# Towards a Runtime Devices Adaptation in a Multi-Device Environment Based on People's Needs (Hacia una Adaptación de Dispositivos en Tiempo de Ejecución en un Entorno de Dispositivos Múltiples según las Necesidades de las Personas)

**Abstracto:**

Los dispositivos de Internet de las cosas son cada vez más inteligentes. Su objetivo final es realizar tareas que ayuden a las personas. Para que estos dispositivos realicen su función, deben ser configurados por los usuarios, lo que implica una inversión considerable de esfuerzo y tiempo. Esta configuración también debe tener en cuenta que la información contextual del usuario cambia constantemente. Cada cambio en la información contextual puede requerir la reconfiguración de los dispositivos para que su comportamiento y colaboraciones con otros dispositivos puedan satisfacer las necesidades del usuario. Aunque esta adaptabilidad ya se ha logrado, sigue siendo un proceso demasiado manual, que implica un gran esfuerzo por parte de las personas. Este artículo presenta el contexto situacional como una propuesta para lograr una adaptación al contexto de dispositivos IoT en tiempo de ejecución evitando la intervención humana.

**Publicado en:**[2019 IEEE International Conference on Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops)](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8718765/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 11-15 de marzo de 2019

**Fecha añadida a IEEE *Xplore*:** 06 de junio de 2019

**Información del ISBN:**

**Número de acceso de INSPEC:** 18738710

**DOI:**[10.1109/PERCOMW.2019.8730859](https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2019.8730859)

**Editorial:**IEEE

**Lugar de la conferencia:** Kyoto, Japón, Japón

**SECCIÓN I.**

## **Introducción**

Vivimos en un mundo de dispositivos múltiples conectado a Internet (Internet of Things-IoT). Según los informes de Cisco, hay 3.4 dispositivos por persona [1]. Si consideramos estimaciones recientes, en los próximos años tendremos unos 30 mil millones de dispositivos inteligentes conectados a Internet [2], lo que significará que aumentará la cantidad de dispositivos por persona. Uno de los propósitos generales de estos dispositivos es facilitar la vida de las personas simplificando tareas o ayudándolas a hacer las cosas.

Los dispositivos IoT se pueden usar para realizar tareas simples, como encender una luz, controlar la presión arterial o recordatorios periódicos, pero el potencial real se produce cuando se interconectan entre sí, para realizar tareas más complejas. Un ejemplo basado en el cuidado de la salud podría ser que debido a la presión arterial alta detectada por el monitor de presión arterial, el refrigerador inteligente puede sugerir algunos de los alimentos que tiene que pueden ayudar a controlar la presión arterial, o el teléfono inteligente puede sugerir comprar productos bajos en sal.

La interconexión es esencial pero no fácil de lograr, ya que encontramos la gran heterogeneidad de dispositivos IoT en el mercado. Cada fabricante desarrolla sus propios protocolos para lograr esta interconexión, que permite coordinar y configurar sus dispositivos para desarrollar tareas complejas, como las anteriores. Esta configuración no se puede predefinir en el momento del diseño, ya que debe adaptarse a las situaciones y necesidades de cada persona. Por ejemplo, no todos necesitan tomar la misma dosis de cierto medicamento para controlar su presión arterial. Esto depende de la persona y la situación en la que se encuentre. Es por eso que los dispositivos deben ser capaces, en primer lugar, de detectar las preferencias o necesidades de las personas y, en segundo lugar, adaptarse a ellas. Hoy en día,

Los dispositivos IoT se están volviendo inteligentes gracias al procesamiento de la información recopilada sobre el contexto, que se puede utilizar para mejorar sus funciones y minimizar la interacción de las personas. Este objetivo puede abordarse desarrollando software capaz de adaptar su comportamiento a las necesidades de las personas [3], [4]. Varias áreas de investigación pueden contribuir a proporcionar esta adaptación, a saber, la programación orientada al contexto (COP), el ambiente inteligente (AmI), la web semántica y el aprendizaje automático (ML). La mayoría de estos paradigmas nos permiten definir comportamientos para diferentes escenarios en tiempo de diseño, por lo que la adaptación de los dispositivos se limita a situaciones que los desarrolladores han podido identificar, lo que hace imposible adaptarlos a otras situaciones que puedan surgir del contexto y por lo tanto, también evita que esta operación se lleve a cabo en tiempo de ejecución.

Por lo tanto, el comportamiento de los dispositivos inteligentes debe adaptarse en tiempo de ejecución para basarse en las necesidades de las personas. Esto se debe tanto a las condiciones del contexto como a las necesidades de las personas que cambian constantemente.

Durante los últimos años, los autores de este trabajo han propuesto el paradigma del contexto situacional [5]. El uso del contexto situacional para lograr una adaptación dinámica de dispositivos IoT en tiempo de ejecución permite que los dispositivos se interconecten de la manera más óptima teniendo en cuenta sus funcionalidades y cómo pueden modificar el contexto de acuerdo con las necesidades de las personas. Esto se logra mediante el uso de técnicas de Web Semántica, específicamente, con razonadores semánticos que permiten extraer información sobre los dispositivos para su posterior procesamiento. Este trabajo permite obtener información sobre las preferencias de las personas a través de sus teléfonos inteligentes. Los teléfonos inteligentes de las personas saben en todo momento dónde están las personas, con quién o qué hacen y, además, pueden obtener información contextual y detectar la presencia de otros dispositivos IoT presentes en el entorno. Esta información se modela utilizando un modelo conceptual que permite que todos los datos se interpreten de tal manera que se puedan detectar estrategias de interconexión entre dispositivos. Además, gracias al uso de razonadores, estas estrategias surgen del contexto para adaptar las funcionalidades de los dispositivos IoT a las preferencias de las personas. Por lo tanto, los beneficios de nuestro trabajo radican en lograr la adaptación en tiempo de ejecución de los dispositivos IoT que, dependiendo de los cambios constantes producidos en el contexto y las necesidades de las personas, y esa adaptación se produce automáticamente, evitando tener que configurar estos dispositivos manualmente por las personas.

El resto del documento está estructurado de la siguiente manera. La Sección II describe las motivaciones de nuestro trabajo. A continuación, la Sección III presenta el concepto de contexto situacional. En la Sección IV mostramos el modelo conceptual. Luego, en la Sección V describimos algunos trabajos relacionados. Finalmente, en la Sección VI se detallan algunas conclusiones.

**SECCION II.**

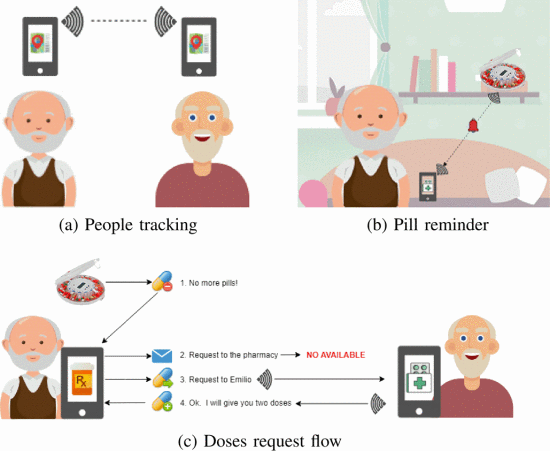
## **Motivación**

La solución presentada en este documento es general y puede usarse en varios dominios, pero para mostrar el impacto de la integración de dispositivos, vamos a utilizar un escenario basado en el envejecimiento y la ruralidad. Este escenario proviene de un caso de uso real de un proyecto europeo en el que están involucrados los autores de este artículo: Instituto Internacional de Investigación e Innovación en Personas Mayores (4IE) [6]. Su objetivo es comprender los aspectos biomédicos, funcionales y psicológicos del envejecimiento en contextos específicos, generar nuevos modelos y procesos de atención a personas mayores y soluciones tecnológicas que contribuyan a su salud y calidad de vida y la sostenibilidad de los servicios. En el resto de este documento, el escenario propuesto se utilizará para mostrar los beneficios de nuestro trabajo.

*Marty es un hombre de 74 años que vive en La Calera, en el sureste de Cáceres, en las montañas de Las Villuercas. Esta mañana, Marty salió a caminar con su amigo Rick. Ambos tienen sus teléfonos móviles con ellos. Dado que el pueblo se está quedando sin habitantes y se están haciendo mayores, sus hijos e hijas siempre les piden que no salgan sin sus teléfonos móviles en caso de que algo les pase. Marty y Rick no son conscientes de esto, pero sus teléfonos móviles pueden hacer mucho más que recibir llamadas de sus hijos. Además, estos dispositivos están grabando dónde caminan, dónde están, con quién están y se detectan entre sí para que sus teléfonos ahora sepan que están en compañía* (Fig. 1a).

*Marty ha regresado a casa y es hora de tomar su medicina. Es notificado por el dispensador de pastillas electrónico que se le entregó el mes pasado. Este dispensador de pastillas también ha detectado que no quedan pastillas para el día siguiente (Fig. 1b). Es muy importante que Marty no pare su tratamiento cardíaco. Aunque su teléfono inteligente hizo la solicitud de receta electrónica, no pudieron traer su medicamento. Parece que hubo un error en la farmacia en Guadalupe, la única farmacia cercana, y debido a que es un pequeño pueblo ubicado en el área rural, Marty no puede recibir su medicamento a tiempo. Afortunadamente, Rick toma el mismo medicamento que Marty y lo recibió la semana pasada. Marty y Rick han recibido un mensaje que les dice que mañana Rick debe darle a Marty dos dosis* (Fig. 1c).

El escenario presentado anteriormente está sujeto a cambios constantes. Observamos cómo surge el problema de que una operación de rutina, como ordenar medicamentos, puede volverse compleja y requerir operaciones adicionales debido a problemas que surgen y que no fueron contemplados, como el error en el procesamiento de la receta electrónica o la falta de suministros de la farmacia. Debido a esto, los dispositivos IoT deben tomar decisiones en tiempo real para resolver las necesidades de Marty y Rick. En este escenario hay algunas condiciones cambiantes, pero las posibilidades que pueden ocurrir son innumerables y no se pueden definir en el momento del diseño.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1:** Escenario de envejecimiento y ruralidad

Uno de los principales problemas es que los dispositivos IoT deben ser configurados manualmente por personas, con la consiguiente inversión de tiempo y la necesidad de tener un conocimiento técnico mínimo. Pero quizás Marty y Rick no tienen el conocimiento necesario para poder configurar un dispositivo inteligente, o hacer que se comporte de cierta manera e interactúe con otros dispositivos.

Para mitigar este inconveniente, diferentes trabajos han promovido métodos alternativos para hacer que los dispositivos IoT funcionen entre sí, como *marcos* específicos, por ejemplo, [7], donde se desarrolla un marco para integrar aplicaciones de dominio específicas en IoT, o [8], que presenta interfaces y procedimientos de interconexión basados ​​en oneM2M [9]. El uso de ontologías y la Web Semántica también se están volviendo muy importantes para resolver estos problemas de interconexión [10]. Las visiones de la Web Semántica e Internet de las Cosas están convergiendo hacia la llamada Web Semántica de las Cosas, cuyo objetivo es habilitar aplicaciones y servicios inteligentes habilitados semánticamente en contextos ubicuos (SWoT) [11].

Estos trabajos ayudan a resolver el problema de la interconexión de dispositivos, que se muestra en el escenario presentado anteriormente, pero no es una tarea fácil, ya que se debe tener en cuenta la diversidad tecnológica de los dispositivos inteligentes. Además, se debe tener en cuenta un manejo correcto del contexto, en el que están involucradas las propias condiciones del contexto y las necesidades de las personas. Desafortunadamente, este aspecto casi nunca se considera. Con Situational-Context pretendemos hacer precisamente eso: por un lado, proporcionar a los dispositivos IoT la capacidad de detectar en tiempo de ejecución características del entorno, tales como temperatura, humedad, ubicación o detección de dispositivos cercanos e incluso las necesidades de las personas; y, por otro lado, proporcionar a los dispositivos la capacidad de evaluar la situación para tomar una decisión que sea capaz de resolver las necesidades de las personas.

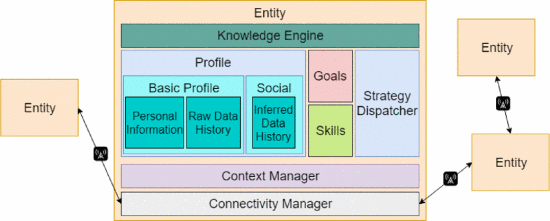
**SECCION III.**

## **Contexto situacional**

El contexto situacional es una propuesta que brinda soporte para analizar las condiciones que existen en un momento y lugar particulares con el fin de predecir, en tiempo de ejecución, el comportamiento esperado de los sistemas IoT con respecto a las necesidades de las personas. Está compuesto de entidades. Estas entidades pueden ser dispositivos IoT y personas representadas a través de sus teléfonos inteligentes, indistintamente.

Este modelo explota las capacidades de los dispositivos inteligentes para recopilar, almacenar y luego tratar la información contextual local para construir su perfil virtual y el perfil virtual de su propietario. El perfil virtual es un componente que contiene toda la información de la entidad. Esta información está relacionada con todos los datos que se pueden capturar del contexto y tiene sentido trabajar con ellos, como la ubicación en un lugar determinado o en un momento determinado o con lo que otras personas o dispositivos interactúan. Otros dispositivos alrededor de una entidad pueden reutilizar su perfil para cumplir con las preferencias del usuario. Además del perfil virtual, este modelo tiene dos componentes esenciales que permitirán completar la información de la entidad y poder relacionarla con otros dentro de un contexto para resolver las necesidades de las personas: *habilidades* y*metas*. El contexto situacional define que el perfil virtual de una entidad (dispositivo IoT o una persona) debe contener al menos la siguiente información: perfil básico y social, objetivos y habilidades. Esta información contenida en diferentes componentes se explica a continuación a través de la arquitectura de la entidad (Fig. 2).

* **Gerente de conectividad**. Establece la conexión física entre entidades. Envía y recibe información relacionada con habilidades, objetivos, información personal, etc.
* **Gerente de contexto**. Responsable de crear y actualizar información contextual. Contiene la información de las entidades que pertenecen a la misma situación en un instante dado de tiempo.
* **Perfil**. Unión del *Perfil Básico* y *Social* de la entidad.
  + **Perfil Básico**. Información básica que identifica a la entidad, como el identificador, fabricante, modelo, fecha de fabricación, etc. (Información personal). También contiene datos sin formato sobre el historial de interacciones con otras entidades (Historial de datos sin formato).
  + **Perfil Social**. Almacena todos los datos inferidos del perfil básico (Historial de datos inferidos). Gracias a estos datos, el teléfono inteligente de Marty puede saber dónde se está moviendo Marty o con quién está acompañado.
* **Habilidades**. Características de la entidad. Producen un cambio en el contexto. Por ejemplo, el dispensador de pastillas puede pedir pastillas de la farmacia.
* **Objetivos**. Surgen cuando una entidad quiere obtener un estado en una propiedad del medio ambiente que con las propias capacidades no es posible. Por ejemplo, debido a la situación de que el dispensador de pastillas de Marty está vacío, debe hacer la receta electrónica y solicitar algunas dosis a Rick.
* **Despachador de estrategias**. Los dispositivos pueden detectar qué objetivos hay en el entorno y cuáles pueden resolverse con sus habilidades. Se identifica una estrategia cuando se detecta cómo coordinar los dispositivos en el entorno para resolver los objetivos establecidos. La complejidad de las estrategias radica en la colaboración de entidades para identificar y resolver necesidades. Volviendo al ejemplo de Marty y Rick, el dispensador de píldoras de Rick debe establecer una estrategia para administrar algunas dosis a Marty, pero solo si Rick tiene muchas píldoras.
* **Motor de conocimiento**. Analiza la historia de las actividades de la entidad para detectar patrones y aprender de ellos, con el objetivo de automatizar tareas en el futuro o detectar rutinas.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-2-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-2-source-large.gif)

**Figura 2:** Arquitectura de la entidad

Debido a la necesidad detectada sobre el cambio constante tanto en el contexto como en las preferencias de las personas, utilizamos el paradigma de contexto situacional con el que pretendemos lograr una mejor interconexión de dispositivos IoT y obtener el máximo beneficio al adaptar su comportamiento a las preferencias de las personas en tiempo de ejecución. Con el intercambio de perfiles virtuales, las entidades conocen los objetivos de los demás. Esta información permite a una entidad saber si el uso de sus habilidades puede resolver la necesidad de otra entidad. Esto favorece la interacción de las entidades y les permite depender del contexto en el que se encuentran, en tiempo de ejecución. Esta arquitectura logra la interconexión de dispositivos IoT a nivel de características. La interconexión se basa en relacionar las habilidades de una entidad con los objetivos de otra. Sabemos que los objetivos en una entidad surgen de la falta de habilidades al obtener un estado deseado en el entorno, por lo que debemos saber cómo realizar esta interconexión y que los objetivos se pueden resolver de la mejor manera. Cada entidad tiene su propia visión del contexto y conoce las habilidades y objetivos de las entidades cercanas, para que pueda interactuar con ellas. Esto se logra integrando el contexto situacional con la web semántica y las ontologías. En la siguiente sección profundizaremos en estas técnicas. Esto se logra integrando el contexto situacional con la web semántica y las ontologías. En la siguiente sección profundizaremos en estas técnicas. Esto se logra integrando el contexto situacional con la web semántica y las ontologías. En la siguiente sección profundizaremos en estas técnicas.

Usando el contexto situacional en el escenario previamente definido es posible detectar dispositivos en el entorno y su información contextual. En este caso, el dispensador de pastillas de Marty se da cuenta de que no quedan dosis, por lo que notifica a Marty que debe realizar un nuevo pedido a través de la receta electrónica. Cuando el teléfono inteligente de Marty intenta hacer el pedido, se produce un error que le impide recibir su medicamento. Su teléfono inteligente detecta automáticamente esta situación, y como sabe que Rick está tomando el mismo medicamento gracias a la información intercambiada cuando se reunió anteriormente, procede a solicitar una dosis determinada. Rick es advertido de esto, y su dispensador de píldoras comprueba que tiene una dosis extra, para que pueda dársela a Marty. De este modo, Una situación imprevista producida por un contexto en constante cambio se resuelve satisfactoriamente en tiempo de ejecución. Identificar tales situaciones en tiempo de diseño es casi imposible.

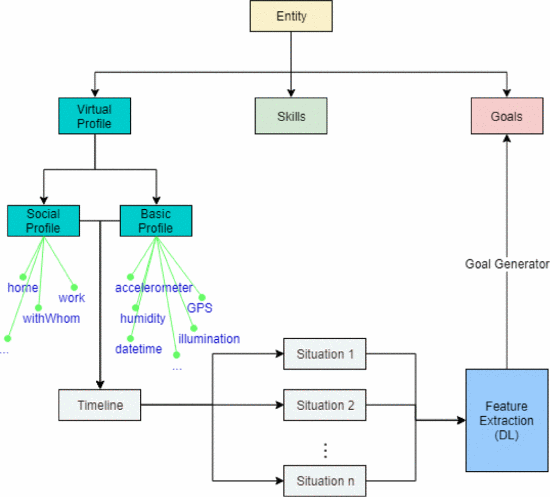
**SECCION IV.**

## **Modelo conceptual**

El modelo conceptual que soporta la información contenida en el perfil virtual se define a través de ontologías.

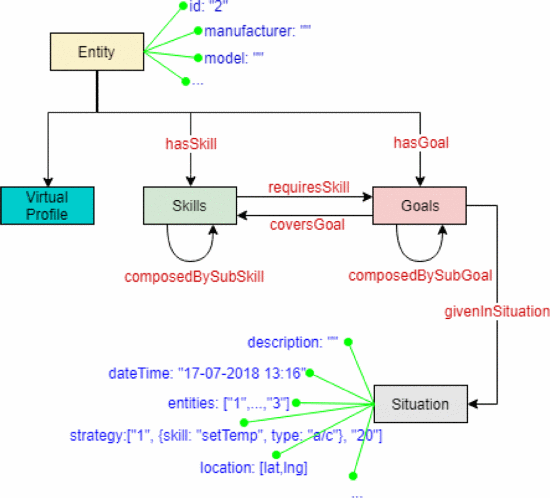
Esta ontología es capaz de relacionar dispositivos que tienen habilidades y objetivos comunes, de modo que los objetivos de una entidad pueden ser cubiertos por las habilidades de otra. Los objetivos se crean a partir del procesamiento de las características del entorno. En otras palabras, cuando se detecta una situación con ciertas características, estas se asocian con un objetivo específico y se almacenan en el perfil virtual de la entidad. Todo este proceso se lleva a cabo en tiempo de ejecución.

De esta manera, cada entidad tendrá una serie de situaciones por las que habrá pasado con el tiempo. Esta información se almacena en el perfil virtual y se puede procesar para inferir y detectar situaciones más precisas. La forma de ordenar las situaciones por las que atraviesa la entidad se llama línea de tiempo. Las situaciones de la línea de tiempo se generan a partir de las características extraídas de las situaciones mismas. Las técnicas de aprendizaje profundo (DL) se utilizan en esta parte (Extracción de características). La información de estas situaciones es valiosa para poder detectar patrones de comportamiento o predecir nuevas situaciones en el futuro. Esta información es proporcionada por los diferentes sensores disponibles para los dispositivos como GPS, iluminación, humedad, acelerómetro, etc. Este modelo se detalla en la Fig. 3.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-3-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-3-source-large.gif)

**Fig. 3:** Modelo conceptual

Cuando una entidad detecta otra o más entidades, se intercambia toda la información almacenada en los perfiles. Cada entidad contiene internamente su modelo ontológico (Fig. 4) con los datos relacionados con su perfil y los que lo rodean. Estos datos contienen información sobre las habilidades, objetivos derivados de situaciones a través de técnicas de extracción de características, cronograma de situaciones, información personal, etc. Incluso se pueden modelar habilidades y objetivos más complejos donde otros pueden componerlos. Por ejemplo, para el objetivo de la medicación de Marty, se deben usar varias habilidades, como hacer la receta electrónica y también solicitar la dosis de Rick (un objetivo requiere dos habilidades). De esta manera, todas las entidades presentes en un contexto conocen la información de las otras, de modo que pueden determinar si sus habilidades pueden cumplir los objetivos de otra entidad y poder determinar una estrategia a seguir. Por lo tanto, la estrategia de interconexión entre varias entidades ocurre en tiempo de ejecución y emerge del contexto.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-4-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8718765/8730567/8730859/p304-flores-martin-fig-4-source-large.gif)

**Fig. 4:** Ontología

En este punto, la Web Semántica estará a cargo de la detección de la estrategia. Las estrategias de interconexión entre diferentes entidades se basan en razonadores semánticos y consultas Sparql. Gracias a estas tecnologías podemos relacionar una entidad con otra, a partir de la información proveniente de sus perfiles. Las pruebas realizadas para la gestión del perfil virtual de las entidades se han realizado con Apache Jena [12]. Jena es un marco para la Web Semántica basado en Java que permite el tratamiento de ontologías. Se decidió usar Jena porque tiene una versión para Android (AndroJena), porque el procesamiento de ontología se realizaría en los dispositivos móviles de las personas y porque es una de las herramientas más extendidas en el mundo de la Web Semántica, y también se integra fácilmente con razonadores y consultas Sparql.

Las consultas de Sparql nos dan la posibilidad de relacionar entidades en función de sus habilidades y objetivos. Al mismo tiempo, los razonadores semánticos nos proporcionan un mayor nivel de conocimiento, ya que pueden ofrecer información adicional a la que estamos solicitando. Ambas tecnologías son complementarias y, dependiendo de la complejidad del caso de uso o de la información que deseamos extraer, podríamos usar una u otra.

Actualmente, estamos haciendo un análisis exhaustivo de diferentes razonadores que pueden usarse para este propósito. Un razonador semántico generaliza el de un motor de inferencia al proporcionar un conjunto más rico de mecanismos para trabajar. Las reglas de inferencia se especifican comúnmente mediante un lenguaje de ontología y, a menudo, un lenguaje de descripción lógica. De esta manera, gracias a la información modelada en la ontología, las entidades pueden desarrollar sus propias inferencias. Hay varios razonadores para la Web Semántica. Para este trabajo, estamos interesados ​​específicamente en el razonador web semántico para dispositivos móviles. Gracias al potencial de los teléfonos inteligentes, pueden realizar tareas más o menos pesadas, como el procesamiento de datos de un usuario. Mini-ME [13]es un motor de inferencia móvil diseñado desde cero para la Web de las cosas semántica (SWoT). Admite tecnologías web semánticas estándar a través de la API OWL e implementa tareas de razonamiento estándar para la gestión de la base de conocimiento y servicios de inferencia no estándar para la correspondencia basada en la semántica y la clasificación de recursos. Mini-ME está desarrollado en Java, adoptando Android como la plataforma informática actual, pero también se ejecuta en Java SE. En [14], Bobed et al. muestran que los razonadores actuales más populares disponibles de Description Logics (DL) pueden usarse en dispositivos basados ​​en Android, y detallan los esfuerzos necesarios para portarlos a la plataforma Android.

Una vez que se han detectado las estrategias a seguir, sabemos que las entidades usarán sus habilidades para resolver objetivos en el contexto. Ahora nos enfrentamos a un nuevo problema. Dadas varias entidades con un objetivo común, la resolución de este objetivo debe desarrollarse con base en algunos criterios. Continuando con el ejemplo anterior, se detecta que Marty necesita una serie de píldoras, pero Rick solo se las proporcionará en caso de que tenga más que suficiente, ya que también las necesita. En otras palabras, una habilidad debe resolver el mismo objetivo para dos entidades diferentes. El hecho de beneficiar a uno u otro estará dado por la toma de una serie de decisiones. Se tendrían en cuenta criterios como la edad de las entidades dentro del contexto o la interacción con la entidad que proporciona la habilidad, además de la frecuencia de uso o el establecimiento de una serie de pesos. En este sentido, los algoritmos bioinspirados o multiobjetivos pueden actuar como árbitros para decidir qué entidad beneficiarse o no, dado un objetivo común a resolver. En[15] se recopilan una serie de algoritmos para obtener la solución más óptima en los problemas de toma de decisiones.

**SECCION V.**

## **Trabajo relacionado**

Como se ha detallado anteriormente, podemos utilizar diferentes paradigmas, como AmI, COP, SW y ML, para automatizar las interacciones entre los usuarios y los sistemas IoT de acuerdo con las preferencias del usuario. Además, también se discutieron soluciones para mejorar la integración entre las personas y los sistemas IoT mediante el uso de teléfonos inteligentes como People as a Service (PeaaS) e Internet of People (IoP).

Los escenarios colaborativos de dispositivos múltiples son un problema importante en la comunidad de investigación. En [16], Lagerspetz et al. centrarse en la formación de la comunidad en IoP, un requisito previo para habilitar escenarios de colaboración. Estos escenarios también deben tener en cuenta la privacidad y seguridad de los dispositivos y las personas involucradas en ellos, cuestiones que se abordan en [17].

Cuando profundizamos en los aspectos de la Web Semántica dentro del alcance de Internet de las Cosas, encontramos varios trabajos que siguen un objetivo similar al nuestro. SocioTal [18] es un proyecto centrado principalmente en temas de seguridad e intercambio de datos, cuyo objetivo es crear un entorno de IoT configurable y seguro que aliente a las personas a contribuir con sus dispositivos e información, proporcionando herramientas y mecanismos apropiados que simplifiquen la complejidad y alienten a los ciudadanos. participación. Gyrard y col. también abordan cuestiones relacionadas con IoT y Web semántica, e incluso han desarrollado su propio marco para facilitar la interacción entre dispositivos IoT desde un generador de plantillas para diferentes dominios de IoT [19], basado en tecnologías de Web Semántica para describir explícitamente el significado de las mediciones de sensores de manera unificada.

Como se mencionó en la Sección I, el dominio de la atención médica está ganando gran importancia dentro del IoT. Podemos encontrar trabajo centrado en el cuidado o tratamiento de las personas mayores. En [20], encontramos We-care, un sistema para la asistencia de personas mayores que puede monitorear y registrar la información vital de estas personas, así como también proporciona mecanismos para activar alarmas en situaciones de emergencia. En la misma línea, Mainetti et al. han diseñado un sistema de Ambiente de Vida (AAL) para crear mejores condiciones de vida para las personas mayores, capaces de monitorear constantemente su estado de salud a través de datos de fuentes heterogéneas [21].

Además, si combinamos la Web Semántica con la atención a personas mayores, encontramos un proyecto interesante, SOPRANO [22], una plataforma AAL extensible y abierta para personas mayores basada en conceptos semánticos y una combinación de técnicas basadas en ontologías y un dispositivo orientado a servicios. arquitectura, tiene como objetivo llevar una vida más independiente en su entorno familiar a través de un hogar inteligente de nueva generación con inteligencia ambiental.

Somos conscientes de que existen muchas propuestas para el desarrollo de software cuyo comportamiento se adapta al contexto, pero que, según nuestro conocimiento, no cubren en muchos casos los problemas mencionados anteriormente, como los relacionados con la adaptación de dispositivos a las condiciones del contexto en tiempo de ejecución. Por lo tanto, los desafíos de investigación que abordamos son varios. Primero, la falta de un modelo unificado de interacción humano-IoT. Los dispositivos IoT son producidos por varios fabricantes, cada uno con su propio modelo de interacción. En segundo lugar, la falta de un modelo de negociación automática para la interacción entre las personas y los dispositivos IoT según las preferencias de las personas. Algunos de los trabajos mencionados anteriormente persiguen un objetivo similar al nuestro, en términos de lograr un contexto adaptativo en IoT, pero queremos que la interconexión de estos dispositivos IoT surja de la situación misma. Si se pudieran resolver estos problemas, habría una mejor integración de las personas en entornos IoT en términos de interoperabilidad.

**SECCION VI.**

## **conclusiones y trabajo futuro**

La adaptación de los sistemas a las condiciones del contexto en tiempo real es un problema muy presente hoy en día. Esto es aún más importante si consideramos el gran crecimiento que está experimentando IoT. Además, hemos visto cómo los trabajos relacionados intentan resolver el mismo problema, por lo que consideramos que es un tema de gran importancia.

Aunque la solución propuesta anteriormente es válida para cualquier dominio de IoT, consideramos que el cuidado de la salud es uno de los dominios más importantes y en el que se realiza la mayor parte del trabajo para desarrollar dispositivos que ayuden a las personas en su vida diaria. A medida que el dominio de la salud se vuelve cada vez más importante, nos preocupa la idea de poder conectar tantos dispositivos inteligentes como sea posible para facilitar la vida de las personas mayores. Sin embargo, el problema de la interconexión de tiempo de ejecución en el mundo de IoT todavía está presente hoy debido a la heterogeneidad de los dispositivos en el mercado y las condiciones del contexto. La interacción entre dispositivos IoT es crucial para la resolución de estrategias para apoyar las tareas diarias de las personas, y debe permitirles adaptar sus comportamientos a las necesidades de las personas, lo que a menudo depende de la colaboración de varios dispositivos inteligentes.

Este trabajo es otro paso hacia el logro de la adaptabilidad de los dispositivos IoT en tiempo de ejecución, gracias a tecnologías como el contexto situacional. Teniendo en cuenta que tanto las necesidades de las personas como el contexto que las rodea están en continuo cambio, de esta manera podemos adaptar el comportamiento de los dispositivos a las necesidades de las personas en tiempo de ejecución, sin la necesidad de asistir a configuraciones previas en el momento del diseño.

Actualmente, estamos trabajando en cómo aplicar el razonador semántico para la detección de estrategias. Una vez que sepamos qué habilidades y objetivos estarán involucrados en la estrategia, debemos continuar a lo largo de este camino para determinar cómo deben actuar los dispositivos y refinar los criterios de interconexión, a nivel de privilegios o permisos, a tener en cuenta. Además, continuaremos trabajando en la línea y las ontologías de la Web Semántica, para que la asociación de habilidades y objetivos sea lo más precisa posible.

### RECONOCIMIENTO

Este trabajo fue apoyado por el Ministerio de Ciencia e Innovación español a través de los proyectos TIN2015-69957-R y TIN2014-53986-REDT (MINECO/FEDER, UE), por el Departamento de Economía e Infraestructura del Gobierno de Extremadura (GR15098), por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y el proyecto 4IE (0045-4IE-4-P) financiado por el programa Interreg VA España-Portugal (POCTEP) 2014-2020.