



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

“Revisión de literatura sobre el uso del internet de las cosas enfocada a la domótica”

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: LIMA OCHOA DELIA JEANELLA

TUTOR: LLERENA IZQUIERDO JOE FRAND

Guayaquil – Ecuador

2024

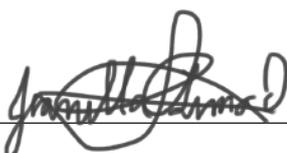
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Delia Jeanella Lima Ochoa con documento de identificación N° 0931872428 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 7 de febrero del año 2024

Atentamente,



Delia Jeanella Lima Ochoa

0931872428

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Delia Jeanella Lima Ochoa con documento de identificación No. 0931872428, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor(a) del Artículo Académico: “Nombre del artículo sin punto final”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de febrero del año 2024

Atentamente,



Delia Jeanella Lima Ochoa

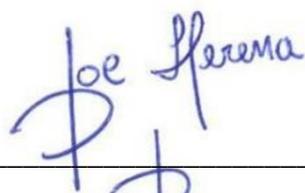
0931872428

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **Revisión de literatura sobre el uso del internet de las cosas enfocada a la domótica**, realizado por Delia Jeanella Lima Ochoa con documento de identificación N° 0931872428, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 7 de febrero del año 2024

Atentamente,



Joe Frand Llerena Izquierdo

0914884879

DEDICATORIA

Dedico especialmente este trabajo a mi papá, aunque físicamente no podamos estar juntos, vivirá por siempre en la memoria de quienes lo amamos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida.

RESUMEN

En la presente investigación se realiza un estudio del concepto asociado a los hogares inteligentes y su interrelación con la Internet de las cosas (IoT), con el objetivo de identificar las principales tendencias, destacando investigaciones claves y perspectivas teóricas. Se resalta el aumento de la integración de la IoT en la domótica, lo que permite una mayor automatización y control inteligente de los hogares. Además, se identifican diversos beneficios de la domótica, como la mejora de la comodidad, la atención médica, la seguridad y la eficiencia energética en los hogares. Este estudio contribuye a la obtención de una revisión detallada del concepto utilizando la metodología PRISMA. Para cumplir con el objetivo de la investigación se realizó una revisión de la literatura a través de la técnica de mapeo sistemático la cual facilitó la identificación de fuentes bibliográficas que aportaron elementos teóricos y prácticos del tema, así como identificar un conjunto de beneficios y recomendaciones para su aplicación en diversos escenarios. Se identifican además las principales desventajas de las tecnologías y sus limitaciones a partir de las valoraciones dadas por los autores.

Se concluye que la tecnología asociada a los hogares inteligentes sigue siendo de gran novedad a nivel mundial y se requiere una mayor aplicación de esta fundamentalmente para mejorar el uso eficiente de energía y la calidad de vida de las personas.

Palabras claves: casa inteligente, desafíos, domótica, hogar inteligente, Internet de las cosas

ABSTRACT

This research studies the concept associated with smart homes and their interrelationship with the Internet of Things (IoT), with the aim of identifying the main trends, highlighting key research and theoretical perspectives. This study contributes to a detailed review of the concept using the PRISMA methodology. To meet the research objective, a literature review was conducted using the systematic mapping technique which facilitated the identification of bibliographic sources that provided theoretical and practical elements of the topic, as well as identifying a set of benefits and recommendations for its application in various scenarios. The main disadvantages of the technologies and their limitations are also identified on the basis of the assessments given by the authors. It is concluded that the technology associated with smart homes is still of great novelty worldwide and further application of this technology is fundamentally required to improve the efficient use of energy and people's quality of life.

Key words: Domestic Technology, home Automation, smart home, challenges, internet of things

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	10
METODOLOGÍA	13
RESULTADOS	15
DISCUSIÓN.....	34
REFERENCIAS	36

INTRODUCCIÓN

Con el avance de la tecnología, las nuevas aplicaciones, el crecimiento de usuarios conectados a la red del Internet, los servicios de almacenamiento en la nube. La plataforma del IoT permite que se conecten los objetos que antes no se conectaban para el beneficio de los usuarios tanto para el hogar, como para la industria lo cual genera un cambio significativo en la automatización de los procesos. Paralelamente se está llevando a la creación de ciudades inteligentes, casas inteligentes y accesorios inteligentes (Gunge & Yalagi, 2016; Pazmiño Sánchez, 2021).

Adicionalmente en la sociedad actual la gestión de la información es de gran importancia. Generar, comunicar, transformar y almacenar datos es una parte importante de la vida moderna. En este sentido, conceptos como el de Internet de las Cosas (IoT) son importantes en muchos aspectos, así como en la domótica, hogar o casa inteligente.

Se han dado diversos conceptos de casa inteligente desde su surgimiento en 1996, un concepto innovador de "casa inteligente" puede definirse como una residencia equipada con tecnología informática que anticipa y responde a las necesidades de sus ocupantes, en aras de promover su confort, comodidad, seguridad y entretenimiento a través de la gestión de la tecnología dentro y las conexiones con el mundo exterior. Para facilitar la implantación y adopción de la tecnología del hogar inteligente es importante examinar la perspectiva del usuario y el estado actual de los hogares inteligentes (Mekuria et al., 2021; Rodríguez Pesantes, 2021) El concepto completo de casa inteligente es la cúspide de la tecnología doméstica que se puede imaginar en la actualidad. Hasta la fecha, la escasa investigación sobre el hogar inteligente se ha centrado principalmente en las posibilidades técnicas (Aldrich, 2003; Castro Macías, 2022) Estos conceptos han desencadenado el aumento de la interoperabilidad de los dispositivos y ha contribuido al crecimiento de la facturación de la tecnología doméstica inteligente a escala mundial (Espinoza Orbe, 2022; Khedekar et al., 2017).

Existe gran relación entre estos conceptos y la automatización como una aplicación importante de las tecnologías IoT. La inteligencia artificial contemporánea a estos conceptos proporciona tomar decisiones en tiempo real y optimizar el tiempo (Sanchez-Romero & Llerena-Izquierdo, 2023). Los procesos inteligentes para todas las actividades implicadas en el establecimiento de aplicaciones de hogar inteligente que utilizan IoT se consideran un aspecto importante porque representan un posible orden de flujo de datos empezando por la transformación de los datos en una forma útil y terminando en su uso para realizar cambios en un sistema con el fin de lograr las especificaciones deseables. La noción de proceso inteligente es el uso de algoritmos de inteligencia artificial (IA) (Alvarado-Salazar & Llerena-Izquierdo, 2022), que incluye

aprendizaje automático, semántica y ontología. Los atributos clave de una tecnología inteligente son la capacidad de adquirir información del entorno circundante y reaccionar en consecuencia (Mekuria et al., 2021)

El método estándar para construir casas inteligentes es informatizarlas, un conjunto de sensores recoge distintos tipos de datos, relativos a los residentes y el consumo de servicios de la vivienda. Ordenadores o dispositivos con potencia de cálculo (por ejemplo, microcontroladores) analizan estos datos para identificar acciones de los residentes o eventos (L. C. De Silva et al., 2012).

Convertir un hogar convencional en un hogar inteligente es ahora más fácil. Los sensores ya preparados, las bombillas inteligentes, los altavoces inteligentes, las cámaras de seguridad domésticas inteligentes, los sistemas de altavoces multi habitación y los detectores de humo inteligentes, pueden integrarse con una pasarela (router) que les ayuda a comunicarse entre sí y con los hombres a través de un smartphone, una tableta o un reloj inteligentes o cualquier otro dispositivo. En la figura 1 se muestra posibles dispositivos que se pueden conectar en un hogar inteligente.

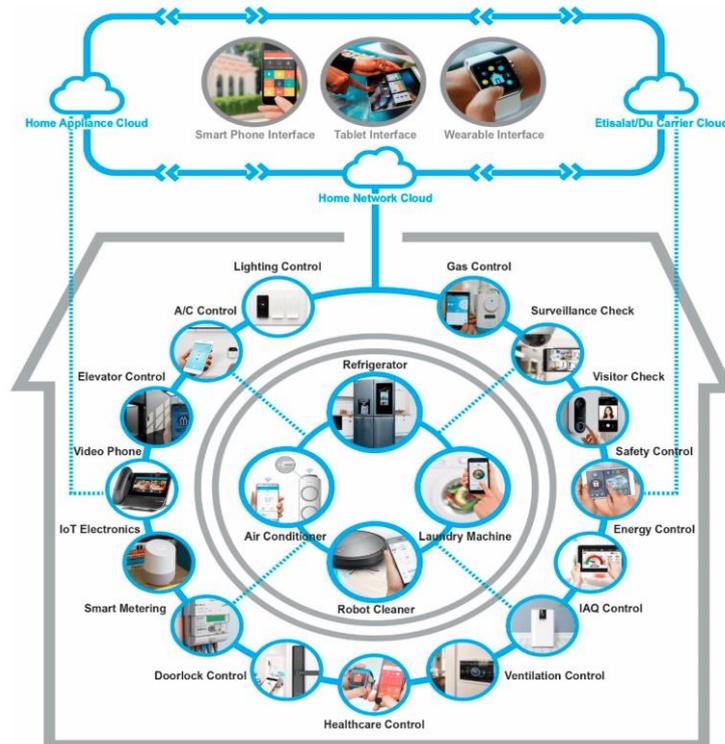


Figura 1. Hogar inteligente con dispositivos inteligentes integrados. Fuente: (Arar et al., 2021).

La automatización del hogar que hace unos años solo se veía en las películas de ciencia ficción ahora ya es posible gracias a dos factores importantes: la liberación de tecnología de control hacia Open Source (antes era la costosa tecnología propietaria con derechos de uso) y segundo,

la reducción del tamaño de los circuitos integrados. Dentro de las aplicaciones más conocidas de los hogares inteligentes se encuentran: la comodidad, la atención médica, servicios de seguridad, entre otros

El potencial de las tecnologías actuales en la automatización inteligente aún tiene mucho por explotar. La visión de la informática omnipresente está aún lejos de alcanzarse, especialmente en lo que se refiere a la domótica y las aplicaciones domésticas. Aunque han empezado a aparecer muchas implementaciones en diversos contextos, son pocas las aplicaciones disponibles para el entorno doméstico y el público en general. Esto se debe principalmente a la segmentación de estándares y soluciones propietarias, que actualmente confunden al mercado con una escasa oferta de dispositivos y sistemas no interoperables (Miori et al., 2010). Aunque las casas modernas están equipadas con aparatos tecnológicos inteligentes, todavía son muy pocos los que pueden conectarse entre sí sin problemas (Borba et al., 2019). Además, se requieren capacidades de interoperabilidad más allá de los límites de la casa, hacia servicios externos y hacia otras casas como nodos de una red global (Abe & Igagwu, 2023).

La domótica se enfrenta al reto de ofrecer servicios omnipresentes y discretos y al mismo tiempo, dotar a los usuarios de interfaces de configuración accesibles. Estas interfaces deben ser lo suficientemente expresivas como para soportar automatizaciones complejas. Es necesario crear notaciones que permitan a los usuarios poco avanzados en tecnología expresar tales escenarios (Brich et al., 2017).

La IoT y la domótica son dos áreas tecnológicas que se están transformando rápidamente la forma en que se vive y trabaja. La automatización inteligente en el hogar no solo mejora la comodidad, también puede aumentar significativamente la eficiencia energética, la seguridad y la protección a los humanos. Es esencial comprender cómo estas tecnologías están siendo aplicadas en los hogares modernos y cuál es su impacto en la sociedad (Ruta et al., 2018).

Las aplicaciones relacionadas con el control energético contribuyen significativamente a la eficiencia energética y a la sostenibilidad. Al analizar la literatura existente, es posible descubrir cómo las tecnologías IoT están siendo utilizadas para reducir el consumo de energía en los hogares, lo que tiene un impacto directo en la reducción de la huella de carbono y en la conservación de recursos naturales (Escobar Gallardo & Villazón, 2018).

Otra de las ventajas es que ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas (Balta-Ozkan et al., 2013). Esto incluye aspectos como la accesibilidad para personas con discapacidad, el monitoreo remoto de la salud y el bienestar, y la creación de ambientes personalizados que se adaptan a las necesidades individuales entre otras.

A partir de los elementos planteados la presente investigación tiene como objetivo determinar el alcance de la implementación del internet de las cosas (IoT) en la domótica mediante una revisión de literatura aplicando la metodología prisma para obtener un mapeo sistemático de los principales aportes existentes en la literatura y llegar a resultados.

METODOLOGÍA

La metodología incluye una revisión sistemática de bases de datos académicas, análisis de artículos clave y la organización estructurada de la información recopilada para ofrecer una visión completa y objetiva de la investigación existente. Adicional, se realiza un análisis detallado, identificando tendencias y resultados claves. Finalmente, se sintetiza la información para crear una visión coherente de los avances y desafíos en la aplicación de IoT en la domótica. Para el desarrollo de la investigación se utilizan las bases teóricas de la metodología PRISMA, que permite responder a los objetivos propuestos en la investigación.

El estudio requiere una revisión sistemática de la literatura que pretende generar un cuerpo de conocimiento en un área. En este caso, se desea obtener una visión amplia del campo científico, focos de atención y tendencias de los investigadores.

Para desollar la revisión se realiza una revisión de la literatura la cual apunta a fuentes a una revisión exploratorias en fuentes de información secundaria como las bases indexadas de artículos de relevancia. Se define una descripción general del objeto de estudio de la investigación lo cual permite reducir la investigación a los trabajos relacionados con el área. Se realizan las siguientes tareas:

1. Definición de la pregunta de investigación
2. Definición de los criterios de inclusión y exclusión
3. Selección de trabajos primarios
4. Definición de criterios de análisis
5. Sintetizan los resultados
6. Grafican los hallazgos
7. Análisis de resultados

Definiciones para la búsqueda

En este trabajo, las palabras claves en la investigación fueron: "Internet de las Cosas (IoT) y sus aplicaciones en hogares inteligentes", casas inteligentes, domótica. En el ámbito de esta investigación la mayor bibliografía consultada fue en idioma inglés.

Preguntas de investigación para la obtención de resultados

RQ1: ¿Cuáles han sido las principales tendencias de la domótica y su relación con la IoT?

RQ2: ¿Cuáles son los principales beneficios que brinda la domótica y cuáles son sus escenarios de la aplicación?

RQ3: ¿Qué retos se identifican para el desarrollo de la domótica en el desarrollo actual de la tecnología?

Criterios de inclusión y exclusión:

Para la selección de estudios se consideraron los siguientes criterios de inclusión/exclusión:

- Toda publicación científica es elegible para su inclusión en el estudio si tiene relación con el objetivo de la investigación
- Se evaluaron trabajos en el idioma inglés fundamentalmente y español.
- Se excluyeron todos aquellos estudios en los que su enfoque principal se alejara del objeto de la investigación
- Los artículos sin diseño de investigación, basados en opiniones de expertos y sin una pregunta de investigación también fueron excluidos, así como tesis o artículos que no estuviesen indexados en bases de datos reconocidas.

Alcance de la revisión

A pesar de que existe un extenso listado de bases de datos de publicaciones relacionadas con Ciencias de la Computación, este estudio se ha centrado fundamentalmente en las bases de datos: Web of Science, IEEE Xplore, ScienceDirect y ACM.

El período de búsqueda incluye publicaciones desde el 2008 hasta la actualidad

Las cadenas de búsquedas utilizadas en las bases de datos de publicaciones fueron fundamentalmente:

- (smart home AND Internet of Things AND advantages AND difficulties)
- TITLE ((“smart home” OR “intelligent home” OR “Home Automation” OR “home automation system”) AND (“trends” OR “applications”))

Estas cadenas se ajustaron a los propios formatos de cada base de datos.

Conducta de búsqueda:

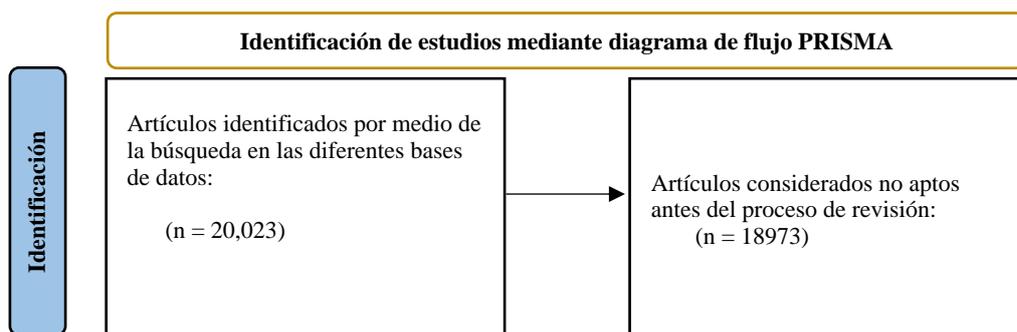
La variedad de la investigación implica una búsqueda de fuentes bibliográficas y se agrupa en dos rondas.

En la primera ronda, se realizó tres iteraciones de cribado y filtrado para determinar los estudios relacionados con aplicaciones domésticas inteligentes basadas en IoT. En la primera iteración se eliminaron los duplicados. A continuación, se eliminaron todos los artículos no relacionados con las aplicaciones domésticas inteligentes basadas en IoT investigando los títulos y

resúmenes (Santacruz Zárate, 2023). Por último, en la segunda iteración se realizó una revisión intensiva de los artículos completos. Las tres iteraciones utilizaron criterios de elegibilidad similares. En la segunda ronda, se realizó una única iteración de cribado y filtrado basada en el proceso inteligente para todos los artículos obtenidos en la iteración de la primera ronda. Posteriormente, el conjunto final incluido estaba relacionado con el proceso inteligente de tecnología doméstica inteligente basada en IoT a través de diferentes temas.

RESULTADOS

En el presente epígrafe se presentan los resultados obtenidos luego de aplicar la metodología PRISMA para realizar una revisión de la literatura con mayor profundidad. Se identificaron en una primera búsqueda un total de 1664, tras examinar el título y resumen se excluyeron de este total 1500 quedando un total de 164 para otra ronda de revisión. Del total de 164 fueron descartados 100 artículos entre las principales causas de la decantación se encontraron artículos duplicados, tesis no publicadas y artículos que solo se pudo encontrar el resumen. A partir de la revisión de 64 artículos en fase de elegibilidad se vuelven a decantar un total de 35 artículos luego de hacer una revisión de texto completo y dentro de las principales causas se encontraron, artículos publicados en otros idiomas que no eran ni español ni inglés, artículos que no aportaban directamente a la investigación, investigaciones envejecidas entre otros. Quedaron finalmente para realizar el estudio un total de 29 artículos elegibles. En la figura 2 se muestra la identificación de los estudios mediante el modelo PRISMA.



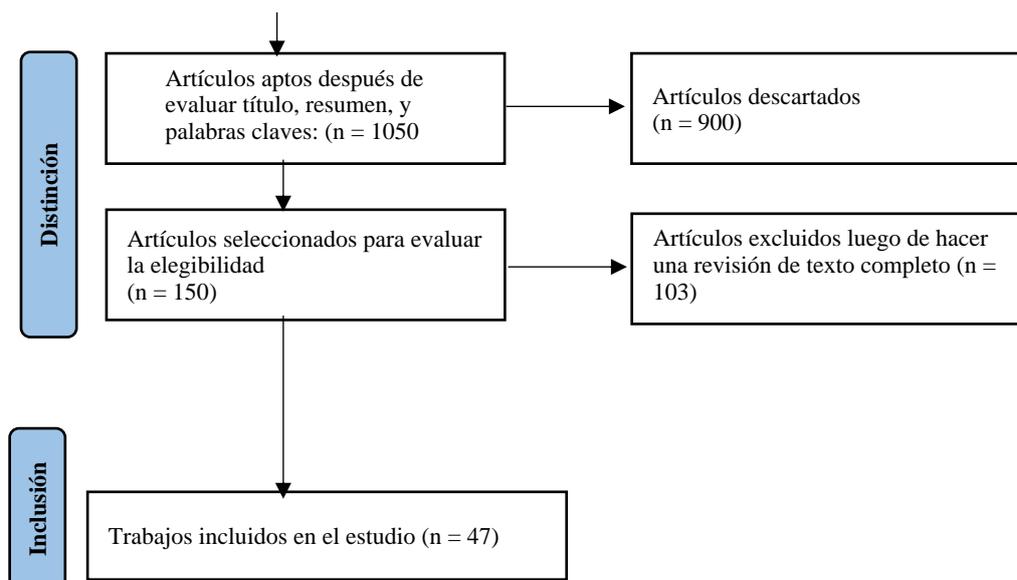


Figura 2. Estudios identificados bajo el modelo PRISMA

Del total de 47 trabajos revisados se obtiene un total de 25 trabajos en IEEEExplore, 5 trabajos en Scopus, 10 trabajos en Springer y 7 trabajos en Web of Science. Se eliminaron trabajos duplicados, así como no relacionados directamente con el objetivo de la investigación

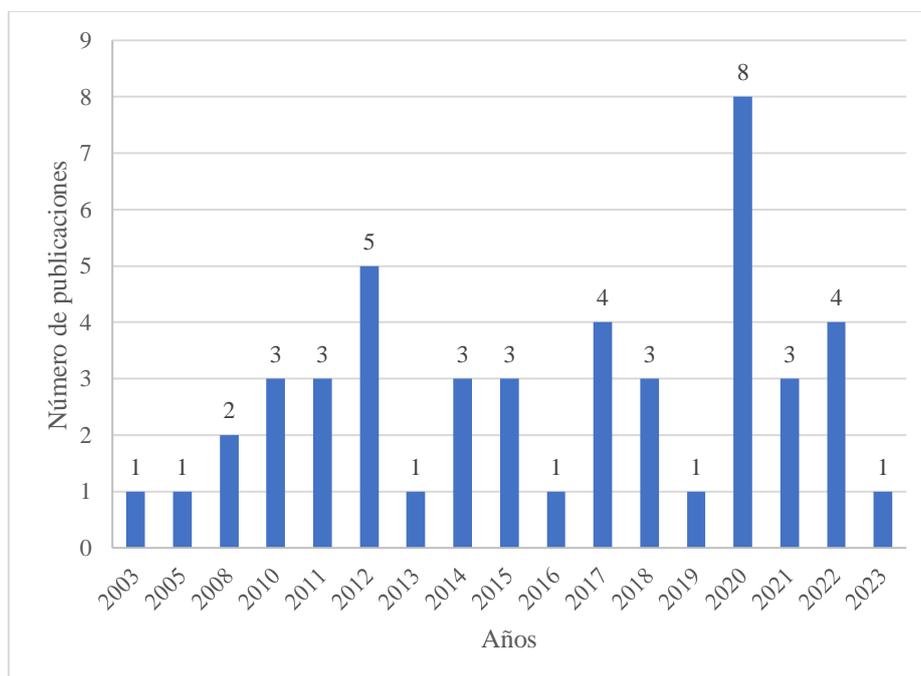


Figura 3. Distribución por años de la bibliografía

Como se muestra en la figura 3 el estudio de las referencias fue a partir del año 2003. El mayor número de referencias analizadas fue del año 2020 lo cual tuvo correspondencia con el desarrollo que tuvo la temática en este año. La mayor parte de las referencias sin de los últimos diez años, se puede concluir respecto que existe actualidad de las referencias y un balance

apropiado. La búsqueda realizada arrojó trabajos actualizados es un tema novedoso que aún tiene mucho campo por investigar.

En la figura 4 se muestra las principales temáticas que arrojaron las búsquedas en la investigación.

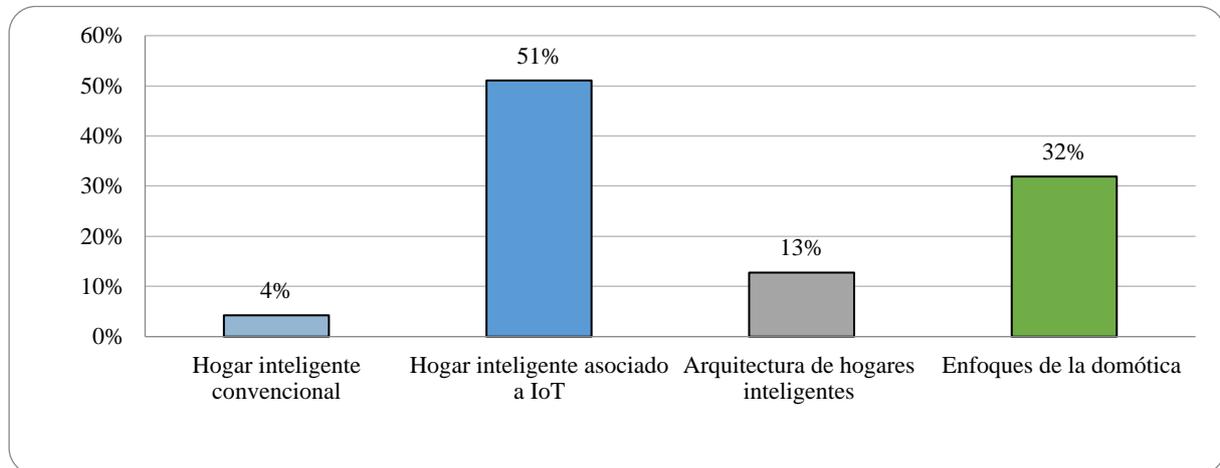


Figura 4. Temáticas abordadas en la revisión

Como se muestra en la figura 4, el 51% de las referencias analizadas están enfocadas al a los hogares inteligentes asociados con el concepto de Internet de las Cosas (IoT), se muestran un grupo alto de aplicaciones que tienen dentro de su concepción arquitectónica la conexión de los diferentes dispositivos de los hogares inteligentes a internet. El 32% de los trabajos está asociado a casos de aplicación de domótica en diferentes categorías, así como revisiones y evolución del concepto. Le sigue con el 13% de los trabajos aborda temas relacionados con la arquitectura de los hogares inteligentes donde se exponen los principales canales de comunicación entre los usuarios y los dispositivos. Por último, el 4% de los trabajos relacionados están enfocados a aplicaciones de hogares inteligentes más incipientes en diferentes campos.

A continuación, se presenta como parte de la discusión de la investigación de manera resumida las temáticas abordadas en la figura 4.

Perspectivas teóricas asociadas al concepto de Domótica e Internet de las cosas (IoT)

Una vivienda inteligente es aquella que está equipada con iluminación, calefacción y dispositivos electrónicos que pueden controlarse a distancia con un smartphone o a través de Internet. Un sistema domótico basado en internet se centra en controlar los dispositivos electrónicos de la casa tanto si se están- dentro o fuera de la misma (Nathan, Abafor, Aronu y Edoaga, 2015). Un electrodoméstico es un dispositivo o instrumento diseñado para realizar una función específica dentro de esta casa inteligente.

Otro concepto dado por (David et al., 2015) es que la domótica significa la automatización de edificios o de una vivienda denominada smart home o casa inteligente. También es conocida como casa inteligente un entorno doméstico inteligente simulado, poblado de agentes electrodomésticos. La casa se convierte en un laboratorio con una arquitectura de sensores ubicua e integrada. El sistema domótico incluye componentes principales como:

- Interfaz de usuario: puede ser monitor, teléfono, dispositivos que se le pueda dar órdenes.
- Modo de transmisión: conexiones por cable (por ejemplo, Ethernet) o inalámbricas (ondas de radio, infrarrojos, Bluetooth, GSM), etc.
- Controlador central: Es la interfaz de hardware que se comunica con la interfaz de usuario controlando los servicios domésticos.
- Dispositivos electrónicos: una lámpara, una CA o un calefactor, que sea compatible con el modo de transmisión, y conectado al sistema de control central.

La automatización es el hecho, donde las cosas están siendo controladas automáticamente, por lo general las tareas básicas de encender y apagar ciertos dispositivos y más allá, ya sea de forma remota o en estrecha proximidad. La automatización reduce el juicio humano al mínimo posible, pero no lo elimina por completo. El concepto de gestión remota de dispositivos domésticos a través de Internet desde cualquier lugar y en cualquier momento del mundo es hoy una realidad. Este concepto brinda múltiples beneficios al ser humano porque desde antes de llegar a su casa puede encontrar un hogar cómodo y agradable según su gusto. Esto abarca desde el uso de un teléfono inteligente para encender un televisor hasta el bloqueo y desbloqueo de puertas entre otros. Los dispositivos conectados pueden ayudar a las personas a recibir alertas personalizadas del refrigerador que les recuerde comprar verduras o cualquier otro producto (Borba et al., 2019).

Adicionalmente los avances tecnológicos que facilitan el uso de Bluetooth y Wi-Fi permiten que distintos dispositivos tengan se conecten entre sí. La wifi puede actuar como servidor web Micro para Arduino elimina la necesidad de conexiones por cable entre la placa Arduino y el ordenador lo cual puede reducir los costos. El escudo Wi-Fi necesita conexión a Internet desde un router inalámbrico o punto de acceso inalámbrico y esto actuará como pasarela para que Arduino se comunique con Internet (de Salces et al., 2005). Para que una casa sea realmente inteligente, los dispositivos con conexión a Internet deben estar conectados a esta red y controlarse a distancia.

Dentro de sus principales desventajas de la domótica se encuentra el alto costo de su implementación lo cual es la principal razón por lo que la domótica no ha recibido toda la demanda que pudiese tener (Amaya Fariño et al., 2020).

Un beneficio importante que ofrece el uso de la domótica está relacionado con el uso racional de la energía. También puede incluir sistemas de seguridad como el control de accesos y el sistema de alarma (García & Vega, 2018). Cuando estos dispositivos se conectan a internet son un componente importante del concepto de Internet de las cosas (IoT).

El Internet de las cosas (IoT), es un dispositivo informático interrelacionado, ya sean máquinas mecánicas o digitales, objetos, animales o personas dotados de identificadores únicos (UID), capaces de transferir datos a través de una red. La definición de este concepto ha evolucionado debido a la convergencia de múltiples tecnologías, análisis en tiempo real, aprendizaje automático, sensores y sistemas integrados (Abe & Igagwu, 2023).

El uso de IoT es de vital importancia en la domótica creando un impacto en su desarrollo. Permite ofrecer soluciones instantáneas para los flujos de tráfico, recordatorios sobre el mantenimiento de vehículos, reducción del consumo de energía, etc. Los sensores de vigilancia pudieran diagnosticar los problemas de mantenimiento pendientes y establecer preferencias en función del usuario. Por otra parte, los sistemas de análisis de datos pueden ayudar a gestionar el tráfico, así como los residuos de las ciudades entre otras funciones importantes (Mekuria et al., 2021).

Se han adoptado diferentes enfoques relacionados con la arquitectura de los sistemas domóticos, entre ellos el método basado en SMS que utiliza la tecnología GSM de los teléfonos para comunicarse con un microcontrolador el cual actúa como controlador para acceder a los dispositivos electrodomésticos (Alshu'Eili et al., 2011). Este sistema tiene como desventaja que no es fácil de usar, ya que no hay una interfaz gráfica de usuario y hay que recordar los códigos de para manejar el sistema.

Otro enfoque se centra en el reconocimiento de voz para enviar órdenes a través de una red inalámbrica de radiofrecuencia inalámbrica. Se captura la voz a través del micrófono, se digitaliza y se envía a un ordenador para que sea procesado. Una vez reconocido el comando de voz, se envían señales de control a las direcciones de los aparatos especificados para que actúen. La desventaja de este método es que no siempre es preciso el reconocimiento de los comandos de voz (Abe & Igagwu, 2023).

Otro método es a través de los gestos de las manos para controlar sistemas de domótica. Se debe llevar una cámara diminuta en alguna parte del cuerpo que permita captar los gestos de las manos del usuario para interpretar y enviar señales de comando. Como desventaja de este

método se identifica que requiere el uso de un PC de gama alta para el procesamiento de datos, lo que resulta en un mayor coste de instalación.

Existen sistemas domóticos conectados a través de cable, esto no representa grandes dificultades si se planifica con antelación durante el diseño constructivo de la vivienda, pero en el caso de viviendas ya construidas se vuelve demasiado costoso. A partir de lo planteado se recomienda más los sistemas inalámbricos. Dentro de las ventajas que se identifican los sistemas inalámbricos para la domótica se idéntica (Gunge & Yalagi, 2016):

- Reduce costos de instalación
- Conectividad con internet
- Escalabilidad del sistema y facilidad de ampliación
- Seguridad
- Ventajas estéticas en el hogar
- Integración de varios dispositivos

En el caso de los sistemas domóticos que utiliza la tecnología Wi-fi se compone de tres elementos fundamentales:

- Servidor Web: Presenta el núcleo del sistema que controla y supervisa el hogar de los usuarios
- Módulo de interfaz de hardware (Arduino PCB)
- Wi-Fi shield PCB: 3 alarmas de entrada PCB, y 3 actuadores de salida PCB, que proporciona una interfaz adecuada para sensores y actuadores del sistema

Este tipo de sistemas ofrece ventajas como: garantiza escalabilidad y flexibilidad, el usuario puede utilizar la misma tecnología para iniciar sesión en el servidor basado en web, si el servidor está conectado a Internet, los usuarios remotos pueden acceder a la aplicación web del servidor a través de la red utilizando un navegador compatible (Cruz Calero, 2022; Gunge & Yalagi, 2016)

El aumento de dispositivos conectados que manejan datos también sugiere un crecimiento elevado de estos datos por lo que los conceptos de Domótica e IoT no están desligados al concepto de Big Data (Zerega-Prado & Llerena-Izquierdo, 2022). La principal relación de estos conceptos tiene que ver con que la IoT facilita la recopilación de datos que pueden ser analizados para conocer las principales actividades de los consumidores, así como sus preferencias (Zaidan & Zaidan, 2020).

Existen disímiles aplicaciones de los hogares inteligentes, pero entre las más destacadas se encuentran: prestar servicios a los residentes detectando y reconociendo sus acciones o

detectando su estado de salud, estos hogares inteligentes actúan como bancos de pruebas para mejorar el bienestar de los residentes y a su vez pueden dividirse en: hogares inteligentes para el cuidado de ancianos, hogares inteligentes para el cuidado de la salud y hogares inteligentes para el cuidado de niños (Campoverde Reyes, 2023; Miori & Russo, 2014).

Otras aplicaciones están orientadas a almacenar y reproducir multimedia capturados en el hogar usando diversos archivos desde fotos hasta experiencias, en este ejemplo incide un poco la privacidad de las personas pero eso depende del estilo de vida de cada individuo (Gunge & Yalagi, 2016; Miñan Parrales, 2022).

Otra categoría está asociada a la vigilancia en la que los datos captados en el entorno se procesan para obtener información que puede ayudar a alarmas para proteger la vivienda y a los residentes de robos y catástrofes naturales como inundaciones, etc. Algunas investigaciones han intentado combinar estas funciones en una casa inteligente (Beaudin & Zareipour, 2015).

Por último, existe una tendencia importante de hogar inteligente asociada a la reducción del consumo energético mediante la supervisión y el control de los dispositivos y la reprogramación de su en función de la demanda y el suministro de energía (Espinoza Orbe, 2022; Santamaria et al., 2014).

Diferentes aplicaciones de hogar inteligente

En el epígrafe se presentan un grupo de tendencias de los hogares inteligentes, así como casos de aplicación en los últimos años.

En la Tabla 1 se muestra un ejemplo de algunas de las investigaciones que fueron analizadas durante el estudio donde el procedimiento fue leer los textos completos para conocer los resultados de las investigaciones, para a partir de ellos identificar cuáles son los criterios que más se repiten en las investigaciones realizadas por los autores (Viera Vallejo, 2023).

Tabla 1. Muestra de artículos analizados

Estudios	Resultados
(de Salces et al., 2005)	La investigación prueba tres modalidades de salida -auditiva, visual y multimodal- utilizando dos dispositivos diferentes -ordenador de mano y portátil- como prototipos realistas de controladores de electrodomésticos.
(Miori & Russo, 2014)	Ofrece una solución práctica a partir de una contribución validada en laboratorio de un software que permite que todos y cada uno de los dispositivos domóticos interactúen mediante el protocolo de red IPv6. De este modo los dispositivos domóticos pueden interactuar activamente con el mundo circundante. El sistema propuesto permite a los usuarios aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la nueva visión del mundo del IoT.
(Escobar Gallardo & Villazón, 2018)	El artículo presenta el diseño y desarrollo de un sistema de monitoreo energético y control domótico a través del uso de una red de sensores y

actuadores inalámbricos, que utilizan el protocolo de comunicación asíncrono MQTT (Message Queue Telemetry Transport) para el envío de datos y permite su visualización en tiempo real. El sistema fue desplegado para monitorear en tiempo real variables energéticas de paneles solares con resultados satisfactorios.

- (Miori et al., 2010) El resultado de la investigación es un marco informático basado en normas de comunicación abiertas, capaz de abstraer las peculiaridades de las tecnologías heterogéneas subyacentes y permitir que coexistan y funcionen entre sí, sin eliminar sus diferencias. De este modo, la interoperabilidad puede hacerse potencialmente factible entre cualquier tecnología domótica, tanto las existentes en la actualidad como las que aún están por definir.
- (Borba et al., 2019) Este artículo propone un prototipo de control de voz de código abierto y bajo coste para el hogar inteligente en lengua portuguesa. El hub inteligente se ha desarrollado utilizando la biblioteca Snowboy para la detección de palabras clave, la herramienta CMUSphinx para el reconocimiento de voz y el kit de herramientas Home Assistant para la integración entre dispositivos inteligentes.
- (García & Vega, 2018) Este artículo describe el diseño de un nodo sensor de bajo consumo para una Red Inalámbrica de Sensores, WSN. El nodo base se implementa en un sistema embebido basado en el procesador ARM Cortex A-53 con un sistema operativo Linux. Esta red de sensores se aplica a la domótica para la monitorización del hogar. El complejo sistema funciona de forma autónoma con el concepto IoT.
- (Ferreira et al., 2012) En la Interfaz Cerebro-Ordenador (BCI) el usuario es capaz de interactuar con un ordenador sólo a través de señales biológicas de su cerebro sin necesidad de usar los músculos. Como aportación de este trabajo se destaca la prospección del estado del arte de las BCIs y la identificación de retos HCI en esta materia.
- (Brich et al., 2017) En este artículo se presenta un estudio de investigación contextual en el que se recopilaban datos cualitativos de 18 participantes en 12 hogares sobre el potencial y la aceptación actuales de la domótica, y se analizaron las ventajas e inconvenientes respectivos de estos dos paradigmas de notación para los usuarios finales. Los resultados muestran que las notaciones basadas en reglas son suficientes para tareas de automatización sencillas, pero no lo bastante flexibles para casos de uso más complejos.
- (Aldrich, 2003) La investigación hace una revisión sobre el concepto de hogar inteligente en una perspectiva de pasado, presente y futuro de manera que sirva de base teórica para los aportes futuros de estos conceptos.
- (Bartram et al., 2011) La investigación propone el diseño y la implantación de un sistema interactivo integral que ayuda a los residentes a tomar conciencia del uso de los recursos y facilita el control eficiente de los sistemas de la casa para fomentar la conservación en las actividades cotidianas.
- (Ruta et al., 2018) Este artículo propone un novedoso marco basado en la semántica que cumple con el paradigma emergente de la Internet Social de las Cosas. Los espacios infraestructurados pueden concebirse como poblados por agentes de dispositivos organizados en redes sociales, que interactúan de forma autónoma y comparten información, cooperan y orquestan recursos. El

marco se ha implantado y probado en un prototipo de domótica que integra varios protocolos de comunicación y dispositivos comerciales. Los experimentos realizados demuestran la eficacia del planteamiento.

- (Miori & Russo, 2012) Este trabajo introduce una representación semántica del conocimiento para la domótica siguiendo los principios de la Web semántica (Web 3.0). Hemos implementado ontologías específicas que tienen en cuenta automáticamente la información distribuida del contexto ambiental. El primer resultado fue lograr una abstracción natural de dispositivos diferentes e incompatibles para favorecer la interoperabilidad de forma coherente e independiente de la tecnología e impartir conciencia al entorno doméstico en el que "cosas" como muebles y otros objetos, así como las propias habitaciones, adquieren significado computacional.
- (Abe & Igagwu, 2023) El artículo propone una ingeniería domótica basada en Internet de las cosas (IOTs) utilizando arduino y control inalámbrico mediante módulo Bluetooth. Este sistema fue diseñado para mejorar la relación coste-eficacia y ampliable que permite una variedad de variedad de dispositivos.
- (Santamaria et al., 2014) El trabajo propone un sistema para optimizar los consumos energéticos concientizando a los usuarios de que tienen el control total de su casa y la posibilidad de ahorrar dinero y reducir el impacto de los consumos energéticos a la tierra

A partir del estudio de las 47 referencias analizadas en la investigación se identifica que los criterios que se repiten en las investigaciones son los que se muestran en la figura 5.

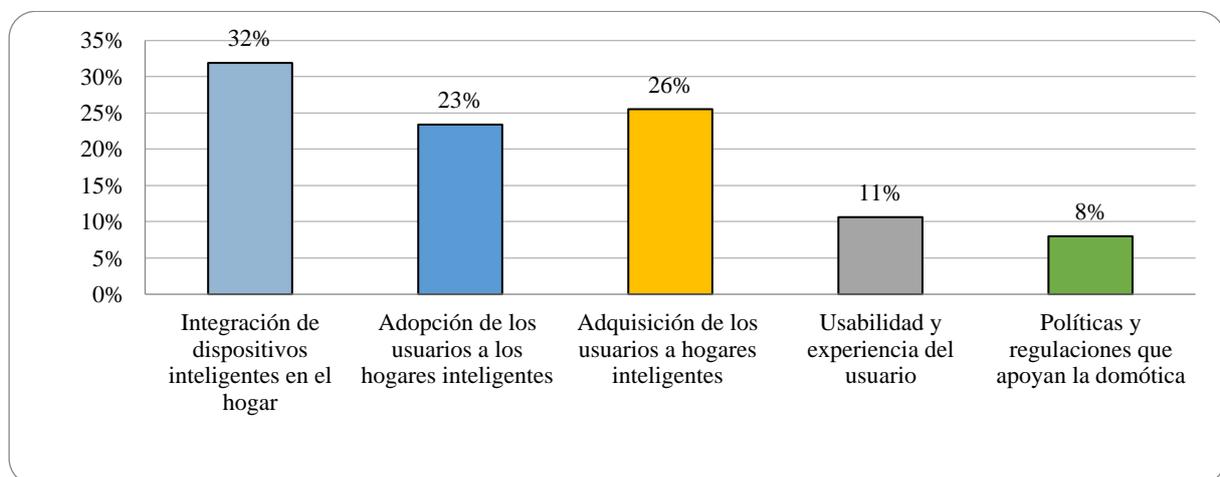


Figura 5. Criterios que se repiten en las investigaciones

Como se muestra en la figura 5 el 32% de las investigaciones hacen referencia a la integración de los dispositivos inteligentes en el hogar, una de las principales problemáticas asociadas a este tema está relacionado con las insuficiencias aún existentes para interconectar los dispositivos. Existen muchas experiencias de aplicaciones, pero no en todos los casos existe conexión entre los mismos. El 26% de las investigaciones hacen referencia a la adquisición de los usuarios a la posibilidad de tener hogares inteligentes lo cual sigue siendo una tendencia

para los sectores con mayores posibilidades económicas y sectores profesionales. El 23% de los estudios mencionan las experiencias de los usuarios con el hogar inteligente y su adaptabilidad a los mismo, existiendo aún inconformidades con las interfaces de usuario y con la privacidad de los datos. El 11% hacen referencia a la usabilidad y experiencia de los usuarios y el 8% hacen alusión a la necesidad de aumentar las políticas y regulaciones asociadas con el tema.

A continuación, se profundiza un poco más sobre las aplicaciones mencionadas anteriormente respecto a su base teórica, así como a resultados introducidos.

Técnicas aplicadas en los hogares inteligentes

El vídeo es una de las modalidades de entrada con beneficios para los hogares inteligentes debido a sus características no intrusivas y su contenido informativo. Los entornos inteligentes son una aplicación inmediata de la detección de la actividad humana. Los sistemas basados en una o más cámaras se utilizan para identificar la ubicación, la identidad, la expresión facial y los gestos de las manos de las personas presentes en el hogar (de Salces et al., 2005).

En la investigación de (Kon et al., 2017) los autores utilizan un enfoque basado en estados para reconocer eventos y acciones. Cada persona que entra en la sala inteligente se modela utilizando parámetros de ubicación y movimiento detectados. Estos parámetros se almacenan en una ventana de 10 segundos y se comparan con un conjunto de reglas de decisión para detectar transiciones de estado. Este tipo de aplicaciones puede ayudar a las personas mayores de edad por ejemplo la detección de una caída puede disparar una alerta lo cual posibilita actuar rápidamente. Otro método utilizado por el autor son los sensores de audio para la detección de acciones.

El autor (Vadakkepat et al., 2008) propone una técnica en un escenario en el que un robot rastrea y sigue a un humano mediante técnicas multimodales. Este tipo de técnica facilita la precisión de la detección de movimientos y el seguimiento. Se utiliza una red neuronal por detrás para aprender los colores de piel del ser humano en la habitación.

En (Deoni et al., 2022) los autores describen un experimento que se basa en el enfoque de detección distributiva para identificar la localización tridimensional de un objeto en movimiento constante que puede aplicarse a la detección de actividad humana. En esta investigación se propone un novedoso sistema para medir el equilibrio o el balanceo de una persona, lo cual permite identificar la caída de una persona incluso antes de que se produzca. Las aplicaciones de hogares inteligentes para el cuidado de ancianos están creciendo a nivel mundial, un requisito fundamental de estas aplicaciones es detectar presencia humana antes de procesar las actividades humanas como caerse, levantarse o caminar, etc.

Por otra parte (You et al., 2008) propone una investigación basada en experiencias en China donde aborda los principales problemas que se identifican en los hogares inteligentes para el cuidado de los niños para de esta manera evitar los accidentes infantiles. Similar investigación realiza (Alqahtani et al., 2022) donde propone un grupo de buenas prácticas para el desarrollo de hogares inteligentes teniendo en cuenta el crecimiento de los niños.

Un escenario de aplicación importante ha sido en el área de la salud también enfocado a las personas de mayor edad. Se han dedicado disímiles esfuerzos para desarrollar sistemas portátiles inteligentes (SWS) para la vigilancia de la salud (HM). Principalmente influidos por el aumento vertiginoso de los costes sanitarios y respaldados por los recientes avances tecnológicos en micro y nanotecnologías, miniaturización de sensores y tejidos inteligentes. Estos sistemas dan soporte a complejas aplicaciones sanitarias y permiten alternativas vestibles y no invasivas de bajo coste para la monitorización continua las 24 horas del día de la salud, la actividad, la movilidad y el estado mental, tanto en interiores como en exteriores. Los SWS puede incluir una amplia gama de dispositivos vestibles o implantables, incluidos sensores, actuadores, tejidos inteligentes, fuentes de alimentación, redes de comunicación inalámbricas (WCN), unidades de procesamiento, dispositivos multimedia, interfaces de usuario, software y algoritmos para la captura de datos, el procesamiento y el apoyo a la toma de decisiones. Estos sistemas son capaces de medir las constantes vitales, como la temperatura corporal y cutánea, la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la saturación de oxígeno en sangre (SpO₂), los electrocardiogramas (ECG), los electroencefalogramas (EEG) y la frecuencia respiratoria. Las mediciones se envían a través de una red inalámbrica de sensores (WSN) a un nodo de conexión central, como un asistente digital personal (PDA), o directamente a un centro médico (Chan et al., 2012).

Dentro de los casos reales la investigación de (Åström et al., 2011) menciona los SWS que se utilizan para monitorizar a los pacientes las 24 horas del día, en su casa según protocolos de medicina preventiva. El sistema de monitorización puede conectarse a un centro de asistencia donde se transmiten los parámetros medidos se transmiten de forma continua o intermitente. Las actividades o movimientos de las personas mayores pueden controlarse, así como sus hábitos identificándose anomalías como la reducción de la movilidad, el apetito y las actividades sociales. Adicionalmente en condiciones climáticas extremas (tiempo excesivamente frío o caluroso), las personas mayores son más propensas a infecciones pulmonares, deshidratación u otras enfermedades lo cual puede evitarse si existe un adecuado monitoreo.

Otro ejemplo lo propone la investigación realizada por (Malic et al., 2010) la cual propone el uso de dispositivos microfluídicos que pueden analizar electroquímicamente una amplia variedad de compuestos bioquímicos, como la glucosa, el colesterol, el lactato y el alcohol en la propia casa de gran ayuda para los enfermos.

Una investigación aplicada lo constituyen los microchip para la administración de fármacos que es capaz de liberar fármacos abriendo varios depósitos a la orden (Chan et al., 2012).

Los autores (Shah et al., 2012) analizaron el uso de sensores portátiles por parte de la población anciana en el contexto de un entorno de vida inteligente, esta investigación se centra en una única tecnología destacando la importancia de los sensores portátiles y la rentabilidad del cambio hacia la asistencia domiciliaria. Otros investigadores (Zhang et al., 2020) realizan aportes de cómo desarrollar los hogares inteligentes en China para el cuidado de los ancianos lo cual es un impulso de las políticas a nivel de país también realizan aportes en este sector. Del mismo modo (Jansson & Hakala, 2020) exploraron los servicios para un segmento específico de usuarios vulnerables, los autores presentaron un estudio de los dispositivos que tenían el potencial de prolongar la vida independiente de los residentes de edad avanzada Las revisiones mencionadas ilustran la creciente cobertura de la bibliografía sobre las implicaciones de la tecnología doméstica inteligente para los usuarios de la tercera edad y el interés de este sector por la misma.

En la investigación realizada por (Arar et al., 2021) se muestran casos de aplicación en Dubai, donde a partir de un estudio realizado se demuestra estadísticamente como el desarrollo de hogares inteligentes diseñados para ancianos garantiza la detección de caídas en el hogar.

Por otra parte, en los últimos años se muestra un creciente número de investigaciones de domótica relacionadas con el uso eficiente de la energía. Los sistemas de gestión de la energía doméstica (HEMS) son herramientas de respuesta a la demanda que cambian y reducen la demanda para mejorar el perfil de consumo y producción de energía de una vivienda en nombre de un consumidor, suelen crear programas óptimos de consumo y producción teniendo en cuenta múltiples objetivos, como los costes energéticos, las preocupaciones medioambientales, los perfiles de carga y la comodidad del consumidor (Beaudin & Zareipour, 2015). Algunas investigaciones se han centrado en cómo optimizar estos sistemas como la incertidumbre de las previsiones, la modelización de la heterogeneidad de los dispositivos, la programación multiobjetivo, las limitaciones computacionales, las consideraciones temporales y la modelización del bienestar de los consumidores en aras de obtener mejores beneficios para os usuarios (Beaudin & Zareipour, 2015). Otras contribuciones (Bhati et al., 2017) hacen alusión

al uso de contadores inteligentes, así como electrodomésticos y dispositivos de domótica que pueden utilizarse para cambiar los patrones de consumo eléctrico de los hogares.

Otras investigaciones aplicadas las presenta (Fensel et al., 2014) quienes muestran un estudio sobre la eficiencia energética mediante el uso de un sistema de medición inteligente denominado SESAME. La solución SESAME se integra directamente en la red doméstica y permite al sistema encender o apagar los electrodomésticos. El sistema también es capaz de detectar señales de temperatura, humedad u otros sensores, controlando así los electrodomésticos según la configuración especificada.

En un estudio realizado por (Collotta & Pau, 2015) se enfatiza que las tecnologías inteligentes para el ahorro de energía tendrán pleno impacto cuando se produzca la integración de los dispositivos y las redes inteligentes, en el que se conectan segmentos de red vinculados de baja potencia a un controlador de gestión central en el hogar.

Un caso de real de aplicación del ahorro de energía a través de los hogares inteligentes lo constituye la contribución realizada por (Bhati et al., 2017) donde muestra la percepción hogares de Singapur sobre la tecnología inteligente y su uso para ahorrar energía. Este estudio demuestra que las tecnologías domésticas inteligentes no serían eficientes si no se diseñan con módulos de inteligencia artificial que permitan a la tecnología interactuar a la perfección con los consumidores. Además, debe existir una integración con los servicios públicos y los sectores de servicios públicos, como las redes inteligentes y los sectores sanitarios. Por ejemplo, los contadores inteligentes deben detectar patrones de comportamiento y actuar de forma proactiva, de modo que los consumidores ya no tengan que encender activamente la luz si es necesario. Del mismo modo, las notificaciones a través de gadgets móviles o consolas domésticas pueden aconsejar el mejor momento para encender determinados electrodomésticos (por ejemplo, lavadoras). Autores como (Beaudin & Zareipour, 2015) se han centrado en algoritmos y dispositivos para supervisar y gestionar el consumo de energía.

Otra perspectiva interesante para muchos investigadores ha sido la captura automatizada de experiencias que tienen lugar en el hogar, donde se viven disímiles experiencias y acontecimientos importantes para las familias. Por ejemplo, los primeros pasos de un niño, así como su crecimiento. Por otra parte, la asistencia a ancianos que tienden a olvidar las cosas. Aunque parece simple la captura y recuperación de experiencias es algo complejo en el hogar inteligente para lograrlo hace falta disponer de gran número de cámaras y un buen número de micrófonos para la captura completa de datos. Los resultados obtenidos tienen diferentes grados de granularidad por lo que es necesario aplicar diferentes algoritmos de inteligencia artificial (L. C. De Silva et al., 2010). Se sugiere adicionar sensores de detección para completar la captura

de datos ya que los entornos ubicuos están dotados de infraestructura para cámaras y micrófonos de captura. Para poder aplicar este tipo de técnicas necesariamente hay que tener grandes espacios de almacenamiento.

En la investigación realizada por de (G. C. de Silva et al., 2008) presentaron técnicas para la recuperación de experiencias en un hogar inteligente, la misma constaba de 19 cámaras y 25 micrófonos y sensores de presión montados en el suelo de la casa. Una interfaz de usuario basada en la segmentación jerárquica de medios combinó los resultados para permitir a los residentes recuperar sus experiencias vitales de forma rápida. El sistema fue evaluado por una familia que se alojó en la casa inteligente.

En la investigación realizada por (Mekuria et al., 2021) el autor se centra en una perspectiva de usuario como unidad de análisis y destinatario de los servicios y capacidades de la tecnología doméstica inteligente, al igual que el autor (Acar et al., 2020).

Según la investigación realizada por (Touqeer et al., 2021) con el aumento de las potencialidades de los hogares inteligentes también aumentan las brechas de seguridad asociadas a los datos de las personas. En su investigación presenta soluciones de cómo mejorar la seguridad en los hogares inteligentes basados en IoT.

Un ejemplo de aplicación de cómo fortalecer la seguridad en el hogar inteligente lo presenta la investigación de (Khan et al., 2020) quien propone el uso de blockchain como soporte descentralizado de protección y privacidad. En este enfoque propuesto, la arquitectura del hogar inteligente basada en blockchain se protege evaluando cuidadosamente su fiabilidad con respecto a los objetivos de seguridad esenciales de privacidad, integridad y accesibilidad (Melendrez-Caicedo & Llerena-Izquierdo, 2022).

En la investigación realizada por (Edu et al., 2020) resalta como los asistentes personales inteligentes (SPA) son una innovación emergente que está cambiando la forma en que los usuarios domésticos interactúan con la tecnología. Sin embargo, los usuarios no tienen plena seguridad con estos sistemas, en el artículo se presenta una revisión en profundidad de los problemas de seguridad y privacidad de las SPA, clasificando los vectores de ataque más importantes y sus contramedidas.

En la Tabla 2 se presenta un resumen de los tipos de hogares inteligentes más abundados en la literatura con sus respectivas referencias agrupados por categorías.

Tabla 2. Tipos de hogares inteligentes presentes en la literatura

Tipos de hogares inteligentes	Referencias
Hogares inteligentes para la seguridad	(Touqeer et al., 2021)(Khan et al., 2020)(Edu et al., 2020)

Hogares inteligentes para el cuidado de ancianos	(Deoni et al., 2022)(Jansson & Hakala, 2020)(Zhang et al., 2020)(Woods & Kong, 2020)(Arar et al., 2021)(Shah et al., 2012)(Deoni et al., 2022)
Hogares inteligentes para la sanidad	(Malic et al., 2010)(Åström et al., 2011)(Chan et al., 2012)(Beaudin & Zareipour, 2015)
Hogares inteligentes para el cuidado de niños	(Alqahtani et al., 2022)(Deoni et al., 2022)
Hogares inteligentes para el uso de la energía eficiente	(L. C. De Silva et al., 2010)(Fensel et al., 2014)(Collotta & Pau, 2015)(Bhati et al., 2017)(Santamaria et al., 2014)(García & Vega, 2018)(Escobar Gallardo & Villazón, 2018)
Hogares inteligentes para mejorar la calidad de vida.	(Balta-Ozkan et al., 2013)(Mekuria et al., 2021)(Edu et al., 2020)(G. C. de Silva et al., 2008)(Acar et al., 2020)

En la figura 6 se muestra la distribución de estos temas en las referencias analizadas.

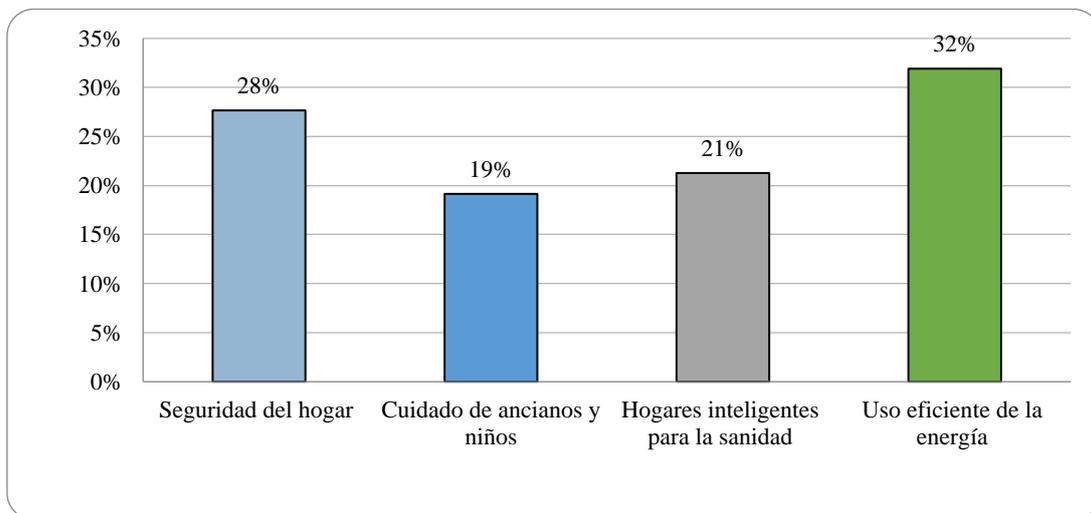


Figura 6. Aplicaciones de los hogares inteligentes

Como se muestra en la figura 6 existe una alta tendencia a la aplicación de los hogares inteligentes en primer lugar para el uso eficiente de la energía con el 32% de las referencias seguidas por las aplicaciones de seguridad del hogar el 28%. Estos son dos campos que ya tienen un nivel de madurez en los hogares inteligentes. En similar se proporción con el 21% se encuentran las aplicaciones relacionadas con el cuidado de ancianos y niños que presentan técnicas muy similares y los hogares inteligentes para la sanidad. Este tipo de investigaciones está cobrando mayor auge en los últimos años dado el crecimiento de la población de la tercera edad lo cual lleva a su vez mayor mayores esfuerzos en el área de sanidad, son aplicaciones que están estrechamente relacionadas.

En la figura 7 se resumen los principales beneficios de los hogares inteligentes agrupados por categorías.

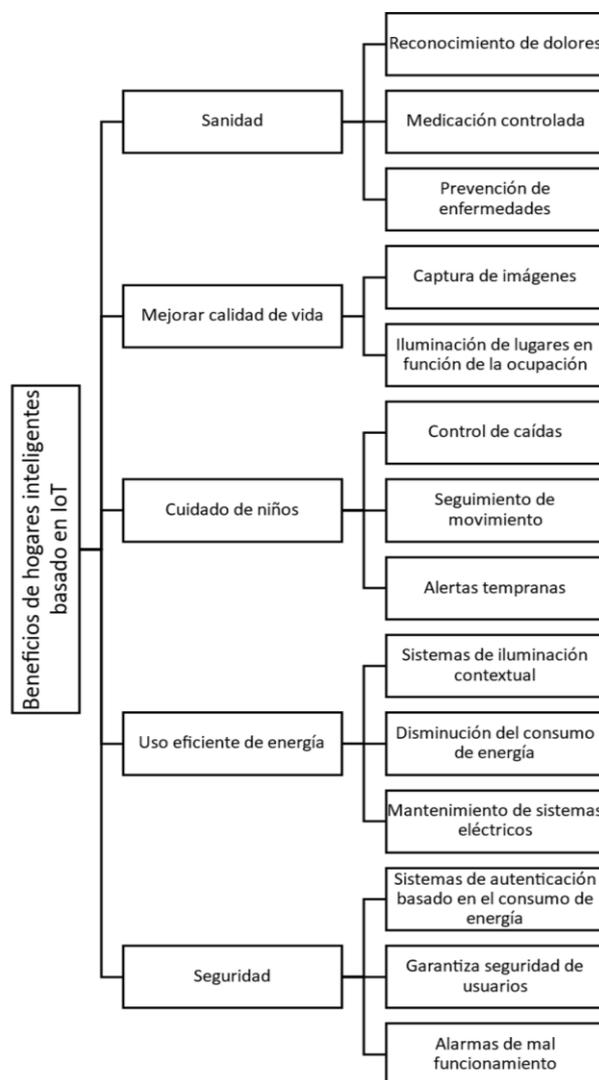


Figura 7. Beneficios de hogares inteligentes basado en IoT

De igual manera se identifica en el estudio realizado las principales limitaciones detectadas para el desarrollo de los hogares inteligentes lo cual está relacionado con el siguiente epígrafe asociado a los retos. En la figura 8 se muestran las limitaciones identificadas.

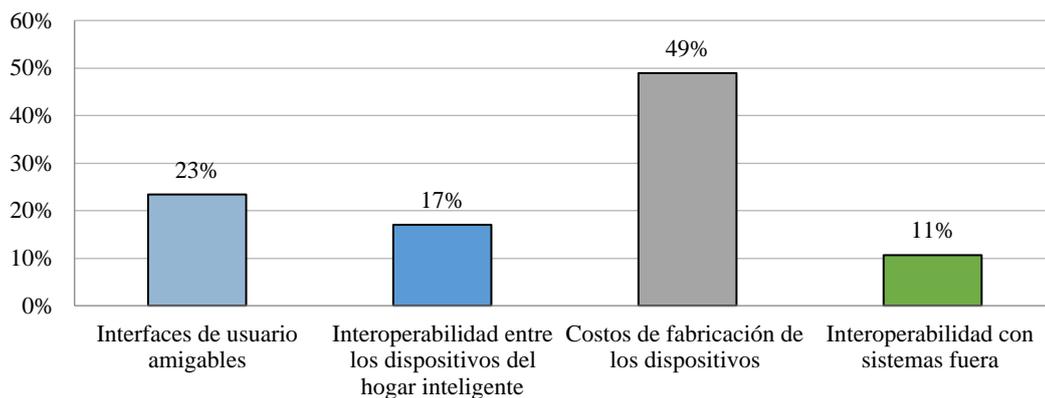


Figura 8. Limitaciones asociadas a los hogares inteligentes

Como se muestra en la figura 8 la mayor limitación identificada por los autores con el 49% está asociada a los altos costos de fabricación de los hogares inteligentes y su posible adquisición por parte de los usuarios. Le sigue con el 23% la necesidad de seguir perfeccionando las interfaces de usuarios para que sean más amigables y fáciles de entender. También se identifica con el 17% los problemas aún existentes de interoperabilidad entre los dispositivos del hogar inteligente y por el último con el 11% la interoperabilidad con los sistemas fuera del hogar que también se deben conectar.

En el siguiente epígrafe se resumen los retos asociados a la domótica.

Retos de la domótica

Los hogares inteligentes basadas en IoT tiene numerosas ventajas; sin embargo, estas tecnologías no son soluciones perfectas para el suministro de redes de comunicación. En la revisión literaria se identifica que los principales retos están asociados a las siguientes categorías según (Zaidan & Zaidan, 2020):

Respecto a las limitaciones de hardware: Estas abarcan fundamentalmente aspectos relacionados con los dispositivos como las cámaras de posicionamiento, la insuficiente memoria de acceso aleatorio y los mecanismos de control dinámico. El ajuste manual del estado de las luces y el control remoto en los hogares inteligentes basados en IoT debe ser intuitivo y fácil de usar.

Conectividad entre los dispositivos del hogar inteligente: La conectividad de dispositivos abarca el problema de comunicación que se produce entre varios dispositivos de fabricantes o empresas que adoptan técnicas y estándares diferentes. Por ejemplo, la mayoría de las soluciones existentes son todavía incapaces de lograr la interoperabilidad dentro de diferentes protocolos.

Preocupaciones por el estilo de vida de los usuarios y sus hábitos: Los sistemas de reconocimiento de voz utilizan modelos acústicos y lingüísticos para traducir una orden hablada a texto. Reconocer con precisión el nombre del dispositivo es importante cuando un usuario final utiliza una etiqueta personalizada para emitir una orden a un dispositivo. Sin embargo, los modelos lingüísticos genéricos que se entrenan con grandes cantidades de datos basados en un proceso inteligente podrían confundir un nombre de dispositivo personalizado con una frase común en un idioma específico. Las aplicaciones domésticas inteligentes deben mejorar la comodidad y la satisfacción logrando una interacción armoniosa de los usuarios en el entorno doméstico digital.

Concerniente a la gestión de datos: La gestión de datos abarca los datos de diferentes sensores y extrae información de diversos instrumentos estandarizados en aplicaciones domésticas inteligentes. Por ejemplo, la precisión a la hora de recuperar información relevante de los usuarios. Además, el proceso inteligente para aplicaciones domésticas inteligentes basadas en IoT puede adquirir conocimientos e información sobre la vida cotidiana y el comportamiento humano que luego es relevante para los dispositivos dentro del hogar inteligente y la interacción con los humanos.

Otros retos son identificados por (Gunge & Yalagi, 2016) quien identifica entre los principales retos se encuentran los altos costos de fabricación, así como de desarrollo y de instalación, costos adicionales de servicio y asistencia técnica.

Otro de los retos importantes asociados al tema es la estandarización y normas sobre domótica. La adaptación de los usuarios con el uso de las bondades de la domótica por la complejidad de las interfaces de usuario, pero con el tiempo son elementos que se irán resolviendo (Fensel et al., 2014).

Todavía existen barreras sociales para la adopción de los hogares inteligentes tales como el control, la adecuación a los estilos de vida actuales, la complejidad tecnológica, la interoperabilidad, así como las normas, la fiabilidad, la privacidad, la seguridad y el coste, los cuales son elementos fundamentales que se deben considerar para el diseño y desarrollo de estos sistemas (Balta-Ozkan et al., 2013).

Las tecnologías inteligentes para el ahorro de energía tendrán pleno impacto cuando se produzca la integración de los dispositivos inteligentes, los hogares y las redes inteligentes el mayor reto en la actualidad (Jansson & Hakala, 2020).

Dentro de los principales obstáculos que deben superarse para implantar plenamente el uso de los SWS se encuentran los elevados costes, las limitaciones de tamaño y peso de los dispositivos, el consumo de energía, la implantación y conectividad de los sensores, la ética, las

leyes, la privacidad, la libertad, la autonomía, la fiabilidad, la seguridad y los problemas de servicio (Chan et al., 2012)

También en los sistemas sanitarios se identifica la interoperabilidad. A medida que la asistencia sanitaria evoluciona desde un sistema centrado en la organización, pasando por un sistema centrado en el servicio, hacia un sistema centrado en el individuo los sistemas de información implicados deben ser semánticamente interoperables desde el punto de vista semántico, relacionados con el proceso, de apoyo a la toma de decisiones, sensibles al contexto, orientados al usuario y fiables (Chan et al., 2012).

En el futuro se debe dar más potencia a las redes de sensores distribuidas por el hogar, donde cada sensor brinde en tiempo real información para la toma de decisiones (L. C. De Silva et al., 2012).

Dentro de los retos identificados para el desarrollo de hogares inteligentes en China por (Zhang et al., 2020) se encuentra la demanda insuficiente, el desarrollo desordenado y el despilfarro de recursos públicos y privados. También es importante trabajar en el desarrollo de normas técnicas para los servicios de atención a ancianos combinadas con plataformas públicas y privadas existentes de hogares inteligentes para la atención a ancianos. Adicionalmente hay que incentivar a las empresas dedicadas a los servicios de atención inteligente a domicilio a que desarrollen nuevas tecnologías para reducir el coste de los productos y servicios prestados para la atención de ancianos.

Por otra parte según (Woods & Kong, 2020) en Singapur también se realizan esfuerzos implementando estrategias de asistencia para personas mayores con tecnología para minimizar los costos socioeconómicos del envejecimiento, así como diseño en los hogares inteligentes de asistencia al adulto mayor.

Las vulnerabilidades de la seguridad y la privacidad es uno de los principales retos de las tecnologías domésticas inteligentes, ya que esto se relaciona directamente con la fuga de información y la violación involuntaria de la privacidad. Para minimizar estos riesgos se trabaja con técnicas de IA como las técnicas de concordancia de patrones puede determinar tráfico cifrado (Zaidan & Zaidan, 2020).

En la figura 9 se resumen los principales desafíos de la domótica para los próximos años.

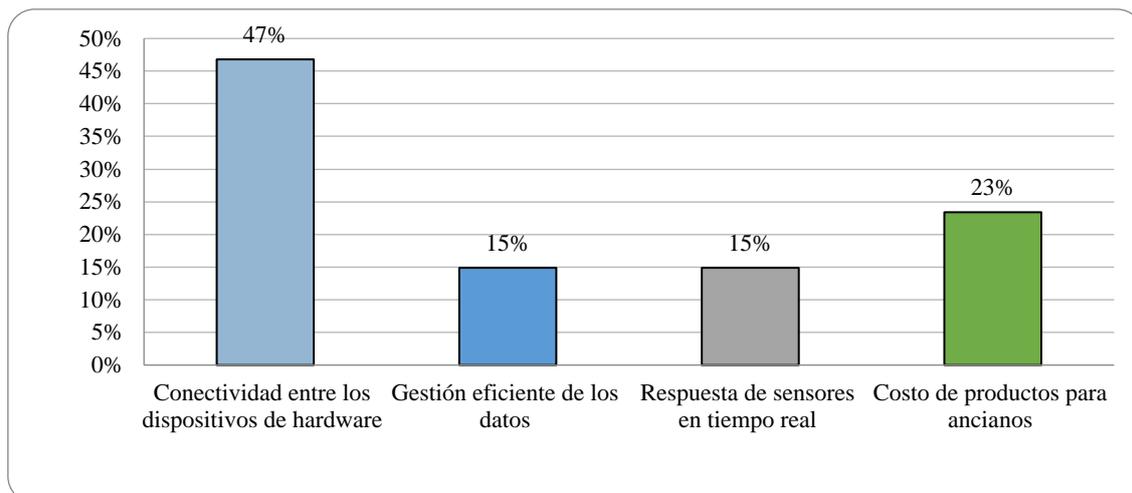


Figura 9. Desafíos de la domótica

Como se puede observar en la figura 9 uno de los mayores desafíos con el 47% de los artículos relacionados está asociado a lograr una mayor conectividad entre los dispositivos de hardware existentes lo cual ya se ha abordado en la investigación. Le sigue intentar disminuir los costos de producción con el 23% para los productos relacionados con los ancianos los cuales también tienen un menor poder adquisitivo. También se debe mejorar la respuesta de los sensores en tiempo real para dar respuestas más exactas a la hora de tomar de decisiones que tiene un valor del 15% y por el último con el 15% de las referencias relacionadas con la necesidad de seguir perfeccionando la gestión eficiente de los datos que son captados en los hogares inteligentes.

DISCUSIÓN

Para dar cumplimiento el objetivo de la investigación se analizaron un total de 47 referencias bibliográficas con actualidad científica donde el 36,17% de los trabajos consultados son de los últimos cinco años y el 17,02% corresponden a los últimos 3 años. A partir del estudio se identificaron elementos importantes para la investigación tales como las principales dificultades que presentan la implementación de los hogares inteligentes los cuales deben ser consideradas como parte de los desafíos del futuro. De igual manera se identificaron las múltiples ventajas que ofrecen, así como las más significativas entre las que se destacan su aporte para el uso eficiente de la energía, el cuidado de ancianos y niños, la seguridad de los hogares, la comodidad entre otras. Se identificaron además los beneficios que representan los hogares inteligentes y sus desafíos, su interrelación con las IoT. El tema tiene grandes perspectivas en diversos sectores de la sociedad, la comunidad científica debe continuar trabajando porque pueda llegar a un mayor número de personas en el mundo en aras de una mejor sociedad.

CONCLUSIÓN

Se realiza una revisión literaria a profundidad a partir de la metodología PRISMA, la cual facilita una revisión detallada de la temática cumpliendo el principal objetivo de la investigación. Se identificaron un total de 20023 trabajos relacionados con la temática en las diferentes bases de datos y finalmente siguiendo la metodología se analizaron a profundidad 47 trabajos los cuales evidenciaron la actualidad del tema.

Se identificaron las áreas de aplicación de los hogares inteligentes, existiendo un mayor grado de madurez en las aplicaciones relacionadas con la seguridad y comienzan a desarrollarse nuevas tendencias como las técnicas basadas en la integración de múltiples sensores para aplicaciones energéticamente eficientes

A partir del estudio de trabajos relacionados se contrastaron los resultados previos los cuales permitieron identificar un grupo de limitaciones existentes asociados a los principales desafíos que existen para lograr un mayor impulso de los hogares inteligentes interrelacionados con la IoT. Es un tema novedoso que tiene múltiples campos de explotación en el futuro.

REFERENCIAS

- Abe, J. I., & Igagwu, I. O. (2023). *Internet of things (IOTs) Based-Domotic Engineering*. <https://doi.org/10.56201/ijcsmt.v8.no2.2022.pg1.16>
- Acar, A., Fereidooni, H., Abera, T., Sikder, A. K., Miettinen, M., Aksu, H., Conti, M., Sadeghi, A.-R., & Uluagac, S. (2020). Peek-a-boo: I see your smart home activities, even encrypted! *Proceedings of the 13th ACM Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks*, 207–218. <https://doi.org/10.1145/3395351.3399421>
- Aldrich, F. K. (2003). Smart Homes: Past, Present and Future. In R. Harper (Ed.), *Inside the Smart Home* (pp. 17–39). Springer London. https://doi.org/10.1007/1-85233-854-7_2
- Alqahtani, E., Janbi, N., Sharaf, S., & Mehmood, R. (2022). Smart homes and families to enable sustainable societies: A data-driven approach for multi-perspective parameter discovery using bert modelling. *Sustainability*, 14(20), 13534. <https://doi.org/10.3390/su142013534>
- Alshu'eili, H., Gupta, G. Sen, & Mukhopadhyay, S. (2011). Voice recognition based wireless home automation system. *2011 4th International Conference on Mechatronics (ICOM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICOM.2011.5937116>
- Alvarado-Salazar, R., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Revisión de la literatura sobre el uso de Inteligencia Artificial enfocada a la atención de la discapacidad visual. *Revista InGenio*, 5(1), 10–21. <https://doi.org/https://doi.org/10.18779/ingenio.v5i1.472>
- Amaya Fariño, L. M., Tumbaco Reyes, A., Roca Quirumbay, E., Villón González, T., Mendoza Morán, B., & Reyes Quimís, Á. (2020). El IoT aplicado a la Domótica. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 7(1), 21–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.26423/rctu.v7i1.490>
- Arar, M., Jung, C., Awad, J., & Chohan, A. H. (2021). Analysis of smart home technology acceptance and preference for elderly in dubai, UAE. *Designs*, 5(4), 70. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/designs5040070>
- Åström, D. O., Bertil, F., & Joacim, R. (2011). Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. *Maturitas*, 69(2), 99–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.03.008>
- Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M., & Whitmarsh, L. (2013). Social barriers to the adoption of smart homes. *Energy Policy*, 63, 363–374. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.08.043>
- Bartram, L., Rodgers, J., & Woodbury, R. (2011). Smart Homes or Smart Occupants? Supporting Aware Living in the Home. In P. Campos, N. Graham, J. Jorge, N. Nunes, P. Palanque, & M. Winckler (Eds.), *Human-Computer Interaction -- INTERACT 2011* (pp. 52–64). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-23771-3_5
- Beaudin, M., & Zareipour, H. (2015). Home energy management systems: A review of modelling and complexity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 318–335. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.046>
- Bhati, A., Hansen, M., & Chan, C. M. (2017). Energy conservation through smart homes in a smart city: A lesson for Singapore households. *Energy Policy*, 104, 230–239. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.032>
- Borba, G., Milanés, A., & Barbosa, G. (2019). A Responsible Approach towards User and Personal Voice Assistants Interaction. *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3357155.3360482>
- Brich, J., Walch, M., Rietzler, M., Weber, M., & Schaub, F. (2017). Exploring End User Programming Needs in Home Automation. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, 24(2). <https://doi.org/10.1145/3057858>
- Campoverde Reyes, E. A. (2023). *Dispositivos inteligentes en seguridad industrial para la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales*.
- Castro Macías, B. A. (2022). *Modelos de seguridad, acciones y protocolos para la prevención de vulnerabilidades de la seguridad de la información mediante las tecnologías IOT Y API RESTFUL*.
- Chan, M., Estève, D., Fourniols, J.-Y., Escriba, C., & Campo, E. (2012). Smart wearable systems: Current status and future challenges. *Artificial Intelligence in Medicine*, 56(3), 137–156.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.artmed.2012.09.003>
- Collotta, M., & Pau, G. (2015). A solution based on bluetooth low energy for smart home energy management. *Energies*, 8(10), 11916–11938. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en81011916>
- Cruz Calero, G. N. (2022). *Modelo de conexión y datos para el seguimiento de pacientes de hospitales en Ecuador basado en Iot y Blockchain*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23330>
- David, N., Chima, A., Ugochukwu, A., & Obinna, E. (2015). Design of a home automation system using arduino. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(6), 795–801.
- de Salces, F. J. S., England, D., & Llewellyn-Jones, D. (2005). Designing for All in the House. *Proceedings of the 2005 Latin American Conference on Human-Computer Interaction*, 283–288. <https://doi.org/10.1145/1111360.1111389>
- de Silva, G. C., Yamasaki, T., & Aizawa, K. (2008). Audio analysis for multimedia retrieval from a ubiquitous home. *Advances in Multimedia Modeling: 14th International Multimedia Modeling Conference, MMM 2008, Kyoto, Japan, January 9-11, 2008. Proceedings 14*, 466–476. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.05.002>
- De Silva, L. C., Dewana, T., Iskandar Petra, M., & Amal Punchihewa, G. (2010). Multiple sensor based autonomous monitoring and control for energy efficiency. *Trends in Intelligent Robotics: 13th FIRA Robot World Congress, FIRA 2010, Bangalore, India, September 15-17, 2010. Proceedings 13*, 361–368. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-15810-0_46
- De Silva, L. C., Morikawa, C., & Petra, I. M. (2012). State of the art of smart homes. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 25(7), 1313–1321. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.engappai.2012.05.002>
- Deoni, S. C. L., D'Sa, V., Volpe, A., Beauchemin, J., Croff, J. M., Elliott, A. J., Pini, N., Lucchini, M., & Fifer, W. P. (2022). Remote and at-home data collection: Considerations for the NIH HEALTHY Brain and Cognitive Development (HBCD) study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 54, 101059. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2022.101059>
- Edu, J. S., Such, J. M., & Suarez-Tangil, G. (2020). Smart home personal assistants: a security and privacy review. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(6), 1–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3412383>
- Escobar Gallardo, E., & Villazón, A. (2018). AN ENERGY MONITORING AND DOMOTIC CONTROL SYSTEM BASED ON INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY. *Investigación & Desarrollo*, 18(1), 103–116. <https://doi.org/10.23881/idupbo.018.1-8i>
- Espinoza Orbe, A. S. (2022). *Arquitectura colaborativa de datos para monitoreo de equipos industriales basada en Internet of things*.
- Fensel, A., Kumar, V., & Tomic, S. D. K. (2014). End-user interfaces for energy-efficient semantically enabled smart homes. *Energy Efficiency*, 7, 655–675. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12053-013-9246-2>
- Ferreira, A. L. S., de Miranda, L. C., & de Miranda, E. E. C. (2012). Interfaces Cérebro-Computador de Sistemas Interativos: Estado Da Arte e Desafios de IHC. *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 239–248.
- García, V. H., & Vega, N. (2018). Low power sensor node applied to domotic using IoT. *Telematics and Computing: 7th International Congress, WITCOM 2018, Mazatlán, Mexico, November 5-9, 2018, Proceedings 7*, 56–69.
- Gunge, V. S., & Yalagi, P. S. (2016). Smart home automation: a literature review. *International Journal of Computer Applications*, 975(8887–8891).
- Jansson, J., & Hakala, I. (2020). Managing sensor data streams in a smart home application. *International Journal of Sensor Networks*, 32(4), 247–258. <https://doi.org/https://doi.org/10.1504/IJSNET.2020.106603>
- Khan, M. A., Abbas, S., Rehman, A., Saeed, Y., Zeb, A., Uddin, M. I., Nasser, N., & Ali, A. (2020). A machine learning approach for blockchain-based smart home networks security. *IEEE Network*, 35(3), 223–229. <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2000514>
- Khedekar, D. C., Truco, A. C., Oteyza, D. A., & Huertas, G. F. (2017). Home automation—a fast-expanding market. *Thunderbird International Business Review*, 59(1), 79–91. <https://doi.org/10.1002/tie.21829>
- Kon, B., Lam, A., & Chan, J. (2017). Evolution of smart homes for the elderly. *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion*, 1095–1101.

- <https://doi.org/10.1145/3041021.3054928>
- Malic, L., Brassard, D., Veres, T., & Tabrizian, M. (2010). Integration and detection of biochemical assays in digital microfluidic LOC devices. *Lab on a Chip*, 10(4), 418–431. <https://doi.org/https://doi.org/10.1039/B920890A>
- Mekuria, D. N., Sernani, P., Falcionelli, N., & Dragoni, A. F. (2021). Smart home reasoning systems: a systematic literature review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 12, 4485–4502. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.08.015>
- Melendrez-Caicedo, G., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Secure Data Model for the Healthcare Industry in Ecuador Using Blockchain Technology. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 252, 479–489. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_43
- Miñan Parrales, W. E. (2022). *Modelo de arquitectura de gestión de la información para la cadena de suministros en empresas de consumo masivo mediante Iot y Blockchain*.
- Miori, V., & Russo, D. (2012). Anticipating Health Hazards through an Ontology-Based, IoT Domotic Environment. *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*, 745–750. <https://doi.org/10.1109/IMIS.2012.109>
- Miori, V., & Russo, D. (2014). Domotic Evolution towards the IoT. *2014 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, 809–814. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2014.128>
- Miori, V., Russo, D., & Aliberti, M. (2010). Domotic technologies incompatibility becomes user transparent. *Communications of the ACM*, 53(1), 153–157.
- Pazmiño Sánchez, C. A. (2021). *Protocolo Lora para análisis de medición con GPS y Arduino en la Industria ganadera del Ecuador: Una revisión sistemática*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20340>
- Rodríguez Pesantes, R. P. (2021). *Seguridad en dispositivos IOT en Organizaciones de América Latina*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20970>
- Ruta, M., Scioscia, F., Loseto, G., Gramegna, F., Ieva, S., Pinto, A., & Di Sciascio, E. (2018). Social internet of things for domotics: A knowledge-based approach over LDP-CoAP. *Semantic Web*, 9(6), 781–802. <https://doi.org/10.3233/SW-180299>
- Sanchez-Romero, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2023). Revisión de la literatura sobre el uso del aprendizaje profundo enfocado en sistemas de inspección ópticos automatizados para la detección de defectos superficiales en el sector de la manufactura. *Revista InGenio*, 6(2), 1–19. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.680>
- Santacruz Zárate, L. Y. (2023). *Sistema de comunicación para la gestión y control de la seguridad electrónica dentro de una vivienda por medio de registros de eventos mediante Raspberry Pi*.
- Santamaria, A. F., De Rango, F., Falbo, D., & Barletta, D. (2014). SmartHome: a domotic framework based on smart sensing and actuator network to reduce energy wastes. *Wireless Sensing, Localization, and Processing IX*, 9103, 63–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1117/12.2053328>
- Shah, J., Pathrabe, L., & Patel, B. (2012). Wireless smart power saving system for home automation. *2012 1st International Conference on Emerging Technology Trends in Electronics, Communication & Networking*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ET2ECN.2012.6470107>
- Touqeer, H., Zaman, S., Amin, R., Hussain, M., Al-Turjman, F., & Bilal, M. (2021). Smart home security: challenges, issues and solutions at different IoT layers. *The Journal of Supercomputing*, 77(12), 14053–14089. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11227-021-03825-1>
- Viera Vallejo, P. P. (2023). *Modelo de conectividad en la gestión de ventas y pagos para pequeñas empresas basado en IOT*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24176>
- Woods, O., & Kong, L. (2020). New cultures of care? The spatio-temporal modalities of home-based smart eldercare technologies in Singapore. *Social & Cultural Geography*, 21(9), 1307–1327. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/14649365.2018.1550584>
- You, F., Luo, H., Liang, Y., & Wang, J. (2008). Prototyping and evaluation for smart home controller based on chinese families behavior analysis. *Computer-Human Interaction: 8th Asia-Pacific Conference, APCHI 2008 Seoul, Korea, July 6-9, 2008 Proceedings* 8, 437–445.
- Zaidan, A. A., & Zaidan, B. B. (2020). A review on intelligent process for smart home applications based on IoT: coherent taxonomy, motivation, open challenges, and recommendations. *Artificial Intelligence Review*, 53(1), 141–165. <https://doi.org/10.1007/s10462-018-9648-9>
- Zerega-Prado, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). *Arquitectura de consolidación de la información para*

seguros de la salud mediante Big Data. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 0(23 SE-Artículos). <https://doi.org/10.36561/ING.23.3>

Zhang, Q., Li, M., & Wu, Y. (2020). Smart home for elderly care: development and challenges in China. *BMC Geriatrics*, 20(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12877-020-01737-y>