



Escuela Politécnica

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Escuela Politécnica

Máster en Dirección TIC

Trabajo de Fin de Máster

**Oportunidades de negocio en el
ámbito del Internet de las Cosas**

Ángela Barriga Rodríguez

Junio, 2017



Escuela Politécnica

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
Escuela Politécnica
Máster en Dirección TIC

Trabajo de Fin de Máster
Oportunidades de negocio en el
ámbito del Internet de las Cosas

Autor: Ángela Barriga Rodríguez

Fdo:

Directores: Juan Manuel Murillo Rodríguez y José Javier Berrocal Olmeda

Fdo:

Tribunal Calificador

Presidente: Alicia Guerra Guerra

Fdo:

Secretario: Pedro José Clemente Martín

Fdo:

Vocal: José María Conejero Manzano

Fdo:

Resumen

A lo largo de este trabajo de fin de máster se presenta un proceso de investigación sobre sistemas conscientes del contexto, interacción humano-máquina e Internet de las Cosas con el fin de crear una definición apropiada de lo que es el contexto situacional.

Por otro lado y a partir de dicha definición, se introduce la propuesta y diseño de un marco teórico para crear entornos de Internet de las Cosas centrados en el usuario, guiado por diferentes corrientes ideológicas y psicológicas sobre la comunicación y actividad humana.

Asimismo, se estudia cómo podría encajar en el mercado una propuesta con estas características, a qué nichos atiende, bajo qué tendencias podría lanzarse, cuáles son sus oportunidades y qué impacto podría tener a nivel social.

Palabras Clave: Sistemas conscientes del contexto; Interacción humano-máquina; Internet de las Cosas; Usuario; Mercado, Oportunidades; Tendencias

Abstract

Along this master's thesis, it is presented a research process and its results on Context-Aware systems, Human-Computer interaction and Internet of Things in order to present an appropriate definition of what Situational Context is. On the other hand and based on this definition, it is introduced the proposal and design of a theoretical framework to create user-centric Internet of Things environments, guided by different ideological and psychological theories about human communication and activity. Furthermore, it also explores how a proposal with these characteristics could fit into the market, what niches it serves, what trends it could launch, what its opportunities are, and what impact might have at a social level.

Keywords: Context-Aware systems; Human-Computer interaction; Internet of Things; User; Market, Opportunities; Trends

Índice general

1. Introducción	1
2. Objetivos	4
3. Antecedentes / Estado del arte	6
4. Material y Método	11
4.1. Metodología	12
4.2. Evolución y retrospectiva del Internet de las Cosas	13
4.2.1. Definiciones	13
4.2.2. Líneas de trabajo	15
4.2.3. Retos y desafíos	16
4.2.4. Oportunidades	18
4.2.5. Conclusiones	21
4.3. Análisis psicológico de la interacción humano-máquina	22
4.3.1. Teoría de la actividad	23
4.3.2. Teoría de las acciones situadas	28
4.3.3. Cognición distribuida	30
4.3.4. Estudio sobre usuarios y pérdida de control	32
4.3.5. Conclusiones	34
4.4. Situational context: Definición	34
4.5. Análisis del mercado relacionado con el IoT	42

4.5.1. Smartphone	42
4.5.2. Internet of Things	45
4.5.3. Nuevas tendencias empresariales	48
4.6. IoT para mejorar el mundo	50
4.6.1. Horizonte 2020	50
4.6.2. Innovación Social Digital	52
4.6.3. Retos globales de la humanidad	54
4.6.4. Conclusiones	57
5. Resultados y discusión	59
5.1. Alcance	59
5.2. Oportunidades de negocio de la propuesta Situational Context	60
5.2.1. Introducción	60
5.2.2. Producto	61
5.2.3. Análisis DAFO	64
5.2.4. Competencia	66
5.2.5. Nicho de mercado	70
5.2.6. Rentabilidad y fidelización	71
5.2.7. Conclusiones	73
5.3. Discusión	74
6. Conclusiones	76
6.1. Trabajo futuro	77
6.2. Reflexión personal	77

Índice de figuras

4.1. Relación entre población y dispositivos conectados a Internet.	19
4.2. Demografía mundial hasta el 2100.	20
4.3. Crecimiento esperado del sector IoT.	20
4.4. Elementos en la teoría de la actividad.	25
4.5. Explicación gráfica de la teoría de la actividad.	27
4.6. Explicación gráfica de la teoría de las acciones situadas.	29
4.7. Explicación gráfica de la teoría de la cognición distribuida.	31
4.8. Elementos de 'Situational Context'.	35
4.9. Acciones como el eje central de 'Situational Context'.	36
4.10. 'Situational Context' inspirado por la teoría de la actividad.	37
4.11. 'Situational Context' inspirado por la teoría de las acciones si- tuadas.	38
4.12. 'Situational Context' inspirado por la teoría de la cognición distribuida.	38
4.13. 'Situational Context': marco teórico.	41
4.14. Crecimiento de ventas de smartphones.	43
4.15. Principales sectores de startups en el 2015.	46

Capítulo 1

Introducción

El Internet de las Cosas (IoT - Internet of Things) es una tecnología disruptiva que aúna el uso de dispositivos portátiles e inalámbricos, Internet, inteligencia artificial y sensores para crear un mundo hiper-interconectado. Esta tecnología tiene el potencial de automatizar tareas, proporcionar información sobre el comportamiento del consumidor, el rendimiento de máquinas, incrementar la productividad y la eficiencia y lo que es más importante: aumentar la calidad de vida del consumidor y hacer más fácil su día a día.

La bajada de precio de los sensores, el aumento de la seguridad, la inversión en la nube y la creciente tendencia hacia la innovación tecnológica y el lograr un mundo lo más conectado posible, están impulsando el crecimiento exponencial del IoT a nivel global.

De todas las tendencias tecnológicas que están teniendo lugar en el presente, tal vez la más grande de todas es el Internet de las cosas; es la que va a proporcionar una mayor disrupción, modificando comportamientos sociales y empresariales, y además es la que se prevé que aporte mayores oportunidades de negocio en el próximo lustro [77].

Aunque cada industria aplicará la tecnología IoT de manera diferente, las preocupaciones y los beneficios de IoT trascienden a los diferentes tipos de

empresas. El desafío principal del IoT no es tanto la propia fabricación de productos “inteligentes” sino la comprensión de las oportunidades que estos abren, cómo aprovechar el entorno en el que se encuentren y cómo hacer que los consumidores realmente puedan ver el potencial y beneficios de esta tecnología.

Para que las empresas logren que la sociedad acoja en su día a día esta nueva tecnología, es necesario que comprendan su historia y por qué es diferente a otras revoluciones tecnológicas vividas anteriormente. La aparición de los sistemas IoT proviene del desarrollo de diferentes tecnologías a lo largo del tiempo. En primer lugar llegó el ordenador, luego Internet, los dispositivos móviles y en la actualidad: el IoT. Esta evolución siempre ha sido intuitiva, ya que cada tecnología anterior definió a la siguiente.

Sin embargo, en este último paso se ha producido un cambio radical: la transformación de la hegemonía de los dispositivos móviles al IoT es radical porque por primera vez en la historia los principales usuarios de la tecnología no serán sus consumidores.

Esto significa que una máquina inteligente conectada (o entorno digitalizado) podría evolucionar asimilando los datos más útiles de sus usuarios o entorno y el código más exitoso de otras máquinas. Es decir, las máquinas harían uso de otras máquinas con el fin de mejorar de forma autónoma.

El usuario medio no se va a sentir cómodo en un entorno que no sea capaz de controlar, ya que la tecnología siempre debería estar al servicio de las personas, y no al revés. Es por ello que las empresas han de invertir no solo en esfuerzo técnico, sino en estudiar la psicología del consumidor y la sociedad, con el fin de establecer un paradigma bajo el que desarrollar esta revolución del IoT de forma que sus usuarios sean sus principales beneficiarios.

Es por ello que en este trabajo de fin de máster se plantea la propuesta “Situational Context”, un paradigma genérico de IoT para diseñar arquitecturas y sistemas, que aseguraría que todos los sistemas se desarrollan guiados

por esta idea centrada en el ser humano, sin perder la perspectiva de progreso y evolución. Asimismo, se analiza bajo qué tendencias y corrientes del mercado se engloba esta propuesta y se estudian las oportunidades de negocio que presenta un sistema IoT concreto siguiendo dicho paradigma.

Capítulo 2

Objetivos

Los objetivos de este trabajo de fin de máster son:

- Crear una definición adecuada del concepto "Situational Context", haciéndolo lo suficientemente amplio y abstracto como para incluir todas las posibilidades dentro de este área.
- Definir lo que haría un buen sistema de IoT, identificando lo que hace que el usuario se sienta incómodo y lo que más le conviene. Por lo tanto, se seguirá un diseño centrado en el ser humano. También, se identificarán otras pautas para crear un ecosistema fuerte y seguro.
- Construir un marco teórico para el diseño de sistemas IoT siguiendo las directrices anteriores.
- Analizar cómo podría encajar un sistema de estas características en el mercado, viendo qué posibilidades ofrecen sus características y bajo qué tendencias se encuentran.
- Estudiar qué impacto social podría tener este proyecto y cómo se encuadra bajo las nuevas corrientes de compromiso social digital.

- Analizar un entorno de aplicación concreto, diseñando un producto a partir de la propuesta y estudiando sus oportunidades de negocio.

Capítulo 3

Antecedentes / Estado del arte

En esta sección se analizará el estado del arte y antecedentes que existen con respecto a la idea de diseñar paradigma IoT genérico centrado en el usuario.

El Internet de las Cosas (Internet of Things - IoT) es un campo cada vez mayor y posiblemente, uno de los que más capacidad de crecimiento tiene de cara a los próximos años. A día de hoy, ya existen un número impresionante de propuestas, marcas, startups y líneas de investigación que giran en torno a este tema, y no es sorprendente dadas sus expectativas económicas.

Sin embargo, dentro de este crecimiento surge un problema: la falta de estandarización [1]. Cada empresa desarrolla sus propios sistemas, tanto en software como en hardware, para que los usuarios sólo puedan controlar un dispositivo IoT con el software de esa misma compañía [2]. Esta diversidad se traduce en múltiples líneas de investigación diferentes, pero el encontrar una solución genérica a este problema tiene muy poco protagonismo entre estas líneas, en parte por lo complejo de su resolución: sistemas donde el usuario es el centro de todo, donde su información contextual es un elemento clave, información que es difícil de tratar y definir.

Algunas propuestas genéricas piensan a gran escala, por ejemplo en [3] que bajo la visión de aplicar el IoT a ciudades inteligentes (smart cities), se

centran en unificar el diseño de arquitecturas de IoT. Las ciudades inteligentes hacen uso de muchas aplicaciones diferentes de IoT (agricultura, energía, protección del medio ambiente, salud, domótica, etc), por lo que para reducir el gasto en infraestructura sería ideal crear arquitecturas genéricas desde los niveles superiores a los inferiores. Este artículo propone una arquitectura de IoT genérica de primer nivel, particularmente adecuada para la creación de ciudades inteligentes.

Otras líneas tratan de generalizar el desarrollo IoT mediante el uso de ontologías, semántica web, dominio, marcado y metalenguajes. Dado que las aplicaciones IoT específicas de dominio utilizan sus propias tecnologías y términos para describir sensores y sus parámetros, se convierte en una tarea difícil ayudar a los usuarios a construir aplicaciones IoT genéricas combinando varios dominios. Estas técnicas tienen como objetivo crear herramientas de generación de código para que el desarrollo de aplicaciones IoT pueda ser automatizado, como en [4], donde se expone cómo el contexto puede ser expresado a nivel de lenguaje de programación en base a cuatro abstracciones principales: contexto, adaptadores, comandos y políticas de gestión del comportamiento adaptativo.

Surveys como [5] pueden ofrecer una visión más amplia sobre la falta de consenso, incluso cuando se trata de encontrar un diseño de paradigma unificado. El principal problema reside en la variedad de situaciones en las que se puede aplicar IoT, facilitando el desarrollo de una arquitectura específica para cada problema. Hay muchas soluciones diferentes: arquitecturas de tres o cuatro capas, middlewares, modelos publish-subscribe, sistemas orientados a eventos... Pero la mayoría de ellos están orientados y concebidos bajo la línea de pensamiento del desarrollo de software tradicional, no son sistemas conscientes del contexto del usuario (context aware) y por lo tanto no pueden adaptarse a diferentes situaciones y lo que es más importante, no tienen en

cuenta el factor humano.

Este trabajo seguirá el camino de [6]: “centrado en el ser humano en lugar de centrado en las cosas”. Las arquitecturas IoT actuales están orientadas a dispositivos o redes debido a su importancia operativa en el propio sistema. Sin embargo, dos aspectos clave que a menudo se ignoran son los seres humanos que forman parte de este ecosistema, los usuarios y el contexto en el que tiene lugar la interacción entre dichas personas y las cosas: la tecnología, las máquinas.

Algunos sistemas centrados en mayor medida en el componente humano se exploran en trabajos como [7, 8] donde se propone el modelo de Internet de las Personas (IoP). Estos documentos señalan que el principal objetivo en el desarrollo de aplicaciones para Internet de Cosas es integrar la tecnología en la vida cotidiana. IoP propone por tanto un manifiesto para que el desarrollo de IoT: “Sea social, personalizado, proactivo y predecible”. Los autores opinan que siguiendo estas cuatro reglas simples, el desarrollo de IoT podría ser *user-friendly*.^a todos los niveles. Pero lo que es bastante relevante [8] es que su propuesta no sólo está centrada en el ser humano y tiene en cuenta el contexto, sino que también está centrada en el smartphone.

Los teléfonos inteligentes o smartphones proporcionan una gran solución para la gestión distribuida de la información contextual, ya que son un elemento fundamental en la vida diaria de casi todos los usuarios. Su capacidad está mejorando drásticamente cada año, y pueden procesar todo lo que un sistema IoT necesita sin sufrir un gran impacto en su rendimiento o batería [9], además son elementos tecnológicos que ya se encuentran perfectamente integrados, y de los que existe una amplísima variedad.

Sin embargo, a pesar de las grandes oportunidades que esta plataforma puede ofrecer, los investigadores no proponen una arquitectura genérica o un paradigma para la gestión de sistemas IoT con smartphones, además, es de

nuevo difícil encontrar consenso sobre cómo trabajar con información contextual al interactuar con plataformas móviles [10].

Algunas líneas proponen las mismas soluciones que antes para la creación de una arquitectura genérica, como ontologías [11] o middlewares [12, 13], pero no tienen en cuenta la dimensión contextual.

Aquellos que sí la toman en cuenta suelen estar centrados en los datos proporcionados por el GPS del smartphone, es decir, datos de localización [14, 15]. Este tipo de datos son muy sencillos de procesar y pueden proporcionar una gran cantidad de información del usuario, ya que la mayoría de los aspectos de la vida cotidiana siguen patrones y están determinados por el tiempo y el espacio. Otro punto de vista es el expuesto por los autores en [16], donde determinan el contexto del usuario en función de qué artefactos o dispositivos IoT se están utilizando en un momento determinado, que a su vez pueden ser controlados a través del smartphone.

Otras líneas hacen hincapié en la falta de seguridad, privacidad e integridad que podría tener un sistema centrado en los smartphones [17] y proporcionan algunas directrices para el desarrollo de sistemas seguros y robustos. Este tema también es explorado por IoP y People as a Service, presentado antes [7, 8].

Como resumen, el estado del arte revisado para este Trabajo de Fin de Máster es bastante amplio, ya que abarca muchas áreas: IoT, Context-Awareness,, arquitecturas o paradigmas genéricos para el desarrollo IoT, interacción hombre-máquina (HCI) y sistemas IoT centrados en el móvil.

A pesar de la complejidad y variedad en IoT e investigación contextual parece haber algunos puntos en común. Un escenario IoT ideal debe centrarse en el ser humano, en el usuario, protegiendo su privacidad y seguridad. Además, debe actuar de acuerdo con el contexto, que puede ser definido por el tiempo, el espacio y la actividad del usuario. Y por último, debe ser capaz de adaptarse a sistemas distribuidos y situaciones diferentes, lo que se puede resolver

mediante la centralización de un sistema IoT en un smartphone.

La falta de soluciones concretas centradas en el componente humano y haciendo uso del smartphone hace que esta tecnología constituya un nicho de mercado propio, con una gran proyección de futuro e innumerables áreas de aplicación.

En conclusión, existen muchas propuestas, pero una gran parte de ellas ya están obsoletas y no usan información contextual. Durante la revisión de la literatura y la fase de investigación no se encontraron documentos ni artículos que propusieran un sistema IoT genérico centrado en el smartphone, capaz de actuar en función del contexto. Los resultados de esta revisión guiarán el desarrollo de este trabajo, ayudando a limitar su horizonte de investigación y proporcionando una base sólida para comenzar estudiar las oportunidades de negocio que tendría una tecnología de las características anteriormente mencionadas.

Capítulo 4

Material y Método

Contenido

4.1. Metodología	12
4.2. Evolución y retrospectiva del Internet de las Cosas	13
4.3. Análisis psicológico de la interacción humano-máquina	22
4.4. Situational context: Definición	34
4.5. Análisis del mercado relacionado con el IoT	42
4.6. IoT para mejorar el mundo	50

Durante esta sección se expondrán todas las fases de desarrollo por las que ha pasado este Trabajo de Fin de Máster. La primera sección explicará la metodología seguida y el resto explicará todo el trabajo realizado durante estos meses, ordenado cronológicamente. La intención detrás de este ordenamiento es tratar de transmitir al lector cómo evolucionó exactamente el desarrollo de la propuesta desde cero hasta obtener un resultado final, ya que el valor de un trabajo de fin de estudios no reside tan sólo en su resultado sino también en el camino recorrido para alcanzarlo.

4.1. Metodología

Esta tesis se desarrolló entre marzo de 2016 y junio de 2017, ya que este Trabajo de Fin de Máster se basa en el presentado para finalizar el Máster en Ingeniería Informática en febrero de 2017: 'Situational Context: gestión distribuida de la información contextual'.

Los primeros cuatro meses (de marzo a junio de 2016) se centraron en la revisión de literatura, ya que, al ser un tema tan amplio, fue necesario realizar una investigación muy profunda para definir cuál sería la mejor propuesta en la que trabajar.

El siguiente paso, una vez delimitado el alcance del trabajo, consistió en definir el marco teórico que sería la base del trabajo. Esta etapa siguió una metodología incremental e iterativa, ya que la propuesta fue evaluada y redefinida en cada iteración, perfeccionándose con la retroalimentación del director y codirector, hasta cubrir todos los aspectos deseables para este trabajo. Como antes, esta fase ocupó un período de cuatro meses, de julio a septiembre de 2016.

Tras ello, llegó la fase de diseño. Una vez que la base teórica estaba clara, para concluir el trabajo era necesario definir un diseño arquitectónico. Para ello, se siguió la misma metodología que antes, el diseño fue revisado de semana en semana por los directores y fue corregido y desarrollado hasta que hubo una solución completa. Esta fase incluye trabajo de octubre a noviembre de 2016, es decir, dos meses.

Tras realizar un parón desde la presentación del Trabajo de Fin de Máster del Máster en Ingeniería Informática, en junio de 2017 se retoma la propuesta de 'Situational Context' con el fin de analizarla bajo un punto de vista empresarial, abordando sus oportunidades de negocio.

Todo este trabajo ha sido realizado en SPILab, bajo la supervisión y con la ayuda de Juan Manuel Murillo Rodríguez, Javier Berrocal Olmeda y

José García Alonso.

4.2. Evolución y retrospectiva del Internet de las Cosas

Inicialmente el alcance de la propuesta 'Situational Context' no estaba totalmente definida, aunque estaba claro que el objetivo principal sería definir una arquitectura genérica para los sistemas IoT, teniendo en cuenta el contexto y haciendo uso del smartphone. Para ello, era necesario leer lo más posible sobre IoT y su evolución, sin descartar artículos antiguos, ya que tener una visión general sobre cómo ha cambiado este tema a lo largo del tiempo contribuiría a formar una visión más completa y general con la que construir una mejor propuesta. Por lo tanto, esta fase comenzó con una etapa de investigación a partir de la cual se seleccionaron trabajos escritos entre 1991 y 2016.

Por tanto, esta sección se centra en dar una visión general sobre cómo se definió y evolucionó el IoT, los sistemas que tienen en cuenta el contexto y la computación ubicua. También explorará qué diferentes líneas de trabajo existen actualmente en IoT, qué desafíos tienen que superar, qué oportunidades se abren para el futuro y cómo se puede abordar esta temática desde el punto de vista empresarial.

4.2.1. Definiciones

Hablar de IoT es inconcebible sin tener en cuenta el trabajo de Mark Weiser, que a partir de los años 90 declaró que el futuro estaría en la computación ubicua y en los sistemas conscientes del contexto. Weiser afirmó que 'las tecnologías que más se implantan en la sociedad son las que desaparecen. Se difuminan en el tejido de la vida cotidiana hasta que son indistinguibles de ella'. [18] Asimismo, comparó la tecnología con la escritura. La escritura era

una habilidad bastante rara en el pasado, dado que muy pocas personas eran capaces de leer y escribir y lo que es más, la escritura no era fácil de encontrar, ya que existía sólo en textos sagrados o manuscritos. Sin embargo el tiempo cambia, y hoy en día todo el mundo es capaz de leer y escribir, la escritura se encuentra en todas partes (revistas, señales, carteles...) y se ha convertido en un proceso automatizado. Para Weiser la tecnología recorrería el mismo camino que la escritura, y su visión se hace más verdadera cada día: El objetivo es lograr el tipo de tecnología más eficaz, lo que es esencialmente invisible para el usuario... este futuro lo denomino como 'Computación Ubicua' (UbiComp). [19]

Para una comprensión completa de IoT también es necesario definir adecuadamente lo que es el contexto. De acuerdo con [20] el contexto es cualquier información que se puede utilizar para caracterizar la situación de una entidad. Siendo una entidad una persona, lugar u objeto que se considera relevante para la interacción entre un usuario y una aplicación, incluido el usuario y las propias aplicaciones. Además, el contexto se definiría mediante cuatro categorías: ubicación, identidad, actividad y tiempo, es decir, las preguntas, dónde, quién, qué y cuándo.

Dada esa definición, los sistemas conscientes del contexto lo constituirían sistemas capaces de presentar información y servicios a los usuarios (entendiendo contexto como información), ejecución automática de servicios y enlazar información contextual para su posterior recuperación. Aparece una división realmente interesante entre contexto implícito y explícito, siendo el contexto implícito extraíble directamente de un usuario (por ejemplo, un formulario de registro, configuración) y explícito toda la información proporcionada por el entorno (sensores, dispositivos IoT, comportamiento del usuario).

El término Internet de las Cosas apareció como un concepto por primera vez en 1999, acuñado por Kevin Ashton [21], refiriéndose a una red global de

dispositivos conectados por tecnología RFID.

Posteriormente, en 2001 la ISTAG (Sociedad Asesora de Tecnología de la Sociedad de la Información) acuñó el término inteligencia ambiental. Dicho término se refiere a entornos electrónicos que son sensibles y responden a la presencia de personas. [22]

A pesar de los diferentes nombres que ha tenido a lo largo de su evolución, la base de IoT quedó clara desde principios del 2000, ya que muchos autores dieron definiciones similares. Un sistema IoT consciente del contexto es un sistema omnipresente capaz de comprender la situación en la que está su usuario (o usuarios) y actuar en consecuencia.

4.2.2. Líneas de trabajo

Al analizar los artículos ya mencionados anteriormente, así como otros surveys como [23, 24, 25] se puede ver que existen posibilidades casi infinitas de trabajar con IoT, presentando líneas de trabajo muy diferentes entre sí, aunque muchas de ellas van hacia la misma dirección.

La mayoría de los temas investigados incluyen sistemas domóticos, geronteología y aplicaciones de salud, sistemas de negocios, sistemas de toma de decisiones y automatización de procesos.

Casi todas las propuestas se decantan por arquitecturas distribuidas capaces de adaptarse a contextos dinámicos. Estas arquitecturas están hechas de dispositivos interconectados que se comunican entre sí y con el sistema centralizado. En conclusión, la tendencia es crear sistemas pervasivos y ubicuos.

Algunas tecnologías o herramientas comunes utilizadas entre las propuestas son middlewares, modelos publish-subscribe, modelos if-then, reglas lógicas, herramientas estadísticas, cadenas de Markov, árboles de decisión, redes neuronales y ontologías.

Muchas de las líneas de investigación se centran en la predicción del com-

portamiento, el aprendizaje automatizado, el auto-descubrimiento del ambiente, la autoorganización (esta línea tiene una creciente importancia ya que a medida que cada año el número de dispositivos y sensores crece más y más y son muy diferentes entre sí), la proactividad objetiva (sin comandos por parte del usuario) y la extracción automática del conocimiento.

Algunas de estas líneas serán exploradas durante este trabajo, especialmente descubrimiento automático del ambiente, la autoorganización y la proactividad objetiva.

4.2.3. Retos y desafíos

Pese a las grandes oportunidades de negocio que proporciona este tipo de tecnología, existen una gran cantidad de desafíos que aún no se han superado. Ya que la implantación de este tipo de sistemas en la vida cotidiana supone un enorme cambio en la sociedad, a todos los niveles, es normal que despierte temores y preocupaciones.

El principal problema es que cada escenario y aplicación de IoT es muy diferente, tanto como lo son las personas y sus actividades. De hecho, muchos sistemas están hechos a la medida de su área de aplicación. En realidad, alcanzar una generalización es considerablemente difícil, siendo una de sus causas la ausencia de arquitecturas genéricas o el diseño de un paradigma para estructuras IoT. Por lo tanto, esto se traduce en largas y exhaustivas etapas de análisis y estudio a la hora de diseñar dichas estructuras y arquitecturas; lo cual implica más presupuesto y tiempo en el desarrollo. Al no ser una tecnología aún aceptada, las empresas se muestran reticentes en invertir gran cantidad de su presupuesto en un producto cuya aceptación el mercado puede ser incierta.

Hablando de presupuestos, la obsolescencia es un obstáculo difícil de superar a la hora de hablar de computación ubicua. La inversión se vuelve difícil a la hora de comprar hardware, principalmente sensores, ya que evolucionan

muy rápidamente y a veces en cuestión de un par de años se quedan ya anticuados, pero no hay una forma exacta de resolver esto. De hecho, durante la fase de investigación se encontraron muchos artículos que hablaban sobre tecnologías que ya no se utilizan, tales como PDAs. Es inútil por tanto invertir en desarrollar un sistema IoT para que, una vez el producto pueda llegar a los consumidores ya se haya quedado obsoleto.

Pero mientras que los problemas relacionados con la tecnología son difíciles de tratar, existen muchos otros temas relativos a la sociedad, tales como malentendidos y temores que deberían ser el foco de retos a superar durante los próximos años, ya que la clave para la aceptación del IoT no es su vanguardismo tecnológico, sino entender y atender a la psicología y necesidades reales del consumidor.

Las principales preocupaciones están relacionadas con la invasión de la privacidad y la falta de seguridad. Es por ello sumamente necesario desarrollar sistemas que protejan los datos de los usuarios (como se indica en [8]) y crear nuevas leyes y políticas para asegurar el cumplimiento de algunas buenas prácticas que proporcionen calidad e integridad en los desarrollos de IoT. Las compañías deben tener límites y restricciones en cómo pueden monetizar los datos del usuario sin su consentimiento.

Existe un temor generalizado a la alienación tecnológica, impulsada principalmente por los medios, la ciencia ficción, y ciertos escándalos provenientes de grandes empresas tecnológicas sobre espionaje y mal uso de los datos privados de sus consumidores.

Asimismo, algunos sistemas automatizados pueden verse como una amenaza para el desarrollo y la evolución humana, ya que proporcionan mecanismos con los que evitar que los usuarios se ocupen de tareas rutinarias. Algunas personas perciben esto como una pérdida de control y capacidades humanas, como llegar a una especie de distopía en la que las empresas han llegado hasta

el hogar y controlan todo en la vida diaria.

Otra preocupación existente es la de la tecnología como elemento aislador, en lugar de conectar y unir más a la sociedad.

Por otra parte, la ciencia ficción ha puesto las expectativas demasiado altas, lo que lleva a la decepción cuando los usuarios ven sistemas IoT reales.

Otro problema es que a veces los sistemas IoT tienden a resolver necesidades que no son necesidades reales, siempre existirán situaciones que serán resueltas mejor por un ser humano (al menos con la tecnología actual y a medio plazo), motivo por el que muchas veces los productos pueden no ser bien recibidos en el mercado.

En resumen, es necesario centrarse en el usuario, en el componente humano de esta tecnología. Esto se puede lograr analizando datos reales de las necesidades de los usuarios, evitando los estereotipos. Y dado que el factor humano debería ser lo primero, cuidar su seguridad y privacidad es vital, desarrollando sistemas transparentes y fáciles de usar.

4.2.4. Oportunidades

El Internet de las Cosas ofrece muchas oportunidades, hablando globalmente en términos económicos. De acuerdo con [26], la predicción es que el mundo tendrá 50 millones de dispositivos conectados en 2020. Teniendo en cuenta que la población mundial será de aproximadamente 7,6 millones de personas en ese año, esto significa que habrá una media de 6,58 dispositivos conectados por persona (a día de hoy se estima una media de alrededor de 3,5 dispositivos). Los números hablan por sí solos.

Se estima que el mercado de IoT tiene una oportunidad de ingresos de 4 billones de dólares con unas 4 mil millones de personas conectadas en todo el mundo. De aquí a 2020 se desarrollarán más de 25 millones de aplicaciones y la gente creará más de 50 billones de gigabytes de datos. Se prevé un crecimiento

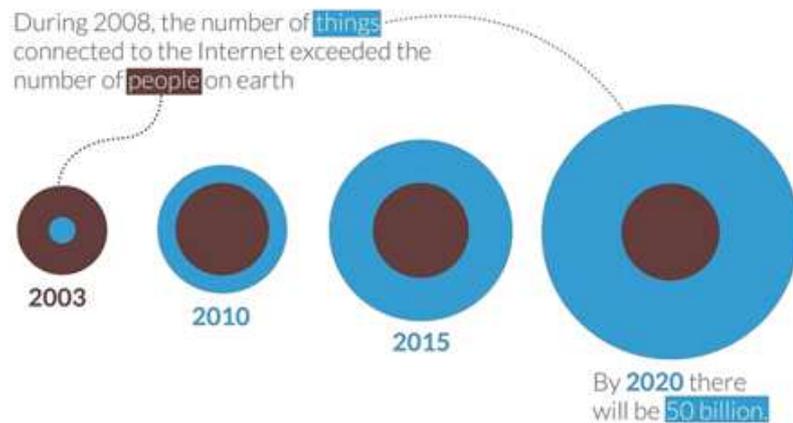


Figura 4.1: Relación entre población y dispositivos conectados a Internet.

anual del 8 % en este sector.

Por otra parte, una de las líneas de trabajo con más expectativas de ingresos es la gerontecnología, ya que de aquí a 2020 la población de más de 60 años será equivalente a la cantidad de recién nacidos.

Dado lo asombroso de estas cifras queda claro que el IoT es el futuro y trabajar en él puede ser realmente productivo tanto en cómo puede contribuir a la sociedad y en ingresos. Por otra parte, el adoptar un paradigma genérico como el que se propone en este trabajo de fin de máster, permitiría abaratar los costes de desarrollo, ya que no sería necesario invertir en I+D y la duración de la fase de diseño se reduciría.

Además, este paradigma busca como fin último entender la psicología del consumidor, aplicándola en crear productos que sean fácilmente aceptados, y que le reporte beneficios reales a su calidad de vida. Con ello, se podría lograr finalmente la mayor barrera que existe aún en la industria IoT, la penetración en el mercado y el salto del uso por grandes empresas y corporaciones hacia los hogares de los consumidores.

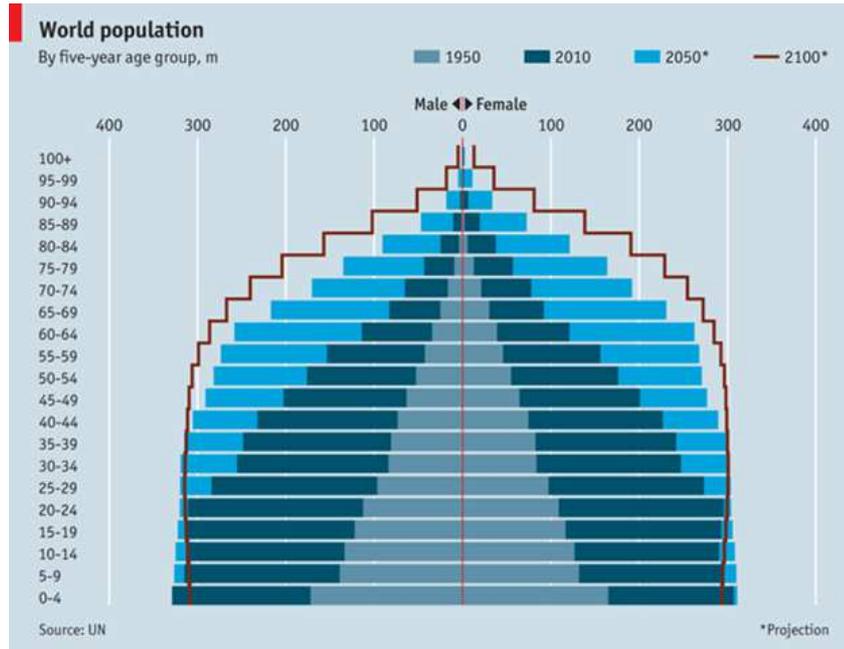


Figura 4.2: Demografía mundial hasta el 2100.

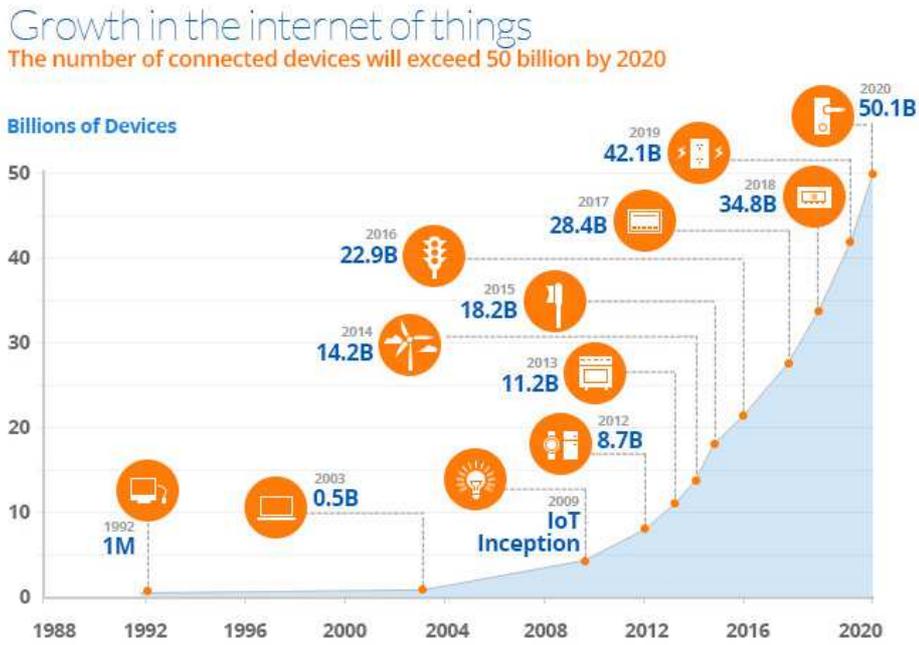


Figura 4.3: Crecimiento esperado del sector IoT.

4.2.5. Conclusiones

De toda esta investigación es posible extraer algunas conclusiones que guiarán el desarrollo de este trabajo.

El IoT es por naturaleza un área multidisciplinaria y con el fin de crear un buen sistema de conocimiento y análisis del contexto es necesario tener en cuenta no sólo el punto de vista de ingenieros y técnicos, sino también de psicólogos, sociólogos e incluso filósofos.

Además, es fundamental consultar a expertos en el área de aplicación, por ejemplo, al trabajar en un hospital la opinión de médicos, enfermeras, etc podría marcar la diferencia.

Por otro lado, no hay que olvidar que la simplicidad supone la sofisticación final. En muchas ocasiones los problemas complejos tienen soluciones simples, y la tecnología debe ser capaz de proporcionar soluciones efectivas a la vez que evitar una excesiva complejidad cuando no se necesita. De hecho, hay muchas tareas simples y automáticas en donde el IoT podría ser realmente útil.

Con el fin de lograr éxito empresarial, no puede plantearse el desarrollo de productos de esta tecnología como el desarrollo tradicional de software y hardware. No solo por su naturaleza interdisciplinar, sino por lo necesario de satisfacer y entender realmente al consumidor. Esta tecnología supone interferir en sus hábitos diarios, la empresa que logre que esta interferencia sea lo menor posible y lo más beneficiosa para el público será la que gane la batalla del sector.

Otro punto importante al desarrollar sistemas centrados en el ser humano son sus contribuciones sociales. Los sistemas de IoT deben ayudar a las personas a estar conectadas y no sólo deben ser pervasivos físicamente sino que también socialmente.

La tecnología ya no se trata sólo de satisfacer las necesidades de sus usuarios, sino también de la integridad de las personas y el coexistir en su vida

cotidiana. Debido a la deseabilidad de dicha coexistencia, es importante desarrollar sistemas confiables, empáticos, seguros y privados.

En conclusión, los sistemas IoT se pueden dividir en tres dimensiones: usuario, entorno e interacción, los tres de ellos están conectados siendo el elemento clave y central el propio usuario.

4.3. Análisis psicológico de la interacción humano-máquina

Dado que uno de los objetivos de este trabajo es crear un sistema centrado en el ser humano y analizar qué oportunidades podría tener de cara al mercado, es de vital importancia no olvidar este factor humanista durante la etapa de investigación.

La principal baza de un sistema IoT basado en este planteamiento 'Situational Context' es precisamente su componente humanístico, que como veremos en próximas secciones encaja a la perfección con muchas de las corrientes empresariales que están emergiendo y tomando fuerza en estos últimos años.

Como se dijo anteriormente, el IoT es un campo multidisciplinario, sería un error contar sólo con información técnica.

Por lo tanto, la investigación continúa explorando algunas de las teorías psicológicas más famosas aplicadas a la interacción humano-máquina (HCI). Durante esta sección se explicarán algunas de estas teorías, a saber, la teoría de la actividad, la teoría de las acciones situadas y la cognición distribuida. Para cada una de ellas se explorará cómo aplicándolas se puede definir un sistema HCI adecuado, y cómo se podrían integrar en el diseño de un sistema IoT. Dado que uno de los objetivos de este trabajo es crear un sistema centrado en el ser humano y analizar qué oportunidades podría tener de cara al mercado, es de vital importancia no olvidar este factor humanista durante la etapa de

investigación.

La principal baza de un sistema IoT basado en este planteamiento 'Situational Context' es precisamente su componente humanístico, que como veremos en próximas secciones encaja a la perfección con muchas de las corrientes empresariales que están emergiendo y tomando fuerza en estos últimos años.

Como se dijo anteriormente, el IoT es un campo multidisciplinario, sería un error contar sólo con información técnica.

Por lo tanto, la investigación continúa explorando algunas de las teorías psicológicas más famosas aplicadas a la interacción humano-máquina (HCI). Durante esta sección se explicarán algunas de estas teorías, a saber, la teoría de la actividad, la teoría de las acciones situadas y la cognición distribuida. Para cada una de ellas se explorará cómo aplicándolas se puede definir un sistema HCI adecuado, y cómo se podrían integrar en el diseño de un sistema IoT.

4.3.1. Teoría de la actividad

La teoría de la actividad es un marco conceptual que se origina en la corriente tradicional sociocultural de la psicología rusa. El concepto fundacional del marco es el concepto de 'actividad', que se entiende como interacción intencional, transformadora y en desarrollo entre actores ('sujetos') y el mundo ('objetos'). El marco fue desarrollado originalmente por el psicólogo ruso Aleksei Leontiev. Una versión de la teoría de la actividad, basada en el marco de Leontiev, fue propuesta en los años 80 por el investigador educativo finlandés Yrjo Engestrom. Actualmente, tanto las variantes de la teoría de la actividad de Leontiev como de Engestrom, así como sus combinaciones, están siendo ampliamente utilizadas a nivel interdisciplinar, no sólo en psicología, sino también en una variedad de campos, incluyendo educación, control organizacional y estudios culturales. [27]

La adopción de una perspectiva basada en esta teoría tiene una implicación inmediata para el diseño de un sistema IoT: sugiere que la principal preocupación de los diseñadores de sistemas interactivos debe ser el apoyo a las actividades humanas significativas en contextos cotidianos, en lugar de buscar la coherencia lógica y sofisticación tecnológica. Actualmente muchos sistemas no cumplen con este requisito que a priori parece obvio. Por ejemplo, los sistemas de escritorio tradicionales organizan los recursos digitales en categorías formales (tales como archivos, mensajes de correo electrónico, marcadores...) en lugar de según la relevancia de un recurso para la tarea actual. Además, la mayoría de los sistemas proporcionan un soporte limitado para la conmutación de tareas e interrupciones.

Un sistema computacional centrado en la actividad aporta un enfoque que permite diseñar sistemas interactivos en los cuales la máxima prioridad es el apoyo a actividades humanas de importancia en las rutinas cotidianas. Asimismo, esto se vuelve un objetivo explícito en el diseño de artefactos digitales.

En resumen, el objetivo de la teoría de la actividad es entender las capacidades mentales de un solo individuo. Sin embargo, rechaza a los individuos aislados como unidad de análisis por considerar que no aportan suficiente información, para ello analiza los aspectos culturales y técnicos de las acciones humanas con el fin de comprenderlas en su totalidad. [28]

Principalmente, la teoría de la actividad utiliza seis elementos para describir las acciones de un sujeto en un sistema socio-técnico, siendo los principales tres elementos: sujetos, instrumentos y objetos:

- Orientación a objetos - el objetivo del sistema de actividades. El objeto se refiere a la objetividad de la realidad; los 'objetos' se consideran objetivos según las ciencias naturales, pero también tienen propiedades sociales y culturales. Los objetos intangibles pueden ser objetos también, como por ejemplo deseos o metas.

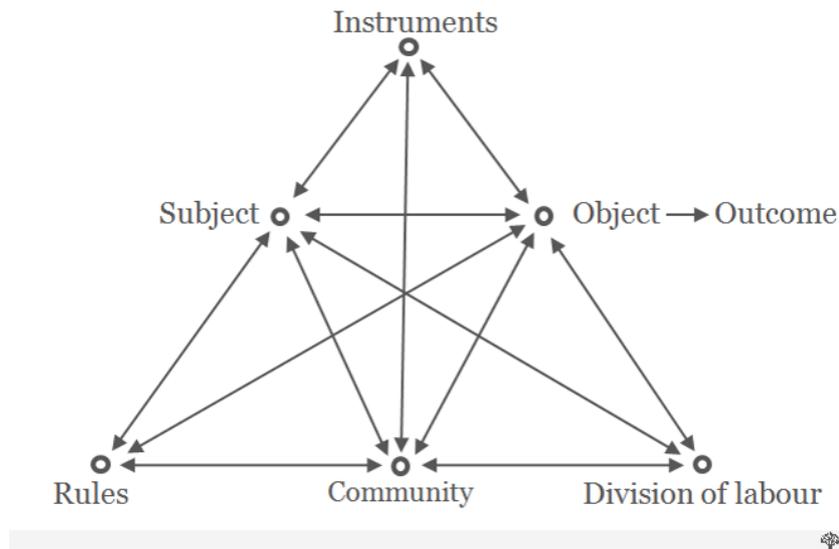


Figura 4.4: Elementos en la teoría de la actividad.

- Sujeto o internalización - actores involucrados en las actividades; la noción tradicional de procesos mentales.
- Comunidad o externalización - contexto social; todos los actores involucrados en el sistema de actividades.
- Herramientas o herramientas de mediación - los artefactos (o conceptos) utilizados por los actores en el sistema. Las herramientas influyen en las interacciones actor-estructura y cambian con la experiencia acumulada. Además de la forma física, el conocimiento también evoluciona. Las herramientas están influenciadas por la cultura, y su uso es una vía para la acumulación y transmisión del conocimiento social. Las herramientas influyen tanto en los actores como en la estructura.
- División del trabajo - estratos sociales, estructura jerárquica de la actividad, división de las actividades entre los actores del sistema.
- Reglas - convenciones, directrices y normas que regulan las actividades en

el sistema. La teoría de la actividad ayuda a explicar cómo las estructuras sociales y la organización social median la acción social.

Entonces, ¿cómo puede la teoría de la actividad ayudar realmente a construir un buen sistema de IoT? Un problema con las actividades y sus estructuras más básicas (intuición, sentido común) es que pueden ser diferentes para personas distintas. Además, pueden no ser lo suficientemente específicas (uno de los principales problemas al desarrollar un marco o arquitectura genérica de IoT). ¿Cómo distinguir las actividades de las no-actividades? ¿Se pueden dividir las actividades en unidades más pequeñas? ¿Qué papel juega la tecnología en la actividad humana? Para responder a estas y otras preguntas similares, HCI necesita un concepto de actividad más elaborado. Tal concepto es ofrecido por la teoría de la actividad.

Uno de los principales conceptos que introduce la teoría de la actividad es la división de las necesidades en tres dimensiones, a saber: motivos, objetivos y condiciones. Esta división puede ser muy útil cuando se define lo que un usuario necesita y cómo puede conseguirlo.

- Los motivos son la abstracción última de una necesidad, su intención interna (por ejemplo, cuando se enciende la calefacción, su motivo puede ser tener invitados en casa e intentar que se encuentren lo más cómodos posible).
- Las metas son el objetivo de una necesidad (volviendo al ejemplo anterior, su objetivo sería simplemente dejar de estar en un ambiente frío).
- Las condiciones son la realidad objetiva de una necesidad, el mecanismo subconsciente que despierta esa necesidad (para el ejemplo anterior la condición sería la presencia de temperatura ambiente demasiado baja).

Otro concepto importante que presenta la teoría de la actividad es la mediación. La mediación afirma que la percepción de un usuario sobre su realidad

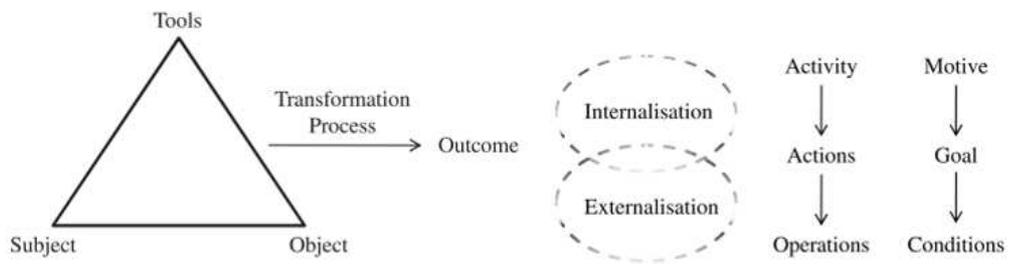


FIG. 1. The basic structure of activity theory.

TABLE 1. Description of the basic terms.

Activity: Not necessarily conscious, but may become conscious “WHY”	Governed by motive/ motives (Collective)
Actions: Conscious “WHAT”	Governed by goals (Individual or group)
Operations: Conscious when learned but can become unconscious or automatic in routine. “HOW”	Governed by conditions (Nonconscious)

Figura 4.5: Explicación gráfica de la teoría de la actividad.

puede cambiar dependiendo de las herramientas que el mismo posea. Por ejemplo, suponiendo un adulto y un adolescente, el adulto probablemente tendrá un coche y carnet de conducir, pero el adolescente ninguna de las dos cosas. Dadas dichas circunstancias, la percepción de una distancia para el adulto es muy diferente de la percepción del adolescente.

En conclusión, conceptos como la orientación a objetos, la mediación, las dimensiones de la necesidad o la división del trabajo pueden ayudar mucho a la hora de construir un sistema de IoT centrado en el ser humano. En las siguientes secciones se verá hasta qué punto.

4.3.2. Teoría de las acciones situadas

La teoría de las acciones situadas nace de la teoría de la actividad, como una adición a su enfoque. Esta teoría hace hincapié en la capacidad de conocimiento de los actores (usuarios) y la forma en que utilizan el sentido común y los procesos mentales subconscientes para producir, analizar y dar sentido a las acciones de los demás y sus circunstancias locales o situadas. Es decir, entendimiento para hacer las cosas. [29]

En lugar de intentar abstraer la acción lejos de sus circunstancias y representarla como un plan racional, el enfoque de esta teoría es estudiar cómo las personas utilizan sus circunstancias para lograr acciones inteligentes. [30]

Dentro de esta teoría aparecen tres conceptos que pueden ser bastante útiles para definir un sistema contextual de IoT: la indexicalidad, ad hoc y la inteligibilidad mutua.

La indexicalidad se centra en la idea de que la comunicación y las acciones a menudo sólo pueden entenderse en referencia al entorno que rodea a los usuarios (por ejemplo, el proceso de señalar el botón de una fotocopiadora y decir 'hay que pulsar aquí'. Dejando claro qué significado tiene 'aquí' por el entorno que lo rodea).

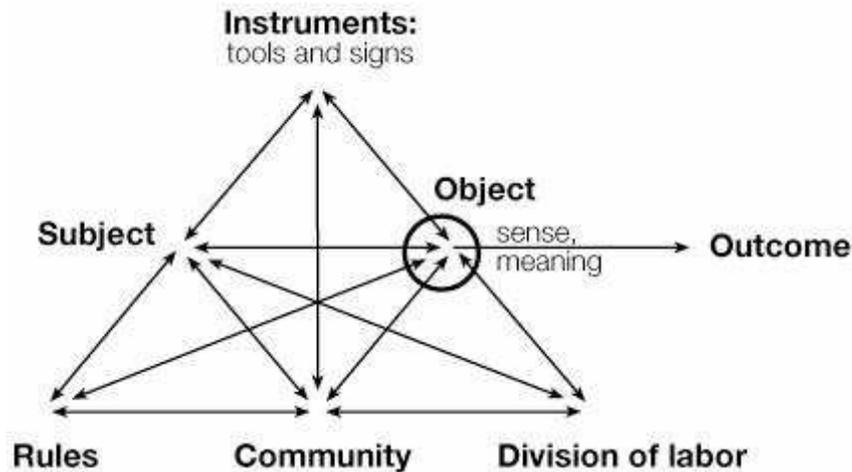


Figura 4.6: Explicación gráfica de la teoría de las acciones situadas.

Ad Hoc es una frase latina que significa 'para este propósito'. La idea que capta es la de acciones o soluciones que se toman para un propósito específico, no para el propósito general. Su relevancia con respecto a la teoría de las acciones situadas es que además de su propósito general, muchas acciones tienen este carácter 'ad hoc' (por ejemplo, además de tener un plan general sobre cómo utilizar una fotocopidora, algunas acciones podrían desencadenarse de forma improvisada en respuesta a eventos específicos - como cuando ocurre un atasco de papel, o cuando se desea encender la calefacción porque hay invitados en casa pero de repente el termostato no funciona).

Por último, la inteligibilidad mutua captura la idea de que cuando hay otras personas, un usuario puede entender lo que están haciendo y a su vez ellos pueden entender lo que el usuario está haciendo. Mutua (dos personas cada uno) e inteligibilidad (puede entender). La relevancia de este concepto es que no es posible alcanzar este nivel de inteligibilidad mutua con una máquina como una fotocopidora, haciendo hincapié en la importancia del factor humano y la sociabilidad.

En resumen, lo que puede extraerse de la teoría de las acciones situadas

es que las interacciones humanas son una interacción instrumental (este concepto está vinculado con el concepto de mediación introducido por la teoría de la actividad) es decir, cuando los usuarios realizan acciones guiadas por su objetivo, su funcionalidad. Además, esta teoría subraya que los seres humanos trabajan mediante interacciones procedimentales, lo que significa que todas estas acciones pueden dividirse en una secuencia de acciones más sencillas, haciéndolas más fáciles de procesar mediante la inteligencia artificial.

Algunas propuestas de sistemas IoT entienden las acciones humanas como si estuvieran predefinidas, dando por sentado que el comportamiento humano puede ser siempre predecible sin excepciones, tal y como funciona una máquina. Desde el punto de vista de las acciones situadas esto es un gran error, ya que una planificación excesiva no orienta las acciones reales de un usuario (tal y cómo se expresó en el ejemplo de la fotocopidora).

Para concluir, esta teoría apoya la división de necesidades presentada por la teoría de la actividad, ya que la indexicalidad y ad hoc representan condiciones y objetivos respectivamente. El concepto que expone de las acciones humanas podría ser realmente útil al desarrollar un sistema IoT, dividiendo las acciones en acciones más simples y no tomando el comportamiento como algo predefinido.

4.3.3. Cognición distribuida

A diferencia de las teorías anteriores, ésta es mucho más simple, aunque no por ello su contenido es menos interesante.

La cognición distribuida es una rama de la ciencia cognitiva que propone que la cognición y el conocimiento no están confinados dentro de un único individuo; sino que se distribuye entre objetos, individuos y herramientas en el ambiente. Se puede distribuir incluso a través del espacio y el tiempo.

Esta teoría constituye más bien un interesante marco descriptivo que des-

cribe los sistemas de trabajo humano en términos computacionales. Es útil para analizar situaciones que implican la resolución de problemas. Además, ayuda a comprender el papel y la función de las estructuras que representan información en las etapas tempranas del desarrollo de proyectos de ingeniería, por lo tanto, tiene implicaciones para el diseño de la tecnología en la mediación de la actividad, ya que los diseñadores del sistema tendrán un modelo más fuerte y claro del trabajo. [31]

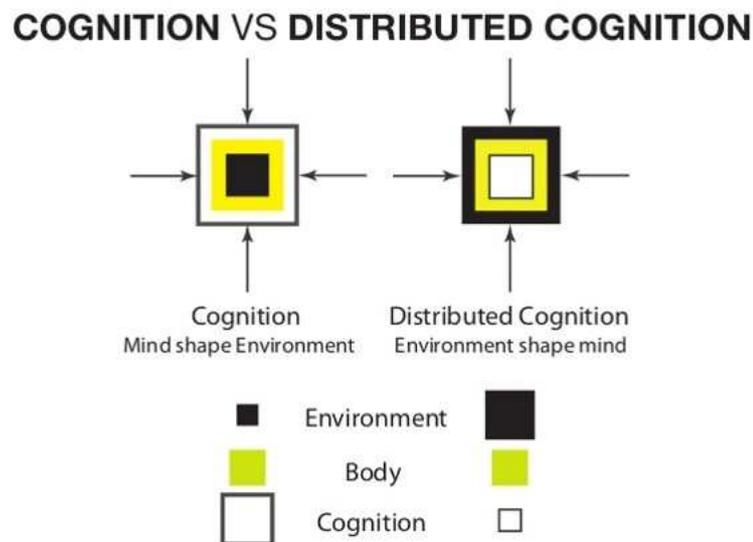


Figura 4.7: Explicación gráfica de la teoría de la cognición distribuida.

El enfoque de la cognición distribuida tiene tres componentes clave: [32]

Información que se encuentra en representaciones de interacciones. Coordinación de la enacción entre agentes incorporados (la expresión 'conocimiento enactivo' refiere a aquello que se adquiere a través de la acción de un organismo en el mundo). Contribuciones ecológicas a un ecosistema cognitivo.

¿Cómo puede extrapolarse todo esto a un sistema IoT? En esta ocasión es bastante intuitivo, por ejemplo, tener una sala de IoT, con diferentes sensores y dispositivos como sensores de luz, presencia, ruido, temperatura y humedad.

Todos estos sensores pueden tomarse como extensiones de la cognición del usuario, ya que le proporcionan información de la habitación que él no podría haber obtenido por sí mismo. En otras palabras, el usuario recibe información de la habitación gracias a estos sensores, de la misma forma que recibiría información de sus propios sentidos, formando así parte de su conocimiento. Por ejemplo, el usuario no solo es consciente de la temperatura de su hogar por lo que siente a través de su piel, sino también gracias a las cifras que le muestran sus sensores.

Este punto de vista puede ser particularmente útil en el diseño de un sistema IoT, ya que propone un enfoque centrado en el ser humano en el que sólo existe un elemento cognitivo, el usuario. Otra interpretación de esta teoría podría ser, dado un sistema centralizado encargado de recibir información de múltiples sensores, también tomaría en cuenta la información procedente directamente del usuario, como si fuera otro sensor.

4.3.4. Estudio sobre usuarios y pérdida de control

Esta sección tiene como objetivo proporcionar una breve reflexión sobre cuál es el nivel de control más adecuado que un usuario debe tener en un sistema basado en el contexto.

En [33], los investigadores definen tres niveles de interactividad entre un dispositivo de computación móvil y su usuario: la personalización, las aplicaciones pasivas y las aplicaciones activas.

La personalización, a veces también conocida como adaptación, es una característica común de las aplicaciones informáticas. Limitando este ejemplo a la informática móvil, existe las opciones de configuración en smartphones, para las cuales algunos estudios exponen que la mayoría de los usuarios utilizan la configuración predeterminada o tan solo cambian un pequeño subconjunto de las posibles características. [34]

Las aplicaciones activas son aquellas que gracias a la información aportada por la base de datos de sensores, cambian su contenido de forma autónoma. Por otra parte, las aplicaciones pasivas simplemente presentan el contexto actualizado al usuario y le permiten especificar cómo debería cambiar la aplicación. Un ejemplo sencillo de una aplicación activa sería el smartphone al cambiar su uso horario automáticamente al entrar en una nueva zona horaria. En una aplicación pasiva, el teléfono móvil solicita al usuario información sobre el cambio de zona horaria y le permite al usuario elegir si se debe actualizar el uso horario o no.

Regresando al ejemplo previo, el usuario cuenta con tres aplicaciones: una que controla automáticamente la temperatura de su casa de forma independiente, otra que siendo consciente de la temperatura muestra sugerencias de cambio al usuario y le informa de su situación actual, y una última que simplemente sirve para regular el termostato.

Se realizó un experimento comparando las respuestas de los usuarios con diferente aplicaciones, representando estos tres niveles de interactividad. Una vez finalizado el experimento, encontraron que los usuarios se sentían menos cómodos al usar aplicaciones que hacían uso del contexto de forma activa que con aplicaciones personalizadas, ya que sentía que perdían el control frente a la tecnología. Sin embargo, a la hora de obtener resultados, los usuarios se sentían más complacidos por los obtenidos de aplicaciones activas.. Un factor comúnmente observado es que, aunque los usuarios potenciales pueden rechazar una tecnología a priori, pueden adoptarla si sus resultados son convincentes y sus beneficios evidentes.

Como conclusión se puede extraer que los usuarios están dispuestos a aceptar la autonomía de las aplicaciones, siempre y cuando la utilidad de una aplicación sea mayor que el hecho de perder el control sobre ella.

Este tipo de estudio puede ayudar a los desarrolladores y diseñadores para

superar algunos de los desafíos que se establecieron previamente en la sección 'Retos' tales como la sensación de pérdida de control, sentido de invasión y disminución de las capacidades humanas. Lo ideal sería crear un sistema en el cual merezca la pena perder el control en pos de sus características y beneficios.

4.3.5. Conclusiones

De todas estas teorías se pueden extraer conclusiones muy interesantes, expuestas en cada una de sus subsecciones, pero en términos más generales la idea principal que puede extraerse de todas ellas es que las personas deben ser el eje de desarrollo de un buen sistema de IoT .

En realidad, es imposible entender una aplicación consciente del contexto sin contar con la psicología humana. La vida humana es variable, sociable, dinámica y cambiante: no puede entenderse guiada por los desarrollos tradicionales de software.

De hecho, los sistemas conscientes del contexto pueden tener un gran impacto y beneficios a niveles psicológicos en algunas ocasiones, proporcionando más independencia y una mejor manera de comunicarse con los demás y su entorno a personas con determinadas dificultades (discapacidad, aislamiento, enfermedad...).

En las próximas secciones, los conceptos de estas teorías se aplicarán en la definición del concepto 'Situational Context'.

4.4. Situational context: Definición

En esta sección se detalla la definición del concepto 'Situational Context', que proporciona la base teórica que sostiene el resultado de este trabajo de fin de máster.

En primer lugar, la definición centra su campo de aplicación en un único

usuario individual, ya que una vez definido el contexto para un usuario, puede extrapolarse para su interpretación en un entorno social.

El punto de partida es elegir qué elementos van a tener un papel protagonista a la hora de definir el contexto. El protagonista absoluto queda, por supuesto, bastante claro: el usuario. Tomando como base la teoría de la actividad se pueden obtener otros, tal y como se indicó en (actividad de sección) siendo sus tres componentes principales: sujeto (usuario), instrumentos y objetos. Estos componentes serán los elegidos para la definición, sufriendo ligeros cambios.

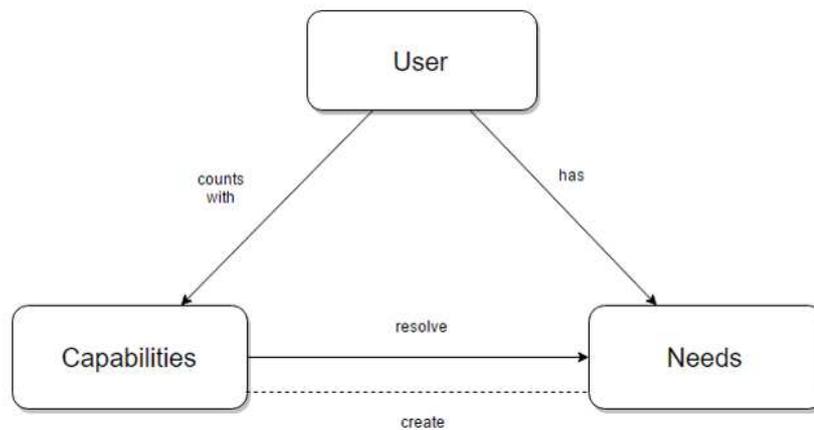


Figura 4.8: Elementos de 'Situational Context'.

En este caso, los instrumentos serán herramientas utilizadas por los usuarios para interactuar con su entorno y satisfacer sus necesidades (objetos). Pero, ya que la teoría de la cognición distribuida subraya que las herramientas no son herramientas en sí, sino una extensión de las capacidades individuales; los instrumentos pasan a ser denominados capacidades en esta propuesta.

Durante la teoría de la actividad, los objetos representan tanto a elementos tangibles como intangibles, presentes en la vida de los usuarios, en el medio que los rodea y en sus necesidades. En esta ocasión, el concepto de objeto se

centra a su significado de necesidades intangibles.

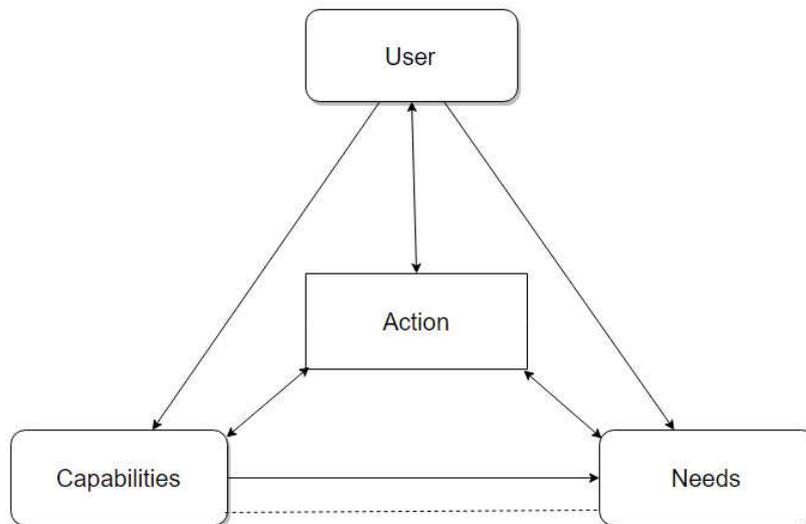


Figura 4.9: Acciones como el eje central de 'Situational Context'.

Por lo tanto, una primera definición de 'Situational Context' lo conceptualizaría como un sistema en el que un usuario interactúa con capacidades y necesidades. Este usuario cuenta con capacidades y tiene necesidades, capacidades que son capaces de resolver necesidades pero también de crearlas (concepto de mediación). Y, por supuesto, teniendo en cuenta la teoría de la actividad, todos estos elementos interactuarían entre sí por medio de acciones. Los usuarios realizan acciones utilizando capacidades y resolviendo sus necesidades, a su vez, las capacidades ejecutan acciones con el fin de resolver las necesidades de los usuarios. Por último, las necesidades se resuelven mediante acciones.

Ahondando más en el concepto de necesidades, estas quedarán divididas en las tres dimensiones presentadas por la teoría de la actividad: motivos, objetivos y condiciones. (En el ejemplo de la calefacción serían: hay que mantener cómodos a los invitados que se encuentran en casa, dejar de pasar frío, temperatura baja).

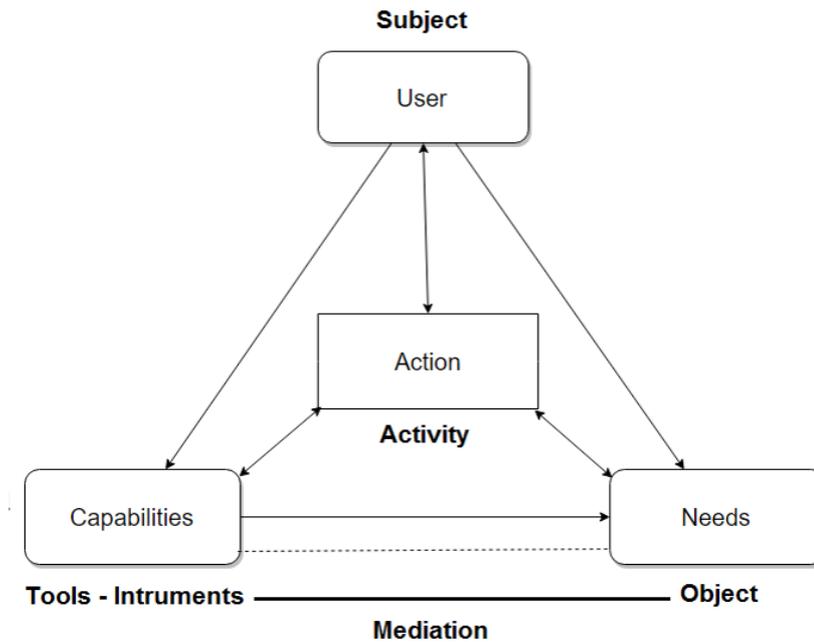


Figura 4.10: 'Situational Context' inspirado por la teoría de la actividad.

Volviendo al punto de vista de la teoría de las acciones situadas, las acciones serán analizadas como una secuencia de sub-acciones y nunca se asumirá que el comportamiento de los usuarios es estático.

Además, el concepto de acción podría definirse utilizando los conceptos indexicalidad y ad hoc, ya que el primero se relaciona directamente con las condiciones y el segundo con los objetivos. Las condiciones pueden obtenerse a través de capacidades que también tendrían un objetivo: resolver una necesidad. Dichas necesidades tendrían un objetivo intrínseco, y quedarían definidas muchas veces por tan solo las condiciones. Todo estaría conectado. Por tanto, la combinación de los conceptos de capacidades y necesidades da como resultado la definición de una acción.

Volviendo a la teoría de la cognición distribuida, en esta definición la cognición estaría formada por la suma de las capacidades internas de los usuarios y las capacidades externas del entorno (capacidades per se). Esta cognición

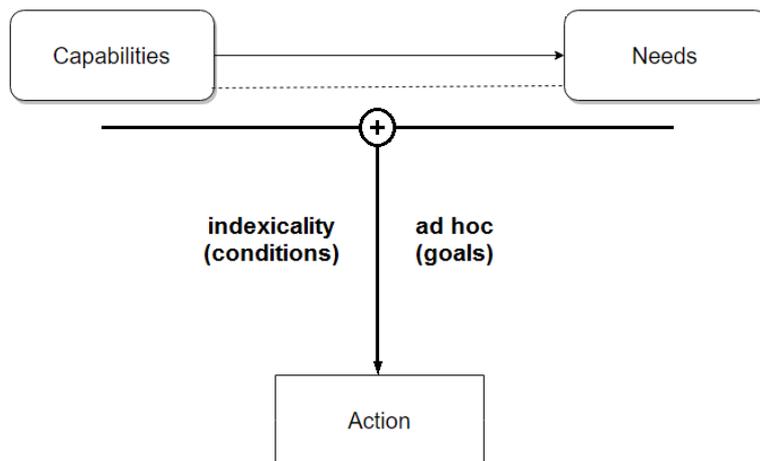


Figura 4.11: 'Situational Context' inspirado por la teoría de las acciones situadas.

estaría alineada con las necesidades, ya que su objetivo principal sería resolverlas. Y de esta alineación resultarían las acciones.

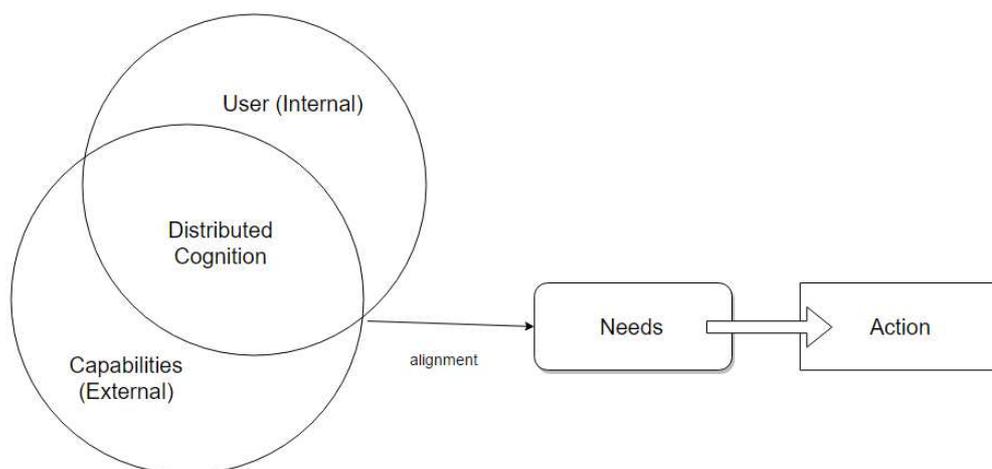


Figura 4.12: 'Situational Context' inspirado por la teoría de la cognición distribuida.

En resumen, el concepto 'Situational Context' se entiende como la unión

de las capacidades existentes en el entorno físico donde está el usuario y las necesidades que éste tiene en un momento determinado.

Las necesidades variarán en el tiempo y el espacio, es decir, con las situaciones, así como también lo harán las capacidades disponibles. Por lo tanto, es de vital importancia una estrecha relación entre la definición de situaciones y el contexto, dada a su naturaleza cambiante.

Los usuarios cuentan con capacidades y necesidades. Son definidos por los datos de su contexto implícito y explícito enriqueciendo sus perfiles a medida que el sistema los conoce mejor.

Las capacidades de los usuarios vendrán proporcionadas por todos los dispositivos IoT que los rodean. Los usuarios tienen necesidades, entendidas como una situación en la que se encuentran y objetivos a alcanzar (con diferentes niveles de abstracción).

Las necesidades se dividen en tres dimensiones: motivos, objetivos y condiciones; siendo los motivos la dimensión más básica y sobre la que se sostienen el resto de dimensiones.

Las condiciones de la necesidad de un individuo serán todos aquellos factores objetivamente analizables que supongan la aparición de un objetivo, ya sea para modificarlos (necesidades físicas, instantáneas) o para realizar una acción influenciada por ellos (modificación de comportamiento en base a varias condiciones que coinciden).

Los objetivos son por tanto, acciones directas derivadas de condiciones. A su vez, quedan divididos en una serie de acciones simples (por ejemplo, dejar de sentir frío -¿encender la calefacción, conducir desde el punto A a B).

Los motivos son la abstracción de los objetivos, su último por qué. Justifican las acciones en base a los deseos y emociones de los usuarios, no sólo por sus condiciones. (Por ejemplo, mantener a los invitados cómodos durante una visita, visitar a un familiar).

Las capacidades pueden definir las necesidades, tanto por las condiciones captadas por ellos mismos como por las posibilidades que abren. (Por ejemplo, un usuario no se preocupa normalmente por su ritmo cardíaco si cuenta con un sensor que lo monitorice). Las acciones se activan para lograr una objetivo utilizando capacidades.

Y finalmente, el contexto debe ser 'consciente' de todas las capacidades que rodean a los usuarios.

Así, respondiendo a las preguntas socráticas, el 'Situational Context' es definido por:

- Quién: los usuarios con sus perfiles, obtenidos de su contexto implícito y explícito.
- Dónde: lugar donde están los usuarios y capacidades disponibles.
- Cuándo: momento en el tiempo y sus condiciones.
- Qué: actividad y su objetivo.
- Por qué: motivo, abstracción.

Un sistema de estas características podría llevarse a cabo a día de hoy utilizando protocolos abiertos, APIs de uso público y plataformas de código abierto. Existen motores de inteligencia artificial como Google Awareness API, Tensorflow con un increíble potencial, numerosa documentación y accesibles a cualquier desarrollador que suplirían todas las necesidades de un sistema como este.

Para la conectividad podría utilizarse Bluetooth o Wi-Fi, y no existiría problema para centralizar todo el cálculo en el smartphone ya que los procesadores cada vez son más y más potentes y el consumo de batería no se vería demasiado afectado.

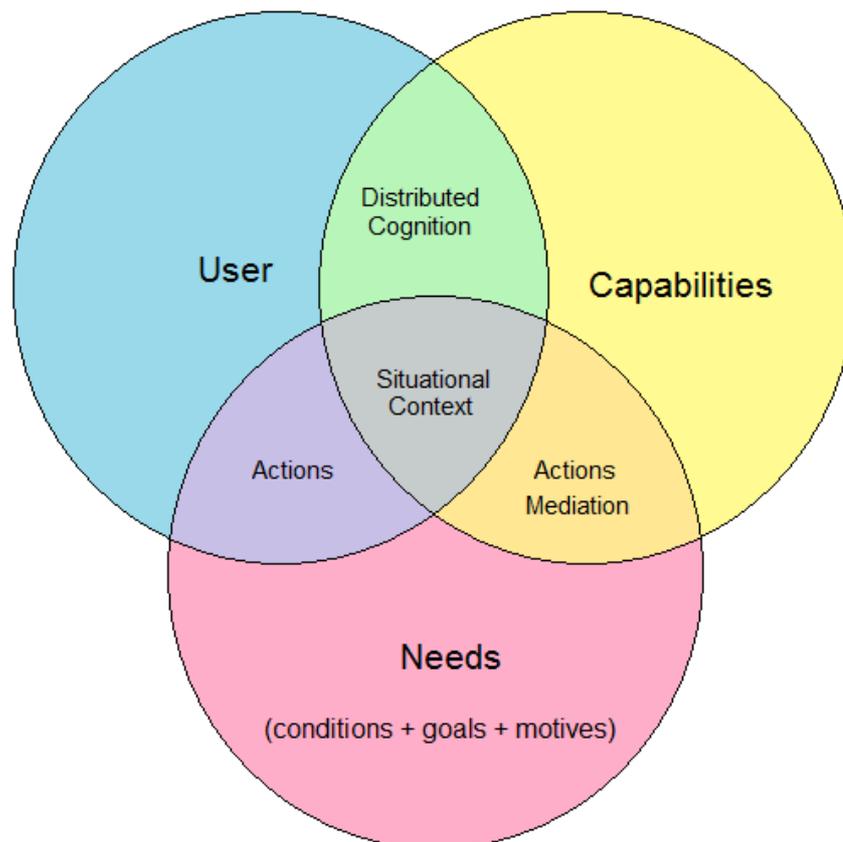


Figura 4.13: 'Situational Context': marco teórico.

El utilizar plataformas de software abierto y poder utilizar cualquier tipo de sensores hace a un sistema de estas características muy resistente a la obsolescencia programada, ya que funcionaría a modo de una estructura modular, pudiendo modificar y reemplazar lo que sea necesario a medida que la tecnología cambie, permaneciendo de este modo la esencia propuesta intacta y ahorrando costes.

Una vez que el marco teórico queda definido, es el momento de estudiar cómo podría encajar en las líneas actuales del mercado y sus tendencias, y qué oportunidades de negocio podrían explotarse gracias a él.

4.5. Análisis del mercado relacionado con el IoT

En esta sección se analizarán las diversas tendencias de mercado relacionadas con el IoT, y cómo estas pueden encajar en la definición propuesta de 'Situational Context'. Asimismo, se examinarán tendencias en los elementos constituyentes de esta tecnología, como son los smartphones. También se analizarán qué nuevas perspectivas y preocupaciones están tomando las empresas y sus consumidores y cómo un sistema de estas características podría entrar en juego respecto a ellas.

4.5.1. Smartphone

Dado que una de las ideas principales de la propuesta 'Situational Context' es que todo un sistema IoT se encuentre centralizado en el smartphone de los usuario, permitiendo un control total sobre el mismo a través de este dispositivo; parece intuitivo analizar cómo se encuentra el sector de la tecnología móvil a 2017 y cuáles son sus perspectivas de futuro.

Por una parte, en fuentes como [35, 36] se señala que a día de hoy más de un 80 % de la población mundial posee un teléfono móvil, de los cuales más de dos billones son teléfonos inteligentes o smartphones. Esto significa que alrededor de un cuarto de la humanidad posee un smartphone.

Es un producto ideal en términos de penetración de mercado, ya que pese a como se puede observar en la siguiente imagen, aunque el crecimiento en ventas esté comenzando a bajar (lógico, dado el actual número de usuarios) es un producto perfectamente establecido, que constituye un nicho en sí y sin el cual una inmensa cantidad de sus usuarios ya no concibe su vida diaria.

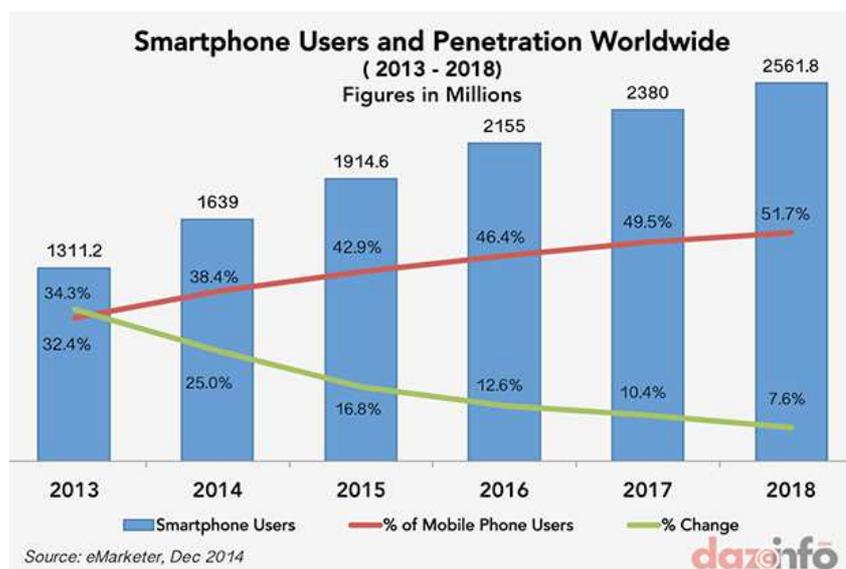


Figura 4.14: Crecimiento de ventas de smartphones.

El usar un dispositivo con estos términos relativos a penetración, aceptación e integración supondría salvar gran parte de los obstáculos mencionados en 'Retos', ya que los usuarios de un entorno IoT centralizado en el móvil no percibirían el salto de la tecnología móvil a la pervasiva IoT de forma tan drástica y agresiva. No sería necesario pegar otro gran salto tecnológico, resultaría tan sencillo como aprender a utilizar una nueva app. Al concebir gran parte de los usuarios su teléfono móvil como parte indispensable de su vida

diaria, el recelo y miedo a la invasión por parte de esta nueva tecnología se vería muy reducido.

Por otra parte, de acuerdo a [37], el mercado global sigue prefiriendo como sistema operativo Android antes que iOS, concretamente con una cuota de mercado del 87% para Android y un 12 para Apple de acuerdo a datos del tercer trimestre de 2016. Mientras que en América la cuota de la marca de la manzana es ligeramente superior (abarcando prácticamente la mitad del mercado [38]), en Europa tres de cada cuatro usuarios prefieren Android. Esta diferencia se basa principalmente en diferencias culturales y socioeconómicas, pero refleja una clara disposición a nivel mundial a favor de los sistemas abiertos y en contra de los entornos cerrados, filosofía que casa a la perfección con la propuesta 'Situational Context'. Esta inclinación se acentúa en tierras europeas, donde existe una mayor preocupación por el compromiso social y la innovación social digital (factores que se analizarán posteriormente).

Con relación al uso que dan los consumidores de sus terminales, más de un 96% de ellos lo utiliza principalmente en casa, seguido de en la calle por un 80%, diferencia significativa. Este porcentaje denota un hábito ya establecido y con el que el consumidor se encuentra agusto. La creación de sistemas en el hogar que puedan ser manejados mediante el móvil es un nicho con aún mucho margen de explotación, en dónde encajaría perfectamente la propuesta.

En 2013, la cantidad de usuarios de internet móvil superó por primera vez en la historia a los usuarios de internet de escritorio, y sigue en alza.

En conclusión, la idea de aunar un sistema IoT y manejarlo desde el smartpho-
ne es una baza con una gran poder en términos de mercado. Es un producto establecido, cuyas tendencias de uso casan con muchos aspectos de la propuesta y que aún se encuentra en expansión.

4.5.2. Internet of Things

Tras analizar la situación de los smartphones en el mercado, parece lógico que el siguiente paso sea analizar la situación actual del Internet de las Cosas.

De acuerdo a fuentes como [39, 40], la adopción del IoT está aún en una etapa muy temprana, tan solo un tercio de las organizaciones europeas comienzan a trabajar con datos IoT, de las cuales un 36 % se encuentran en una fase muy temprana y tal solo el 10 % afirman estar en una etapa avanzada.

Dentro de estas empresas más desarrolladas, los principales objetivos son impulsar el ahorro y la eficiencia y mejorar la experiencia del cliente. De nuevo, aparece la idea del cliente como centro del producto, tal y como en la propuesta 'Situational Context'.

Por otra parte, de acuerdo a [41], se proyecta que habrá 34 mil millones de dispositivos conectados a Internet en 2020, frente a 10 mil millones en 2015. Los dispositivos IoT representarán 24 mil millones, mientras que los dispositivos informáticos tradicionales (por ejemplo, smartphones, tablets, smartwatches, etc.) quedarán reducidos a 10 mil millones.

Casi 6 trillones de dólares se gastarán en soluciones IoT durante los próximos cinco años. Las empresas serán las primeras adoptadoras de las soluciones IoT, centrándose en reducir costes de operación; aumentar la productividad; y expandirse a nuevos mercados o desarrollar nuevas ofertas de productos.

Los gobiernos se centran en aumentar la productividad, reducir los costes y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. Creemos que serán los segundos adoptantes más grandes de los ecosistemas de IoT.

Los consumidores se quedarán a la zaga de las empresas y los gobiernos en la adopción de IoT. Aún así, van a comprar una gran cantidad de dispositivos e invertir una cantidad significativa de dinero en ecosistemas de IoT, aumentando poco a poco a tasa de adquisición.

El hecho de existir un paradigma genérico impulsaría enormemente el desa-

rollo de esta tecnología, abaratando costes y proporcionando soluciones de mayor calidad.

La idea de mantener al ser humano como pilar indiscutible de la tecnología se alinea a la perfección con el deseo de las empresas de expandirse y desarrollar nuevos productos, con el de los gobiernos de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y supondría la mejor estrategia para llegar al consumidor final.

Por otra parte, en la siguiente imagen se puede observar un compendio de las principales startups tecnológicas del año 2015, aunadas bajo su campo de aplicación. Estos pueden resumirse en 9: ciberseguridad, fitness, energía, smart home, industrial, retail, salud, agricultura y productos software.

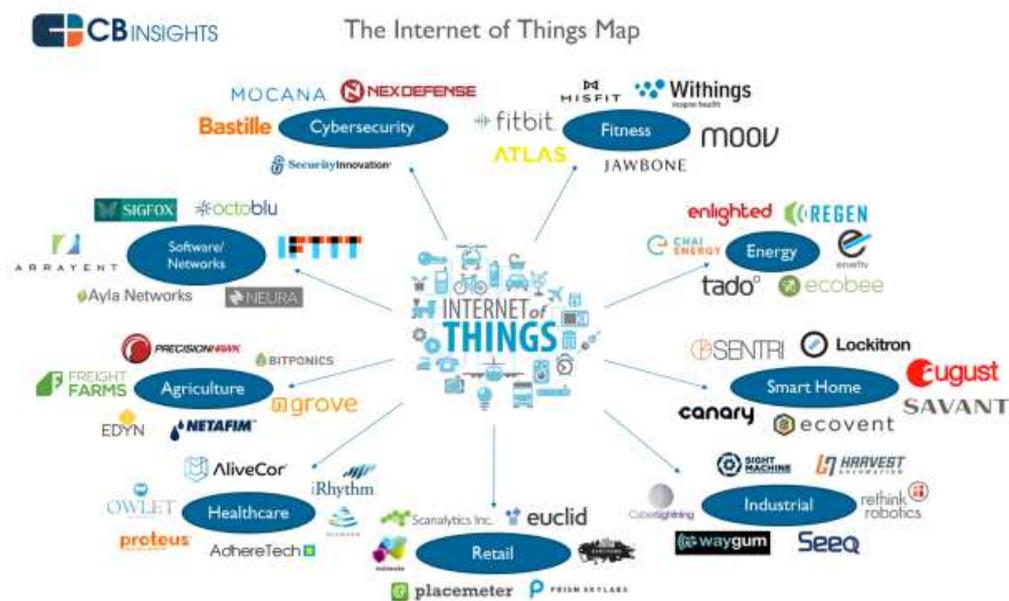


Figura 4.15: Principales sectores de startups en el 2015.

La propuesta 'Situational Context' podría abrirse hueco en varias de estas tendencias:

- Ciberseguridad: aportando mecanismos para salvaguardar los datos de los usuarios y manteniéndolos seguros tanto dentro de él como en el

proceso de transmisión de los propios sensores.

- **Fitness:** permitiendo una monitorización completa del usuario mediante diversos sensores, pudiendo aplicar la propuesta a mecanismos de prevención de lesiones o simplemente de seguimiento.
- **Energía:** permitiendo al usuario monitorizar el consumo de su casa, establecer patrones para activar/desactivar electrodomésticos, e identificar en qué gasta más y cómo poder reducir sus facturas.
- **Smart Home:** el control del hogar del usuario en la palma de su mano mediante su smartphone.
- **Salud:** los sistemas de gerontecnología (que ya de por sí podría constituir un campo de estudio aparte y que tiene un futuro muy prometedor en términos de negocio) tales como el que los autores plantean en [42] se integrarían de forma natural en un entorno 'Situational Context'. En general, todos los sistemas de salud lo harían, ya que el fin último sería velar por el propio usuario.
- **Productos software:** dada la naturaleza heterogénea de los entornos IoT y las infinitas posibilidades que se abren a nivel de software, las posibilidades en este campo son vastísimas. Siguiendo los criterios de la propuesta se podrían desarrollar apps y capas de software de orquestación de sensores o monitorización que podrían ser muy interesantes.

En conclusión, las oportunidades de negocio que se abren en el campo de IoT son gigantescas, y el adoptar las directrices de la propuesta 'Situational Context', podría impulsar no solo su desarrollo, sino también su calidad, su capacidad de penetración el mercado, la capacidad de ganar la confianza de los usuarios y obtener una mayor facilidad para abarcar diversos campos de aplicación.

4.5.3. Nuevas tendencias empresariales

A medida que cambia la tecnología también lo hace la sociedad, y por ende las empresas y mercados.

De acuerdo a la Asociación para el Progreso de la dirección (APD) y el Congreso de Directivos CEDE [43] , existen una serie de tendencias que están cambiando radicalmente la forma de concebir las empresas, se podrían dividir en 5 tendencias principales:

- El planeta 'protesta': escasez de recursos, cambio climático y demografía.
- La sociedad y la ciudadanía ¿colaborativa o individual?
- La tecnología se hace omnipresente.
- La empresa y los 'stakeholders' cambian su relación
- La persona en el centro.

La propuesta 'Situational Context' se alinea a la perfección con varias de estas tendencias y sus subtendencias:

- Con respecto a la primera, ya se ha hablado previamente en este trabajo de las bondades del IoT con respecto al aumento de la población y su envejecimiento.
- El concepto de crear un paradigma genérico casa muy bien con el concepto de economía colaborativa. Asimismo, las líneas abiertas por 'Situational 'Context' se podrían aplicar perfectamente a la construcción de Smart Cities.
- La omnipresencia de la tecnología en su máximo esplendor: el IoT. Y con él vienen la innovación en salud, el big data, la ciberseguridad, la inteligencia artificial, etc.

- Innovaciones en la empresa, con un auge de la responsabilidad social corporativa, la economía social y sostenible y cuadrar al cliente como protagonista.
- La persona como el centro de todo, poco se puede añadir en este campo respecto a todo lo que se ha dicho ya en este trabajo.

Por otra parte, se puede definir la responsabilidad social corporativa (RSC) como: el compromiso voluntario de la organización con el desarrollo de la sociedad y la preservación del medio ambiente. Se aplicaría practicando un comportamiento responsable con sus grupos de interés, es decir, atendiendo la empresa a la satisfacción de las necesidades relacionadas con ella que le plantean sus grupos de interés.

El aplicar RSC está en auge, y una empresa que trabajase con la propuesta por una parte saciaría las necesidades del principal de sus stakeholders: el cliente (bajo el punto de vista del cliente como el centro de la actividad empresarial). Existe un nicho en tecnología comprometida con el usuario, que aunado al nicho que aún supone el IoT abre multitud de oportunidades.

No solo mantendría la felicidad de sus clientes y los fidelizaría sino que además crearía una marca basada en estos valores y moral, aspecto muy valorado por los mercados en los últimos tiempos.

Por otra parte cabe destacar el concepto de economía social. De acuerdo a [44] constituye una parte de la realidad social 'situada entre la economía pública y la economía capitalista' y con potencial de ser una alternativa a estas, que se denomina economía social, ha dado luz a otras voces como tercer sector, tercer sector solidario, sector voluntario, sector no lucrativo, sector solidario, economía solidaria, iniciativa social y otras locuciones, que designan realidades muy próximas. Aún considerando la existencia de una auténtica inflación de vocablos en este campo, en la actualidad es posible afirmar que las concepciones principales de esta realidad social que pugnan por economía

plural, actuando tanto en el ámbito del mercado como en el no mercado en pro de un desarrollo social y económico colectivo no excluyente.

El IoT es una gran oportunidad para la economía social y, en un momento en el que los mecanismos de control de la nueva infraestructura de IoT están en juego, la economía social se vuelve una necesidad para construir una Internet de las personas. Conclusiones

En base al análisis desarrollado a lo largo de esta sección, se puede concluir que un sistema IoT basado en la propuesta 'Situational Context' tiene muchas posibilidades de éxito y de ser aceptado en el mercado.

El IoT constituye una tendencia en sí con todo lo que ello supone a nivel empresarial, pero además la tecnología en la que se basa tiene un enorme potencial y la filosofía de la propuesta casa a la perfección con las nuevas corrientes empresariales y preocupaciones sociales.

4.6. IoT para mejorar el mundo

En esta sección se tratan corrientes más altruistas en las que un sistema IoT basado en la propuesta 'Situational Context' puede jugar un papel clave, sin perder de vista la perspectiva empresarial. En concreto, se explorará el programa marco de investigación e innovación de la Unión Europea: Horizonte 2020, las nuevas tendencias de la innovación social digital y los llamados retos globales de la humanidad u objetivos del milenio.

4.6.1. Horizonte 2020

La Unión Europea concentra gran parte de sus actividades de investigación e innovación en el Programa Marco denominado Horizonte 2020 (H2020) [45]. En el período 2014-2020 y mediante la implantación de tres pilares, contribuye a abordar los principales retos sociales, promover el liderazgo industrial en

Europa y reforzar la excelencia de su base científica.

España ha conseguido 1.934 millones de euros en los tres primeros años (2014-2017) del programa europeo de I+D+i Horizonte 2020, el 9,8 por ciento del total, lo que le convierte en el cuarto receptor de estas ayudas europeas por detrás de Alemania (17%), Reino Unido (16,5%) y Francia (11,1%).

Los objetivos estratégicos del programa Horizonte 2020 son los siguientes:

- Crear una ciencia de excelencia, que permita reforzar la posición de la UE en el panorama científico mundial.
- Desarrollar tecnologías y sus aplicaciones para mejorar la competitividad europea
- Investigar en las grandes cuestiones que afectan a los ciudadanos europeos, centrándose en:
 - Salud, cambio demográfico y bienestar
 - Seguridad alimentaria, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y de aguas interiores y bioeconomía
 - Energía segura, limpia y eficiente
 - Transporte inteligente, ecológico e integrado
 - Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas
 - Europa en un mundo cambiante: Sociedades inclusivas, innovadoras y reflexivas
 - Sociedades seguras: proteger la libertad y la seguridad de Europa y sus ciudadanos.

Un proyecto basado en la propuesta 'Situational Context' tendría una gran relevancia en el proyecto ya que se da especial atención a aquellas propuestas

que se abarquen bajo los bloques tecnológicos y de retos sociales; aún más si abarca ambas.

Lo que es más, el proyecto 'Horizonte 2020' abarca convocatorias específicas para proyectos IoT, como la que se está llevando a cabo desde principios de 2016 hasta finales de este año 2017 [46]. Esta convocatoria se centra en arquitecturas de plataformas para objetos inteligentes, inteligencia integrada y redes inteligentes.

En definitiva, este proyecto podría suponer un gran empujón para transformar esta propuesta en una PYME, pudiendo recibir financiación y apoyo para el emprendimiento por su parte.

4.6.2. Innovación Social Digital

La Innovación Social Digital (o ISD) es un tipo de innovación social colaborativa en la cual los innovadores, los usuarios y las comunidades colaboran utilizando las tecnologías digitales para crear conocimiento y soluciones de forma conjunta.

Este componente colaborativo implica que la innovación ya no se entiende como un proceso lineal en que las actividades de I+D de una organización generan automáticamente nuevos productos o servicios, sino como un proceso complejo, dinámico e interdependiente, en el cual participan diferentes stakeholders.

De este modo, la innovación no solo crea nuevos productos o servicios (innovación de productos/servicios), sino también nuevos métodos de producción (innovación de procesos) y nuevas formas organizativas (innovación organizativa), da acceso a recursos inexplorados y genera nuevos sistemas de valores con capacidad para transformar las normas y las instituciones sociales.

Pese al potencial carácter social de la tecnología, la innovación digital que se ha desarrollado específicamente para incidir positivamente en un cambio

social se halla todavía en ciernes, con pocos servicios a escala global. Por ello, la innovación social digital es todavía un área de estudio emergente.

A través de todo el continente europeo existen multitud de personas que están utilizando la tecnología y los medios digitales para afrontar retos sociales. Estos retos se centran sobretodo en los campos de empleo, medioambiente, educación, salud, democracia y transparencia.

En la actualidad, en Junio de 2017 existen más de 1100 proyectos y 2000 organizaciones orientadas a cumplir estos fines. Los países con mayor concentración de organizaciones y proyectos de este tipo son: Reino Unido, España, Francia, Italia, Holanda y Alemania.

Bajo esta perspectiva se puede encontrar que la infraestructura social está convergiendo con el Internet de las Cosas (IoT) creando un nuevo fenómeno conocido como Social IoT, donde se reúne la infraestructura social de la IoT. [47]

Grandes volúmenes de datos combinados con un análisis adecuado y rápido se traduce en una vida mejor, más inteligente y más productiva para muchos usuarios de las tecnologías del IoT. Los hogares inteligentes, como ejemplo, hacen uso de análisis en tiempo real y de seguimiento junto con las tecnologías de automatización y otras comunicaciones. Al comparar los resultados del análisis en tiempo real con los patrones extraídos a través de grandes volúmenes de datos, posibles desastres como inundaciones, incendios o robos se pueden marcar de forma remota y evitarlos por completo utilizando dispositivos inteligentes para el hogar. Del mismo modo, las ciudades inteligentes lo son cuando dichos sensores y dispositivos se aplican a la infraestructura pública, como el transporte y los servicios públicos.

Existe un proyecto italiano, llamado DOMUS (District Technology Home Automation) que se basa en esta idea del Social IoT y la innovación social digital, además está siendo financiado por fondos europeos del proyecto Horizonte

2020.

Entre las actividades de investigación de DOMUS, el proyecto aborda temas como la automatización doméstica para la seguridad de las personas y buscan que sus infraestructuras ofrezcan soluciones de IoT basadas en el paradigma de Social IoT.

El proyecto DOMUS tiene como objetivo crear un ambiente especializado de encuentro entre demanda y oferta de innovación, ofreciendo un nuevo potencial empresarial para crear una nueva empresa spin-off mediante la participación de todos los stakeholders y consultores, así como agencias, instituciones y asociaciones, en lugar de los socios del proyecto, para dar difusión de las iniciativas propuestas.

Es intuitivo ver como un sistema IoT basado en la propuesta 'Situational Context' se enmarca a la perfección bajo las tendencias de la innovación social digital y el social IoT. 'La revolución del IoT está en la conexión entre personas, no entre dispositivos' [48] un paradigma como el propuesto en este trabajo, podría nutrir infinidad de proyectos conectando personas de forma respetuosa, segura y económica, atendiendo a sus miedos y necesidades reales.

4.6.3. Retos globales de la humanidad

Los Objetivos de Desarrollo del Milenio [48], también conocidos como Objetivos del Milenio (ODM) o retos globales de la humanidad, son ocho propósitos de desarrollo humano fijados en el año 2000, que los 189 países miembros de las Naciones Unidas acordaron conseguir para el año 2015. Estos objetivos tratan problemas de la vida cotidiana que se consideran graves y/o radicales. En 2015 los progresos realizados han sido evaluados y por otra parte se ha extendido la lista de objetivos, ahora llamados los objetivos de desarrollo sostenible.

Hay 17 objetivos de desarrollo sostenible con 169 metas a diferencia de los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) con 21 metas. Los complejos

desafíos que existen en el mundo hoy en día exigen que una amplia gama de cuestiones estén cubiertas. Es, asimismo, fundamental abordar las causas fundamentales de los problemas y no solo los síntomas.

A diferencia de los ODM [49], que fueron elaborados por un grupo de expertos a puerta cerrada, los objetivos de desarrollo sostenible son el resultado de un proceso de negociación que involucró a los 193 Estados Miembros de la ONU y también la participación sin precedentes de la sociedad civil y otras partes interesadas. Esto llevó a la representación de una amplia gama de intereses y perspectivas. Los objetivos son de amplio alcance, ya que se abordarán los elementos interconectados del desarrollo sostenible: el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medio ambiente. Los ODM se centraron principalmente en la agenda social.

Los ODM estaban dirigidos a los países en desarrollo, en particular los más pobres, mientras que los objetivos de desarrollo sostenible se aplicarán a todo el mundo, los ricos y los pobres.

Con respecto al área de aplicación de este trabajo, se puede encontrar el objetivo número 9: construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Donde se incluyen los siguientes objetivos:

- Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos

- Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, a más tardar en 2030, aumentar de manera significativa la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados

- Aumentar el acceso de las pequeñas empresas industriales y otras empresas, en particular en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluido el acceso a créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados
- Para 2030, mejorar la infraestructura y reajustar las industrias para que sean sostenibles, usando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países adopten medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas
- Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando sustancialmente el número de personas que trabajan en el campo de la investigación y el desarrollo por cada millón de personas, así como aumentando los gastos en investigación y desarrollo de los sectores público y privado para 2013
- Facilitar el desarrollo de infraestructuras sostenibles y resilientes en los países en desarrollo con un mayor apoyo financiero, tecnológico y técnico a los países de África, los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo
- Apoyar el desarrollo de tecnologías nacionales, la investigación y la innovación en los países en desarrollo, en particular garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas
- Aumentar de forma significativa el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por facilitar el acceso universal

y asequible a Internet en los países menos adelantados a más tardar en 2020

Un sistema IoT bajo la propuesta 'Situational Context' es por definición resiliente, ya que al funcionar de forma totalmente dinámica, no existiría ningún tipo de problema al caerse alguno de los nodos que conforman la red IoT, continuando su funcionamiento de forma normal. La avería de un teléfono tampoco presenta ningún problema, ya que podría cambiarse rápidamente el terminal sin perder ningún tipo de información, la información de una cuenta puede guardarse en la nube de forma encriptada, para salvaguardar su seguridad.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la propuesta abarataría los costes de producción y por tanto de adquisición, siendo además resistente a la obsolescencia. Estas características lo convierten en un sistema no solo apto para el mundo occidental con grandes recursos económicos, sino que se podrían llevar a cualquier lugar del mundo que contase con electricidad.

Los nodos IoT, es decir, los sensores o tienen porque ser caros y de diseño, existen multitud de componentes que pueden adquirirse por menos de 1 euro, y podrían mantenerse seguros por ejemplo con carcasas impresas a partir de plástico reciclado con impresoras 3D. Con respecto a los smartphones, su coste se abarata cada día más, pudiendo encontrar smartphones por un coste inferior a 50 euros y que cumplirían con lo necesario para un sistema de estas características. Se podría domotizar una casa por un coste realmente inferior a los 100 euros.

4.6.4. Conclusiones

En esta sección se ha podido afirmar que por su propia naturaleza, un sistema IoT inspirado en la propuesta 'Situational Context' no solo tiene múltiples y prometedoras oportunidades de negocio; sino que además, se integra muy

bien con las nuevas corrientes de preocupación social, y podría optar a fondos de financiación muy importantes destinados a estos fines.

Por lo tanto, el IoT bajo este punto de vista no solo supone un negocio potencialmente muy lucrativo, sino que además podría suponer un impacto real en el mundo, mejorando la calidad de vida de las personas a múltiples niveles y promoviendo la digitalización y el acceso global a la tecnología.

Capítulo 5

Resultados y discusión

Contenido

5.1. Alcance	59
5.2. Oportunidades de negocio de la propuesta Situational Context	60
5.3. Discusión	74

Con esta sección se pretende mostrar el resultado final de este trabajo de fin de máster. Una vez que se han establecido todas las bases teóricas, y se ha procedido a una investigación multidisciplinar, es momento de extraer las conclusiones y el resultado final.

Para concluir esta sección, los resultados serán validados de acuerdo con toda la literatura revisada y discutida adecuadamente, indicando lo que se descartó y lo que se puede mejorar.

5.1. Alcance

Los resultados de este trabajo de fin de máster incluyen la definición de 'Situational Context', como se indicó en las secciones anteriores. Además,

se ha realizado un estudio de mercado analizando bajo qué tendencias se encuentra, qué nichos podría cubrir y cómo se podría explotar empresarialmente. Por último se ha reflexionado sobre cómo se enmarcaría dentro de las nuevas tendencias de innovación social y qué podría aportar a la sociedad un sistema de estas características.

Un sistema basado en esta propuesta podría ser capaz de gestionar toda la información contextual de un entorno de IoT, donde podría haber uno o más usuarios. El sistema aprendería de la rutina de los usuarios y sería capaz de adaptarse a las necesidades de cada usuario. Sería una manera fácil de gestionar los entornos IoT, centralizándolo todo en un teléfono inteligente y a su vez, respetaría la privacidad y la seguridad de los usuarios, manteniendo todos sus datos dentro de los teléfonos inteligentes, nunca llegando a manos de terceros. Presenta una solución resiliente, de calidad, resistente a la obsolescencia y comprometida con la sociedad.

5.2. Oportunidades de negocio de la propuesta Situational Context

En secciones previas se ha hablado de multitud de ámbitos en los que podría aplicarse la propuesta 'Situational Context' y cómo se encuadraría dentro del mercado, de forma muy general. Sin embargo, falta por analizar las oportunidades de negocio de un producto concreto, por ello se ha decidido analizar qué oportunidades presenta, a modo de ejemplo, un sistema IoT doméstico concebido bajo el paradigma propuesto en 'Situational Context'.

5.2.1. Introducción

En resumen, 'Situational Context' se centra en la construcción de sistemas IoT, haciendo uso del smartphone y sus capacidades como núcleo del siste-

ma. Esta decisión proporciona una solución barata y asequible para todos los objetivos, ya que es una herramienta que casi todo el mundo ya posee.

El sistema actual es capaz de adaptarse al comportamiento de los usuarios, automatizando algunas tareas, pero pidiendo a los usuarios su confirmación cuando algo no está lo suficientemente claro. De esta manera mantiene la utilidad de la inteligencia artificial facilitando su uso, por lo que el usuario no sentirá pérdida de control ante la tecnología ni se sentirá alienado por ella. Además, los usuarios podrán controlar todos los dispositivos desde sus teléfonos inteligentes en cualquier momento.

Los procesos automatizados incluyen diferentes aspectos: descubrimiento de patrones de comportamiento, diferencia entre contexto y configuración de usuarios y clasificación de tareas con espacio y tiempo.

Todo el proceso de diseño ha sido centrado en el ser humano, tratando de hacer que el usuario se sienta seguro y cómodo en cualquier momento. Todos los parámetros del sistema pueden ser configurados, permitiendo al usuario decidir qué información es pública o privada, qué procesos son automatizados y la frecuencia de preguntar por confirmación.

Proporciona una arquitectura genérica para los diseños IoT y a pesar de ser un diseño de alto nivel, se han propuesto algunas soluciones técnicas a lo largo de este documento (Google Awareness API, TensorFlow...).

5.2.2. Producto

A partir de la propuesta desarrollada, se crea una startup llamada 'Home Context' cuya actividad empresarial se basa en la venta de aplicaciones de domótica con el que convertir un hogar en 'inteligente'.

Ya que uno de los pilares principales de la idea 'Situational Context' es la libertad de elección y uso, el modelo de negocio de la empresa consistirá en vender licencias de uso mensual (servicio de suscripción) de una aplicación para

gestionar y orquestar dispositivos IoT, con la que el usuario podrá sincronizar y manejar cualquier tipo de sensor o máquina que él desee (siempre que cuente con la compatibilidad necesaria a nivel hardware y de protocolos) sin tener la necesidad de comprar dispositivos de una marca determinada. Esta app se desarrollaría para todas las plataformas móviles disponibles, y presentaría las siguientes funcionalidades:

- Manejo manual de los dispositivos IoT dentro del hogar, encendido, apagado, cambio de parámetros (subir/bajar volumen, temperatura...), programar de acuerdo a condiciones o por tiempos. Toda la comunicación se realizará por Bluetooth y Wi-Fi.
- Posibilidad de interactuar con los dispositivos que existan en otros lugares (casas de conocidos, familiares, etc) siempre y cuando estos cuenten también con la aplicación. Solo se podrá interactuar con aquellos dispositivos cuyos usuarios hayan aceptado su uso 'público'. Esta interacción de dispositivos ajenos no podrá realizarse de forma remota, sino dentro del rango de su conexión Bluetooth.
- Privacidad de datos: los datos de un usuario jamás abandonan su teléfono, su cuenta se sincroniza en la nube con parámetros encriptados y solo decodificables por el propio usuario y su clave de acceso.
- Inteligencia artificial: la aplicación aprende de los hábitos y rutinas del usuario, permitiendo que este llegue a interactuar con su entorno sin utilizar el smartphone prácticamente. De hecho el sistema no solo debe aprender, sino que debe ser capaz de identificar qué es lo que el usuario querría en situaciones no preestablecidas. Esta automatización es configurable en diferentes niveles, pidiendo la confirmación previa del usuario antes de automatizar procesos y pudiendo elegir entre una mayor o menor independencia.

- Interfaz sencilla e intuitiva.
- Máxima personalización, cada usuario puede tener necesidades y preferencias muy diferentes, por lo que todos los aspectos de la aplicación serán configurables, desde la interfaz, las notificaciones, el comportamiento de los dispositivos, etc.
- Cuentas familiares: se podrá adquirir una sola licencia para varias personas a modo de cuenta familiar, con el fin de utilizarla por todos los miembros de un mismo hogar. Esta cuenta permitirá a uno o más usuarios ser 'administradores', teniendo preferencias de uso y pudiendo limitar al resto de cuentas al modo infantil, con el que se podrán tener restringidos ciertos dispositivos o funcionalidades.

La app contará con una versión gratuita para que los usuarios pudieran utilizarla con sus dispositivos durante 15 días, con todas sus funcionalidades pero con publicidad. Tras ello, será necesario que adquieran una licencia de uso (de renovación mensual), permitiéndole conservar y poder seguir utilizándola con todos sus datos.

En resumen, el usuario deberá contar con una serie de dispositivos IoT y proceder a descargar la aplicación. Tendrá la opción de suscribirse desde un primer momento o comenzar su período de prueba, dando de alta su cuenta.

Una vez haya comenzado a usar la aplicación, el primer paso será enlazar todos los dispositivos e identificarlos en el sistema. Tras ello, el usuario deberá proceder a configurar cómo quiere que se comporte la aplicación, estableciendo parámetros como nivel de independencia, frecuencia de las notificaciones, temperatura mínima y máximas deseadas, volumen, luz, etc. Todos los parámetros de configuración podrán ser modificados en cualquier momento.

Finalmente, el usuario podrá proceder a interactuar con sus dispositivos, el terminal le mostrará un 'mapa' de dispositivos disponibles y qué acciones

puede realizar con ellos. Si el usuario ha elegido que el sistema tenga un mínimo de independencia, este irá analizando sus patrones de uso y comparando las condiciones ambientales con las introducidas en los parámetros de configuración (de este modo, si por ejemplo detecta que la temperatura está más baja que lo deseado automáticamente subirá el termostato). Una vez haya recopilado suficiente información de rutinas comenzará a activar acciones automáticamente (por ejemplo, encender/apagar luces a X horas) preguntando por confirmación al usuario si lo así lo ha indicado en la configuración.

5.2.3. Análisis DAFO

En esta sección se aborda el análisis DAFO del producto anteriormente descrito, con el fin de analizarlo desde el punto de vista de su entorno externo e interno; identificando sus debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

Debilidades

- Pequeña cantidad de recursos financieros inicial, procedente principalmente de Bootstrapping y Financiación 3F.
- Posible dificultad para encontrar socios o extender el catálogo de productos disponibles: dependencia de terceros.
- Para poder destacar hay que crear un producto único, lo que requerirá gran esfuerzo humano y una buena inversión de tiempo y dinero.
- Equipo inicialmente pequeño (3 personas) posibilidad de contar con demasiado trabajo con respecto al tamaño de la plantilla.
- El conocimiento del personal necesita seguir aumentando y actualizándose, ya que existe poca experiencia general trabajando en este campo y aún debe evolucionar mucho.

Amenazas

- Sector con competidores feroces, que además de sus propias apps disponen de sus propios sensores.
- Elevado ritmo de innovación del sector.
- Mercado inmaduro y vulnerable por la aparición de nuevas tendencias tecnológicas.
- Gran parte del público puede estar ya fidelizado a algún producto sustitutivo (alguna otra app que simplemente permita manejar y programar sus dispositivos).

Fortalezas

- Producto novedoso, a la vanguardia en temas como inteligencia artificial, IoT y el novedoso Internet de las Personas.
- Facilidad de uso. El público ya está familiarizado con la tecnología de los dispositivos móviles.
- La aplicación no requiere de muchos recursos y su gasto de batería es bajo, no se necesita un smartphone último modelo para utilizarla.
- La distribución del producto es sencilla, vía Internet. Abaratamiento de los gastos en infraestructuras y mantenimiento tradicionales.
- Las apps son productos fácilmente actualizables.
- Enfoque distinto de lo habitual, se da una mayor importancia a la comodidad del usuario que a las especificaciones técnicas.

Oportunidades

- Apertura a nuevos sectores empresariales. Mercado en crecimiento y posicionamiento, que aún tiene que llegar al gran público.
- Gran número potencial de compradores. Se tiene acceso a un mercado global y aún no existe un sistema establecido.
- Revolución del concepto Internet de las Cosas, presentando las directivas de la propuesta 'Situational Context'.
- Coste inferior a la competencia, solo se paga por licencia de uso mensual, permitiendo al usuario elegir qué sensores utilizar, pudiendo cancelarla en cualquier momento, pudiendo pagar solo cuando vayan a utilizarla (útil para personas que viajan con asiduidad, o para los meses de verano/Navidad que las familias suelen estar fuera de sus casas).
- Libertad total: en concordancia con el punto anterior, el usuario no está obligado en ningún momento a utilizar productos determinados.
- Posibilidad de crear alianzas y encontrar partners estratégicos muy interesantes.

5.2.4. Competencia

A lo largo de esta sección se analiza qué competencia podría existir para la aplicación 'Home Context'.

Por una parte, la competencia directa deberían ser aquellas otras compañías que se encargan tan solo de desarrollar aplicaciones para interactuar con dispositivos, sin embargo, los productos existentes en esta línea son muy pobres; debido en gran parte a que los propios fabricantes de sensores desarrollan sus propias apps.

En Google Play se pueden encontrar aplicaciones como 'IoT Manager', 'MQTT Dash' o 'Blynk' que no ofrecen ni de lejos las posibilidades que plantea la app 'Home Context'. Estas aplicaciones sirven simplemente para manejar los dispositivos de forma remota o programarlos a franjas de hora. Interactúan principalmente con Arduino o Raspberry Pi, no con los propios sensores. No realizan ningún tipo de análisis ni poseen inteligencia artificial, permitiendo tan solo introducir scripts en lenguajes como Javascript o Python, es decir, alejándose del público que no está tan familiarizado con la tecnología.

Además, existen algunas aplicaciones un poco más generalistas basadas en los protocolos de comunicación de los dispositivos, como las basadas en el protocolo Bluetooth, encargándose de escanear qué dispositivos están disponibles y mostrándolos, permitiendo lanzar algunas acciones y configurar parámetros de su conectividad.

Por otra parte, existen 'kits IoT' que suelen englobar apps y sensores del mismo desarrollador. Dos ejemplos de ello serían los kits de ARCHOS [50] y Xiaomi [51].

ARCHOS Smart Home es una solución 'económica' (unos 250 dólares) para domotizar un hogar, pero no incluye demasiadas opciones para ello. El kit consta de una tablet ARCHOS específica (es necesario manejar el sistema con su propia tablet, limitando totalmente la posibilidad de elegir del usuario) y una serie de sensores: cámara, sensor de movimiento, enchufe inteligente...

Xiaomi Smart Security Kit, similar al previo, solo que en esta ocasión se puede manejar el sistema desde cualquier smartphone, sea iOS o Android. Se puede adquirir el kit completo de sensores desde páginas chinas por alrededor de unos 50 euros. El principal problema, aparte de que muchos consumidores siguen sin sentirse cómodos comprando productos traídos de china, es que la aplicación está en inglés y parcialmente en chino, limitando mucho el público.

En ambos kits sus aplicaciones no presentan personalización alguna ni sis-

temas de inteligencia artificial.

Siguiendo esta línea, pero con un modelo de negocio distinto aparece la propuesta IoT de Apple: Apple Homekit [52].

Por una parte, los productos de Apple pertenecientes a los últimos años incluyen una tecnología denominada Homekit, gracias a la cual mediante el propio sistema operativo se puede controlar todos los dispositivos inteligentes que se encuentren en el hogar. También pueden controlarse mediante el asistente de voz Siri y de forma remota a través de Apple TV e iPhone.

Por otra, existe una aplicación llamada 'Casa' [53] que permite a los usuarios de iOS controlar todos sus dispositivos, programar su uso o hacer que se activen si se dan ciertas circunstancias (todo ello como programación manual). De nuevo no existe ningún tipo de detector de patrones o comportamiento.

En esta ocasión, existen una serie de dispositivos compatibles con Apple Homekit, que si bien no son de la propia marca de la manzana, son de otras con las que ha alcanzado algún tipo de acuerdo. Las marcas que se ofrecen son por lo general, bastante caras, siendo lo más barato una bombilla Philips por 25 euros.

Este sistema hace que los usuarios tengan que utilizar sí o sí un smartphone Apple, y es sin duda la opción más cara de todas, ya no solo por el precio del propio terminal sino por el de los sensores y dispositivos.

En otra línea, aparecen los sensores de la marca Nest [54], que cuentan con su propia aplicación. Nest por ahora fabrica alarmas, termostatos y cámaras que se caracterizan por contar con distintos niveles de inteligencia. Sus alarmas se analizan solas de forma automática con el fin de encontrar fallos de funcionamiento, diferencian vapor y humo y no hacen ruido a partir de las horas en las que detecta que el usuario ha podido irse a dormir. En el caso de los termostatos aprenden los patrones de uso del usuario y se adaptan a ellos, y las cámaras cuentan con técnicas de reconocimiento facial.

Aunque sean productos muy interesantes, la inteligencia está integrada en los propios sensores, sin poder extenderla y ampliarla a dispositivos de otras marcas, aunque sí pueden ser utilizados con aplicaciones que no sean de la propia marca.

Por último, existen dispositivos como Google Home [55] o Amazon Echo [56], que si bien no cumplen exactamente la misma función si podrían resultar como productos sustitutivos. Ambos productos son un altavoz con micrófono con los cuales se puede interactuar mediante comandos de voz con el fin de obtener información de internet, realizar operaciones y trámites o administrar dispositivos en el hogar. Son muy fáciles de usar: todo funciona gracias a la voz, pero tienen el mismo problema que Apple Homekit, solo existen un grupo de marcas de dispositivos compatible (si bien en este caso de menor precio). El dispositivo principal cuesta algo más de 150 dólares (aún no han llegado a Europa).

En conclusión, si bien existen productos sustitutivos o alternativas a la aplicación 'Home Context', ninguna cumple con la totalidad de sus características. La principal baza de este producto para desmarcarse de su competencia será por tanto una estrategia de diferenciación.

Esta diferenciación vendrá marcada por la capa de inteligencia de la que consta, la posibilidad de interactuar con cualquier sensor que cuente con la tecnología necesaria, la posibilidad de elegir el smartphone desde el que manejar el sistema, su bajo precio y el trato hacia sus usuarios.

Dicha última característica será la estrella de la aplicación, tal y como lo es en la propuesta 'Situational Context', y será la principal vía para captar y fidelizar clientes. Se asegurará la privacidad de los datos, múltiples niveles de personalización y configuración, inteligencia artificial no intrusiva y la máxima comodidad del usuario en todo momento.

5.2.5. Nicho de mercado

Tal y como se ha debatido a lo largo de todo el trabajo, el propio negocio del Internet de las Cosas es en sí un nicho de mercado aún por explotar. Hay soluciones muy dispares, o bien muy caras y con una estricta dependencia de proveedores específicos que ni gusta ni es accesible para todos los públicos, o muy dependientes de proyectos DIY, que aunque mucho más baratas y flexibles, de nuevo no son accesibles a todo el público (por falta de conocimientos, habilidad, tiempo, etc).

Existe por tanto un nicho de IoT barato, accesible, respetuoso con el usuario, libre y resiliente. La sociedad cada vez demanda más productos comprometidos con el ser humano, donde la seguridad y privacidad se vuelve vital. Asimismo, se está abriendo la era de la proactividad, y la tendencia principal es la integración de inteligencia artificial y automatización para conseguir mayor comodidad y calidad de vida.

En este nicho reside la rentabilidad de un proyecto como el de la aplicación 'Home Context'. Tal y como se ha visto en el apartado anterior, no existe una competencia directa real y un producto de estas características cubriría una necesidad que en los próximos años se va a volver de gran importancia en el mercado tecnológico, conforme vayan apareciendo más tipos y distribuidores de sensores y el IoT se implante con más fuerza en la sociedad.

Esta oportunidad de ser 'el primero' en cubrir esta necesidad hace que el proyecto pueda ser una idea sumamente rentable, ya que como se ha demostrado en otras ocasiones, en el mundo de la tecnología muchas veces gana la batalla quién llegó primero pese a ser superado en calidad por competidores posteriores. Esto se debe a que los usuarios adquieren hábitos y se fidelizan con una aplicación o producto determinados, haciendo muy difícil la transición a otro producto similar.

Por otra parte, al presentar características únicas en el sector: diseño y

desarrollo centrado en el usuario, inteligencia artificial, mayor versatilidad, capacidades de uso genérico (respecto tanto a terminal móvil como sensores y dispositivos) y un coste muy reducido, 'Home Context' supone un producto único que podría ganar cuota de mercado rápidamente frente a sus competidores.

La idea del cliente como el centro de todo y su modelo de pago podría suponer una relativamente fácil fidelización del cliente. Esta idea humanista supera los retos expuestos al inicio de este documento en la sección 'Retos', entre los que se encontraba el miedo al aislamiento, la alienación, el alto coste y la obsolescencia, facilitando la aceptación del producto en el mercado.

Con el tiempo, cuando se tenga un público fiel, estable y la marca sea conocida, se podrían lanzar sensores propios, sin dejar de ser genéricos, fabricados bajo la filosofía 'Situational Context' y manteniendo un coste bajo.

5.2.6. Rentabilidad y fidelización

Como ya se ha comentado anteriormente, el modelo de pago será por suscripción mensual, tras haber podido utilizar la aplicación de forma gratuita durante 15 días.

Este modelo de pago ya ha demostrado su éxito en otro tipo de aplicaciones cuyo uso puede variar en el tipo (streaming de música: Spotify, series y películas: Netflix, HBO...) y parece el más indicado para un sistema de IoT, ya que habrá meses en los que el usuario o usuarios estarán menos tiempo en sus hogares y quizá prefieran no pagar por ese mes.

El modelo por suscripción presenta muchos beneficios para la empresa, genera mayores beneficios a largo plazo y le permite prever fácilmente cómo va a evolucionar el estado del negocio a corto plazo. Asimismo, también presenta beneficios para el consumidor.

Gracias a este modelo se elimina la psicología del pago de la percepción

del consumidor [57]. Generalmente el proceso físico de pagar es un acto no placentero. Los modelos por suscripción salvan esta barrera haciendo que el consumidor perciba el pago una única vez (en el momento inicial de la suscripción) ya que posteriormente el pago se realizará de forma automática. Asimismo, el consumidor percibe el producto como un servicio ilimitado, en el que por pagar una pequeña cuota puede tomar beneficio de gran variedad de funcionalidades.

La empresa 'Home Context' ha de velar por hacer este proceso de suscripción lo más sencillo y rápido, aceptando todos los tipos de pagos posibles con el fin de abarcar el mayor público posible.

Asimismo, uno de los pilares básicos de los modelos de suscripción es la fidelización de los clientes. Los ingresos recurrentes y predecibles son una gran ventaja que aporta el modelo de suscripción a las empresas. Una vez que se tienen clientes a bordo es importante mantenerlos, de hecho resulta mucho más rentable la fidelización de los clientes que adquirir nuevos. Una de las formas más eficaces para asegurar la fidelidad de los clientes, además de proporcionar un servicio o producto de calidad, es crear con el tiempo una relación estrecha con ellos. Y la clave para conseguirlo es la comunicación.

Es por ello que la empresa deberá contar con una presencia suficiente en redes sociales, publicidad online y contar con un buen soporte técnico. Además, sería vital invertir en un buen CRM (Customer Relationship Management). Entre otras ventajas, un CRM permitirá centralizar toda la información sobre cada cliente, así como realizar y analizar cada interacción con ellos en cada fase de su relación con la empresa. Un CRM potente permitirá también identificar patrones en los clientes más valiosos para el negocio y ayudar a agruparlos. En base a cómo interactúen con su marca se podrán enviar las últimas noticias sobre su empresa, su producto, noticias del sector, guías, etc.

Un escenario ideal, en el que 'Home Context' debería invertir mucho es-

fuerzo sería el convertir al consumidor ya no solo en suscriptor, sino también en defensor de la marca. El boca a boca y la publicidad que pueden hacer los clientes por las redes sociales resulta en muchas ocasiones más efectiva que campañas de marketing muy elaboradas.

Para ello, además de una buena comunicación, soporte y trato personalizado, los clientes recibirán descuentos y ofertas, incluyendo detalles en el día de su cumpleaños o premios al estar suscrito durante un número de meses determinado, pudiendo ir desbloqueando 'logros y recompensas'. De esta forma se gamificaría parte del producto, lo que influiría muy positivamente en la fidelización y percepción del producto que puede tener el usuario.

Todos estos componentes psicológicos del modelo de suscripción, en combinación con el producto único que ofrece 'Home Context' y su idea de que la persona debería ser siempre el centro de todo planteamiento tecnológico, componen un producto que podría resultar muy agradable y útil para el consumidor, pudiendo resultar considerablemente rentable y escalar con rapidez a medio plazo.

En definitiva, el modelo de suscripción de 'Home Context' resulta beneficioso para el tipo de producto que se vende, la empresa y los consumidores. Sin embargo, al estar estrechamente relacionado con el grado de fidelización de los clientes, la empresa tendrá que esforzarse en mantener un buen trato con ellos y en no olvidar que toda su actividad empresarial debería girar en torno a ellos.

5.2.7. Conclusiones

Un producto como la aplicación 'Home Context' resulta el ejemplo ideal de cómo se puede aplicar la propuesta 'Situational Context' a una idea de negocio real, que podría resultar rentable y lo que es más, disruptiva en su sector.

Gracias al paradigma seguido, el producto ofrece una serie de características

que lo separan de su competencia, encontrando un nicho aún sin explotar que puede resultar rentable y escalable. Asimismo, estas características le permite salvar las principales reticencias del consumidor medio a la hora de pensar si adquirir un sistema IoT.

Una vez lanzada la aplicación al público, simplemente requeriría actualizaciones periódicas para mantener su posición en el mercado y mantenimiento, permitiendo escalar las ganancias sin necesitar una inversión elevada.

En definitiva, con este ejemplo se demuestra cómo la propuesta no sólo resulta atractiva desde el punto de vista teórico e investigador; sino también desde un punto de vista empresarial.

5.3. Discusión

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo coinciden con los objetivos y conclusiones alcanzados durante la revisión de la literatura.

Se ha creado una propuesta original, diferente a lo que se puede encontrar en la literatura, y sin embargo influenciada por lo que se puede encontrar en ella.

Todo el desarrollo ha sido centrado en el ser humano, protegiendo los intereses, la privacidad y la seguridad de los usuarios, y teniendo en cuenta corrientes psicológicas en la interacción hombre-máquina (guiada por la idea de que el IoT es un campo multidisciplinario y atender sólo a cuestiones técnicas sería un enorme error).

El sistema está listo para adaptarse a uno o más usuarios, promoviendo la interacción social entre los usuarios. Además, está listo para actuar de acuerdo con el contexto y la información distribuida, facilitando la vida de los usuarios.

Ser un diseño de alto nivel proporciona una solución a la obsolescencia. Los smartphones están aquí para quedarse y aunque puedan evolucionar, lo

que este trabajo propone puede adaptarse fácilmente a ellos. Los cambios y la evolución de los dispositivos IoT no son un problema tampoco, ya que interactúan con el sistema a través de la comunicación, y los protocolos no cambiarán mucho en un futuro medio (muchos desarrollos están utilizando Bluetooth y Wi-Fi).

Los smartphones proporcionan una solución barata y no intrusiva, ya que los usuarios están acostumbrados a ellos y no necesitan comprar un nuevo dispositivo.

En conclusión, se ha descrito un marco teórico que proporciona algunas directrices sólidas y sólidas para el desarrollo de un sistema IoT. Asimismo, se ha analizado cómo podría integrarse esta propuesta en el mercado, analizando sus nuevas tendencias, nichos y preocupaciones sociales.

Capítulo 6

Conclusiones

Contenido

6.1. Trabajo futuro 77

6.2. Reflexión personal 77

En esta sección final se exponen conclusiones extraídas del desarrollo de este trabajo, tanto personales como técnicas. Además, incluye qué trabajo futuro se podría hacer a partir de los resultados obtenidos.

La mayoría de las conclusiones técnicas se expusieron en la sección anterior, pero es de especial importancia resaltar el hecho de que todos los objetivos iniciales se han cubierto, de hecho, a tiempo.

Como resultado, esta tesis presenta una obra original, un marco teórico para el desarrollo de sistemas IoT. La propuesta es robusta, respetuosa con el usuario, genérica, distribuida, y puede evolucionar fácilmente hacia las nuevas tecnologías. Asimismo, se hace un breve análisis del mercado empresarial en donde se estudia cómo podría encajar una propuesta de estas características en él.

6.1. Trabajo futuro

El IoT es un campo donde hay mucho que explorar y desarrollar aún. Poco a poco, la sociedad se acostumbrará a estos sistemas, facilitando su implantación y abaratando sus componentes.

Siguiendo con el resultado de este trabajo, la línea obvia para continuar con este proyecto es su implementación. Debido a la falta de tiempo y la extensión adecuada para un trabajo de fin de máster, el resultado tuvo que permanecer teórico.

El trabajo futuro ideal sería la creación de un par de escenarios experimentales con algunos dispositivos IoT (altavoces, calefacción, luces, aire acondicionado, coche ...), con diferentes usuarios. Estos usuarios interactuarían con el entorno a través de la aplicación desarrollada.

Otra línea interesante sería perfeccionar la inteligencia artificial del sistema utilizando técnicas de aprendizaje profundo [58], permitiendo incluso predecir algunos comportamientos.

La introducción de la biometría para la identificación y seguridad de los usuarios también podría ser realmente interesante, incluyendo comandos de voz y gestos, haciendo que el sistema sea aún más generalizado.

Con respecto al aspecto empresarial, podría ser muy interesante elaborar un plan de negocio basado en la idea y presentarlo a algún tipo de programa para creación de startups. Personalmente creo que es una buena idea y que de verdad podría suponer un cambio en el mercado.

6.2. Reflexión personal

A lo largo de la realización de este trabajo he obtenido un vasto aprendizaje, tanto en una dimensión técnica como personal.

Desde el punto de vista técnico no sólo han aumentado mis conocimientos

de ingeniería, sino que también he aprendido mucho sobre la investigación, el contexto, IoT, HCI, psicología, corrientes de mercado, tendencias y proyectos de innovación y compromiso social.

También he aprendido cómo desarrollar una investigación profunda desde la base más general hasta definir y apuntar a un problema concreto.

Durante estos meses de trabajo he dado uso práctico a todo el contenido que incluye el grado en ingeniería de software y el máster en ingeniería informática; así como toda la visión empresarial que me ha otorgado el máster universitario en dirección TIC, recordándolos y asentándolos. Este contenido va desde bases matemáticas y teóricas, conocimientos de programación, protocolos, detección de requisitos y casos de uso, diseño de software, habilidades de gestión de proyectos, capacidad de análisis crítico, investigación, etc.

Por otro lado, no sólo he puesto en práctica todas las competencias transversales que adquirí durante mis estudios, sino que también he mejorado y obtenido otras.

Seguir una metodología de desarrollo ágil me ha motivado a mejorar mis habilidades de trabajo en equipo, escritura y comunicación. Además, iniciar un nuevo trabajo completamente desde cero y tener que desarrollarlo hasta obtener una propuesta satisfactoria me ha impulsado enormemente a expandir al máximo mi capacidad de autoaprendizaje y resolución de problemas.

Por otra parte, la profunda investigación anteriormente mencionada y la redacción de este documento me han ayudado a hacer un mejor uso de mi capacidad de planificación y gestión del tiempo.

Personalmente estoy muy satisfecha con el resultado final del trabajo, ya que en el primer momento quedó muy claro que era esencial cumplir con todos los objetivos planteados inicialmente y entregar un resultado de buena calidad.

Por último, me gustaría destacar que la selección de una obra cuyo tema trae consigo muchas líneas de investigación diferentes me ha permitido tener

más libertad a la hora de innovar y me ha llevado a trabajar más duro en el diseño y la búsqueda de soluciones por mí misma.

Bibliografía

- [1] Debasis Bandyopadhyay and Jaydip Sen. Internet of things: Applications and challenges in technology and standardization. *Wireless Personal Communications*, 58(1):49–69, 2011.
- [2] Amelie Gyrard, Soumya Kanti Datta, Christian Bonnet, and Karima Boudaoud. Standardizing generic cross-domain applications in internet of things. In *Globecom Workshops (GC Wkshps), 2014*, pages 589–594. IEEE, 2014.
- [3] Ivan Ganchev, Zhanlin Ji, and Máirtín O’Droma. A generic iot architecture for smart cities. In *Irish Signals & Systems Conference 2014 and 2014 China-Ireland International Conference on Information and Communications Technologies (ISSC 2014/CIICT 2014). 25th IET*, pages 196–199. IET, 2013.
- [4] Iara Augustin, Adenauer C Yamin, Luciano Cavalheiro da Silva, Rodrigo Araújo Real, Gustavo Frainer, and Cláudio FR Geyer. Isamadapt: abstractions and tools for designing general-purpose pervasive applications. *Software: Practice and Experience*, 36(11-12):1231–1256, 2006.
- [5] Matthias Baldauf, Schahram Dustdar, and Florian Rosenberg. A survey on context-aware systems. *International Journal of Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, 2(4):263–277, 2007.

-
- [6] Prasant Misra, Yogesh Simmhan, and Jay Warrior. Towards a practical architecture for the next generation internet of things. *arXiv preprint arXiv:1502.00797*, 2015.
- [7] Joaquin Guillen, Javier Miranda, Javier Berrocal, Jose Garcia-Alonso, Juan Manuel Murillo, and Carlos Canal. People as a service: a mobile-centric model for providing collective sociological profiles. *IEEE software*, 31(2):48–53, 2014.
- [8] Javier Miranda, Niko Mäkitalo, Jose Garcia-Alonso, Javier Berrocal, Tommi Mikkonen, Carlos Canal, and Juan M Murillo. From the internet of things to the internet of people. *IEEE Internet Computing*, 19(2):40–47, 2015.
- [9] Javier Berrocal, Jose Garcia-Alonso, Cristina Vicente-Chicote, Juan Hernández, Tommi Mikkonen, Carlos Canal, and Juan M Murillo. Early analysis of resource consumption patterns in mobile applications. *Pervasive and Mobile Computing*, 2016.
- [10] Guanling Chen, David Kotz, et al. A survey of context-aware mobile computing research. Technical report, Technical Report TR2000-381, Dept. of Computer Science, Dartmouth College, 2000.
- [11] Panu Korpipää and Jani Mäntyjärvi. An ontology for mobile device sensor-based context awareness. In *International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context*, pages 451–458. Springer, 2003.
- [12] Tao Gu, Hung Keng Pung, and Da Qing Zhang. A middleware for building context-aware mobile services. In *Vehicular Technology Conference, 2004. VTC 2004-Spring. 2004 IEEE 59th*, volume 5, pages 2656–2660. IEEE, 2004.

-
- [13] Patrick Fahy and Siobhan Clarke. Cass—a middleware for mobile context-aware applications. In *Workshop on context awareness, MobiSys*. Citeseer, 2004.
- [14] Vasos Hadjioannou, Constandinos X Mavromoustakis, George Mastorakis, Evangelos K Markakis, Dimitra Valavani, and Evangelos Pallis. Context awareness location-based android application for tracking purposes in assisted living. In *Telecommunications and Multimedia (TEMU), 2016 International Conference on*, pages 1–7. IEEE, 2016.
- [15] Gabriella Castelli, Marco Mamei, Alberto Rosi, and Franco Zambonelli. Extracting high-level information from location data: the w4 diary example. *Mobile Networks and Applications*, 14(1):107–119, 2009.
- [16] Hans W Gellersen, Albercht Schmidt, and Michael Beigl. Multi-sensor context-awareness in mobile devices and smart artifacts. *Mobile Networks and Applications*, 7(5):341–351, 2002.
- [17] Anind K Dey and Jonna Häkkinä. Context-awareness and mobile devices. *User interface design and evaluation for mobile technology*, 1:205–217, 2008.
- [18] Mark Weiser. The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3):94–104, 1991.
- [19] Mark Weiser. Some computer science issues in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 36(7):75–84, 1993.
- [20] Gregory D Abowd, Anind K Dey, Peter J Brown, Nigel Davies, Mark Smith, and Pete Steggles. Towards a better understanding of context and context-awareness. In *International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, pages 304–307. Springer, 1999.

- [21] Kevin Ashton. That internet of things” thing. *RFiD Journal*, 22(7):97–114, 2009.
- [22] Ken Ducatel, Marc Bogdanowicz, Fabiana Scapolo, Jos Leijten, and Jean-Claude Burgelman. Scenarios for ambient intelligence in 2010. *Office for official publications of the European Communities*, 2001.
- [23] Fariba Sadri. Ambient intelligence: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 43(4):36, 2011.
- [24] Bin Guo, Daqing Zhang, Zhiwen Yu, Yunji Liang, Zhu Wang, and Xingshe Zhou. From the internet of things to embedded intelligence. *World Wide Web*, 16(4):399–420, 2013.
- [25] Charith Perera, Arkady Zaslavsky, Peter Christen, and Dimitrios Georgakopoulos. Context aware computing for the internet of things: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1):414–454, 2014.
- [26] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, and Marimuthu Palaniswami. Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7):1645–1660, 2013.
- [27] Activity theory: The encyclopedia of human-computer interaction. <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/activity-theory>, 2017.
- [28] Activity theory: Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Activity_theory, 2017.

- [29] Situated action - hiowiki.
https://wiki.hiof.no/index.php/Situated_Action, 2017.
- [30] Situated actions lecture summary.
<http://jareddonovan.com/teaching/hci/situated-actions/>, 2017.
- [31] Distributed cognition - learning theories.
<https://www.learning-theories.com/distributed-cognition-dcog.html>,
2017.
- [32] Distributed cognition: Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Distributed_cognition, 2017.
- [33] Louise Barkhuus and Anind Dey. Is context-aware computing taking control away from the user? three levels of interactivity examined. In *International Conference on Ubiquitous Computing*, pages 149–156. Springer, 2003.
- [34] Stanley R Page, Todd J Johnsgard, Uhl Albert, and C Dennis Allen. User customization of a word processor. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 340–346. ACM, 1996.
- [35] Juan Filgueira. Uso actual de los smartphones (infografía) — gabit.
<http://www.gabit.org/gabit/?q=es/uso-smartphones>, 2017.
- [36] Ambika Mahajan. Worldwide active smartphone users forecast 2014 - 2018: More than 2 billion by 2016.
<https://dazeinfo.com/2014/12/18/worldwide-smartphone-users-2014-2018-forecast-india-china-usa-report/>,
2017.

- [37] Android vs apple. <https://android.jlelse.eu/apple-vs-android-a-comparative-study-2017-c5799a0a1683>, 2017.
- [38] Android and iphone us sales. <https://www.recode.net/2017/1/11/14239038/iphone-apple-android-sales-united-states>, 2017.
- [39] Infografia el desafio del analisis de datos en el mundo iot. <https://iot.telefonica.com/blog/infografia-el-desafio-del-analisis-de-datos-en-el-mundo-iot>, 2017.
- [40] Iot the data analytics challenge. <https://iot.telefonica.com/multimedia-resources/iot-the-data-analytics-challenge>, 2017.
- [41] Here are IoT trends that will change the way businesses and consumers interact with the world. Here are iot trends that will change the way businesses, governments, and consumers interact with the world. <http://www.businessinsider.com/top-internet-of-things-trends-2016-1>, 2017.
- [42] Angela Barriga, José M Conejero, Juan Hernández, Elena Jurado, Enrique Moguel, and Fernando Sánchez-Figueroa. A vision-based approach for building telecare and telerehabilitation services. *Sensors*, 16(10):1724, 2016.
- [43] Congreso apd 2016. <http://congresos.apd.es/wp-content/uploads/2016/08/dir2016.pdf>, 2017.

- [44] Economía social'.
https://es.wikipedia.org/wiki/Econom%C3%ADa_social, 2017.
- [45] Horizonte 2020. <http://www.eshorizonte2020.es/>, 2017.
- [46] Horizon 2020: The internet of things.
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/horizon-2020-work-programme-2016-2017-internet-things-large-scale-pilots>,
2017.
- [47] SC City. Del internet de las cosas al social iot.
<https://www.smartscities.com/es/tecnologia/del-internet-de-las-cosas-al-social-iot>,
2017.
- [48] Objetivos de desarrollos del milenio.
https://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de Desarrollo del Milenio, 2017.
- [49] Objetivos de desarrollo sostenible.
https://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de Desarrollo Sostenible, 2017.
- [50] Archos iot.
<http://www.archos.com/es/products/objects/chome/ash/index.html>,
2017.
- [51] José Ramírez. Análisis detallado de mi nuevo sistema domótico xiaomi smart security kit. <https://www.jmramirez.pro/articulo/sistema-domotico-xiaomi-smart-security-kit/>,
2017.
- [52] Domótica en apple'.
<http://blog.macnificos.com/apple-homekit/reviews/domotica>, 2017.
- [53] Apple home. <https://www.apple.com/cl/ios/home/>, 2017.

- [54] Nest official website. <https://nest.com/>, 2017.
- [55] Google home assistant. https://madeby.google.com/intl/en_us/home/, 2017.
- [56] Amazon echo. <https://www.amazon.com/Amazon-Echo-Bluetooth-Speaker-with-WiFi-Alexa/dp/B00X4WHP5E>, 2017.
- [57] redacción prnoticias. Cómo hacer funcionar con éxito una empresa basada en el modelo de negocio por suscripción. <http://prnoticias.com/comunicacion/prcomunicacion/20163011-modelo-de-negocio-por-suscripcion>, 2017.
- [58] Deep learning. <http://deeplearning.net/>, 2017.
- [59] Technological Eras - TechEd. <http://www.techedlearning.com/technological-eras-sc.html>, 2017.
- [60] Ernst Wittmann, Hadlee Simons, Hadlee Simons, Hadlee Simons, Hadlee Simons, Hadlee Simons, Matthew Alexander, and Hadlee Simons. The internet of things is here, and it will revolve around the smartphone - Memeburn. <http://memeburn.com/2015/12/the-internet-of-things-is-here-and-it-will-revolve-around-the-smartphone/>, 2017.
- [61] Amelie Gyrard, Soumya Kanti Datta, Christian Bonnet, and Karima Boudaoud. Standardizing generic cross-domain applications in internet of things. In *2014 IEEE Globecom Workshops (GC Wkshps)*, pages 589–594. IEEE, 2014.

- [62] Jakob E Bardram. The java context awareness framework (jcaf)—a service infrastructure and programming framework for context-aware applications. In *International Conference on Pervasive Computing*, pages 98–115. Springer, 2005.
- [63] Google Awareness API. <https://developers.google.com/awareness/>, 2017.
- [64] Google Snapshot API. <https://developers.google.com/awareness/android-api/snapshot-api-overview>, 2017.
- [65] Atooma Team. Resonance — predicting human behaviours. <https://www.atooma.com>, 2017.
- [66] Amazon web services, Inc. <https://aws.amazon.com/es/documentation/iot/>, 2017.
- [67] Vector representations of words. <https://www.tensorflow.org/versions/r0.11/tutorials/word2vec/index.html#the-skip-gram-model>, 2017.
- [68] Bluetooth basics - learn.sparkfun.com. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/bluetooth-basics/>, 2017.
- [69] Word2vec tutorial - the skip-gram model - chris mccormick. <http://mccormickml.com/2016/04/19/word2vec-tutorial-the-skip-gram-model/>, 2017.

- [70] What is pervasive computing?
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/pervasive-computing-ubiquitous-computing>,
2017.
- [71] Flexera Software. Big numbers: 50 billion connected devices (by 2020).
<http://blogs.flexerasoftware.com/elo/2014/12/big-numbers-50-billion-connected-devices-by-2020.html>,
2017.
- [72] La población mundial en 2100.
<http://sociologiac.net/2011/05/13/la-poblacion-mundial-en-2100/>, 2017.
- [73] Internet of things: why it is important?
<http://www.iotonlinestore.com/>, 2017.
- [74] Sagar Sapkota. Theory behind android- arduino communication via bluetooth — build circuit. <http://www.buildcircuit.com/theory-behind-android-arduino-bluetooth-communication/>,
2017.
- [75] <http://www.spri.eus/euskadinnova/es/innovacion-social/entrevistas/revolucion-internet-cosas-esta-conexion-entre-personas-no-entre-dispositivos/685.aspx>,
2017.
- [76] 2011 www.profilelab.it. Home automation systems in calabria domotic systems. <http://www.neferti.it/en/progetti-3/domus-70/>, 2017.
- [77] The WIRED. The internet of things is far bigger than anyone realizes.
<https://www.wired.com/insights/2014/11/the-internet-of-things-bigger/>,
2017.

