q. Lu, "Context as a Service: Realizing the Internet of Things-Aware Processes for the Independent Living of the Elderly," Cham, 2016: Springer International Publishing, pp. 763-779.
- [49] D. Perez, S. Memeti, and S. Pillana, "A simulation study of a smart living IoT solution for remote elderly care," in *2018 Third International Conference on Fog and Mobile Edge Computing (FMEC)*, 2018, pp. 227-232.
- [50] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, and D. Georgakopoulos, "Context-Aware Computing for The Internet of Things: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 1, pp. 414-454, 2014.
- [51] T. C. Chiang and W. H. Liang, "A Context-Aware Interactive Health Care System Based on Ontology and Fuzzy Inference," *Journal of Medical Systems*, Article vol. 39, no. 9, 2015, Art no. 105.
- [52] S. Stavrotheodoros, N. Kaklanis, and D. Tzovaras, "A personalized cloud-based platform for AAL support to cognitively impaired elderly people," in *IFMBE Proceedings*, Singapore, 2018, vol. 66: Springer Singapore, pp. 87-91.
- [53] Ö. Yilmaz, "An ambient assisted living system for dementia patients," *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, Article vol. 27, no. 3, pp. 2361-2378, 2019.
- [54] M. M. B. Baig and M. T. Jilani, "An iBeacon based Real-time context-aware e-healthcare system," in *2017 First International Conference on Latest trends in Electrical Engineering and Computing Technologies (INTELLECT)*, Karachi, 2017: IEEE, pp. 1-5.
- [55] D. Baldassini, V. Colombo, D. Spoladore, M. Sacco, and S. Arlati, "Customization of the domestic environment and physical training supported by virtual reality and

- semantic technologies: A use-case," in *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*, Modena, 2017: IEEE, pp. 1-6.
- [56] N. Merkle and S. Zander, "Improving the Utilization of AAL Devices through Semantic Web Technologies and Web of Things Concepts," *Procedia Computer Science*, vol. 98, pp. 290-297, 2016/01/01/ 2016.
- [57] M. F. de Vargas and C. E. Pereira. *Ontological user modeling for ambient assisted living service personalization, IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 523, pp. 3-14, 2017.
- [58] D. Loreti *et al.*, "Complex reactive event processing for assisted living: The Habitat project case study," *Expert Systems with Applications*, vol. 126, pp. 200-217, 2019/07/15/ 2019.
- [59] E. Moguel *et al.*, "Enriched elderly virtual profiles by means of a multidimensional integrated assessment platform," *Procedia Computer Science*, vol. 138, pp. 56-63, 2018/01/01/ 2018.
- [60] F. De Backere, P. Bonte, S. Verstichel, F. Ongenae, and F. De Turck, "The OCarePlatform: A context-aware system to support independent living," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 140, pp. 111-120, 2017/03/01/ 2017.
- [61] A. Machado, V. Maran, I. Augustin, L. K. Wives, and J. P. M. de Oliveira, "Reactive, proactive, and extensible situation-awareness in ambient assisted living," *Expert Systems with Applications*, vol. 76, pp. 21-35, 2017/06/15/ 2017.
- [62] G. M. Lunardi *et al.*, "Probabilistic Ontology Reasoning in Ambient Assistance: Predicting Human Actions," in *2018 IEEE 32nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA)*, Krakow, 2018, pp. 593-600.
- [63] M. Niño Zambrano, C. Cobos, and M. Mendoza, *Unicauca Virtual: Metamodelos de Universidad Virtual y Herramientas de Soporte*. 2004.
- [64] Y.-A. Pabon Guerrero and L.-J. Rojas Bolaños, "Modelo Semántico para el Manejo de Perfiles de Usuario en la IoT," Universidad del Cauca, 2017.
- [65] M. Niño-Zambrano, "Interacción Semántica de Objetos en la Web de las Cosas - Semantic Object Interaction on Web of Things," Doctorado, Universidad del Cauca, 2016.
- [66] W. J. Chodzko-Zajko *et al.*, "Exercise and Physical Activity for Older Adults," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, vol. 41, no. 7, 2009.
- [67] G. Livingston *et al.*, "Dementia prevention, intervention, and care," *The Lancet*, vol. 390, no. 10113, pp. 2673-2734, 2017/12/16/ 2017.
- [68] G. W. Rebok *et al.*, "Ten-Year Effects of the Advanced Cognitive Training for Independent and Vital Elderly Cognitive Training Trial on Cognition and Everyday Functioning in Older Adults," *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 62, no. 1, pp. 16-24, 2014.
- [69] E. Fatemeh *et al.*, "The Concept of Successful Aging: A Review Article," *Current Aging Science*, vol. 13, no. 1, pp. 4-10, 2020.

- [70] Y.-L. Wang, H.-T. Hou, and C.-C. Tsai, "A systematic literature review of the impacts of digital games designed for older adults," *Educational Gerontology*, vol. 46, no. 1, pp. 1-17, 2020/01/02 2020.
- [71] N. Martín-María *et al.*, "Instruments to evaluate mental well-being in old age: a systematic review," *Aging & Mental Health*, pp. 1-15, 2020.
- [72] Å. Brandt, M. P. Jensen, M. S. Søbørg, S. D. Andersen, and T. Sund, "Information and communication technology-based assistive technology to compensate for impaired cognition in everyday life: a systematic review," *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, vol. 15, no. 7, pp. 810-824, 2020/10/02 2020.
- [73] M. J. O'Connor and A. K. Das, "A Method for Representing and Querying Temporal Information in OWL," Berlin, Heidelberg, 2011: Springer Berlin Heidelberg, pp. 97-110.
- [74] WHO. (2012). *International Classification of Functioning, Disability and Health* [Online]. Available: <https://bioportal.bioontology.org/ontologies/ICF?p=summary>.
- [75] T. Cioara *et al.*, "Expert system for nutrition care process of older adults," *Future Generation Computer Systems*, vol. 80, pp. 368-383, 2018/03/01/ 2018.
- [76] M. MENDOZA-MORENO, C. GONZÁLEZ-SERRANO, and F. J. PINO, "FOCUS GROUP COMO PROCESO EN INGENIERÍA DE SOFTWARE: UNA EXPERIENCIA DESDE LA PRÁCTICA," 2013, Focus Group; Métodos empíricos de investigación; Ingeniería de Software vol. 80, no. 181, p. 10, 2013-09-01 2013.
- [77] D. W. Stewart and P. N. Shamdasani, *Focus Groups: Theory and Practice*. SAGE Publications, 2014.
- [78] S. Ambler. (2006, 28/09/2017). *The Agile Unified Process Home Page*. [Online]. Available: <http://www.ambysoft.com/unifiedprocess/agileUP.html>.


[Buscador](#)
[Clasificación](#)
[Histórico de revistas](#)
[Registro de información](#)
[Homologación](#)
[Noticias](#)

RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao

Calificación 	Vigencia 	Sires 
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	Ene 2021 - Dic 2021	Scimago Journal Rank - SJR
B	Ene 2019 - Dic 2020	Scimago Journal Rank - SJR
B	Ene 2018 - Dic 2018	Scimago Journal Rank - SJR
B	Ene 2017 - Dic 2017	Scimago Journal Rank - SJR
B	Ene 2016 - Dic 2016	SJR
A2	Ene 2015 - Dic 2015	SCOPUSSJR
A2	Ene 2014 - Dic 2014	SCOPUSSJR
A2	Ene 2013 - Dic 2013	SCOPUSSJR
A1	Ene 2011 - Dic 2011	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature - CINAHL



1


[← Regresar](#)

ANEXO C

Formalización de la Ontología

Especificación	Descripción
¿Cuál es su nombre?	OCAM (Ontología para el Cuidado de Adultos Mayores)
¿Por qué se construye?	Se construye con el fin de ofrecer una base de conocimiento que sea utilizada por los objetos inteligentes de la IoT, para gestionar los servicios ofrecidos a los adultos mayores, con el fin de que se configuren automáticamente teniendo en cuenta los hábitos, preferencias, necesidades y estado de salud.
¿Cuál es su uso?	Esta ontología puede servir como base para modelar ontologías de dominio cuyo objetivo sea ofrecer servicios personalizados a los adultos mayores y facilitar la interacción con los recursos WoT desplegados en su entorno.
¿Qué preguntas debería contestar?	<p>¿Qué dispositivos pertenecen al adulto mayor?</p> <p>¿Qué servicios ofrecen estos dispositivos?</p> <p>¿Cuáles son las condiciones ambientales en el que se encuentra el adulto mayor?</p> <p>¿Qué servicios presentar de acuerdo con las condiciones de salud del adulto mayor?</p> <p>De acuerdo con las características del adulto mayor ¿Cómo se deberán presentar los servicios?</p> <p>Si el adulto mayor tiene dependencia a alguna preferencia que genere algún tipo de dependencia, ¿Qué recomendaciones o ejercicios se deberían presentar para disminuirla?</p>
¿Quiénes son sus usuarios?	En primera instancia son los desarrolladores y diseñadores de ontologías de dominio enfocados en ofrecer servicios personalizados a los adultos mayores. Posteriormente, las aplicaciones que definen y modifican el PU en interacción con el Adulto Mayor. Los cuidadores y médicos del adulto mayor pueden utilizar la ontología para definir las recomendaciones, ejercicios y servicios que debe realizar el adulto mayor.
¿Qué tipo de ontología es?	Ontologías de Aplicación, en la cual se define un dominio específico: Describen el vocabulario de un dominio concreto del conocimiento del PU del adulto mayor y sus preferencias respecto a servicios en la casa en que viven. Además unas tareas que los objetos inteligentes definen a momento de activar preferencias o razonar sobre la interacción adecuada.

Glosario de Términos

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
FOAF: Person	C		Representa la información básica de las personas como nombre, apellido, fecha de nacimiento, etc.
UPO: Elderly	C		Representa al adulto mayor.
UPO: Relative	C		Representa a los familiares del adulto mayor.
Ni: Caregiver	C		Representa a la persona que ayuda al cuidado del adulto mayor.
OntoProfile: Contact	C		Representa las relaciones del usuario con otras personas y el tipo de estas relaciones.
Dependence	C		El grado de dependencia en los servicios o ECAs proporcionados por los objetos inteligentes.
Oos: User	C		Este conocimiento está relacionado a los modelos de usuario que se implementan y como gestionar la información del mismo para adaptar los métodos de envío de datos e información.
OntoProfile: Ability	C		Representa habilidades, tanto físicas y mentales del usuario.
OntoProfile: Characteristic	C		Representa características generales del usuario, tales como, color de ojos, peso, altura, etc.
OntoProfile: Expertise	C		Representa la destreza del usuario una actividad determinada, por ejemplo, experto en computación.
OntoProfile: Interest	C	Interés Personal	Representa los intereses de la persona, por ejemplo, "interés en deportes",

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
			"interés en cocina", "intereses musicales", etc.
OntoProfile: LivingCondition	C		Representa el lugar de residencia y las condiciones de vida del usuario.
OntoProfile: Profession	C		Representa las profesiones del usuario.
OntoProfile: Activity	C		Representa las actividades que realiza el adulto mayor.
RestrictionADL	C		Representa las restricciones que tiene cierta actividad de la vida diaria realizada por el adulto mayor.
Lin: ScheduleActivity	C		Representa la fecha de inicio y fin de determinada actividad.
UPO: Preference	C		Representa las preferencias del usuario, por ejemplo, "le gusta el color azul", "prefiere las temperaturas altas", "le gusta la luz tenue cuando duerme"
UPO: ExecutionPreference	C	UPO: Preference	Hace referencia a las preferencias sobre los servicios que ofrecen los objetos inteligentes. Por ejemplo, Cuando la temperatura sea menor a 30° encender el calefactor.
PresentationPreference	C		Se refiere a las preferencias en cuanto al modo en que los objetos inteligentes presentan información al usuario. Puede ser una preferencia de alerta, visual, o de audio.
ICF:b.BODYFUNCTIONS	C		Las funciones corporales son las funciones fisiológicas de los sistemas corporales (incluidas las funciones psicológicas). El daño es el deterioro de una función o estructura corporal, como una desviación o pérdida significativa.
ICF:c.ACTIVITIESANDPARTICIPATION	C		La actividad es la ejecución de una tarea o acción por parte de un individuo. La

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
			participación es involucrarse en una situación de la vida. Las limitaciones de actividad son dificultades que una persona puede tener para ejecutar actividades. Las restricciones de participación son problemas que un individuo puede experimentar al involucrarse en situaciones de la vida.
ICF:d.ENVIRONMENTALFACTORS	C		Los factores ambientales conforman el entorno físico, social y actitudinal en el que las personas viven y conducen sus vidas.
ICF:s.BODYSTRUCTURES	C		Las partes anatómicas del cuerpo, como los órganos y sus componentes
PhysicalActivityEducation	C		Son recomendaciones respecto a la importancia de la actividad física y cómo llevarla a cabo.
PhysicalExercise	C		Representa el ejercicio físico realizado por el adulto mayor.
WellbeingEducation	C		Representa recomendaciones que permitan al adulto mayor tener bienestar emocional y psicológico.
WellbeingExercise	C		Representa ejercicios que realiza el adulto mayor para su bienestar emocional y psicológico.
Kurn: MedicalRecord	C		Registro médico que contiene la fecha, hora y diagnóstico.
Kurn: MedicalReference	C		Representa las referencias médicas a las cuales se puede acudir en caso de emergencia.
UPO: Medication	C		Representa los medicamentos que necesita el usuario
AATUM: Impairment	C		Problemas en la función y estructura del cuerpo, como una desviación o pérdida significativa

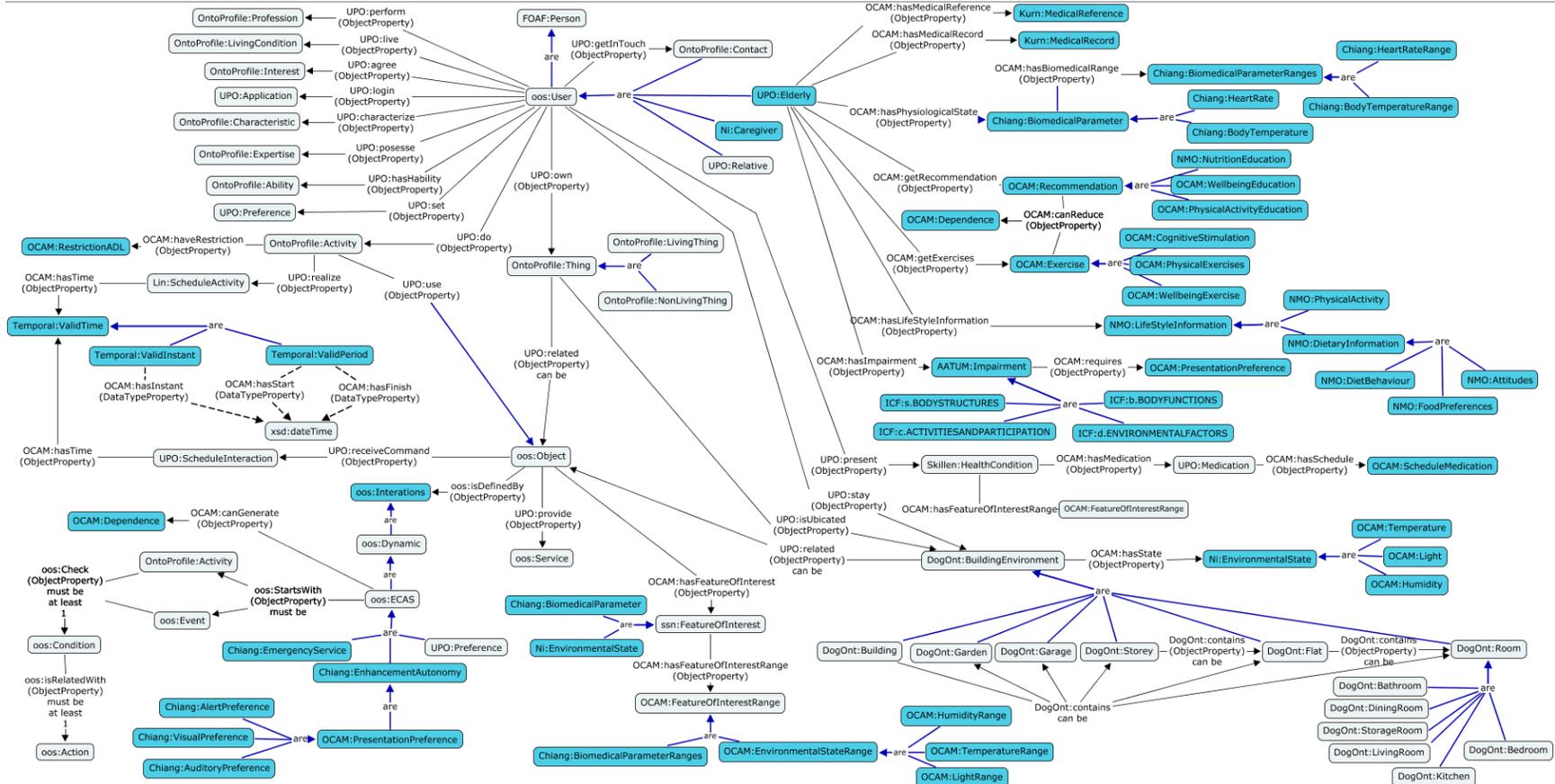
Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
AATUM: ExtentOfImpairment	AI		El grado de deterioro de la función o estructura.
AATUM: CapacityLevel	AI		Habilidad para ejecutar una tarea o acción
Skillen: HealthCondition	C		Representa las condiciones de salud del adulto mayor.
Chiang: BiomedicalParameter	C		Representan las variables biomédicas del adulto mayor, como la temperatura corporal o el ritmo cardiaco.
Chiang: BiomedicalParameterRanges	C		Representa los niveles de riesgo de los parámetros biomédicos
Chiang:BodyTemperature	C		Permite conocer la temperatura corporal del adulto mayor.
Chiang:BodyTemperatureRange	C		Establece niveles de riesgo de la temperatura corporal y su significado.
Chiang:HeartRate	C		Permite conocer el ritmo cardiaco del adulto mayor.
Chiang:HeartRateRange	C		Establece los niveles de riesgo del ritmo cardiaco del adulto mayor.
OOS: Service	C		Representa los servicios brindados por el Objeto Inteligente.
Chiang: EmergencyService	C		Servicios que permiten apoyar al adulto mayor en una emergencia.
Chiang: ComfortService	C		Servicios que permiten al adulto mayor adecuar su entorno a sus preferencias.
Chiang: EnhancementAutonomy	C		Servicios que permiten apoyar a los adultos mayores en las actividades de la vida diaria.
Chiang:VisualPreference	C		Preferencias respecto a la
OOS: Event	C		Se corresponden con los métodos que permiten recibir información. Cada método de prueba con respecto a unas

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
			condiciones y así verificar la ejecución de alguna acción si es necesario.
OOS: Condition	C		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.
OOS: Action	C		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.
UPO: ScheduleInteraction	C		Representa la fecha en que el usuario interactuó con un objeto inteligente.
OntoProfile: Thing	C		Representa las cosas vivas que el usuario posee, por ejemplo, mascotas y plantas.
OntoProfile: LivingThing	C		Representa las cosas vivas que el usuario posee, por ejemplo, mascotas y plantas.
OntoProfile: NonLivingThing	C		Representa las cosas no vivas que posee el usuario y no prestan ningún servicio inteligente, por ejemplo mesas, camas, ...
OOS: Object	C		Representa los objetos inteligentes que el usuario posee. Esta clase hace parte de la Ontología Objeto Semántico
Humidity	I		Representa la humedad en un entorno.
Light	I		Representa el nivel de luz en un entorno.
Temperature	I		Representa la temperatura de un entorno.
NMO: DietaryInformation	C		Incluye gustos y disgustos de alimentos no adecuados (debido a necesidades de textura, alergias, intolerancias, exclusiones personales o religiosas y culturales) y detalles de prescripciones de modificación de textura (por ejemplo,

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
			alimentos blandos, alimentos en puré, bebidas espesas).
NMO: LifeStyleInformation	C		Representa la información del estilo de vida del adulto mayor (las habilidades de preparación de comida, los disposit.)
NMO: PhysicalActivity	C		Representa la actividad física que realiza el adulto mayor.
NMO:NutritionEducation	C		Las acciones que tienen como objetivo educar a los adultos mayores para que consuman alimentos más saludables mediante la creación o el refuerzo de conocimientos básicos relacionados con la nutrición o la dieta teniendo en cuenta sus condiciones de salud.
UPO: Application	C		Representa las aplicaciones del usuario que hacen uso de la ontología.
Temporal: ValidTime	C		Representa tiempos válidos.
Temporal: ValidPeriod	C		Representa intervalos de tiempo.
Temporal: ValidInstant	C		Representa instantes.
CognitiveStimulation	C		
Exercise	C		Estimulación cognitiva, ejercicios físicos, ejercicios de bienestar
Recommendation	C		Educación sobre nutrición, bienestar, actividad física, entre otros.
Ni: EnvironmentalState	C		Representa el estado actual del entorno donde se encuentra el adulto mayor (Temperatura, humedad, luz, etc).
DogOnt: BuildingEnvironment	C		Representa el entorno físico en el que se encuentra el adulto mayor
DogOnto:Bathroom	C		Una habitación que contiene un baño o ducha y usualmente un lavamanos.
DogOnt:Bedroom	C		Representa una habitación usada principalmente para dormir.
DogOnt:Building	C		

Nombre	Tipo*	Sinónimos	Descripción
DogOnt:DiningRoom	C		Representa una habitación usada para comer.
DogOnt:Flat	C		
DogOnto:Garage	C		Representa el garaje del edificio
DogOnt:Garden	C		Representa el jardín
DogOnt:Kitchen	C		Representa una habitación equipada para preparar alimentos.
DogOnt:LivingRoom	C		Una habitación donde las personas se pueden sentar y hablar y relajarse.
DogOnt:Room	C		Representa una habitación del edificio.
DogOnt:StorageRoom	C		Una pequeña habitación para almacenar cosas.
DogOnt:Storey	C		Es uno de los diferentes niveles del edificio, el cual esta situado sobre o debajo de otros niveles.

Jerarquía de Clases



ANEXO F

VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA ONTOLOGÍA

Ramos, et al. [1] sostiene que la evaluación de una ontología es un proceso complicado, y es difícil establecer que elementos evaluar y que criterios tomar para medir la calidad de la ontología, por ello proponen realizar la evaluación desde dos perspectivas:

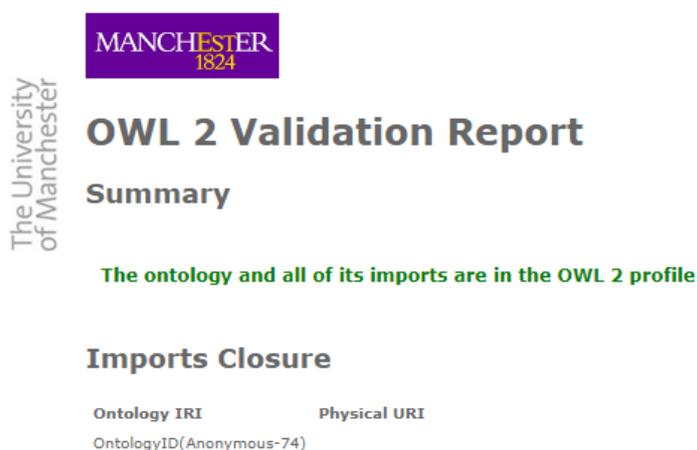
Verificación: consiste en estudiar las definiciones en la ontología para determinar si implementan los requerimientos y si dan respuesta a las preguntas de competencia preestablecidas.

Validación: “La validación se refiere a que las definiciones de la ontología modelen lo más exactamente posible el dominio para el cual fueron creadas. Más específicamente, la evaluación de una ontología consiste en determinar si ésta satisface los criterios de diseño preestablecidos”[1].

Estas perspectivas son abordadas en las siguientes fases:

Fase 1: Correcto uso del lenguaje

El objetivo de esta fase es validar que el lenguaje cumpla con los estándares para desarrollos ontológicos a saber OWL y RDF. La ontología OCAM está en lenguaje OWL 2, ya que la metodología de desarrollo propone hacer uso de herramientas como CMAPSTOOLS para la construcción del modelo conceptual, y luego traducido a lenguaje OWL 2. A lo largo de este proceso se realizaron constantemente verificaciones relacionadas con el uso del lenguaje, apoyándose en el analizador sintáctico de archivos OWL de la Universidad de Manchester (<http://mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/>), el reporte el correcto uso de este lenguaje en el la ontología desarrollada.



The University of Manchester

MANCHESTER
1824

OWL 2 Validation Report

Summary

The ontology and all of its imports are in the OWL 2 profile

Imports Closure

Ontology IRI	Physical URI
OntologyID(Anonymous-74)	

Fase 2: Exactitud de la estructura taxonómica:

En esta fase se revisaron cada uno de los siguientes aspectos según lo propuesto por la metodología identificación de inconsistencias, completitud de conceptos y existencia de redundancias en clases, instancias y relaciones. Al ser un trabajo que requiere alta experiencia se solicitó la ayuda del Doctor Miguel Ángel Niño Zambrano.

Fase 3: Validez del Vocabulario:

En esta fase se evalúa el vocabulario usado para describir el conocimiento, utilizando el corpus del dominio construido a partir de textos especializados. Para ello se realizaron las siguientes actividades:

Se identificaron y extrajeron los términos significativos del corpus. Para llevar a cabo esta actividad, se extrajeron los términos en la literatura que se relacionan con la web semántica para el cuidado de los adultos mayores obtenidos en el mapeo sistemático, con un total de 99 conceptos.

Por otro lado, se contabilizaron 99 términos en el glosario de términos de la ontología.

CCorp = Cantidad de términos del corpus = 99

COnto = Cantidad de términos de la ontología = 99

CO-C = Cantidad de términos que se solapan entre la ontología y el corpus = 40

Al tener los términos del corpus y los términos de la ontología, se contabilizaron los términos que se solaparon, obteniendo 35 términos que coinciden.

- 1) Se calcula el Recall y la Precisión:

Recall = $CO - C / CCorp = 40 / 99 = 0,40$

Precision = $CO - C / COnto = 40 / 99 = 0,40$

El valor de la precisión indica que el 40 % de los términos de la ontología existen en el corpus, y el valor del Recall se refiere a que el 40 % de los términos del corpus, existen en la ontología.

Fase 4. Adecuación a requerimientos:

En esta fase se evalúa el vocabulario "*En esta fase se verifica y valida que los requerimientos especificados se alcancen de manera satisfactoria*" [1].

Durante la construcción de la ontología se verifico constantemente que se cumplieran las especificaciones de la ontología. Al tener la ontología codificada se realizó una instanciación para comprobar que respondiera a las preguntas que se formularon en su especificación, además se valida que los resultados sean los esperados.

[1] E. Ramos, H. Nuñez, and R. Casañas, "Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento," *Enl@ce Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 01/01 2009.

Evaluación del modelo de servicios para el adulto mayor.

Consentimiento informado

El presente cuestionario tiene como objetivo el determinar la pertinencia, idoneidad y completitud del modelo propuesto para la prestación de servicios a los adultos mayores por parte de los objetos inteligentes teniendo en cuenta sus características, limitaciones y preferencias, procurando que los servicios ofrecidos no generen dependencia. En esta fase de la investigación se busca realizar un proceso de validación por medio de expertos en el cuidado de adultos mayores.

Aceptando realizar este cuestionario, certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad debidas respecto al curso de la investigación, sus objetivos y procedimientos. Que actúo consciente, libre y voluntariamente como participante de la presente investigación contribuyendo a la fase de validación del modelo. Soy conocedor(a) de la autonomía suficiente que poseo para abstenerme de responder las preguntas que me sean formuladas y a prescindir de mi colaboración cuando a bien lo considere y sin necesidad de justificación alguna y de igual forma, se me informó que mi participación se hará a título gratuito, por lo que no recibiré remuneración alguna por participar. Al tratarse de una propuesta experimental sé que se respetará la buena fe, la confidencialidad e intimidad de la información por mí suministrada.

Declaración de confidencialidad de los datos

Para el caso del manejo de información que incluya datos personales, el Investigador dará estricto cumplimiento a las disposiciones constitucionales y legales sobre la protección del derecho fundamental de habeas data, en particular lo dispuesto en el artículo 15 de la Constitución Política y la ley 1581 de 2012.

El Investigador se obliga a no divulgar a terceras partes, la información personal que reciba por parte suya y se compromete a efectuar una adecuada custodia y reserva de la información y gestión -es decir tratamiento- de los datos suministrados por usted al interior de las redes y bases de datos (físicas y/o electrónicas) en donde se realice su recepción y tratamiento en general.

Datos del participante

Nombre del participante:	
Correo electrónico:	
Formación:	
Experiencia:	

¿Considera que los conceptos incluidos son adecuados para apoyar al adulto mayor en sus actividades diarias?

Si Tal vez No

¿Los elementos del modelo permiten que el adulto mayor interactúe de manera natural con los servicios ofrecidos?

Si Tal vez No

Si la solución presentada se implementa en el entorno de los adultos mayores, ¿sería utilizada y entendida fácilmente?

Si Tal vez No

¿Considera que los entornos de vida asistida pueden generar dependencia del adulto mayor a los servicios ofrecidos?

Si Tal vez No

De ser afirmativa la respuesta anterior, ¿Considera que el modelo propuesto puede ser utilizado para reducir dicha dependencia?

Si Tal vez No

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

¿Considera que el modelo presentado reúne los elementos necesarios para que los servicios ofrecidos sean los adecuados para apoyar al adulto mayor?

Si Tal vez No

Considera pertinente el establecer un nivel de dependencia para cada uno de los ECAS provistos por los objetos inteligentes?

Si Tal vez No

¿Considera que las recomendaciones y los ejercicios propuestos son un enfoque adecuado para mejorar el bienestar del adulto mayor?

Si Tal vez No

¿Qué desventajas o inconvenientes considera que podrían presentarse en la solución propuesta?

¿Qué elementos deben adicionarse al modelo para apoyar las actividades del adulto mayor generando el mínimo nivel de dependencia a los servicios ofrecidos?

ANEXO H

Casos de uso en formato compacto

Tabla 1. Caso de uso Ejecutar Servicios

<i>Caso de Uso</i>	<i>Ejecutar Servicios</i>
<i>Actores</i>	Objeto Inteligente
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	El objeto inteligente recibe un mensaje por medio del protocolo HTTP. Verifica que el sea el destinatario del mensaje y que implemente el servicio solicitado. Ejecuta el servicio solicitado enviando la orden correspondiente a los sensores/actuadores. Notifica la correcta ejecución del servicio.

Tabla 2. Caso de uso

<i>Caso de Uso</i>	<i>Registrar Perfil</i>
<i>Actores</i>	Adulto Mayor
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	El adulto mayor ingresa a la aplicación móvil Clipio. Por medio de un correo y una contraseña realiza el registro a la aplicación. La aplicación envía esta información al Servidor Perfil de Usuario para instanciar la ontología. El adulto mayor ingresa la información respecto a su perfil de usuario (profesión, condiciones de vida, habilidades, entre otros) para ser almacenados en el Servidor Perfil de Usuario.

Tabla 3. Caso de uso

<i>Caso de Uso</i>	<i>Interactuar con un Objeto Inteligente</i>
<i>Actores</i>	Adulto mayor, Objeto inteligente, nodo Coordinador
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	El adulto mayor puede interactuar con un objeto inteligente por medio de: <ul style="list-style-type: none">- Aplicación móvil Clipio: Ingresa a la aplicación móvil. Inicia sesión y lista los objetos inteligentes que tiene en su ubicación. Selecciona el objeto con el que desea interactuar. Selecciona el comando que quiere enviar (encender, apagar, consultar). El objeto inteligente recibe el comando y lo ejecuta.- Nodo coordinador: El adulto mayor luego de ingresar a su casa, puede utilizar la interfaz de lenguaje natural proporcionada por el nodo coordinador para enviar el comando que desea al objeto inteligente. El objeto inteligente recibe el comando y lo ejecuta.

Tabla 4. Caso de uso

<i>Caso de Uso</i>	<i>Registrar Objeto Inteligente</i>
<i>Actores</i>	Adulto Mayor
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El adulto mayor inicia sesión en la aplicación.</p> <p>El adulto mayor selecciona la opción "Registrar Objeto Inteligente"</p> <p>El adulto mayor lee el código QR correspondiente.</p> <p>La aplicación móvil solicita los metadatos del objeto correspondiente.</p> <p>La aplicación muestra los datos del objeto para que el adulto mayor confirme que es el que desea registrar.</p> <p>Al aceptar, la aplicación móvil envía la información al Servidor Perfil de Usuario para agregarlo a la ontología correspondiente.</p>

Tabla 5. Caso de uso

<i>Caso de Uso</i>	<i>Ingresar al sistema</i>
<i>Actores</i>	Nodo Coordinador, Adulto mayor, Aplicación móvil
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El adulto mayor puede ingresar al sistema de dos formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Por medio de la aplicación móvil: Inicia sesión por medio de su celular - Ingresando a la casa: El adulto mayor cuenta con un tag RFID que lo identifica al ingresar a su casa. El nodo coordinador detecta la presencia del usuario.

Tabla 6. Caso de uso

<i>Caso de Uso</i>	<i>Crear ECA</i>
<i>Actores</i>	Adulto mayor, Cuidador
<i>Tipo:</i>	Primario
<i>Descripción:</i>	<p>El adulto mayor o el cuidador ingresan al sistema</p> <p>Eligen la opción de Crear ECA.</p> <p>Escanea el código QR del objeto Evento.</p> <p>La aplicación envía un mensaje al objeto inteligente para conocer sus metadatos y los muestra al usuario.</p> <p>El usuario elige el recurso (actuador o sensor) que será el evento, la condición y puede elegir si el objeto Acción es el mismo objeto Evento o puede escanear el código QR del objeto correspondiente.</p> <p>El usuario elige el recurso acción.</p> <p>La aplicación envía esta información al servidor Perfil de Usuario para actualizar la ontología del adulto mayor.</p>

Evaluación del modelo de servicios para el adulto mayor.

Consentimiento informado

El presente cuestionario tiene como objetivo evaluar el escenario de interacción semántica que implementa el modelo propuesto con el fin de conocer su capacidad para gestionar los servicios que se ejecutarán de acuerdo con las necesidades, limitaciones y preferencias del adulto mayor, evitando la dependencia a los mismos, y utilizando una interfaz en lenguaje natural.

Aceptando realizar este cuestionario, certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad debidas respecto al curso de la investigación, sus objetivos y procedimientos. Que actúo consciente, libre y voluntariamente como participante de la presente investigación contribuyendo a la fase de evaluación del modelo. Soy conoedor(a) de la autonomía suficiente que poseo para abstenerme de responder las preguntas que me sean formuladas y a prescindir de mi colaboración cuando a bien lo considere y sin necesidad de justificación alguna y de igual forma, se me informó que mi participación se hará a título gratuito, por lo que no recibiré remuneración alguna por participar. Al tratarse de una propuesta experimental sé que se respetará la buena fe, la confidencialidad e intimidad de la información por mí suministrada.

Declaración de confidencialidad de los datos

Para el caso del manejo de información que incluya datos personales, el Investigador dará estricto cumplimiento a las disposiciones constitucionales y legales sobre la protección del derecho fundamental de habeas data, en particular lo dispuesto en el artículo 15 de la Constitución Política y la ley 1581 de 2012.

El Investigador se obliga a no divulgar a terceras partes, la información personal que reciba por parte suya y se compromete a efectuar una adecuada custodia y reserva de la información y gestión -es decir tratamiento- de los datos suministrados por usted al interior de las redes y bases de datos (físicas y/o electrónicas) en donde se realice su recepción y tratamiento en general.

Datos del participante

Nombre del participante:	
Correo electrónico:	
Formación:	

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Indiferente	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Necesité ayuda adicional a la inducción para utilizar los objetos inteligentes	<input type="checkbox"/>				
2. Me adapté fácilmente a los objetos inteligentes	<input type="checkbox"/>				
3. Recordaba con facilidad cómo solicitar un servicio al objeto inteligente	<input type="checkbox"/>				
4. Usar los objetos inteligentes no requirió esfuerzo mental o físico	<input type="checkbox"/>				
5. Tuve que repetir mis peticiones para que el objeto inteligente las ejecutara	<input type="checkbox"/>				
6. Necesité que el objeto inteligente me recordara algunas tareas	<input type="checkbox"/>				
7. No podría recordar algunas tareas sin el objeto inteligente	<input type="checkbox"/>				
8. Sin la ayuda del objeto inteligente me costaría mucho esfuerzo físico y mental realizar ciertas tareas	<input type="checkbox"/>				
9. Me gustaría que el objeto inteligente siempre me recuerde las acciones y tareas que debo hacer	<input type="checkbox"/>				
10. Los servicios que me ofreció el objeto inteligente se ajustaron a mis necesidades y a las condiciones de mi entorno	<input type="checkbox"/>				

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	No estoy de acuerdo	Indiferente	Estoy de acuerdo	Totalmente de acuerdo
11. Me sentí satisfecho con los servicios que me ofrecieron los objetos inteligentes	<input type="checkbox"/>				
12. La interacción con los servicios fue fácil e intuitiva	<input type="checkbox"/>				

Pregunta	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
1. Los servicios que pedí fueron ejecutados en un tiempo	<input type="checkbox"/>				