

# Prototipo de un sistema domótico centrado en personas con discapacidades de movilidad

Trabajo Final de Grado

**Alberto Castellanos Mantero**  
Grado en Ingeniería Informática  
Área de Interacción Persona Ordenador

Tutora del Trabajo Final: **Jossie Zambrano**

Profesora responsable de la asignatura: **Paloma González Díaz**

Junio de 2023

## Agradecimientos

Quisiera expresar mi agradecimiento a todas las personas que me han apoyado y acompañado en la elaboración de mi proyecto fin de curso. La realización de este proyecto ha sido un reto para mí, pero también una experiencia muy enriquecedora que me ha permitido aplicar los conocimientos que he adquirido a lo largo de mi formación académica.

La elaboración del proyecto fin de curso se asemeja en muchos aspectos a los años de estudio de la carrera. Es un camino lleno de desafíos, pero también de satisfacciones y logros que han contribuido a que siga creciendo personal y profesionalmente.

Por todo ello, agradezco a todos aquellos que han formado parte de mi camino en estos años de estudio, desde la positividad de mi profesora colaboradora Jossie Zambrano, el profesorado que me ha guiado en las aulas, mis compañeros y compañeras, el cariño de las personas más cercanas y en especial a mi familia, por apoyarme y motivarme en todo momento.

Para simplificar la redacción, a lo largo de este trabajo final de grado se utilizará el masculino gramatical genérico, el cual incluirá tanto a personas de género masculino como femenino y otros géneros, con el fin de garantizar la inclusión de todas las identidades de género. (Por ejemplo, usuarios).



Licencia de Creative Commons

Esta obra está bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

## Ficha del trabajo final

<b>Título del trabajo:</b>	Prototipo de un sistema domótico centrado en personas con discapacidades de movilidad.
<b>Nombre del autor:</b>	Alberto Castellanos Mantero
<b>Nombre del consultor/a:</b>	Jossie Zambrano
<b>Nombre del PRA:</b>	Paloma González Díaz
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	06/2023
<b>Titulación o programa:</b>	Grado en Ingeniería Informática
<b>Área del Trabajo Final:</b>	Interacción Persona Ordenador
<b>Idioma del trabajo:</b>	Castellano
<b>Palabras clave</b>	Prototipo, interfaz, discapacidad.
<b>Resumen del Trabajo</b>	
<p>La domótica es un conjunto de tecnologías y sistemas que se utilizan para automatizar una vivienda, lo que permite la gestión centralizada de múltiples dispositivos. Actualmente, la domótica se utiliza cada vez más en hogares y edificios, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas. En este contexto, este TFG tiene la finalidad de elaborar un prototipo para un sistema domótico que pueda ser utilizado por cualquier persona con discapacidad, en especial aquellas relacionadas con la movilidad, así como por el público en general.</p> <p>El proceso de desarrollo del proyecto se ha iniciado con una investigación para conocer las necesidades y preferencias de las personas con discapacidad de movilidad en relación con la domótica. Tras ello, se han identificado las características que deben tener las interfaces para satisfacer sus necesidades. Posteriormente, se ha diseñado la interacción de usuario del sistema, la interfaz gestual y la interfaz conversacional.</p> <p>El desarrollo del prototipo de alta fidelidad se ha realizado mediante técnicas centradas en el usuario y herramientas de prototipado que permitan su representación mediante una interfaz conversacional y gestual fáciles de usar e intuitivas. Así se permite el control de múltiples dispositivos de la vivienda, como la climatización, la iluminación y las persianas.</p> <p>Finalmente, se han realizado pruebas de evaluación para garantizar que funciona correctamente y se ajusta a los requisitos identificados en las primeras fases. Los resultados de estas pruebas se han utilizado para realizar mejoras a las interfaces y elaborar un apartado final de conclusiones.</p>	

## **Abstract**

Home automation is a set of technologies and systems used to automate a home, allowing the centralised management of multiple devices. Nowadays, home automation is increasingly used in homes and buildings, with the aim of improving the quality of life of people. In this context, this TFG focuses on the development of a prototype for a home automation system that can be used by any person with disabilities, especially those related to mobility, as well as by the general public.

The development process of the project has started with an investigation to know the needs and preferences of people with mobility disabilities in relation to home automation. After that, the characteristics that the interfaces should have to meet their needs have been identified. Subsequently, the user interaction of the system, the gestural interface and the conversational interface have been designed.

The high-fidelity prototype has been developed using user-centered techniques and prototyping tools that allow its representation through a conversational and gestural interface easy to use and intuitive. This allows the control of multiple devices in the house, such as air conditioning, lighting and blinds.

Finally, evaluation tests have been carried out to ensure that it works correctly and conforms to the requirements identified in the first phases. The results of these tests have been used to make improvements to the interfaces and to draw up a final section of conclusions.

## Índice

1.	Introducción .....	1
1.1	Contexto .....	1
1.2	Justificación .....	2
1.3	Objetivos .....	3
1.4	Impacto en sostenibilidad, ético-social y de diversidad .....	3
1.5	Alcance.....	4
1.6	Enfoque, metodología y proceso de trabajo.....	6
1.7	Planificación .....	8
1.8	Breve resumen de productos obtenidos.....	11
2.	Investigación .....	11
2.1.	Sub ámbitos dentro del ámbito del TFG.....	11
2.2	Diseño centrado en el usuario .....	13
2.3	Éxitos conseguidos dentro del ámbito del TFG.....	14
2.4	Problemas en los cuales se trabaja actualmente.....	15
2.5	Posibles aplicaciones en un ámbito.....	15
2.6	Riesgos asociados .....	16
2.7	Evaluación de sistemas existentes (Benchmarking).....	17
2.8	Usuarios finales a quienes va dirigido el producto/proyecto.....	19
2.9	Requisitos funcionales y no funcionales.....	20
2.10	Software similar: programas privados, open source, API, etc. ....	20
2.11	Hardware relacionado .....	21
3.	Técnicas centradas en el usuario .....	21
3.1.	Técnica de prototipaje.....	22
3.2.	Realización de encuestas .....	22
3.3	Perfiles de usuario.....	24
4.	Identificación de principios de diseño centrados en el usuario.....	26
5.	Desarrollo del prototipo .....	27
5.1	Diseño de la interacción de usuario .....	28
5.1.1	Diseño de storyboards .....	28
5.1.2	Sample dialogs.....	30
5.1.3	Diseño de sketches para diseño visual .....	31
5.2	Diseño de las interfaces.....	36
5.3	Desarrollo de las interfaces .....	37
5.3.1	Funcionalidades del sistema .....	37
5.3.2	Modos de funcionamiento.....	42
5.3.3	Creación de las pantallas con la herramienta de prototipado.....	42
5.3.4	Simulación de la asistencia por voz .....	52
6.	Evaluación del prototipo.....	53
6.1	Realización de la evaluación de funcionalidad.....	53

6.2 Realización de la evaluación heurística .....	57
6.3 User journey .....	60
6.4 Conclusiones de las evaluaciones.....	61
7. Conclusiones, correcciones y futuras mejoras .....	62
8. Glosario .....	63
9. Bibliografía.....	65
10. Anexos.....	68
10.1 Encuestas.....	68
10.2 Comandos de la interfaz conversacional.....	71
10.3 Tablas para la evaluación del prototipo .....	74

## Índice de figuras y tablas

Se proporciona un índice para las imágenes, gráficos, tablas, etc., con sus títulos y las páginas en las que aparecen.

### Índice de figuras

Figura 1. Gráfico sobre la metodología DCU (8). .....	7
Figura 2. Gráfico pastel sobre la importancia de una interfaz sencilla para los encuestados. .	23
Figura 3. Gráfico jerárquico sobre las funcionalidades solicitadas por los encuestados. ....	23
Figura 4. Diagrama de flujo sobre el proceso de desarrollo del prototipo. ....	27
Figura 5. Solicitud de encendido de luces.                      Figura 6. Petición de tipo de luz. ....	28
Figura 7. Escoge lámpara de la mesilla.      Figura 8. Confirmación de la tarea. ....	28
Figura 9. Solicitud de apertura de persianas.                      Figura 10. Petición de nivel de apertura. .	29
Figura 11. Solicitud de apertura completa.      Figura 12. Confirmación de la tarea. ....	29
Figura 13. Solicitud de elevación de la cama.                      Figura 14. Confirmación de la tarea. ....	29
Figura 15. Interfaz de usuario del menú principal. ....	32
Figura 16 y Figura 17. Interfaces de usuario del control de iluminación general y del control de iluminación de la habitación principal. ....	33
Figura 18. Interfaz de usuario del control de iluminación de la cocina, baño y pasillo. ....	33
Figura 19. Interfaz de usuario del control de iluminación del salón. ....	34
Figura 20. Interfaz de usuario del control motorizado. ....	34
Figura 21. Interfaces de usuario del control de los sensores. ....	35
Figura 22. Interfaz de usuario del control de temperatura. ....	35
Figura 23. Interfaz de usuario del control de la aspiradora. ....	35
Figura 24. Diagrama de flujo sobre el desarrollo de la interfaz conversacional. ....	37
Figura 25. Diagrama de flujo sobre el control de iluminación. ....	38
Figura 26. Diagrama de flujo sobre el control de la cama. ....	39
Figura 27. Diagrama de flujo sobre el control de las persianas. ....	39
Figura 28. Diagrama de flujo sobre el control de las cortinas. ....	40
Figura 29. Diagrama de flujo sobre el control de los sensores. ....	40
Figura 30. Diagrama de flujo sobre el control de la temperatura. ....	41
Figura 31. Diagrama de flujo sobre el control de la aspiradora. ....	41
Figura 32 y figura 33. Pantalla principal y control de iluminación. ....	43
Figura 34 y figura 35. Pantalla del control motorizado y de sensores. ....	43
Figura 36 y figura 37. Pantalla del control de temperatura y de la aspiradora. ....	44
Figura 38. Flujo de control de iluminación .....	44
Figura 39. Flujo de control motorizado. ....	45
Figura 40. Flujo de control de sensores. ....	46
Figura 41. Flujo de control de temperatura. ....	47
Figura 42. Flujo de control de la aspiradora. ....	48
Figura 43. Captura de pantalla sobre capas para la iluminación en Protopie. ....	49
Figura 44. Captura de pantalla con aplicación de fórmulas en Protopie. ....	50
Figura 45. Captura de pantalla sobre la simulación de la asistencia por voz. ....	50
Figura 46. Captura de pantalla con la creación de trigger de detección. ....	51
Figura 47 y figura 48. Capturas de pantalla con configuración de las condiciones del trigger. .	51
Figura 49. Conectividad de la aplicación con el resto del sistema domótico. ....	53
Figura 50. Encuesta A de usuario 1.                      Figura 51. Encuesta B de usuario 1. ....	68
Figura 52. Encuesta A de usuario 2.                      Figura 53. Encuesta B de usuario 2. ....	68
Figura 54. Encuesta A de usuario 3.                      Figura 55. Encuesta B de usuario 3. ....	69
Figura 56. Encuesta A de usuario 4.                      Figura 57. Encuesta B de usuario 4. ....	69
Figura 58. Encuesta A de usuario 5.                      Figura 59. Encuesta B de usuario 5. ....	70
Figura 60. Encuesta A de usuario 6.                      Figura 61. Encuesta B de usuario 6. ....	70

## Índice de tablas

Tabla 1. Entregas parciales. ....	4
Tabla 2. Fases del proyecto. ....	5
Tabla 3. Tabla de hitos. ....	9
Tabla 4. Diagrama de Gantt. ....	10
Tabla 5. Tabla comparativa sobre diferentes asistentes conversacionales. ....	18
Tabla 6. Perfil de persona con discapacidad de movilidad. ....	24
Tabla 7. Perfil con edad avanzada/baja capacidad cognitiva. ....	25
Tabla 8. Perfil de persona cuidadora. ....	25
Tabla 9. Perfil de persona sin discapacidad. ....	26
Tabla 10. Criterios de evaluación de la funcionalidad. ....	54
Tabla 11. Criterios de aceptación. ....	55
Tabla 12. Comandos de voz para el control de iluminación. ....	71
Tabla 13. Comandos de voz para el control motorizado. ....	71
Tabla 14. Comandos de voz para el control de sensores. ....	72
Tabla 15. Comandos de voz para el control de temperatura. ....	72
Tabla 16. Comandos de voz para el control de la aspiradora. ....	73
Tabla 17. Comandos de voz para los modos de funcionamiento. ....	73
Tabla 18. Tabla de evaluación de control por voz. ....	74
Tabla 19. Tabla de evaluación de control por gestos. ....	75
Tabla 20. Evaluación del rendimiento para el control por voz. ....	76
Tabla 21. Evaluación del rendimiento para el control por gestos. ....	76
Tabla 22. Diagrama de User journey. ....	77



## 1. Introducción

### 1.1 Contexto

¿Cómo podemos hacer que los sistemas domóticos sean más accesibles e intuitivos para personas con discapacidades de movilidad? Esta es una pregunta importante que se plantea en un mundo cada vez más automatizado, donde el uso de la domótica se está expandiendo rápidamente. Conforme más hogares adoptan sistemas domóticos para controlar la iluminación, la calefacción, las persianas y otros dispositivos, se hace cada vez más importante garantizar que estos sistemas sean accesibles para todas las personas.

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) aborda esta cuestión al diseñar un prototipo de un sistema domótico que sea accesible e intuitivo para personas con discapacidades de movilidad.

El área principal de desarrollo de este TFG será el de Interacción Persona Ordenador (IPO), ya que el diseño de interacción con el prototipado es una parte fundamental de esta área.

La domótica es un conjunto de tecnologías o sistemas utilizados para la automatización de una vivienda (1), lo cual permite la gestión de múltiples dispositivos de forma centralizada y remota. El objetivo de este TFG es desarrollar un prototipo de alta fidelidad mediante técnicas centradas en el usuario y herramientas de prototipado que permitan su representación mediante una interfaz conversacional y gestual para así poder controlar varios sistemas del hogar. Entre estos sistemas se encontrarán la climatización, la iluminación y las persianas, entre otros. Todo ello poniendo un énfasis en las personas con discapacidades de movilidad reducida, es decir, el sistema permitiría que algunas funcionalidades, así como el propio control de este, se puedan operar tanto por las personas a las que pongo el foco en el proyecto como por el público en general.

Las personas con movilidad limitada pueden tener dificultades para realizar ciertas tareas diarias, lo que puede afectar en su calidad de vida e independencia. Partiendo de un programa domótico hará que **diseñar una interfaz usable** que esté conectada a este, ayude a que tengan una mayor sensación de independencia y bienestar. Por tanto, esto facilita tanto a este tipo de usuarios como a los que no tengan estas limitaciones la realización de algunas de sus tareas diarias, mejorando así su calidad de vida. Ya que, de otro modo, estas podrían resultar difíciles o imposibles de llevarlas a cabo.

Las diferentes funcionalidades del sistema domótico se podrán controlar mediante una interfaz conversacional y gestual. Entre ellas se encuentran la monitorización y control de la temperatura, el control de iluminación de la vivienda, la detección de humos, control de válvulas de agua, control de persianas, o el encendido y apagado de dispositivos. La mayoría de estas funcionalidades no estarán físicamente implementadas debido a la viabilidad de poder instalar motores para abrir persianas, instalar válvulas o controlar las cortinas y la temperatura del hogar. Por lo que, aunque dichas tareas no se lleguen a realizar realmente, sí se podrá interactuar con ellas desde la interfaz conversacional y de manera secundaria desde la interfaz por gestos, todo ello mediante una *tablet* o *smartphone*.

## 1.2 Justificación

Con el paso del tiempo, muchas de las tareas que se realizaban manualmente en el hogar, desde lavar la ropa a fregar los platos, se han automatizado y permitiendo que se puedan realizar por sí solas. Hoy en día, todavía existen muchas tareas que seguimos realizando manualmente y que con el tiempo pasarán también a automatizarse (2).

Este trabajo se sitúa dentro del ámbito de la ingeniería informática, tocando aspectos como las interfaces de usuario y la domótica. Entre sus aplicaciones, se pretende facilitar las tareas diarias de las personas en sus hogares, así como en el cuidado de personas con discapacidades físicas y personas mayores. Por ello se podría relacionar también con el sector de la salud y la atención sanitaria, debido a que el uso de estas tecnologías podría mejorar la calidad de vida de estas.

Considero que la temática de este trabajo fin de grado es importante para la sociedad por diferentes motivos. En primer lugar, conviene destacar que a la mayor parte de las personas nos cuesta obtener tiempo libre a lo largo del día debido a que tenemos que desarrollar muchas tareas, ya sea a nivel laboral, el cuidado de una familia u otros aspectos. Es por ello por lo que disponiendo de un sistema domótico que pueda ejecutar algunas de las tareas que más se realizan a lo largo del día en el hogar nos permita ahorrar tiempo y poderlo dedicar a otras tareas.

En segundo lugar, conviene destacar que las personas con movilidad reducida se enfrentan a diario con obstáculos para poder realizar sus actividades cotidianas, y esto puede llegar a afectar en mayor o menor medida a su calidad de vida (3). Por tanto, un sistema domótico que esté diseñado para sus necesidades podría ofrecerles una mayor autonomía, tener menos dependencia y superar algunas de las barreras que enfrentan en su día a día.

Además, también puede ser una herramienta valiosa para el caso de que estas personas con discapacidades de movilidad dispongan de cuidadores, ya que les permitiría centrarse en otras tareas, así como reducir el estrés que puedan tener derivado de sus cuidados.

Con todo ello, la relevancia de este trabajo fin de grado es múltiple. De manera general, se busca mejorar la calidad de vida de las personas, y además podría ser de interés para empresas o instituciones que estén relacionadas con el diseño y el desarrollo de tecnologías para el hogar, la atención médica, personas con algún tipo de discapacidad y el cuidado de personas mayores.

### 1.3 Objetivos

Definición de **objetivos** del proyecto:

- Desarrollar un prototipo accesible e inclusivo que pueda ser utilizado tanto por usuarios con discapacidades como por aquellos que no las tienen para evitar que los usuarios renuncien a usarlo o tengan que depender de terceros para poder utilizarlo. Además, el prototipo debe ser diseñado utilizando herramientas de prototipado para lograr un diseño universal que sea lo más intuitivo y accesible posible. Para ello:
  - Se involucra a los usuarios en la mayor parte de las etapas de diseño y desarrollo.
  - Se integran tecnologías de asistencia como el control por voz.
  - Se proporciona documentación clara para ayudar al usuario a entender cómo usar el prototipo domótico.
- Comprender las necesidades de las personas con discapacidades para obtener las funcionalidades más prácticas a ofrecer en el prototipo domótico mediante una breve investigación y realización de encuestas o entrevistas.
- Evaluar la eficiencia del prototipo de sistema domótico, recopilando datos sobre la satisfacción del usuario, así como la facilidad de uso, mediante una evaluación de la funcionalidad.
- Poner en práctica los contenidos que se han ido obteniendo a lo largo de la carrera, especialmente los que tengan que ver con la usabilidad y la interacción de los usuarios.

### 1.4 Impacto en sostenibilidad, ético-social y de diversidad

La “Guía transversal sobre la Competencia Ética y Global” define la competencia de compromiso ético y global (4) como:

*“Actuar de forma honesta, ética, sostenible, socialmente responsable y respetuosa con los derechos humanos y la diversidad, tanto en la práctica académica como en la profesional.”*

El impacto del Trabajo Final en la sostenibilidad, ética-social y diversidad se ha analizado desde esta perspectiva de competencia transversal. Con ello, se identifican los impactos positivos y/o negativos del TFG en estas tres dimensiones:

- Sostenibilidad:
  - Impacto positivo: El prototipo tiene la capacidad de controlar de forma remota los dispositivos en el hogar, lo que permite a los usuarios encender y apagar las luces y controlar la temperatura en el hogar, lo que ayuda a usar la energía de manera más eficiente.
  - Impacto negativo: El consumo de energía del propio sistema domótico puede llegar a ser elevado en función de los dispositivos que estén conectados. Es por ello que es importante que esté diseñado de forma eficaz para minimizar el impacto en el medio ambiente.

- Ético-social:
  - Impacto positivo: Considero que el TFG promueve el respeto a los derechos humanos ya que se ha diseñado una interfaz inclusiva que permite controlar los dispositivos del hogar a las personas con discapacidad de movilidad o baja capacidad cognitiva.
  - Impacto negativo: En algunos casos podría llevar a provocar una dependencia excesiva de esta tecnología.
  
- Diversidad:
  - El prototipo respeta la diversidad (funcional, social, cultural, económica, política, lingüística y de género) proporcionando unas interfaces (conversacional y gestual) accesibles. Además, fomenta la inclusión.
  - Durante la realización de las encuestas no se han solicitado datos sobre raza, religión, orientación sexual o ideologías.
  - Para utilizar el prototipo no se solicitan datos personales.
  - Es posible que para algunas personas no sea del todo compatible y haya que hacer adaptaciones al prototipo o a alguno de los dispositivos que controla.

## 1.5 Alcance

Para definir el alcance, realizo una distinción entre alcance del proyecto y del producto (5).

Definición del **alcance del proyecto**, formado por:

- Plan de trabajo. Está definido por los apartados “Objetivos y alcance”, “Enfoque, metodología y proceso de trabajo” y “Planificación” de este documento. Es decir, forman parte del plan de trabajo el conjunto de estos apartados en los que se trata la definición detallada del alcance, los hitos, los productos correspondientes a cada hito, así como el calendario y el esfuerzo que dedicaré (5).
- Entregables parciales y reuniones. He ido realizando entregas periódicas, así como reuniones de seguimiento con la profesora colaboradora:

Entregas parciales y reuniones	
Título	Fecha
Reunión sobre la propuesta y planificación del proyecto.	10 marzo
PEC1: Definición o propuesta de TFG.	13 marzo
Reunión sobre investigación y las técnicas centradas en el usuario.	24 marzo
PEC2: Mandato y planificación.	27 marzo
Reunión sobre identificación de principios y técnicas de diseño centrados en el usuario y resolución de dudas.	4 abril
Reunión sobre el desarrollo del prototipo: diferenciación de interfaces.	18 abril
Reunión sobre consultas del prototipo.	2 de mayo
PEC3: Diseño e implementación.	24 mayo
PEC4: Memoria y PEC5: Presentación y defensa.	22 junio
Día de la defensa.	4 julio

*Tabla 1. Entregas parciales.*

- Entregable final. Compuesto por el producto, la memoria y la presentación.

#### Definición del **alcance del producto**:

Consiste en la realización de un prototipo de sistema domótico. Se ha pretendido no llegar a ser un proyecto muy ambicioso, por limitación de tiempo y de recursos. Aunque fuera de los ámbitos de este proyecto, se podrían llegar a desarrollar otras fases más avanzadas como la programación o implantación física con los dispositivos domóticos.

Fases
<b>Fase 1. Definición o propuesta de TFG (Elección del tema).</b>
<b>Fase 2. Mandato y planificación.</b>
<b>Fase 3. Diseño e implementación, compuesto por los siguientes hitos:</b>
Fase 3.1. Investigación:
▪ DCU
▪ Éxitos conseguidos en el sector domótico para personas con discapacidad.
▪ Problemas domóticos y de accesibilidad actuales.
▪ Posibles aplicaciones del proyecto.
▪ Riesgos asociados, evaluación de sistemas existentes.
▪ Usuarios finales a quienes va dirigido el producto/proyecto.
▪ Requisitos funcionales y no funcionales
▪ Software equivalente.
▪ Hardware relacionado.
Fase 3.2. Técnicas centradas en el usuario.
Fase 3.3. Identificación de principios de diseño centrados en el usuario a la hora de diseñar interfaces para sistemas domóticos (Fase de análisis).
Fase 3.4. Desarrollo del prototipo:
▪ Diseño de la interacción de usuario. Paralelo al diseño y desarrollo de la interfaz.
▪ Diseño de <i>storyboards</i> , <i>sample dialogs</i> y <i>sketches</i> .
▪ Diseño de las interfaces.
▪ Desarrollo de las interfaces:
▪ Diseñar las funcionalidades del sistema.
▪ Diseñar modos de funcionamiento: ahorro de energía y seguridad.
▪ Creación de pantallas con la herramienta de prototipado.
▪ Simular la asistencia por voz del sistema.
Fase 3.5. Evaluación del prototipo.
▪ Realización de la evaluación de funcionalidad.
▪ Realización de la evaluación heurística.
▪ User journey
<b>Redacción de la memoria de manera paralela a la realización de la fase 3.</b>
<b>Preparación de una presentación.</b>
<b>Defensa.</b>

*Tabla 2. Fases del proyecto.*

La realización de estos hitos se ha complementado con entregas parciales y de una entrega final compuesta por el producto, la memoria y la presentación.

Por motivos de viabilidad y de tiempo, no está incluido en la realización de este trabajo la programación de las funcionalidades del sistema domótico, ni el uso físico de sensores, actuadores, dispositivos de comunicación o plataformas de desarrollo.

## 1.6 Enfoque, metodología y proceso de trabajo

Este proyecto se enfoca en el diseño de una interfaz de usuario que permita a los usuarios controlar el sistema domótico mediante el uso de herramientas de prototipado y la simulación de tecnologías de asistencia, como el control por voz. Además, se involucra a los usuarios en la mayor parte de las etapas para garantizar que el prototipo cumpla con sus necesidades y expectativas. El objetivo final es obtener un prototipo accesible e intuitivo que no solo permita a las personas con discapacidades de movilidad controlar su entorno, sino que también sea fácil de usar para todos los usuarios.

### Metodología de trabajo

De entre las posibles estrategias para llevar a cabo un trabajo, como puede ser el desarrollo de un producto nuevo, la mejora de un producto existente o la combinación de diferentes productos con tecnologías existentes, he escogido desarrollar una combinación de estas. Es decir, desarrollar un producto nuevo, el cual se pueda parecer a algunos sistemas domóticos actuales, como el desarrollado por *Pixeldreams* para un ático de Barcelona (6), pero que sea compatible con personas con discapacidades. Con ello, aunque desarrollo un producto nuevo, este se basa en la combinación de las funcionalidades más comunes ofrecidas en los sistemas domóticos actuales, pero adaptadas a un grupo de usuarios determinado para favorecer su usabilidad.

Tratando que el prototipo sea inclusivo, desarrollaré una interfaz conversacional haciendo uso de la **metodología de Diseño Centrado en las Personas (DCP)**, también conocido como Diseño Centrado en el Usuario (DCU) (7).

Esta consiste en involucrar al usuario en cada una de las fases en las que se vaya desarrollando un producto, que en este caso sería durante el desarrollo del prototipo. Los objetivos de esta metodología coinciden con algunos de los objetivos de este proyecto: crear un producto en el que sus usuarios lo encuentren útil y usable, satisfaciendo así sus necesidades (7).

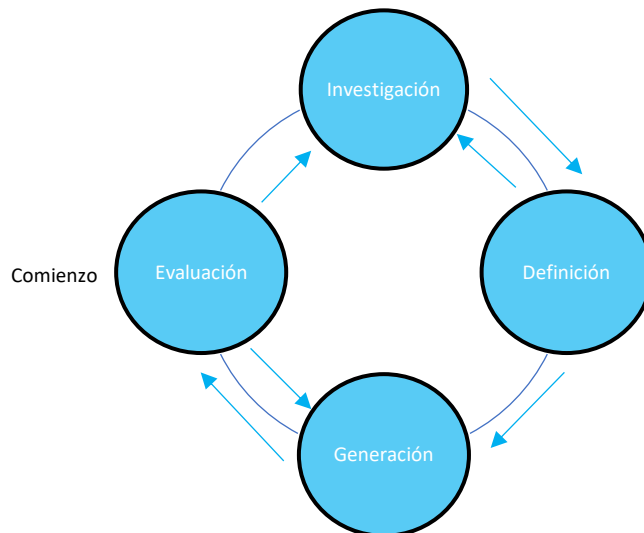


Figura 1. Gráfico sobre la metodología DCU (8).

Otro tipo de método que se podría utilizar es el de “**Persona**”, el cual está incluido dentro del proceso de diseño centrado en el usuario, en la fase de investigación. De esta forma podré tener una mejor idea del público objetivo y poder empatizar para tomar las decisiones de diseño (9).

Algunas de las técnicas centradas en el usuario que utilizaré son:

- Encuestas con preguntas principalmente cerradas y en batería.
- Obtención de perfiles de usuario.
- Diagramas de flujo para desarrollar algunas funcionalidades del sistema domótico en función de las acciones cometidas.
- Técnica de prototipado.
- Evaluación heurística para evaluar el prototipo.

### Proceso de trabajo

Para llevar a cabo todas las actividades he utilizado un **proceso secuencial** (*waterfall*, en inglés) (10) en el cual las actividades se han ejecutado una tras otra, pero permitiendo que algunas se realimenten en función de los resultados obtenidos. Es decir, esto lo he llevado a cabo complementando el proceso secuencial con un **proceso iterativo** (11) en algunas de las fases como la de evaluación de la funcionalidad.

- Como metodologías de investigación he realizado **encuestas** tanto para conocer las necesidades de los usuarios que podrían utilizar el prototipo, como para conocer las mejoras en este mientras iba realizando la fase de desarrollo. Además, me he basado en la **observación** para comprender cómo los usuarios interactúan con el prototipo; he realizado una **revisión bibliográfica** para conocer el estado del arte (investigación), así como pruebas para **evaluar la funcionalidad** del prototipo.

- Como metodologías de desarrollo se encuentran la **creación del prototipo** y la realización de un **diseño centrado en el usuario (DCU)** en el cual se ha involucrado a algunos de sus usuarios en las etapas de desarrollo del prototipo.
- Como recursos he utilizado principalmente herramientas de prototipado como *Protopie* (12) y accedido a usuarios con algún tipo de discapacidad relacionada con el proyecto.

## 1.7 Planificación

Para desarrollar el proyecto, en primer lugar, he realizado una **investigación** para conocer las necesidades de las personas con movilidad reducida en relación con la domótica. Para ello he realizado múltiples búsquedas como, por ejemplo, sobre los principios de diseño centrados en el usuario que deben tenerse en cuenta al diseñar interfaces para sistemas domóticos; y he realizado diversas encuestas sobre el uso de la domótica por parte de personas con movilidad reducida. Gracias a esto he podido observar e identificar características y funcionalidades (**requerimientos**) que tanto la interfaz como el sistema deben tener para satisfacer las **necesidades** de los usuarios.

En segundo lugar, he diseñado la interfaz conversacional y la interacción de usuario del sistema, teniendo en cuenta las necesidades encontradas durante la etapa de investigación. Además, he creado una interfaz de usuario gráfica intuitiva y fácil de usar. Para ello me he basado en los **principios de diseño centrados en el usuario** y utilizado herramientas de diseño de interfaces, para prototipos de baja y alta fidelidad.

Por último, he realizado **pruebas de evaluación de funcionalidad y de aceptación** para garantizar que el sistema funciona correctamente y se ajuste a los requisitos identificados en las primeras fases. Los resultados de estas pruebas los he utilizado para realizar mejoras finales a dicha interfaz conversacional y a la interfaz gráfica.

En la siguiente tabla de hitos y diagrama de Gantt se pueden observar de manera desglosada las diferentes tareas que he ido realizando.



Tabla de hitos				
Nombre	Duración	Fecha de inicio	Fecha final	
<b>PEC1 Definición o propuesta de TFG. (Fase 1)</b>	13 días	01/03/2023	13/03/2023	
Fase 1.1 Elección del tema.	4 días	01/03/2023	04/03/2023	
<b>PEC2 Mandato y planificación. (Fase 2)</b>	14 días	14/03/2023	27/03/2023	
Fase 2.1 Objetivos y alcance.	8 días	14/03/2023	21/03/2023	
Fase 2.2 Planificación.	6 días	22/03/2023	27/03/2023	
<b>PEC3 Diseño e implementación. (Fase 3)</b>	58 días	28/03/2023	24/05/2023	
Fase 3.1. Investigación.	4 días	28/03/2023	31/03/2023	
Fase 3.1.1 Éxitos y problemas domóticos y de accesibilidad actuales.	1 día	28/03/2023	28/03/2023	
Fase 3.1.2 Posibles aplicaciones del proyecto y riesgos asociados.	1 día	29/03/2023	29/03/2023	
Fase 3.1.3 Usuarios finales a quienes va dirigido el producto/proyecto.	1 día	30/03/2023	30/03/2023	
Fase 3.1.4 Software y hardware relacionado.	1 día	31/03/2023	31/03/2023	
Fase 3.2. Realización de encuestas a los usuarios (análisis de necesidades).	4 días	01/04/2023	04/04/2023	
Fase 3.3. Identificación de principios de diseño centrados en el usuario.	2 días	05/04/2023	06/04/2023	
Fase 3.4. Desarrollo del prototipo.	48 días	07/04/2023	24/05/2023	
Fase 3.4.1 Diseño de la interacción de usuario. Paralelo al diseño y desarrollo de las interfaces.	6 días	07/04/2023	12/04/2023	
Fase 3.4.1.1 Diseño de sketches, storyboards y <i>Sample dialogs</i> .	6 días	07/04/2023	12/04/2023	
Fase 3.4.2 Diseño de las interfaces.	5 días	13/04/2023	17/04/2023	
Fase 3.4.3 Desarrollo de las interfaces.	27 días	18/04/2023	14/05/2023	
Fase 3.4.3.1 Diseñar la interfaz con las funcionalidades del sistema.	6 días	18/04/2023	23/04/2023	
Fase 3.4.3.2 Diseñar modos de funcionamiento: ahorro de energía / seguridad.	5 días	24/04/2023	28/05/2023	
Fase 3.4.3.3 Creación de las pantallas con la herramienta de prototipado.	10 días	29/04/2023	08/05/2023	
Fase 3.4.3.4 Simulación de la asistencia por voz.	6 días	09/05/2023	14/05/2023	
Fase 3.5. Evaluación del prototipo.	7 días	08/05/2023	14/05/2023	
Fase 3.5.1 Realización de la evaluación de funcionalidad.	3 días	08/05/2023	10/05/2023	
Fase 3.5.2 Realización de la evaluación heurística.	4 días	11/05/2023	14/05/2023	
Fase 3.5.3 Realización del <i>User journey</i> .	7 días	08/05/2023	14/05/2023	
<b>PEC4 Redacción de la memoria. Paralelo a la realización del desarrollo del trabajo.</b>	91 días	28/03/2023	22/06/2023	
<b>PEC5 Presentación y defensa.</b>	11 días	23/06/2023	03/07/2023	

Tabla 3. Tabla de hitos.

## Diagrama de Gantt

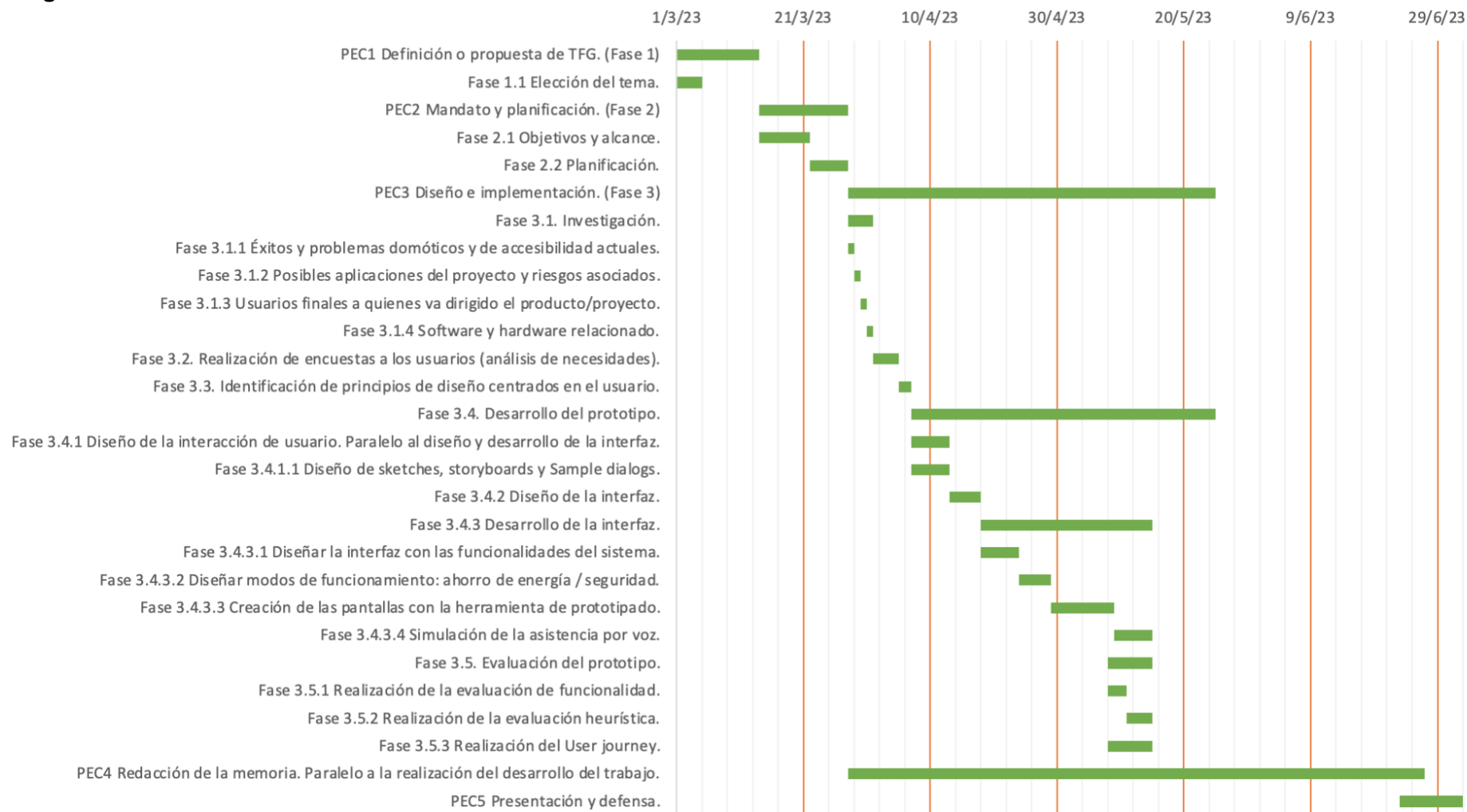


Tabla 4. Diagrama de Gantt.

## 1.8 Breve resumen de productos obtenidos

Mediante la aplicación de la metodología de desarrollo centrada en el usuario y las evaluaciones de funcionalidad y heurística se han podido identificar las necesidades y áreas de mejora a la hora del diseño de las interfaces conversacional y gestual. Gracias a esto se ha obtenido un producto que consiste en un prototipo de alta fidelidad para un sistema domótico el cual facilita la interacción y el control de diferentes dispositivos de manera intuitiva.

El prototipo se puede utilizar desde el siguiente enlace en cualquier navegador de internet: <https://cloud.protopie.io/p/2e34e324a091be4b05c4f4fd>  
En caso de querer utilizar la funcionalidad de interfaz conversacional es necesario utilizar el navegador *Google Chrome* o bien acceder al prototipo instalando la aplicación *Protopie Player* en tanto en dispositivos *Android* como *iOS* e *iPadOS*, disponible en este enlace: <https://www.protopie.io/learn/docs/player/getting-started>

## 2. Investigación

El problema principal que se quiere resolver con este proyecto es romper barreras en la realización de algunas tareas cotidianas de la casa, tanto para ahorrar tiempo como sobre todo para facilitárselas a las personas con discapacidades de movilidad y otras discapacidades.

He realizado una búsqueda sobre los siguientes ítems para localizar cómo otras empresas y usuarios han tratado el problema que se pretende resolver:

### 2.1. Sub ámbitos dentro del ámbito del TFG

Dentro del ámbito del diseño de un prototipo domótico existen numerosas áreas en las cuales se puede aplicar el proyecto. Todo ello teniendo en cuenta de que se trata de un prototipo para el control de una vivienda que pueda ser utilizado por cualquier persona, en especial por personas con discapacidades de movilidad.

Entre los diferentes sub ámbitos que he identificado se encuentran:

- Identificación de los usuarios. Consiste en la identificación de los usuarios que usarán el sistema y también a los que este está destinado. Este proyecto está destinado principalmente a usuarios con algún tipo de discapacidad, aunque igualmente lo pueden utilizar el resto de los usuarios. Los he definido en el apartado "Usuarios finales a quienes va dirigido el producto/proyecto". Además, he obtenido diferentes perfiles de usuario en base a las encuestas realizadas.

- Investigación de las necesidades de los usuarios. Una vez distinguido el tipo de usuarios que puedan utilizar el prototipo, procedo a identificar el tipo de necesidades de estos. Para ello es importante destacar que las necesidades podrán variar en función del tipo de discapacidad que parezcan. Algunas de estas necesidades o cualidades podrían ser:
  - Necesidad de poder controlar el sistema de una manera que no sea física, es decir, mediante comandos por voz o incluso mediante gestos.
  - Accesibilidad: los usuarios han de poder controlar el sistema de una manera accesible. Por tanto, si el control principal es una pantalla táctil situada en una pared, entonces, para favorecer la accesibilidad, se podría disponer, además de los comandos por voz anteriormente mencionados, a un dispositivo que sea móvil/inalámbrico, como un *smartphone* que pueda llevar consigo el usuario.  
Igualmente, si estos usuarios tienen algún tipo de discapacidad visual, se dotaría a la interfaz de unos botones más grandes, tratando de llegar a un **diseño universal**.
  - Comunicación: además de la interacción por voz, el sistema ha de responder al usuario mediante audios, lo que facilita las tareas para el grupo de usuarios que tuviera algún tipo de discapacidad visual.
  - Intuitividad: para el caso de personas de edad avanzada, se ha tratado que la interfaz sea fácil de usar, ofreciendo información clara de las acciones disponibles y el estado del sistema. De esta manera se tratan de evitar posibles accidentes o dudas.

Al ofrecer un sistema que las satisfaga estas cualidades y necesidades básicas será más sencillo atender al resto de necesidades como: poder controlar algunas de las tareas del hogar como la climatización, el control de persianas, la iluminación, y la detección de humos, entre otros.

- Identificación del tipo de dispositivos y tecnologías implicados. Para este apartado distingo entre el software utilizado para desarrollar el prototipo como la tecnología física que se emplea en los sistemas domóticos actuales. Está desarrollado en los apartados “Software similar” y “Hardware relacionado” respectivamente.
- Diseño centrado en el usuario, en el cual involucraré a los usuarios en la mayor parte de las fases en las que vaya desarrollando el prototipo. Más adelante, en el apartado de “Diseño centrado en el usuario” describo más en detalle en qué consiste, su aplicación en los distintos tipos de interfaces y los procesos que llevo a cabo para conseguir llegar a un diseño universal.

## 2.2 Diseño centrado en el usuario

El **Diseño Centrado en el Usuario (DCU)**, también es conocido como Diseño Centrado en las personas (DCP) (7).

Dicho diseño consiste en involucrar al usuario en las diferentes fases en las que se va desarrollando un producto, que en este caso sería durante el desarrollo del prototipo.

Se puede entender también al DCU como una metodología en cuanto a planificación de proyectos y aplicación de un conjunto de métodos en las fases principales de estos proyectos.

Para emplear este diseño he aplicado a su vez a diferentes técnicas centradas en los usuarios para involucrarlos, tanto en la fase de investigación como en la de definición de la solución, prototipado y de evaluación. Dichas técnicas están desarrolladas en el apartado de Técnicas centradas en el usuario.

El diseño centrado en el usuario se puede aplicar a cualquier tipo de interfaz, como pueden ser las siguientes (13):

- Interfaces de usuario web: Se deben tomar en cuenta aspectos como la facilidad en la navegación, la legibilidad de las fuentes empleadas o la claridad de la información que se presenta.
- Interfaces de usuario gestuales: utilizan gestos, expresiones y movimientos corporales como medio de interacción con el sistema. Para el DCU se ha de tener en cuenta aspectos como la usabilidad, la satisfacción del usuario y su adaptabilidad a las habilidades físicas de los usuarios que puedan tener algún tipo de discapacidad.
- Interfaces de usuario conversacionales: utilizan el lenguaje natural como medio de interacción con el sistema. El DCU se centra en aspectos como la naturalidad o la efectividad. Además, se debe tener en cuenta la capacidad de entender y también de responder de manera adecuada al lenguaje natural de los usuarios.
- Interfaces de usuario para entornos virtuales 3D inmersivos: proporcionan una experiencia inmersiva en entornos virtuales 3D. El DCU se centra en la usabilidad, en la interactividad y la experiencia que tiene el usuario en el entorno virtual, para así tratar de proporcionar una experiencia inmersiva agradable y satisfactoria.

De entre todos estos tipos de interfaces me centraré en la interfaz conversacional debido a su relevancia de uso para los usuarios a los que está enfocado este proyecto. Adicionalmente, también me centraré en las interfaces gestuales como complemento del sistema domótico, para así tener otra visión de las funcionalidades disponibles, pero prevaleciendo el uso de la interfaz conversacional.

Para crear diseños de interfaces efectivos y satisfactorios para los usuarios y fomentar la igualdad de oportunidades para todo tipo de personas existen un conjunto de principios llamados **principios del diseño universal**. (14) Estos siete principios se basan en:

- Uso equitativo: el diseño ofrecido debe proporcionar un entorno que sea fácil de usar y que esté adaptado a todo tipo de personas, independientemente de las capacidades que estas tengan.
- Uso flexible: el diseño debe ofrecer diferentes posibilidades de adaptación de sus elementos para que los usuarios puedan elegir la manera en la que los utilizan.
- Uso simple e intuitivo: el diseño debe ofrecer facilidades para su uso, de manera que independientemente de los conocimientos o experiencias que tengan los usuarios puedan utilizarlo.
- Información perceptible y comprensible: el diseño ha de disponer de canales de comunicación que sean eficaces para así facilitar el intercambio de información entre los usuarios y su entorno.
- Tolerancia al error: se pretenden minimizar los riesgos, así como las consecuencias de utilizar los elementos del diseño.
- Esfuerzo físico bajo: se pretende que el esfuerzo físico empleado en el uso de los elementos del diseño sea el mínimo posible.
- Dimensiones apropiadas: el diseño debe tener en cuenta la relación de las dimensiones de sus elementos tanto con sus usuarios como con sus entornos.

### **2.3 Éxitos conseguidos dentro del ámbito del TFG**

Existen múltiples casos de éxito en los que el hecho de domotizar una vivienda y poderla controlar de manera intuitiva y sencilla ha beneficiado a sus usuarios.

Un caso es el de Joaquín Romero, afectado de esclerosis múltiple, quién decidió domotizar toda su vivienda para vivir de forma más autónoma (15). Tras ver los beneficios de la domótica, acabó fundando con sus hermanos la empresa “BJ Adaptaciones” (16) en la que se centran en mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad, aportando soluciones sencillas y personalizadas para los problemas del día a día.

Otro ejemplo es el de los “Apartamentos Guttman Barcelona Life” (17). Se trata de un proyecto en el que se construyeron 50 apartamentos totalmente adaptados para personas con movilidad reducida. Además, están dotados de un sistema domótico con una interfaz de usuario gestual que permite tener un control remoto de la vivienda (18).

## **2.4 Problemas en los cuales se trabaja actualmente**

Algunos de los problemas en los cuales se está trabajando hoy en día son los siguientes:

- **Accesibilidad.** Es uno de los principales problemas que se trata de resolver en el diseño de los sistemas domóticos, sobre todo para las personas con discapacidades de movilidad o visual. Por ello, se está trabajando en diseñar interfaces de usuario que tengan un diseño universal, además de poder integrar tecnologías de asistencia que favorezcan la independencia del usuario. (18).
- **Seguridad.** De manera general, se está trabajando en mejorar la seguridad en las viviendas, de manera que se pueda controlar la vivienda mediante detectores de humo, las válvulas de agua, la temperatura o el movimiento. (19).
- **Eficiencia energética.** Es otro de los aspectos que se pretenden mejorar para así contribuir a un desarrollo sostenible y tratar de que los dispositivos domóticos usados sean lo más sostenibles posible. (20).
- **Inteligencia artificial.** Es otra de las áreas en la que se está trabajando intensamente hoy en día, ya que se pretende mejorar la eficiencia y capacidad de estos sistemas mediante la toma de decisiones de manera automática. (21).

## **2.5 Posibles aplicaciones en un ámbito**

Este proyecto tiene diversas aplicaciones en distintos ámbitos como:

- **La seguridad.** Aunque este proyecto está centrado en los hogares, hay que mencionar que también podría ser aplicable a otros lugares como residencias u hospitales. Por tanto, se podría aplicar este proyecto para mejorar la seguridad en los hogares, tanto para prevenir intrusiones en la vivienda como sobre todo para monitorizar gases, temperatura o inundaciones gracias a los sensores repartidos por la vivienda y el aviso al usuario mediante alertas. (19).
- **Medicina:** el prototipo una vez funcional y complementado con el hardware adecuado, se podría utilizar en el sector de la medicina tanto para controlar como para monitorizar la salud de los pacientes que tengan algún tipo de discapacidad o incluso con personas con enfermedades crónicas. (22).
- **Accesibilidad.** Probablemente, sea el campo en el cual tenga más relevancia, puesto que gracias al uso del sistema domótico el usuario podría escoger diferentes opciones que le permitan mejorar su accesibilidad y su independencia. Entre ellas, servicios del hogar como la apertura y cierre de puertas, de ventanas o el control de la temperatura e iluminación.

- Eficiencia energética. Al igual que comentaba en el apartado anterior para el caso de algunos de los problemas en los que se está trabajando actualmente en este sector, el campo de la eficiencia energética es una de las aplicaciones de este proyecto. Sus beneficios podrían ser la optimización del consumo de energía de la vivienda ya que se podría controlar tanto la iluminación como la climatización de manera manual o automática.
- Ocio. Con menos relevancia para este proyecto, pero igualmente aplicable estaría el sector del ocio, en el cual el uso del sistema domótico permitiría interactuar con dispositivos como un equipo de música, la televisión o un proyector.

## 2.6 Riesgos asociados

Tanto el uso del prototipo como de un producto final de un sistema domótico pueden ayudar a las personas en sus necesidades, especialmente a las personas con discapacidades (23). Sin embargo, existen una serie de riesgos que se pueden dar:

Riesgos al usar un prototipo de interfaz de usuario por cualquier usuario:

- Sobrestimar las funcionalidades: Si el prototipo no se crea con un objetivo claro, se podrían incluir funcionalidades que no sean necesarias o no se correspondan con las necesidades de los usuarios.
- Dificultad en la realización de cambios: Si el prototipo no se crea de forma flexible, sería más complicado realizar cambios en el futuro.
- No cumplir con las expectativas de los usuarios: Ya que, si el prototipo no se prueba con usuarios reales, es posible que el diseño de la interfaz no cumpla con las expectativas de estos.

El uso de prototipos domóticos por personas con discapacidad de movilidad puede presentar ciertos riesgos, como los siguientes:

- Tanto el tipo de interfaz como las funcionalidades que ofrezca serán útiles para el usuario siempre que estén diseñadas para atender a sus necesidades. Ya que, por ejemplo, sería importante que para un usuario con discapacidad de movilidad el sistema disponga de una interfaz conversacional y no tanto una interfaz gestual. Lo mismo es aplicable a las funcionalidades que se ofrezcan dentro de la interfaz, como puede ser ofrecer el control de la iluminación de la vivienda.
- Problemas de fiabilidad y seguridad: El prototipo al igual que el sistema domótico están expuestos a fallas que no son del todo controlables, como pueden ser los cortes de luz o algún fallo del sistema. Estos fallos podrían suponer accidentes si se diera el caso, por ejemplo, de que a pesar de ser de día no se puedan subir las persianas automáticamente porque durante la noche se ha producido un corte de luz que no se ha recuperado aún.



- Fallos de usabilidad: en el caso de que el prototipo no se consiga diseñar teniendo en cuenta las limitaciones de movilidad de las personas, podría ser difícil de utilizar. Por ejemplo, si se decidiera utilizar una interfaz gestual y esta requiriese de movimientos precisos de las manos, alguien con discapacidad de movilidad podría tener dificultades para usarlo.
- Entrenamiento insuficiente del modelo conversacional: es posible que existan dificultades para entender el lenguaje natural en el modelo, lo que podría generar respuestas erróneas o no comprenderse las preguntas realizadas.
- Tanto al usar el prototipo como el producto final totalmente implementado, pueden existir otros riesgos o problemas relacionados con la facilidad de desempeño con la tecnología que tengan sus usuarios. Es decir, pueden existir personas que tengan una mayor dificultad para usar dispositivos electrónicos independientemente de que tengan o no discapacidades de movilidad o de otros tipos.

Por todo ello es importante asegurarse que el prototipo esté diseñado con accesibilidad, incluyendo algunas características como comandos de voz y poderse controlar remotamente como puede ser desde un *smartphone* o *tablet*, para así facilitar el uso para las personas con discapacidad de movilidad.

## **2.7 Evaluación de sistemas existentes (Benchmarking)**

Uno de los desarrollos más populares de la inteligencia artificial en la actualidad son los asistentes conversacionales. Estos sistemas utilizan el procesamiento del lenguaje natural para comunicarse con los usuarios y realizar diversas acciones, como realizar llamadas, administrar electrodomésticos y reproducir música.

Entre los diferentes asistentes conversacionales actuales se encuentran (24) Amazon Alexa (25), Siri (26) o Google Assistant (27).

Para compararlos he realizado una evaluación de estos sistemas solicitando realizar la misma acción en cada uno de ellos. Para ello, previamente he configurado y he ido conectando una bombilla inteligente compatible con todos estos sistemas para posteriormente solicitar su encendido.

A continuación, se puede observar una tabla comparativa de estas acciones:

<b>Evaluación de asistentes conversacionales</b>			
Nombre del asistente	Amazon Alexa	Siri	Google Assistant
Comando de activación	"Alexa"	"Oye Siri" seguido de la pregunta o comando	"Ok Google" o "Hey Google" seguido de la pregunta o comando
Importancia del orden del comando	Importante ya que el comando de activación va delante de la solicitud	Importante ya que el comando de activación va delante de la solicitud	Importante ya que el comando de activación va delante de la solicitud
Tiempo en obtener una respuesta	Entre 1 y 3 segundos	Entre 1 y 3 segundos	Entre 2 y 4 segundos
Dispositivo de funcionamiento	Amazon Echo	Dispositivos Apple.	Dispositivos Android, Google Home y otras plataformas
Dispone de complementos	Sí, llamados "Skills"	Sí	Sí
Nombre de los complementos	Múltiples, por ejemplo, <i>Hue Philips</i> o <i>Smart Home</i>	Múltiples, por ejemplo, <i>Shortcuts</i> .	Múltiples disponibles en la plataforma de Google.
Capacidad de personalización	Alta	Baja	Alta

*Tabla 5. Tabla comparativa sobre diferentes asistentes conversacionales.*

Por lo general, estos asistentes tienen muchas similitudes. Entre algunas diferencias están los comandos de activación o los complementos que ofrecen.

En todos ellos es importante destacar que afecta el orden en el que se dice el comando principal de activación del asistente. Es decir, si se indica "Enciende la lámpara de la cocina hey Google" no va a detectar la solicitud de encendido de la lámpara ya que es necesario indicar el comando de activación al comienzo de la frase completa de solicitud de la tarea.

Por lo demás, destacaría la amplia variedad de complementos que disponen y que cada vez es mayor.

## 2.8 Usuarios finales a quienes va dirigido el producto/proyecto

Está principalmente enfocado a los usuarios que tengan algún tipo de discapacidad física, por lo que aquí es donde una interfaz conversacional les otorgaría una mayor facilidad. Igualmente, para tener una mejor idea de lo que pueda estar sucediendo, por ejemplo, para los posibles cuidadores de estas personas, existirá una interfaz gráfica en la que se pueda realizar la interacción mediante una interfaz gestual.

Por ello, estarían incluidas tanto las personas con algún tipo de discapacidad, cuidadores de estos, como personas sin discapacidad, poniendo el foco en los usuarios con algún tipo de discapacidad de movilidad.

Para tener una idea más clara, es importante diferenciar entre los diferentes tipos de personas con discapacidad. Algunos de estos grupos han sido mencionados anteriormente y podrían beneficiarse del prototipo en cuestión, convirtiéndose en potenciales usuarios de este:

- Personas con discapacidades físicas. En este grupo se incluyen a las personas con alteraciones corporales que dificultan el movimiento, llegando a restringir la actividad de tareas cotidianas como pueda ser la apertura de una persiana o el encendido de una lámpara (28).
- Personas con discapacidades sensoriales. En este grupo se incluyen a las personas con discapacidad que afecta a las estructuras sensoriales (28). Dentro se pueden diferenciar:
  - Discapacidad visual: afecta a la vista, ocasionando dificultades para ver o localizar elementos del hogar como puedan ser los interruptores o puertas.
  - Discapacidad auditiva: afecta al oído. Esto puede hacer que estas personas no escuchen el teléfono, el timbre o una alarma de la vivienda. Por lo que tendrían que apoyarse de otro de los sentidos, siempre que sea posible, como el de la vista o el tacto para poder visualizar o sentir este tipo de situaciones.
  - Discapacidad que afecte a otros sentidos como el tacto, el gusto, el olfato o el sistema nervioso.
- Personas de edad avanzada. En este grupo se incluirían a las personas que tengan dificultades o impedimentos para realizar ciertas tareas cotidianas, siendo por lo general, más propensos a tener accidentes en el hogar. (29).

Es importante mencionar que cada persona podrá tener unas necesidades particulares, asique en una situación real habría que adaptar el sistema a las necesidades particulares de cada persona. Para este proyecto me centraré en las personas con **discapacidades físicas y sensoriales**, pero podría ser igualmente útil para el resto de las personas anteriores gracias a algunas de las funcionalidades ofrecidas en la interfaz.

## 2.9 Requisitos funcionales y no funcionales

Para intentar conseguir que el prototipo cumpla con las necesidades y expectativas de los usuarios se hace necesario definir una serie de requisitos funcionales y no funcionales. Estos requisitos ayudarán a su vez a establecer una base para posteriormente evaluar el prototipo final.

Como requisitos funcionales incluyo a:

- Capacidad de control remoto de los dispositivos (persianas, altura de la cama, iluminación, etc.) a través de un dispositivo móvil como un *smartphone* o una *tablet*.
- Control de dichos dispositivos mediante comandos de voz como primera opción y con una interfaz gestual como opción secundaria.
- Recepción de respuesta por parte del sistema hacia el usuario tras haber solicitado realizar una acción.

Como requisitos no funcionales incluyo a:

- El sistema debe ser fácil de utilizar por sus usuarios.
- El sistema debe estar disponible en todo momento para su uso.
- El sistema ha de ser seguro durante su uso y funcionamiento.

## 2.10 Software similar: programas privados, open source, API, etc.

En cuanto al software existente en el mercado que tenga similitudes al prototipo de sistema domótico que pretendo realizar se encuentran los siguientes productos:

- Home Assistant. Es un software de automatización del hogar, de código abierto (*open source*) y gratuito, el cual se puede instalar en un servidor local. Permite añadir dispositivos y controlarlos desde una misma interfaz de usuario. Su funcionamiento no depende de la nube ni de conexión a internet, lo cual supone tener menos latencias y ser más seguro que otras soluciones (30).
- OpenHAB. Es una plataforma de automatización del hogar de código abierto. Permite integrar multitud de dispositivos y sistemas, proporciona una interfaz de usuario uniforme a pesar de la conexión de dispositivos que sean de distintas marcas. Entre sus múltiples integraciones se encuentran "HomeKit", "Philips Hue", "Amazon Alexa" o "MQTT". (31)
- IFTTT. Es un servicio web con el cual se pueden crear automatizaciones entre servicios. Es decir, permite asociar dispositivos y servicios en la nube. (32)
- Zigbee y Z-Wave. Son protocolos de comunicación inalámbrica que se caracterizan por su bajo consumo de energía a la hora de controlar los dispositivos domóticos. Funcionan mediante la conexión de un concentrador (*hub*) que se comunica directamente con los dispositivos sin depender de la red WIFI, para de esta forma emplear ondas de radio de baja energía (33), (34).

Igualmente, para el desarrollo del prototipo domótico, en concreto con la interfaz, existen programas como:

- Figma. Es una herramienta de prototipado y editor de gráficos de alta calidad, con la peculiaridad de alojarse en la web. (35).
- Protopie. Es una herramienta de prototipado, intuitiva y sin necesidad de programar para crear diseños interactivos básicos y de complejidad media. (12).
- Axure RP. Es una herramienta de diseño de prototipos de aplicaciones web y móviles que permite crear prototipos funcionales, realistas y complejos. (36).

### 2.11 Hardware relacionado

Este proyecto está centrado en el desarrollo de un prototipo en el que el usuario interactúa con un sistema domótico. Dicho sistema domótico, aunque no se llegue a implementar físicamente, idealmente estará formado por diferentes dispositivos que serán los encargados de realizar las tareas del hogar. Entre estos dispositivos se encuentran:

- Dispositivos de control. Son aquellos que permiten al usuario interactuar y con ello controlar al sistema domótico. Aquí incluyo también a los dispositivos que utilizan comandos de voz como Amazon Echo. Además, se encuentran las pantallas táctiles, botones o micrófonos. (37)
- Sensores. Son dispositivos que permiten medir diferentes variables del entorno como, por ejemplo, la humedad, la temperatura o el movimiento. (37)
- Actuadores. Son dispositivos que se encargan de realizar acciones en un entorno como puede ser una vivienda. Entre algunas tareas que pueden llegar a realizar se encuentran la apertura y cierre de persianas o el encendido y apagado de luces. (37)
- Dispositivos de comunicación. Son aquellos que permiten conectarse a otros dispositivos y comunicarse entre sí. Algunos ejemplos son las antenas, los *switches* o los *routers*.
- Dispositivos de desarrollo. Permiten programar un sistema domótico y conectarse a los dispositivos de comunicación. Algunos ejemplos son Arduino o Raspberry Pi.

## 3. Técnicas centradas en el usuario

Para aplicar el diseño centrado en el usuario me he ayudado a su vez de la aplicación de diferentes técnicas centradas en los usuarios para que estén involucrados en las fases principales del proyecto.

Concretamente, para la fase de investigación he aplicado encuestas y perfiles de usuario que han quedado recogidos en sus respectivos apartados.

Para la fase de definición de la solución he aplicado diagramas de flujos para las funcionalidades del sistema domótico.

En cuanto a la fase de prototipado he aplicado a la técnica de prototipado.

Y finalmente, para la fase de evaluación he aplicado evaluación heurística.

### 3.1. Técnica de prototipaje

El prototipaje es una técnica bastante útil para desarrollar soluciones tecnológicas centradas en el usuario. Permite construir prototipos que simulan el funcionamiento del sistema final.

Además, gracias a esta técnica, también se puede ir evaluando el diseño planteado para la interacción de los usuarios, así como evaluar el diseño de la propia interfaz conversacional y en su caso la interfaz gestual (38).

Por tanto, la realización de un prototipo permite a su vez ir realizando evaluaciones sobre el diseño planteado inicialmente e iterar hasta que se consiga llegar a un producto (prototipo) que cumpla con los objetivos establecidos. De esta forma, una vez obtenido el prototipo, de cara a fases futuras, se puedan realizar otras como las de desarrollo y de producción del producto final completo.

Para realizar esta técnica de prototipaje, primeramente, he realizado dibujos en lápiz / rotulador para visualizar el diseño de una manera rápida (*sketching*). Seguidamente he diseñado y desarrollado la interfaz mediante prototipos de baja y alta fidelidad. Y, por último, una vez cumplidos los requisitos establecidos mediante pruebas de funcionalidad, he obtenido el prototipo.

### 3.2. Realización de encuestas

Con el objetivo de obtener los requerimientos y funcionalidades más apropiados para ofrecer en la interfaz conversacional, he desarrollado varias encuestas.

Las encuestas se encargan de recoger información, así como del proceso de analizar las respuestas obtenidas para un grupo concreto de personas (39). De esta manera obtendré conclusiones para poder desarrollar los requisitos más apropiados del prototipo.

Todas las encuestas se pueden encontrar en el apartado de anexos (40).

Para la realización de estas encuestas he seleccionado un grupo de 6 usuarios con perfiles que tienen principalmente alguna discapacidad de movilidad, discapacidad de edad avanzada y otro tipo de personas que en mayor o menor medida tienen o han tenido algún tipo de dificultad de movilidad o buscan beneficiarse de las funcionalidades de un sistema domótico.

Por tanto, en algunos casos las encuestas han sido completadas directamente por los encuestados y en otros casos las he completado a partir de las respuestas que me han ido indicando. Todo ello tanto de manera presencial como por medio de correo electrónico y redes sociales.

Los datos obtenidos de las encuestas se pueden resumir de manera general en los siguientes gráficos:

### IMPORTANCIA DE UNA INTERFAZ SENCILLA

▣ Muy importante   
 ▣ Importante   
 ▣ Poco importante

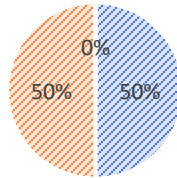


Figura 2. Gráfico pastel sobre la importancia de una interfaz sencilla para los encuestados.

### Funcionalidades solicitadas

■ Control de iluminación   
 ■ Sensores   
 ■ Control motorizado  
■ Seguridad   
 ■ Control electrodomésticos

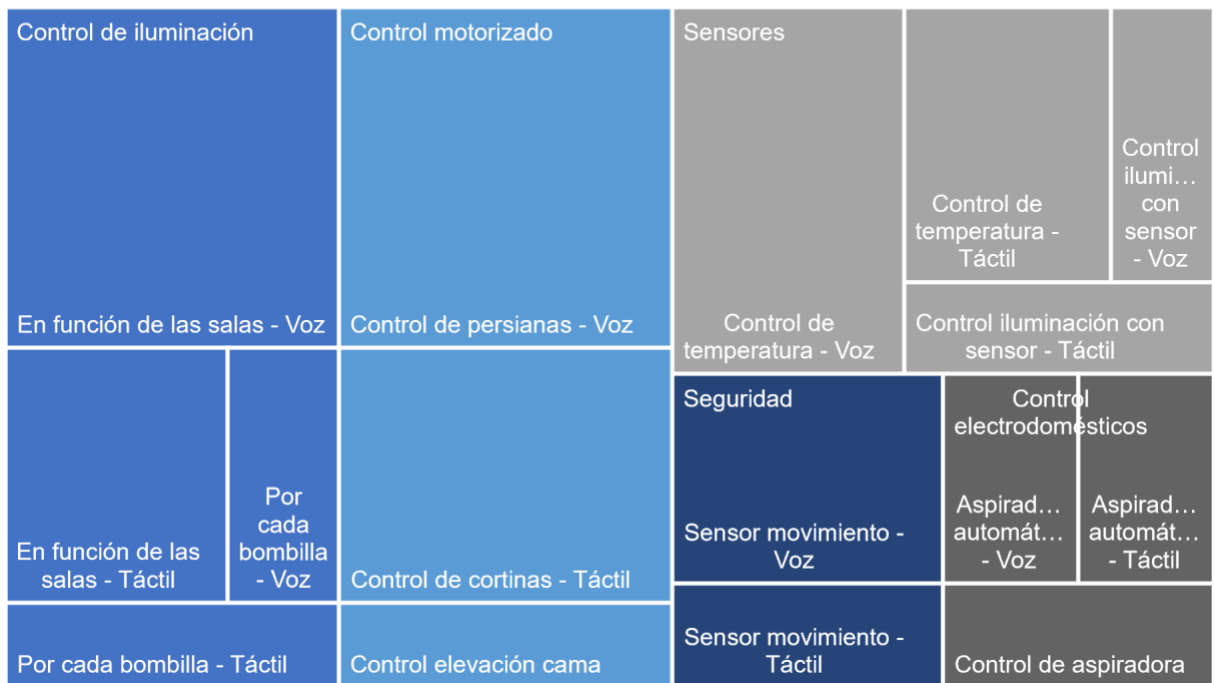


Figura 3. Gráfico jerárquico sobre las funcionalidades solicitadas por los encuestados.

El 66% de los encuestados reconoce no haber usado anteriormente un sistema domótico y consideran “muy importante” o “importante” que la interfaz conversacional/gestual sea lo más accesible e intuitiva posible.

Respecto al tipo de interfaz a desarrollar, los encuestados han escogido las siguientes opciones:

- Únicamente interfaz conversacional: 33,34%.
- Únicamente interfaz gestual: 16,67%.
- Interfaz conversacional junto a interfaz gestual: 50%, dentro de este grupo dan prioridad a la interfaz conversacional un 27,78% ( $5/9 \cdot 0.5$ ) y dan prioridad a la interfaz gestual un 22,23% ( $4/9 \cdot 0.5$ ).

### 3.3 Perfiles de usuario

La realización de las encuestas me ha ayudado a obtener los datos anteriores, al igual que a identificar unos perfiles de usuarios. Mediante el uso de la ficha “Persona” (41) se puede tener una mejor perspectiva de estos perfiles y sobre todo de ver cómo piensan y cómo podrían interactuar los usuarios con el prototipo domótico.

Por tanto, las fichas Persona no van a ser personas reales sino representaciones originadas por comportamientos o motivaciones.

Estas representaciones quedan reflejadas en las siguientes fichas que a su vez identifican los perfiles de usuario:


 (42)	<b>Perfil de persona con discapacidad de movilidad – Alias Max</b>
<b>Edad</b>	Cualquier edad
<b>Características</b>	Limitaciones físicas o falta de movilidad.
<b>Necesidades</b>	Dispositivos que puedan ser controlados mediante la voz, gestos o con botones grandes.
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Depende de cada persona, pero podrían ser limitadas debido a la discapacidad motora.
<b>Expectativas</b>	Espera tener mayor autonomía y control en su vivienda. Además, busca reducir la necesidad de ayuda de cuidadores o familiares en cuanto a realizar tareas cotidianas.
<b>Dificultad para realizar las tareas del hogar</b>	Puede tener dificultades para realizar tareas como encender y apagar las luces, abrir y cerrar persianas o puertas, o controlar la temperatura.
<b>Obstáculos para el uso del prototipo domótico</b>	Puede tener dificultades para interactuar con la interfaz de usuario del prototipo, sobre todo si esta requiere tener habilidades motoras precisas.

Tabla 6. Perfil de persona con discapacidad de movilidad.




 (42)	<b>Perfil con edad avanzada/baja capacidad cognitiva – Alias Drago</b>
<p>Conviene destacar que cada persona envejece a una edad diferente y dentro de la vejez existen diferentes etapas, al igual que la <b>capacidad cognitiva</b> es diferente en cada persona. En este caso, identifico para este perfil a las personas con baja capacidad cognitiva o un envejecimiento patológico en el que los procesos degenerativos dificulten la adaptación al entorno de la persona (43).</p>	
<b>Edad</b>	Depende de cada individuo.
<b>Características</b>	Pérdida de la audición, de la visión o de habilidades motoras.
<b>Necesidades</b>	Disponer de una interfaz de usuario simple y fácil de usar, así como dispositivos que se adapten a sus preferencias.
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Pueden ser limitadas debido a la edad o por falta de experiencia.
<b>Expectativas</b>	Espera obtener una mayor seguridad y comodidad en su hogar. También busca reducir la necesidad de ayuda de familiares o cuidadores para realizar sus tareas.
<b>Dificultad para realizar las tareas del hogar</b>	Puede tener dificultades para realizar tareas como caminar por la casa, subir escaleras, o controlar la temperatura y la iluminación.
<b>Obstáculos para el uso del prototipo domótico</b>	Puede tener dificultades para interactuar con la interfaz de usuario, sobre todo si esta requiere tener habilidades tecnológicas avanzadas o si la información en la pantalla es pequeña.

Tabla 7. Perfil con edad avanzada/baja capacidad cognitiva.



 (42)	<b>Perfil de persona cuidadora – Alias Luna</b>
<b>Edad</b>	Cualquier edad
<b>Características</b>	Se encarga de cuidar a una persona con discapacidad.
<b>Necesidades</b>	Necesita un sistema que le permita controlar y monitorizar los dispositivos domóticos desde cualquier lugar de la vivienda.
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Pueden ser desde limitadas hasta avanzadas, pero en general, necesita una interfaz de usuario accesible desde toda la vivienda.
<b>Expectativas</b>	Espera tener un mayor control sobre el bienestar de la persona a la que cuida y poder reducir la posible supervisión constante.
<b>Dificultad para realizar las tareas del hogar</b>	Depende de cada caso.
<b>Obstáculos para el uso del prototipo</b>	En caso de no tener habilidades tecnológicas medias, podría tener dificultades para interactuar con la interfaz de usuario.

Tabla 8. Perfil de persona cuidadora.

 (42)	<b>Perfil de persona sin discapacidad – Alias Violeta</b>
<b>Edad</b>	Cualquier edad
<b>Características</b>	No tiene grandes dificultades para poder realizar las tareas del hogar, pero el disponer de un sistema domótico le puede facilitar la realización de dichas tareas, así como ahorrar tiempo. En este grupo se podría llegar a incluir al perfil de persona cuidadora, pero de manera general el proyecto estará centrado en los perfiles anteriores.
<b>Necesidades</b>	Efectividad y ahorro de tiempo con las tareas del hogar.
<b>Habilidades tecnológicas</b>	Depende de cada persona.
<b>Expectativas</b>	Espera poder beneficiarse de las distintas funcionalidades que dispongan los dispositivos domóticos.
<b>Dificultad para realizar las tareas del hogar</b>	Depende de cada persona, pero por lo general no tiene una gran dificultad.
<b>Obstáculos para el uso del prototipo domótico</b>	Depende de cada persona, ya que se verá afectada en función de algunos aspectos como su nivel de conocimientos tecnológicos.

*Tabla 9. Perfil de persona sin discapacidad*

#### 4. Identificación de principios de diseño centrados en el usuario.

Existen una serie de preguntas que pueden ser útiles para desarrollar un prototipo de calidad que esté centrado en el usuario (8). Algunas de estas pasan por preguntarse si resulta sencillo utilizar el diseño o prototipo la primera vez que lo utilizan los usuarios, o cuántos errores pueden cometer al usarlo.

Mediante el diseño centrado en el usuario (DCU) este estará involucrado en cada una de las fases en las que se desarrolla el producto, para lo que me ayudará las técnicas centradas en el usuario descritas en su respectivo apartado.

A partir de las características del modelo DCU, la norma ISO 9241 (44) en su serie 100 y combinando con los resultados obtenidos en las encuestas anteriores, he obtenido los siguientes principios de diseño centrados en el usuario:

- Empatía: entendida como entender a las personas y usuarios, sus necesidades, tareas, así como su entorno.
- Implicación: en cuanto a los usuarios en las fases de diseño y desarrollo.
- Observación: el diseño se realiza y modifica en base a una evaluación centrada en los usuarios.
- Iteración: será necesario iterar en función de los resultados que se vayan obteniendo para así modificar o mejorar el diseño.

## 5. Desarrollo del prototipo

Para desarrollar el prototipo empezaré definiendo el diseño de la interacción del usuario, posteriormente idearé los sketches, e iré implementando en el diseño del prototipo mediante la herramienta de prototipado Protopie (12).

El diseño realizado se basa en un sistema domótico con arquitectura centralizada. En este tipo de arquitectura, hablando de la estructura de la red, existiría un controlador que se encargue de enviar la información a los actuadores y a su vez de recibirla de los sensores. Esto facilitaría las operaciones de modificación o actualización y su enlace a las interfaces. Además, en un producto final más avanzado, todo ello quedaría conectado con las interfaces gestual y conversacional (45).

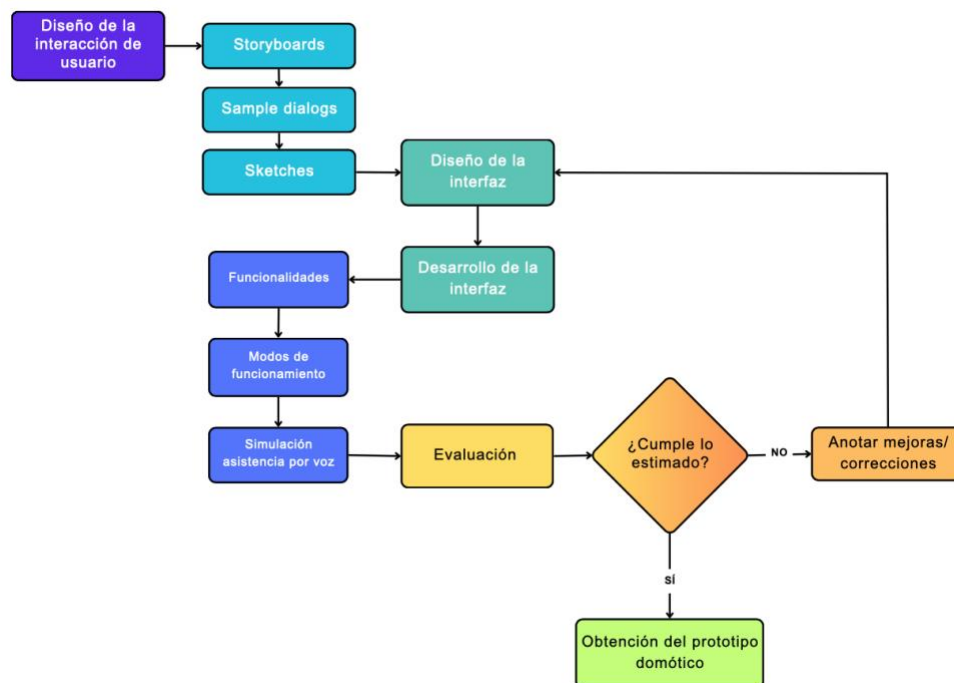


Figura 4. Diagrama de flujo sobre el proceso de desarrollo del prototipo.

## 5.1 Diseño de la interacción de usuario

El diseño de la interacción de usuario es un aspecto importante en el desarrollo de la interfaz conversacional puesto que debe contemplar las necesidades recogidas de los usuarios.

Para ello he desarrollado una serie de storyboards y *sample dialogs* para representar las conversaciones entre el usuario y el sistema, así como algunos sketches para visualizar cómo será la interfaz gestual.

### 5.1.1 Diseño de storyboards

El diseño de storyboards (46) es un método que permite representar unas ideas de manera visual mediante paneles gráficos y es de utilidad para el diseño de interfaces conversacionales. Esta representación la he realizado sobre el flujo de interacciones entre el usuario y el sistema mediante la interfaz conversacional para algunas de las funcionalidades disponibles.

#### Control de iluminación



Figura 5. Solicitud de encendido de luces.



Figura 6. Petición de tipo de luz.



Figura 7. Escoge lámpara de la mesilla.



Figura 8. Confirmación de la tarea.

### Control de persianas



Figura 9. Solicitud de apertura de persianas.



Figura 10. Petición de nivel de apertura.



Figura 11. Solicitud de apertura completa.



Figura 12. Confirmación de la tarea.

### Control de elevación de la cama



Figura 13. Solicitud de elevación de la cama.



Figura 14. Confirmación de la tarea.

### 5.1.2 Sample dialogs

En el diseño de interfaces conversacionales, los *sample dialogs* son ejemplos de conversaciones entre el usuario y el sistema. Estos sirven para mostrar cómo se puede interactuar con él para controlar, en este caso, diferentes dispositivos del hogar.

Para realizar los guiones utilizaré el término "happy path" (47), el cual consiste en describir la ruta de interacción ideal que pueda haber entre el usuario y el sistema. En el diseño de *sample dialogs*, defino el "happy path" para cada uno de los dispositivos que el sistema domótico controla, de manera que se pueda crear una experiencia fluida y satisfactoria con el usuario.

A continuación, muestro algunos ejemplos de *sample dialogs* para el control de las persianas, iluminación, elevación de la cama, temperatura, cortinas, aspiradora y sensor de movimiento, a través de la interfaz conversacional del prototipo.

- Apertura o cierre de persianas:  
**Usuario:** "Tom, abre/cierra las persianas de mi habitación ".  
**Sistema:** "Claro, ¿quieres que las persianas se abran/cierren por completo?"  
**Usuario:** "Sí, por completo".  
**Sistema:** "De acuerdo, las persianas están subiendo/bajando". (*Envío de señal de apertura/cierre de persianas*).
- Control de iluminación:  
**Usuario:** "Tom, enciende las luces de mi habitación".  
**Sistema:** "¿Deseas que encienda todas las luces de la habitación o solo algunas?"  
**Usuario:** "Solo las luces de la mesita de noche, por favor".  
**Sistema:** "Ya está, las luces de la mesita de noche están encendidas". (*Envío de señal de encendido de luz al dispositivo*).
- Control de la elevación de la cama:  
**Usuario:** "Tom, sube la cama al nivel máximo".  
**Sistema:** "De acuerdo, la cama está subiendo al nivel máximo". (*Envío de señal de elevación de la cama*).
- Control de temperatura:  
**Usuario:** "Tom, baja la temperatura del aire acondicionado en mi habitación".  
**Sistema:** "¿A qué temperatura te gustaría ponerlo?"  
**Usuario:** "A 23 grados, por favor".  
**Sistema:** "La temperatura del aire acondicionado se ha configurado a 23 grados". (*Envío de señal de modificación de temperatura al aire acondicionado*).

- Apertura o cierre de cortinas:  
*Usuario:* "Tom, cierra las cortinas del salón, por favor".  
*Sistema:* "De acuerdo, las cortinas del salón se están cerrando". (*Envío de señal de cierre de cortinas*).
- Control de la aspiradora:  
*Usuario:* "Tom, enciende la aspiradora para limpiar el suelo de mi habitación".  
*Sistema:* "¿Quieres que la aspiradora limpie toda la habitación o solo una parte?"  
*Usuario:* "Solo la zona cercana a la puerta".  
*Sistema:* "Muy bien, la aspiradora está limpiando la zona cercana a la puerta". (*Envío de señal a la aspiradora*).
- Sensor de movimiento:  
*Usuario:* "Tom, ¿puedes decirme si alguien está en la entrada de la casa?"  
*Sistema:* (*Envío y recepción de señal al sensor de movimiento*). "Sí, detecto movimiento en la entrada de la casa".

Para la definición de los modos de funcionamiento del sistema domótico se utilizan los siguientes *sample dialogs*:

- Modo de ahorro de energía:  
*Usuario:* "Tom, activa el modo de ahorro de energía".  
*Sistema:* "Acabo de activar el modo de ahorro de energía".
- Modo de seguridad:  
*Usuario:* "Tom, activa el modo de seguridad".  
*Sistema:* "Acabo de activar el modo de seguridad. Se han cerrado las cortinas, bajado las persianas y activado todos los sensores".

En el apartado de anexos muestro el resto de los comandos por voz que he incorporado en la interfaz conversacional.

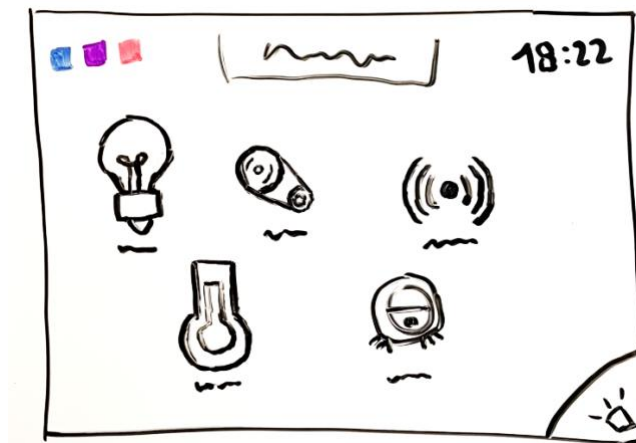
### 5.1.3 Diseño de sketches para diseño visual

Aunque el diseño de las interfaces está centrado en una interfaz conversacional, voy a realizar también el diseño de la interfaz gestual para tener una idea más completa de las funcionalidades que ofrece el prototipo de sistema domótico.

Para ello he realizado algunos sketches sobre las funcionalidades del sistema domótico como propuesta de diseño de bajo nivel, que seguidamente he ido modificando hasta llegar a un diseño más funcional y completo que es el que se muestra en el prototipo final.

La interfaz de usuario del menú principal se compone de una pantalla rectangular con un diseño minimalista. En la parte de arriba se muestra un texto indicativo del menú principal del sistema domótico, así como la hora en la parte derecha. En la parte central se muestran los iconos de acceso rápido a las funcionalidades principales del sistema. Dichos iconos se encuentran en dos filas horizontales y son de mediano o gran tamaño para que sean fácilmente reconocidos por el usuario, favoreciendo así el diseño universal.

La funcionalidad de control de iluminación se muestra mediante un icono de una bombilla; el control motorizado mediante un icono de un motor; el control de sensores mediante una señal con ondas; el control de temperatura mediante un termómetro y el control de una aspiradora mediante el icono de un robot aspirador. Cada icono tiene un título debajo que describe la funcionalidad que representa. Por último, en la parte inferior derecha se muestra un icono de un micrófono que permite activar mediante un gesto táctil a la interfaz conversacional. Este icono aparece en el resto de las pantallas y tiene la misma función.



*Figura 15. Interfaz de usuario del menú principal.*

En los dos siguientes gráficos se muestran las pantallas del control general de iluminación, en el cual aparecen representados mediante iconos las diferentes estancias de una vivienda (habitación principal, habitación secundaria, cocina, salón, baño y pasillo). Además, también se muestra la pantalla correspondiente al control de iluminación correspondiente a los dormitorios en el que se puede controlar el encendido, apagado e intensidad de tres bombillas mediante un icono circular y una barra de intensidad respectivamente.

Mediante un icono representado con una flecha dirigida a la izquierda se puede volver a la pantalla anterior. Este icono aparece en el resto de las pantallas y tiene la misma función.





Figura 16 y Figura 17. Interfaces de usuario del control de iluminación general y del control de iluminación de la habitación principal.

Al igual que para la pantalla correspondiente al control de la iluminación de los dormitorios se muestra a continuación la pantalla correspondiente al control de la iluminación de la cocina, baño y pasillo. En dicha pantalla aparece en la parte central un icono circular que permite controlar el encendido y apagado de la luz del techo, al igual que una barra de intensidad que permita controlar la intensidad de esta lámpara.

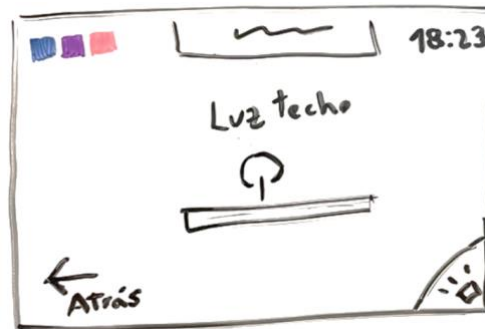


Figura 18. Interfaz de usuario del control de iluminación de la cocina, baño y pasillo.

Al igual que para la pantalla correspondiente al control de la iluminación de los dormitorios se muestra a continuación la pantalla correspondiente al control de la iluminación del salón. En dicha pantalla aparecen en la parte central tres iconos circulares que permiten controlar el encendido y apagado de la luz del techo, la lámpara del sofá y la lámpara de una mesa. También se muestran debajo de estos iconos circulares a unas barras de intensidad que permiten controlar las intensidades de estas lámparas.

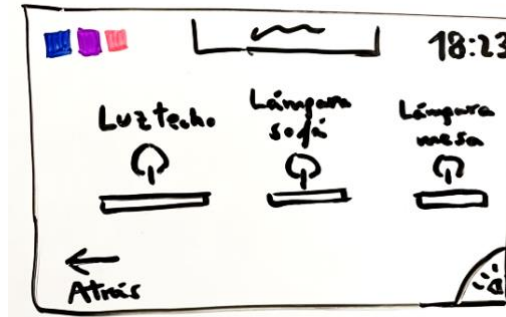


Figura 19. Interfaz de usuario del control de iluminación del salón.

En el siguiente gráfico se muestra la pantalla correspondiente a la interfaz de usuario para el control motorizado.

Permite controlar la apertura y cierre de las persianas del dormitorio principal (dormitorio 1) mediante un icono de unas persianas asociado a dos flechas que representan la subida o bajada de las persianas.

Seguidamente aparece un icono de una cama que representa al control de la elevación de la cama del dormitorio principal mediante dos flechas que representan la subida o bajada de esta. A la derecha del icono de la cama se muestra un icono de unas cortinas con dos flechas asociadas al texto “dormitorio” y dos flechas asociadas al texto “salón” que permiten controlar la apertura o cierre de estas.

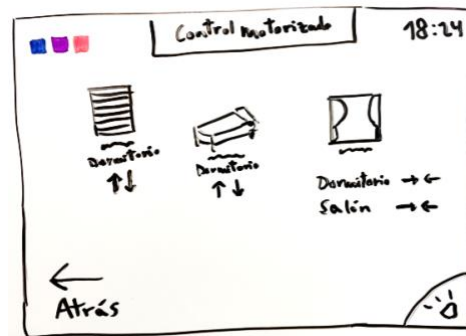


Figura 20. Interfaz de usuario del control motorizado.

En el siguiente gráfico se muestra la pantalla correspondiente a la interfaz de usuario para el control de los sensores de la vivienda.

Mediante 4 iconos se representan al control del sensor de movimiento de la entrada / pasillo, el control de humo de la cocina, el control del sensor de humedad del baño / cocina, y el control del sensor de gas de la cocina.

Al lado de cada uno de estos iconos se muestran unos iconos circulares que permiten activar o desactivar estos iconos y mostrar con color rojo o azul si se ha detectado actividad o no por parte de estos sensores.

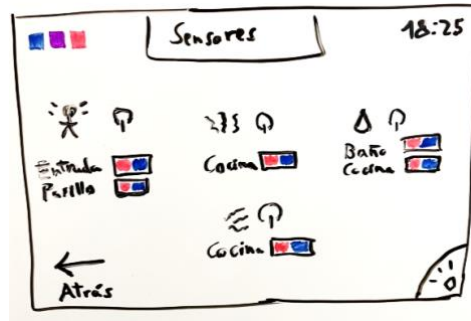


Figura 21. Interfaces de usuario del control de los sensores.

El control de la temperatura de la vivienda viene representado en la siguiente pantalla en la cual se muestra mediante tres campos a la temperatura media del hogar, la temperatura del dormitorio principal y la temperatura del salón. Además, en la parte inferior de estos iconos de temperatura se muestra un icono “+” para poder incrementar la temperatura asociada a la sala correspondiente, y un icono “-” para poder reducir la temperatura asociada a la sala correspondiente.

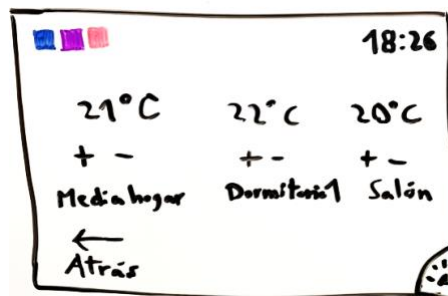


Figura 22. Interfaz de usuario del control de temperatura.

El control de la limpieza de la vivienda queda representado en la siguiente pantalla mediante seis iconos circulares que permiten activar o desactivar un robot autónomo de aspiradora para que limpie en la estancia deseada: dormitorio principal, dormitorio secundario, cocina, salón, baño y pasillo.

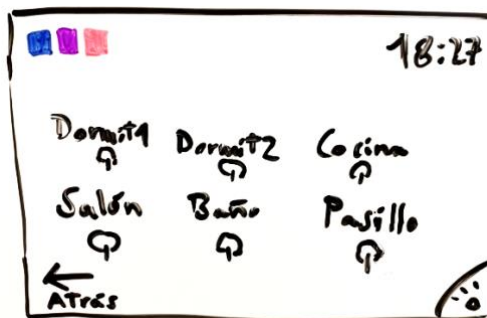


Figura 23. Interfaz de usuario del control de la aspiradora.

## 5.2 Diseño de las interfaces

El prototipo para el sistema domótico permite una interacción mediante una interfaz gestual y mediante una interfaz conversacional.

La interfaz gestual permite controlar las funcionalidades del sistema mediante gestos táctiles sobre la pantalla del teléfono móvil y/o *tablet* (según los dispositivos que haya decidido implantar el usuario en su vivienda).

El diseño de la interfaz gestual lo he ideado principalmente para *tablets* puesto que disponen de un tamaño de pantalla generalmente superior al de los teléfonos móviles, que oscila entre las 7 y las 13 pulgadas (48). De esta forma el prototipo trata de ser más inclusivo, pero también es compatible con otros dispositivos de tamaño más reducido.

Para los usuarios que no puedan utilizar este tipo de interfaz gestual por algún tipo de discapacidad o limitación, podrían hacer uso de la interfaz conversacional.

La interfaz conversacional se puede activar de dos formas: mediante una palabra clave o mediante un gesto táctil. La palabra clave que he asignado es “Tom” debido a que pueda ser fácil de pronunciar, de pocas letras y no es una palabra muy común en la lengua empleada para el prototipo. Igualmente, para una versión más desarrollada del producto se podría modificar esta palabra clave por otra deseada por el usuario.

Para esta versión del prototipo, para evitar que el micrófono esté activado continuamente y producir resultados inesperados, he implementado la segunda forma.

Esta segunda forma de activación de la interfaz conversacional se ejecuta mediante un gesto táctil consistente en una pulsación sobre el icono de un micrófono situado en la parte inferior derecha de la pantalla.

Una vez el usuario haya hablado indicando alguna de las frases establecidas en los comandos predefinidos, se realiza el reconocimiento de la frase mediante inteligencia artificial por medio de la herramienta Protopie.

Tras ello, en función del comando solicitado se ejecutará la acción produciendo una respuesta tanto visual en la interfaz gestual, como auditiva para informar al usuario sobre la tarea que ha solicitado.

### 5.3 Desarrollo de las interfaces



Figura 24. Diagrama de flujo sobre el desarrollo de la interfaz conversacional.

#### 5.3.1 Funcionalidades del sistema

En este apartado se describen todas las acciones que se pueden realizar con el sistema domótico, ya sea a través de la interfaz conversacional o mediante la interfaz gestual.

Gracias a estas funcionalidades se pretende facilitar las tareas del hogar a todos sus usuarios tratando a su vez que tengan una experiencia satisfactoria al utilizar el prototipo.

Las funcionalidades que ofrece el sistema son las siguientes:

- Control de la iluminación. Permite controlar la iluminación en la habitación principal, habitación secundaria, cocina, salón, baño y pasillo. Para cada una de las anteriores salas se puede controlar el encendido y apagado de las lámparas que existan, así como el control de su intensidad. Además, una vez encendida o apagada alguna de las lámparas se indica tanto de forma visual como auditiva la acción que se ha realizado.
- Control motorizado. Permite controlar algunos aparatos que dispongan de motor, como pueda ser una cama elevable, unas persianas o unas cortinas.
- Control de sensores. Permite obtener información sobre un medio, como puede ser sensores de agua, de humo, de gas o de movimiento.

- Control de temperatura ambiente. Permite controlar la temperatura en la mayor parte de las salas de la vivienda, ya sea mediante la calefacción o el aire acondicionado.
- Control de la aspiradora. Permite configurar y controlar a una aspiradora autónoma que recorra las zonas principales de la vivienda por las que tenga acceso para su limpieza. En concreto se puede activar para su uso en alguna de las siguientes salas, una a la vez: habitación principal, habitación secundaria, cocina, salón, baño y pasillo. Si se activa la aspiradora para una sala en concreto entonces se muestra en la interfaz gestual que el estado en las otras salas es “desactivado”. Además, se muestra un mensaje indicativo de que la tarea se está realizando y el tiempo que le queda para terminar.

Para cada una de estas funcionalidades he desarrollado sus diagramas de flujo en los que se representan las opciones y estados disponibles. En todos ellos, en caso de no detectarse correctamente la funcionalidad solicitada se le indicaría al usuario que no se puede seleccionar lo que ha indicado.

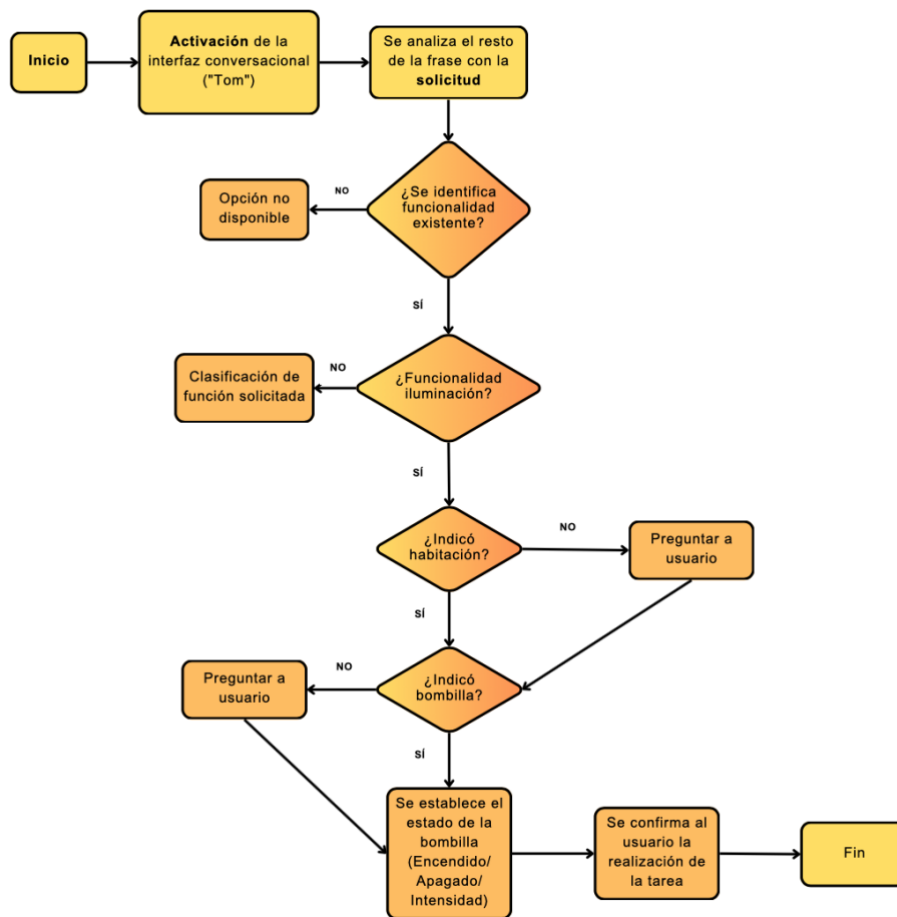


Figura 25. Diagrama de flujo sobre el control de iluminación.

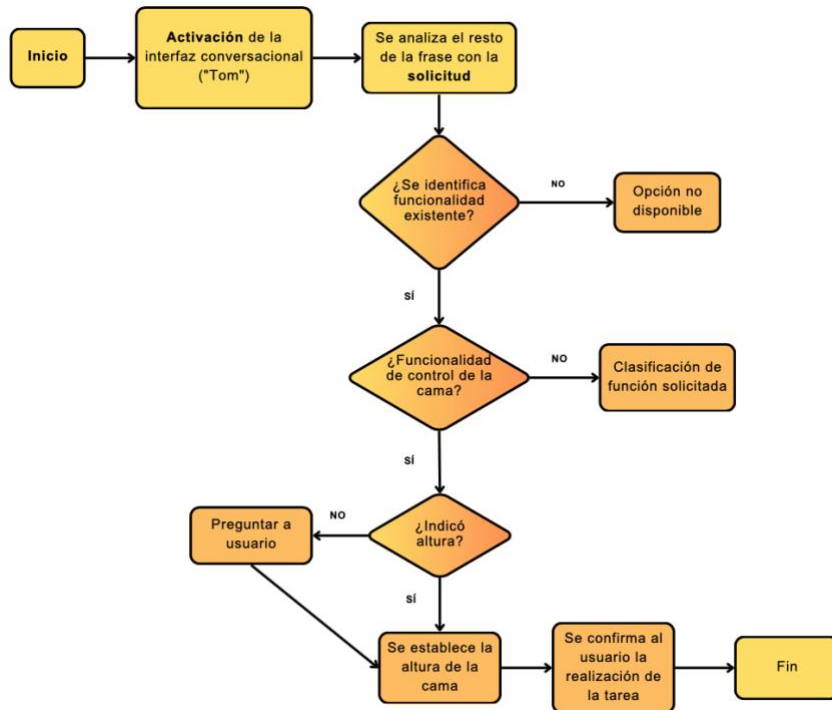


Figura 26. Diagrama de flujo sobre el control de la cama.

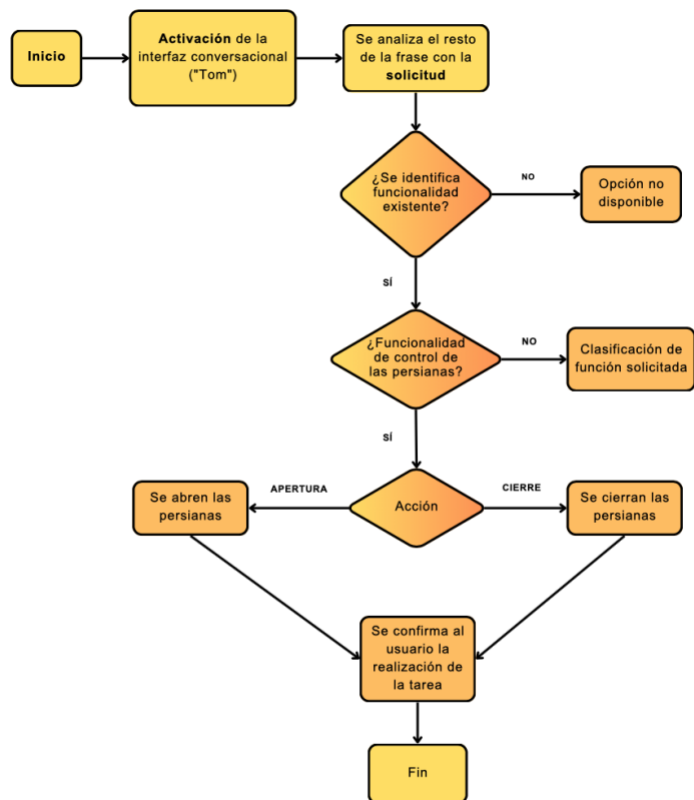


Figura 27. Diagrama de flujo sobre el control de las persianas.

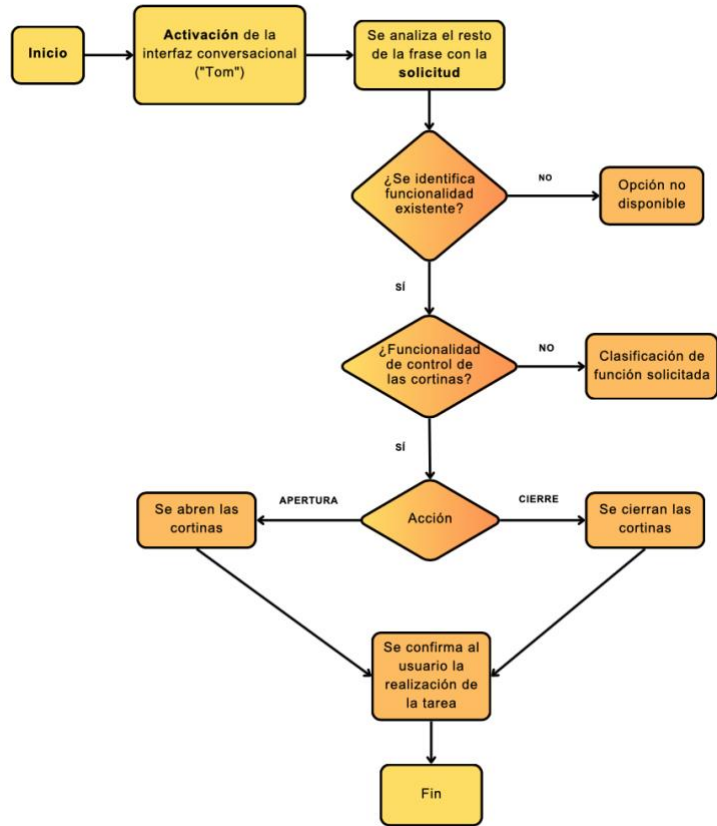


Figura 28. Diagrama de flujo sobre el control de las cortinas.

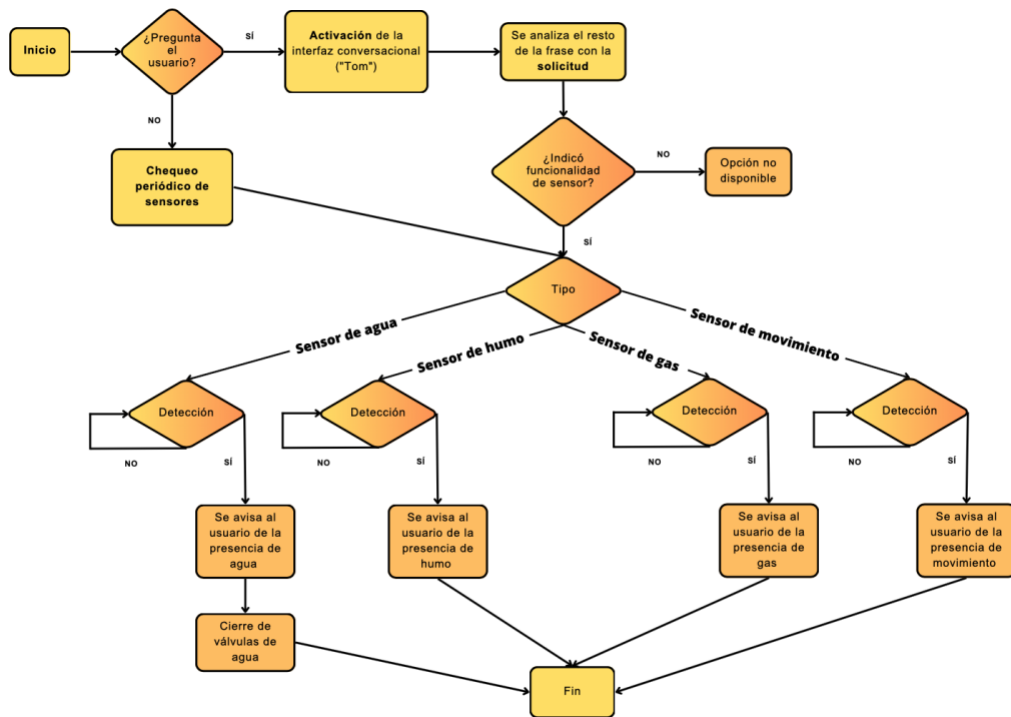


Figura 29. Diagrama de flujo sobre el control de los sensores.



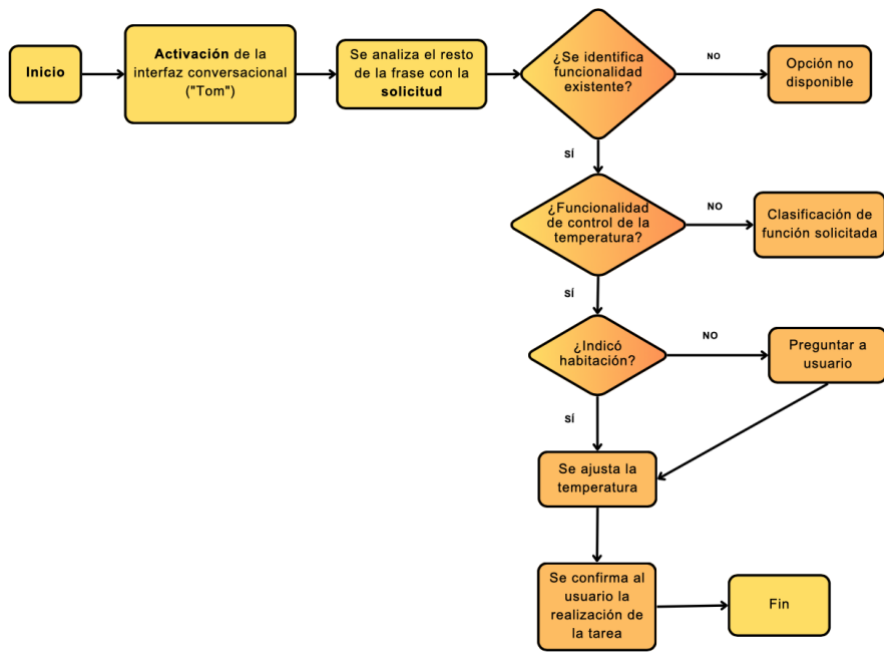


Figura 30. Diagrama de flujo sobre el control de la temperatura.

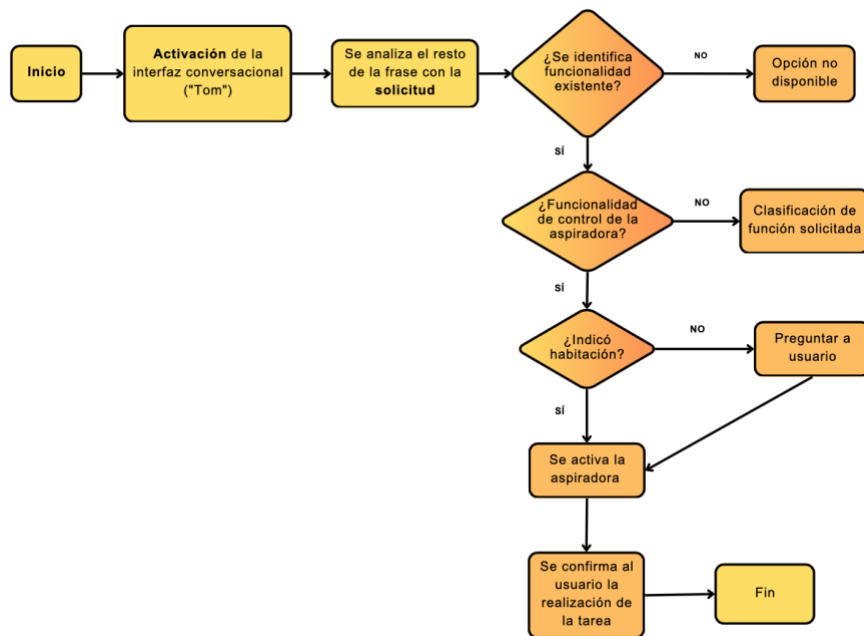


Figura 31. Diagrama de flujo sobre el control de la aspiradora.

### 5.3.2 Modos de funcionamiento

El sistema domótico dispone de varios modos de funcionamiento que pueden ser activados mediante la interfaz conversacional. Para la versión de este prototipo no están implementados en la interfaz gestual debido a que habría que modificar elementos de otras pantallas en función de la pantalla actual, para lo cual existe una limitación en el programa Protopie. Sin embargo, sí se podrían activar desde la interfaz conversacional. Estos modos consisten en:

- Modo de ahorro de energía: Permite ajustar la intensidad de las luces que estén actualmente encendidas reduciéndola un 30%. Además, en caso de estar activado el aire acondicionado o la calefacción, se ajustaría dos grados por encima para el aire acondicionado y dos grados por debajo para el caso de la calefacción para reducir el consumo de energía.
- Modo de seguridad: Permite cerrar las cortinas de las habitaciones en las que puedan estar abiertas, así como cerrar las persianas que puedan estar motorizadas y en el estado de abierto. Además, también se activarían los sensores de la vivienda: el sensor de movimiento del pasillo y de la entrada, el sensor de gas, el sensor de humo, así como el sensor de agua.

### 5.3.3 Creación de las pantallas con la herramienta de prototipado

La creación de las pantallas de la interfaz gestual las he creado mediante la herramienta de prototipado Protopie (12).

Protopie es una herramienta que permite plasmar diseños de interacción de usuario mediante la creación de prototipos de alta fidelidad para teléfonos móviles, ordenadores y *tablets*.

Tras la creación del prototipo, Protopie genera un código QR que se puede escanear desde un dispositivo móvil y utilizar el prototipo como si se tratara de una aplicación instalada en dicho dispositivo.

Para elaborar las pantallas, primeramente, he planteado las funcionalidades, las cuales han quedado descritas en los anteriores apartados, y seguidamente he utilizado los sketches que diseñé.

El proceso de creación consiste en ir generando **capas mediante figuras e iconos**. Para ello también he utilizado programas de diseño de imagen como Adobe Photoshop y Adobe Illustrator. Algunos de los iconos que no son de elaboración propia los he obtenidos de webs que ofrecen iconos libres de derechos como (49).

Tras la distribución de todas estas figuras en capas he creado los textos identificativos de las funcionalidades. Para ello he tratado que la interfaz gestual sea **universal** de manera que se intente garantizar la legibilidad y accesibilidad de los textos. A estos textos les he asignado un **tamaño de letra** superior a 16 puntos, sobre todo para los títulos y encabezados. Para el resto de los textos, como descripciones y contenido he usado un tamaño de letra de al menos 14 puntos.

Además, he tenido en cuenta el **contraste** de los textos con respecto de los fondos de pantalla para así mejorar la legibilidad de estos especialmente para las personas que puedan tener discapacidades visuales.

Seguidamente, he ido creando la **interacción gestual** mediante la configuración de los iconos creados anteriormente para que reaccionen ante determinados activadores. Es decir, para todos los iconos que se vayan a pulsar mediante un gesto de pulsación o “tap” les he asignado la función correspondiente como puede ser cambiar de pantalla o incrementar un valor mostrado en pantalla.

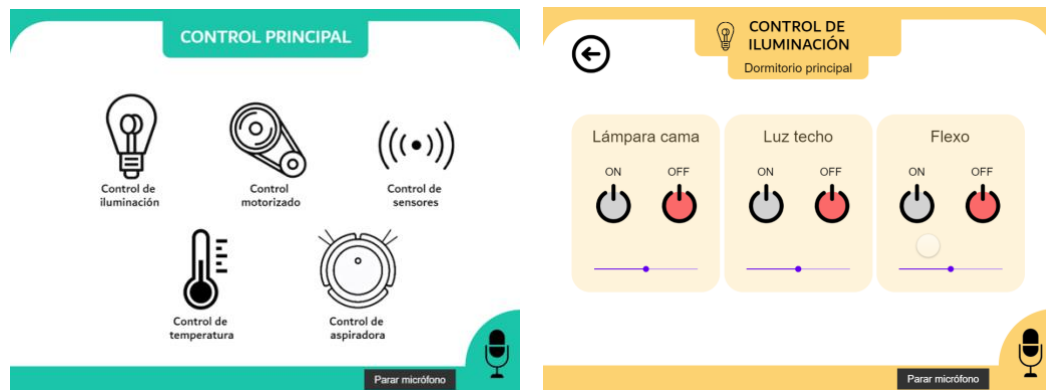


Figura 32 y figura 33. Pantalla principal y control de iluminación.

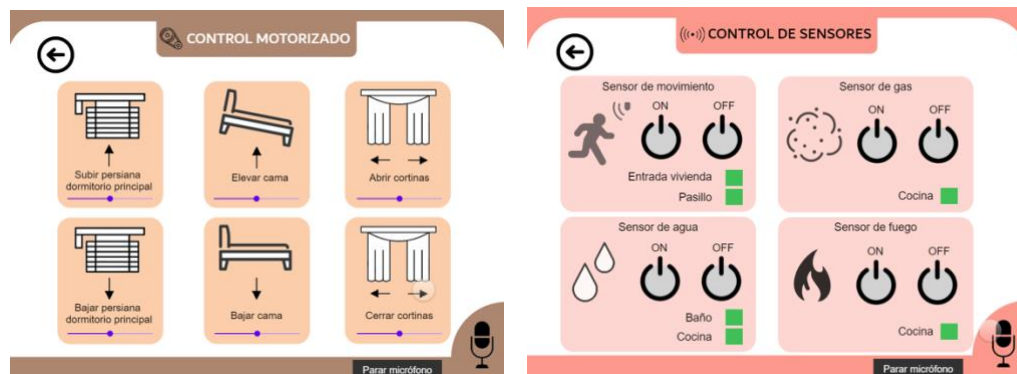


Figura 34 y figura 35. Pantalla del control motorizado y de sensores.

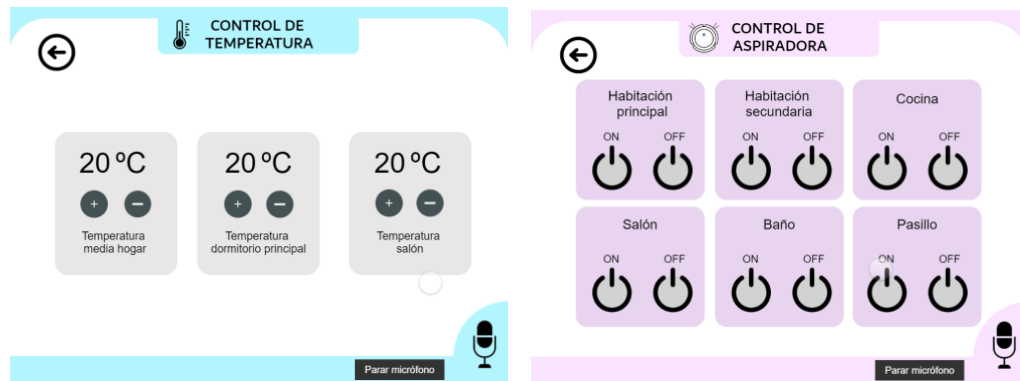


Figura 36 y figura 37. Pantalla del control de temperatura y de la aspiradora.

### Flujo de control de iluminación

Para facilitar la comprensión del funcionamiento de algunas de las funcionalidades antes de probar el prototipo, he realizado el siguiente flujo para el control de la funcionalidad de iluminación.

Se puede observar el comportamiento del sistema domótico tras pulsar sobre la interfaz gestual para la tarea de encender la luz del techo del salón.

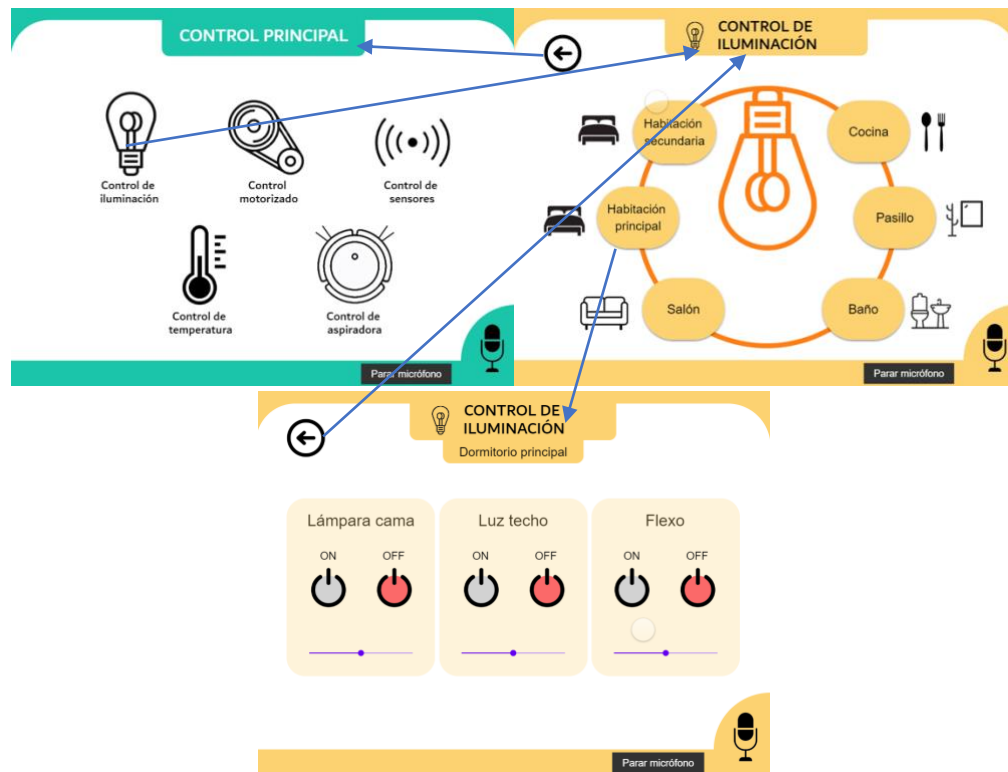


Figura 38. Flujo de control de iluminación

Una vez que se ha indicado por voz o pulsado la funcionalidad deseada en el control principal, se produce un cambio de pantalla a dicha funcionalidad.

Por ejemplo, para el control de iluminación se puede observar que se muestran las diferentes salas desde las que se puede controlar la iluminación. Tras pulsar alguna de ellas lleva al control de dicha sala en el que se pueden encender, apagar o controlar sus bombillas a través de los iconos gestuales o mediante los comandos de voz indicados en los anexos.

Una vez pulsado el botón de encendido (ON) de una bombilla en concreto, se cambia su estado mediante un cambio a color verde de su icono. En caso contrario, al apagarla este icono cambiará su color a rojo. En ambos casos, además, se reproduce un mensaje de voz indicando la tarea realizada para informar al usuario. Al igual que en el resto de las pantallas también se puede pulsar sobre el icono del micrófono para activar la interfaz conversacional de manera manual.

### Flujo de control motorizado

En el siguiente flujo se puede observar el comportamiento del sistema domótico tras pulsar sobre la interfaz gestual para la funcionalidad del control motorizado.

Una vez que se ha indicado por voz o pulsado el icono de “Control motorizado” en el control principal, se produce un cambio de pantalla a dicha funcionalidad.

Esta funcionalidad permite controlar dispositivos como las persianas, la elevación de la cama y las cortinas del dormitorio principal.

Tras pulsar sobre alguna de las flechas horizontales que indican la apertura o cierre de las cortinas, como a las flechas verticales que indican la apertura o cierre de persianas o elevación y bajado de la cama, se indica al usuario mediante un mensaje de audio que la tarea se está llevando a cabo.

Al igual que en el resto de las pantallas también se puede pulsar sobre el icono del micrófono para activar la interfaz conversacional de manera manual.

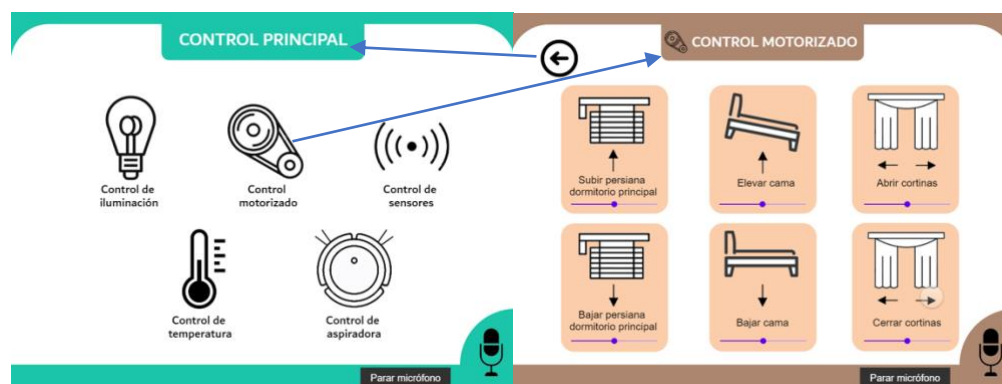


Figura 39. Flujo de control motorizado.

## Flujo de control de sensores

En el siguiente flujo se puede observar el comportamiento del sistema domótico tras pulsar sobre la interfaz gestual para la funcionalidad del control de sensores.

Una vez que se ha indicado por voz o pulsado la funcionalidad deseada en el control principal, se produce un cambio de pantalla a dicha funcionalidad.

Esta funcionalidad permite controlar los sensores de movimiento en la entrada de la vivienda y pasillo, el sensor de gas de la cocina, el sensor de agua del baño y de la cocina, así como el sensor de fuego de la cocina.

Una vez pulsado el respectivo sensor se informa al usuario tanto con la reproducción de un mensaje de audio informativo como con un cambio de color en los gráficos correspondientes a la sala del sensor indicado. Los cambios de color corresponden a verde cuando el sensor no está detectando presencia de lo que mide. Y el color rojo corresponde a cuando el sensor está encendido y además ha detectado presencia de lo que mide, ya sea movimiento, gas, agua o fuego. En este caso además se informa al usuario tanto con una ventana emergente en la interfaz gestual como con un mensaje de audio informativo.

Al igual que en el resto de las pantallas también se puede pulsar sobre el icono del micrófono para activar la interfaz conversacional de manera manual.

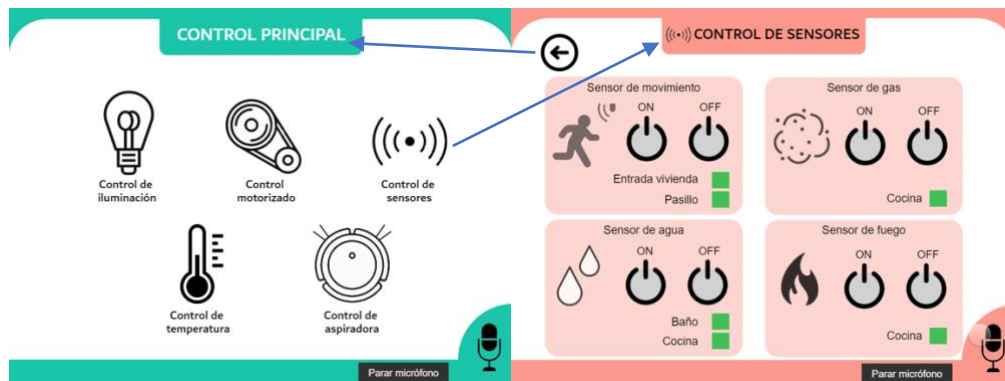


Figura 40. Flujo de control de sensores.

## Flujo de control de temperatura

En el siguiente flujo se puede observar el comportamiento del sistema domótico tras pulsar sobre la interfaz gestual para la funcionalidad del control de temperatura.

Una vez que se ha indicado por voz o pulsado la funcionalidad deseada en el control principal, se produce un cambio de pantalla a dicha funcionalidad.

Esta funcionalidad permite controlar la temperatura general del hogar, la temperatura del dormitorio principal y la temperatura del salón. Se puede ajustar con los iconos “+” (para incrementar la temperatura) y “-” (para reducir la temperatura) de la interfaz gestual. Además, también están configuradas algunas acciones mediante los comandos indicados en el apartado de anexos.

En caso de que se configure una temperatura demasiado alta para la vivienda se informa al usuario tanto con un mensaje de voz como con una ventana en la interfaz gestual para informarle sobre esta situación.

Al igual que en el resto de las pantallas también se puede pulsar sobre el icono del micrófono para activar la interfaz conversacional de manera manual.

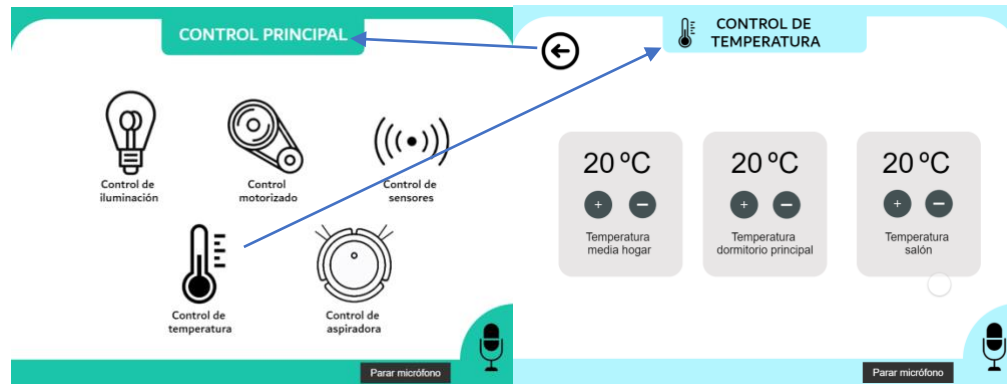


Figura 41. Flujo de control de temperatura.

### Flujo de control de aspiradora

En el siguiente flujo se puede observar el comportamiento del sistema domótico tras pulsar sobre la interfaz gestual para la funcionalidad del control de la aspiradora. Una vez que se ha indicado por voz o pulsado la funcionalidad deseada en el control principal, se produce un cambio de pantalla a dicha funcionalidad.

Esta funcionalidad permite controlar el funcionamiento de la aspiradora en la habitación principal, habitación secundaria, cocina, salón, baño y pasillo. Para ello se puede pulsar sobre el icono de encendido "ON" o el de apagado "OFF" correspondiente a las salas anteriores. O bien, también se puede indicar mediante la interfaz conversacional a través de los comandos disponibles mostrados en el apartado de los anexos.

Una vez activada la aspiradora en alguna de las salas se informa al usuario tanto en la interfaz gestual con un cambio de color a verde en el icono de encendido como con un mensaje de audio. La misma situación se reproduce al pulsar sobre alguno de los iconos de la interfaz gestual correspondientes al apagado de la aspiradora, con un cambio del color de su respectivo botón a rojo y además informando al usuario con un mensaje de audio y con una ventana informativa en la interfaz gestual.

Al igual que en el resto de las pantallas también se puede pulsar sobre el icono del micrófono para activar la interfaz conversacional de manera manual.

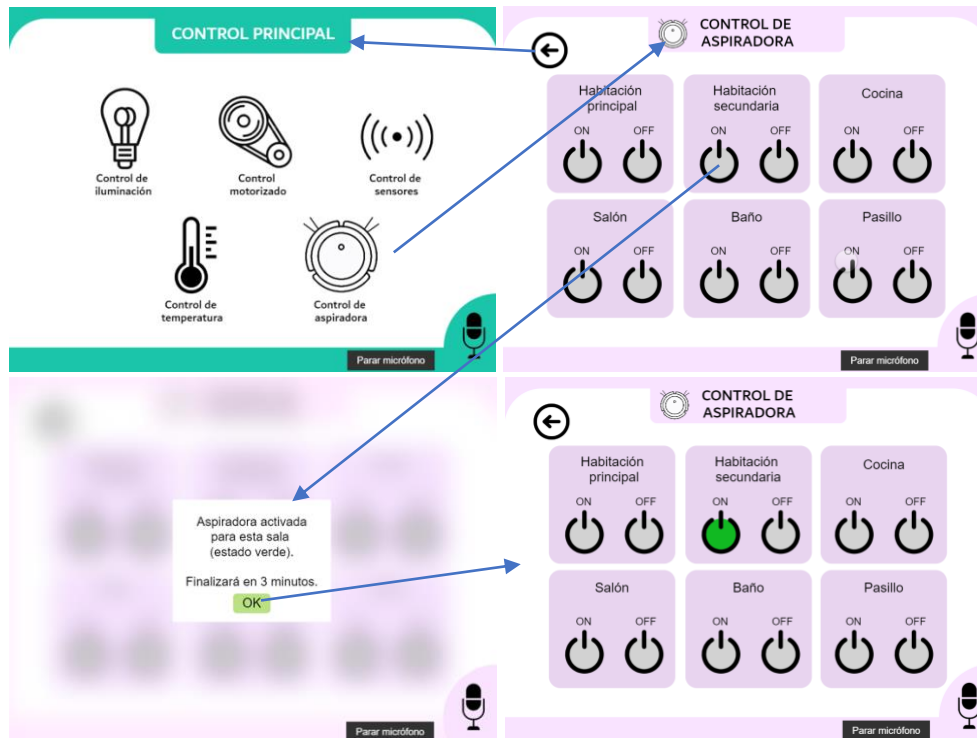


Figura 42. Flujo de control de la aspiradora.

### Activadores en la herramienta de prototipado

Para conseguir que al pulsar sobre ciertos elementos en la pantalla de la interfaz gráfica se ejecuten las acciones deseadas he utilizado activadores (*triggers*). Estos elementos consisten en iconos e imágenes, como puede ser la imagen del control de iluminación o el icono "+" para el incremento de temperatura.

Para estos casos de pulsación en pantalla he utilizado el tipo de activador "Tap". Esto permite asignar una acción determinada como puede ser un cambio a otra pantalla o una modificación de un texto ya creado.

Todos estos elementos se encuentran ordenados por **capas**, las cuales se muestran en primer lugar (por encima de otras) a las que se sitúen en primer lugar de la lista de capas.



A continuación, se puede observar las capas de la pantalla del control de iluminación del dormitorio principal:

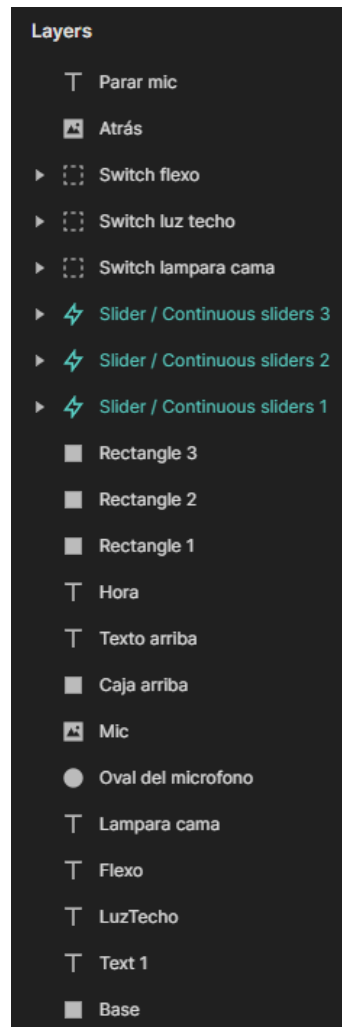


Figura 43. Captura de pantalla sobre capas para la iluminación en Protopie.

Adicionalmente, he asignado fórmulas para la modificación de los textos asociados a las temperaturas. De esta forma, tras pulsar sobre los iconos “+” o “-” de la pantalla del control de temperatura se puede incrementar los valores del texto asociado a las temperaturas correspondientes a estos iconos.

En adelante se muestran un ejemplo de los activadores y la fórmula que he utilizado para el control de temperatura. La fórmula *number* permite obtener el número asociado a una capa, a la que indico que se trata de una capa de texto y le incremento el valor en una unidad para que así aumente la temperatura (valor numérico) de la sala correspondiente (50).

*number('Numero temp media'.text)+1*



Figura 44. Captura de pantalla con aplicación de fórmulas en Protocie.

Tras la creación de las pantallas mediante la herramienta de prototipado he realizado la simulación de la asistencia por voz que he descrito en el siguiente apartado.

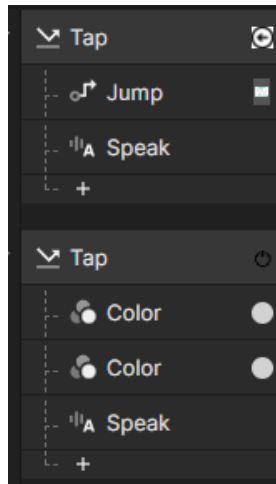


Figura 45. Captura de pantalla sobre la simulación de la asistencia por voz.

En la figura anterior se pueden observar algunos activadores con sus acciones, las cuales permiten cambiar el color de los iconos asignados, así como de reproducir los textos de audio (TTS) asociados a sus tareas.

Para la creación de las alertas he creado unas capas translúcidas que simulen un efecto “blur” colocando además un gráfico textual con el mensaje de la alerta correspondiente. Este tipo de alertas aparecen en los casos en los que se pueda detectar una actividad por el sensor de movimiento o que el usuario haya indicado establecer una temperatura superior a 25 grados en la vivienda.

En las siguientes figuras se puede observar la configuración de los elementos en la herramienta de prototipado para la ejecución de dichas acciones.

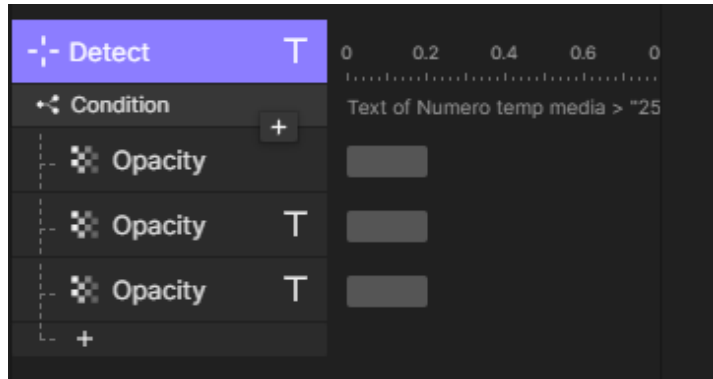


Figura 46. Captura de pantalla con la creación de trigger de detección.

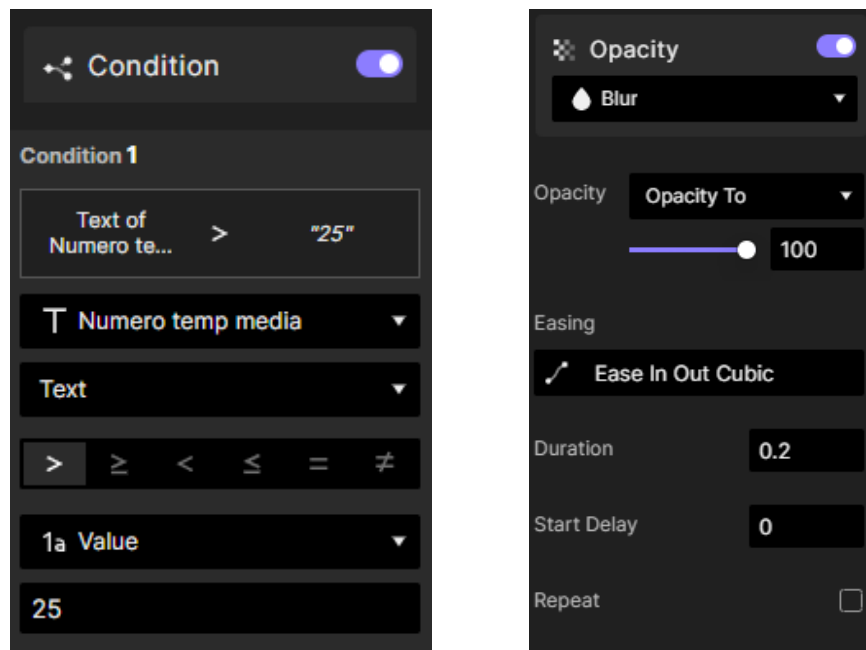


Figura 47 y figura 48. Capturas de pantalla con configuración de las condiciones del trigger.

Por último, a la hora de crear los diferentes iconos y elementos he tratado de establecer tamaños de letra altos, contrastes de colores y botones pequeños que puedan requerir movimientos más precisos para uso con la interfaz gestual, para así contribuir al diseño universal. Aunque la opción más universal en caso de no usar la interfaz gestual es la de usar la interfaz conversacional para activar las funcionalidades.

### 5.3.4 Simulación de la asistencia por voz

Para la realización de la interfaz conversacional he realizado una simulación de una interfaz de accesibilidad de sistemas. Este tipo de interfaces consisten en un conjunto de herramientas que permiten que las personas con discapacidades cognitivas, físicas o sensoriales puedan utilizar dispositivos o sistemas electrónicos de una forma más sencilla. Por ello, he realizado la simulación del reconocimiento de voz para que en base a la detección de unos comandos específicos, se ejecuten las funcionalidades solicitadas y se responda al usuario mediante unas frases predefinidas que se reproduzcan gracias a la conversión de texto en voz (TTS). La conversión de texto en voz permite reproducir textos utilizando una voz artificial sintetizada, lo cual puede ofrecer accesibilidad a las personas que no puedan visualizar correctamente una pantalla (51).

Por tanto, el sentido de la interfaz es unidireccional ya que se responde a un conjunto de comandos predefinidos sin llegar a ser un modelo más inteligente en el que se pueda conversar (52). Estos comandos predefinidos consisten en las conversaciones mencionadas anteriormente en el apartado de Sample Dialogs.

La conversión de dichos comandos a voz lo he elaborado por medio de una herramienta gratuita que permite también su uso comercial de manera libre y gratuita llamada FreeTTS (53). FreeTTS utiliza el aprendizaje automático de Google para convertir el texto a voz y genera un archivo de audio en formato mp3 para la descarga del texto reproducido.

Es por ello que tras introducir los textos de las conversaciones entre los usuarios y el sistema se han generado los archivos de audio mp3 que posteriormente he añadido a la herramienta de prototipado para su reproducción en las funcionalidades correspondientes.

La diferenciación de los tipos de perfiles de usuario en cuanto a la interfaz conversacional se realizaría idealmente mediante un análisis de las frecuencias y tono de la voz en tiempo real para así conocer qué usuario ha solicitado un comando en concreto. De esta manera se podría realizar el *login* al sistema o una diferenciación de las funcionalidades que se pueden utilizar según las necesidades y permisos de los usuarios de cada vivienda como puede ser el caso de una persona asistente que se dedique al cuidado de otra que tenga algún tipo de discapacidad.

Por motivos de tiempo y salirse de los objetivos de este proyecto, no se ha desarrollado este análisis de las frecuencias de la voz para la distinción de los usuarios. Por tanto, para su implantación se propone utilizar un dispositivo centralizado al cual se le manden las notas de voz y permita realizar su reconocimiento. Además, la aplicación del prototipo final estaría conectada a este dispositivo para facilitar la comunicación y conexiones con el resto de los dispositivos domóticos.

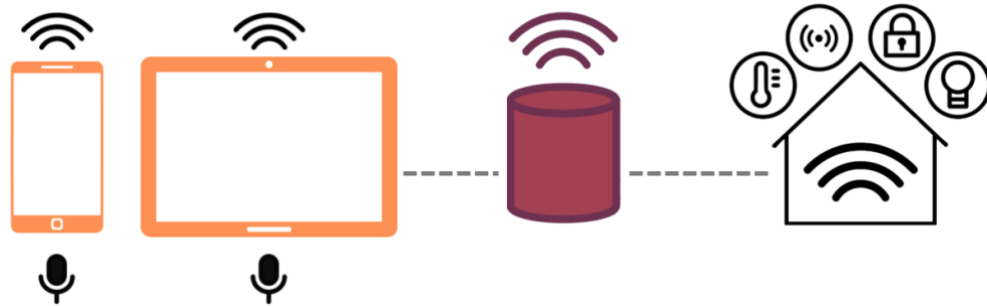


Figura 49. Conectividad de la aplicación con el resto del sistema domótico.

El prototipo se puede consultar y utilizar desde el siguiente enlace en cualquier navegador de internet: <https://cloud.protopie.io/p/2e34e324a091be4b05c4f4fd>. Además, en caso de querer utilizar la funcionalidad de interfaz conversacional es necesario utilizar el navegador Google Chrome o bien acceder al prototipo instalando la aplicación Protopie Player en tanto en dispositivos Android como iOS e iPadOS, disponible en este enlace: <https://www.protopie.io/learn/docs/player/getting-started>



Tras la realización de la simulación de la asistencia por voz he realizado la evaluación del prototipo que queda descrita en el siguiente apartado.

## 6. Evaluación del prototipo

En este apartado se presenta la evaluación del prototipo, en la cual se han elaborado dos tipos de evaluaciones: la evaluación de funcionalidad y la evaluación heurística. La evaluación de funcionalidad se centrará en la verificación del correcto funcionamiento de la ejecución de las tareas solicitadas al sistema domótico mediante la interfaz conversacional y gestual. Por otro lado, la evaluación heurística se enfoca en la identificación de posibles problemas de usabilidad y accesibilidad en la interfaz, tomando como referencia a las heurísticas de Nielsen. De esta forma, se pretende garantizar que el prototipo cumpla con los estándares de calidad necesarios para su uso en un entorno real.

### 6.1 Realización de la evaluación de funcionalidad

La evaluación de funcionalidad es una etapa crítica en el desarrollo de cualquier prototipo, ya que permite determinar si cumple con los objetivos y requisitos establecidos en la etapa de diseño. En el caso de este prototipo de sistema domótico, es importante realizarla para asegurarse que los usuarios puedan interactuar con el sistema de manera satisfactoria.

Para realizar la evaluación de la funcionalidad he realizado los siguientes pasos:

- **Establecer los criterios de evaluación:** en base a los objetivos y requisitos establecidos en la etapa de diseño.

Criterio de evaluación	Descripción	Preguntas de evaluación
Facilidad de uso	¿Cómo de fácil fue para el usuario interactuar con el prototipo?	¿Pudo el usuario realizar las tareas fácilmente sin ayuda? ¿Hubo algún momento en el que el usuario tuvo dificultades para entender cómo funcionaba el prototipo?
Satisfacción del usuario	¿El usuario se sintió satisfecho con la experiencia de uso del prototipo?	¿El usuario encontró el prototipo útil? ¿Le gustó la interfaz y la forma en que se organizaban las opciones?
Eficiencia	¿El usuario pudo completar las tareas de manera rápida y eficiente?	¿Cuánto tiempo le llevó al usuario completar cada tarea? ¿Hubo algún momento en el que el usuario tuvo que repetir una tarea o buscar ayuda adicional?
Aprendizaje	¿El usuario pudo aprender a usar el prototipo fácilmente?	¿El usuario necesitó algún tipo de instrucción para aprender a usar el prototipo? ¿Pudo el usuario recordar cómo realizar las tareas después de haber utilizado el prototipo en varias ocasiones?
Accesibilidad	¿Se pudo utilizar el prototipo por usuarios con diferentes tipos de discapacidades?	¿Los usuarios con diferentes tipos de discapacidades pudieron utilizar el prototipo sin dificultades? ¿Se implementaron suficientes características de accesibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios?

*Tabla 10. Criterios de evaluación de la funcionalidad.*

- **Establecer las pruebas de aceptación:** definiendo los criterios de aceptación del sistema, preparando el entorno de prueba y recogiendo los resultados.

Criterios de aceptación	Preguntas de verificación	Sí	No
Funcionalidad	¿Se han probado todas las funciones del sistema domótico y están funcionando correctamente?		
Accesibilidad	¿Incluye el prototipo una tecnología de asistencia de control por voz? ¿La interfaz gestual dispone de iconos amplios?		
Intuitividad	¿Es fácil y sencillo el uso del prototipo, incluso para aquellos que no tienen conocimientos técnicos?		
Fiabilidad	¿El prototipo funciona correctamente y sin interrupciones durante un período prolongado de tiempo?		
Seguridad	¿El prototipo cuenta con medidas de seguridad adecuadas para evitar riesgos y peligros para el usuario?		

Tabla 11. Criterios de aceptación.

El entorno de prueba consiste en realizar las tareas en un ambiente que simule a estar en una vivienda, es decir, que no haya ruido de la calle y que existan algunos dispositivos que incorpora el sistema domótico como puede ser un control de temperatura o lámparas. De esta forma se pueden encender manualmente las lámparas para simular el funcionamiento real del prototipo y que el usuario perciba lo que ofrece.

- **Seleccionar a los usuarios:** seleccionando a un grupo de usuarios que representen el perfil de usuarios potenciales del prototipo, es decir, aquellos con discapacidades de movilidad, baja capacidad cognitiva, persona cuidadora y usuarios sin discapacidades.
- **Realizar pruebas de funcionalidad y accesibilidad:** pidiendo a los usuarios que realicen unas tareas concretas para así evaluar la facilidad de uso del prototipo. Este tipo de tareas están divididas en las tareas que utilicen la tecnología de asistencia de control por voz y tareas mediante gestos táctiles.
  - o Tareas de evaluación para control por voz:
    - Enciende/apaga la luz del techo del salón. *(Indícalo por voz).*
    - Ajusta la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius. *(Indícalo por voz).*
    - Abre las persianas de la habitación principal. *(Indícalo por voz).*
    - Activa el robot aspirador para que limpie el pasillo. *(Indícalo por voz).*

- Tareas de evaluación para gestos táctiles:
  - Cierra las persianas del dormitorio principal. *(Indícalo mediante gestos táctiles en la pantalla del dispositivo).*
  - Cambia la intensidad de la luz de la habitación. *(Indícalo mediante gestos táctiles en la pantalla del dispositivo).*
  - Activa y desactiva el sensor de movimiento. *(Indícalo mediante gestos táctiles en la pantalla del dispositivo).*
- **Evaluar el rendimiento:** realizando pruebas para evaluar el rendimiento del prototipo. Estas pruebas consisten en medir los siguientes aspectos:
  - Velocidad de respuesta: medir el tiempo que tarda el sistema en responder a una solicitud del usuario. Por ejemplo, se pide que se encienda la luz del flexo de la habitación principal y se mide el tiempo que tarda en llevarse a cabo.
  - Precisión de reconocimiento: medir la precisión para reconocer los comandos de voz del usuario. Por ejemplo, se pide que suba la cama al nivel máximo y se comprueba si el sistema reconoce dicho comando.
  - Capacidad de procesamiento: medir la capacidad del sistema para procesar múltiples solicitudes de los usuarios al mismo tiempo. Por ejemplo, se pide al sistema que encienda la lámpara del sofá del salón y abra las persianas del dormitorio principal al mismo tiempo y con ello se mide si el sistema puede realizar ambas acciones sin problemas.
  - Fiabilidad: medir la fiabilidad para realizar las acciones solicitadas de manera consistente. Por ejemplo, se pide que se active el sensor de gas varias veces y se mide si el sistema lo hace en todas las ocasiones.

Los **resultados** de la evaluación de la funcionalidad y del rendimiento los he unificado en diferentes tablas las cuales se pueden consultar en el apartado de anexos.

Tras realizar estas evaluaciones con los diferentes tipos de usuarios he observado sus comportamientos, medido los tiempos que han tardado en elaborar las tareas solicitadas y los tiempos que le ha llevado al prototipo ejecutar las acciones pedidas.

De manera general todos los usuarios están satisfechos con el prototipo ya que les ha parecido intuitiva la interfaz gestual y lógica la interfaz conversacional tras haber sido informados de los comandos que ésta dispone.

Las primeras tareas que se pidió realizar a los diferentes tipos de usuarios fueron llevadas a cabo en un tiempo superior al resto de tareas pedidas. Es por ello que, estos usuarios, conforme al uso de las interfaces se han ido habituando de manera general a su funcionamiento. Además, han podido después recordar cómo realizar de nuevo las mismas tareas o tareas relacionadas con una que se les ha pedido aplicando su memoria e intuición.



El grupo de usuarios con discapacidades de movilidad no ha tenido problemas en general para que el sistema de reconocimiento de voz del prototipo identifique los comandos solicitados, al igual que para recordar los comandos disponibles.

Respecto al grupo de usuarios con baja capacidad cognitiva por lo general les ha llevado un tiempo superior encontrar las tareas solicitadas en la interfaz gestual al igual que para solicitar la configuración de la temperatura de la vivienda mediante un comando por voz.

## 6.2 Realización de la evaluación heurística

La evaluación heurística es una técnica incluida en la fase de evaluación dentro del proceso de diseño centrado en el usuario que permite identificar problemas de usabilidad que pueda haber en la interfaz de usuario de un producto (54).

Para realizar la evaluación heurística de las interfaces conversacional y gestual del prototipo, he realizado un análisis de la interfaz en base a las heurísticas de Nielsen.

Las heurísticas de Nielsen (55) son un conjunto de diez principios de diseño que fueron desarrollados por Jacob Nielsen para evaluar la calidad y usabilidad de una interfaz de usuario.

A continuación, se definen las diez heurísticas de usabilidad según el método propuesto por Jakob Nielsen, aplicándolas a ejemplos reales del prototipo y siendo evaluadas por un grupo de 2 personas con conocimientos y experiencia en este tipo de interfaces. Esta evaluación se ha hecho en base a una serie de heurísticas de usabilidad y accesibilidad como son la navegación, la consistencia, retroalimentación o claridad (sencillez y legibilidad).

Previamente a esta evaluación, se ha presentado la interfaz conversacional y gestual a los expertos, cuyos alias he denominado "Sea" y "Blueberry".

El experto "Sea" es especialista en interfaces gestuales y tiene una experiencia en la evaluación de la usabilidad de aplicaciones móviles y de escritorio en base a la utilización de gestos para la interacción con los usuarios.

El experto "Blueberry" tiene conocimientos medios en interfaces conversacionales y se dedica a evaluar la usabilidad de asistentes virtuales.

Posteriormente les he explicado los objetivos del TFG y los escenarios de uso. Con todo ello, las heurísticas de usabilidad empleadas son:

- 1- Visibilidad del estado del sistema: Los usuarios deben tener una retroalimentación clara sobre el estado del sistema y su funcionamiento.  
Ejemplo de aplicación: una vez el usuario ha solicitado que se abran las persianas, el sistema ha de confirmar que ha recibido su solicitud indicando que las persianas están abiertas o se están abriendo.
- 2- Coincidencia entre el sistema y el mundo real: La interfaz debe reflejar lo que sería el mundo real y utilizar un lenguaje comprensible para los usuarios.  
Ejemplo de aplicación: el sistema debe utilizar comandos de voz que resulten naturales y comunes, como "abrir" o "cerrar".

- 3- Control y libertad del usuario: Los usuarios deben poder corregir errores y deshacer acciones no deseadas.  
Ejemplo de aplicación: el sistema debe permitir al usuario cancelar la apertura de las persianas si cambia de opinión mientras se ejecuta la tarea.
- 4- Consistencia y estándares: La interfaz debe ser consistente para mejorar la facilidad de uso.  
Ejemplo de aplicación: el sistema debe utilizar los mismos comandos de voz para realizar una misma acción en diferentes dispositivos.
- 5- Prevención de errores: Se debe diseñar el sistema de manera que se minimice la posibilidad de errores de los usuarios.  
Ejemplo de aplicación: si el usuario solicita “enciende las luces de mi habitación”, el sistema debe confirmar si el usuario quiere encender todas las luces o solo alguna en concreto.
- 6- Reconocimiento en lugar de recordar: La interfaz se ha de diseñar de manera que los usuarios no tengan que recordar información previa.  
Ejemplo de aplicación: el sistema debe mostrar las opciones de comandos de voz disponibles para el usuario en lugar de esperar a que el usuario los recuerde.
- 7- Flexibilidad y eficiencia de uso: La interfaz debe ser flexible para adaptarse a las necesidades y preferencias de los usuarios.  
Ejemplo de aplicación: el sistema debe permitir a los usuarios personalizar los comandos de voz para que se adapten a su forma de hablar o si añaden dispositivos nuevos.
- 8- Diseño estético y minimalista: La interfaz (gestual) debe tener un diseño estético y minimalista para que los usuarios se centren en la tarea que deseen realizar.  
Ejemplo de aplicación: el sistema ha de mostrar la información necesaria para que el usuario realice cada tarea determinada y no se distraiga con información secundaria.
- 9- Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores: Cuando se produzca un error, el sistema ha de proporcionar una retroalimentación clara y detallada para así ayudar a los usuarios a corregir el problema que se haya podido producir  
Ejemplo de aplicación: si el sistema no reconoce el comando de voz del usuario, se debe indicar a este que vuelva a intentarlo.
- 10- Ayuda y documentación: Se debe proporcionar ayuda y documentación a los usuarios de manera que les ayude a comprender el funcionamiento del prototipo y resolver sus posibles problemas.  
Ejemplo de aplicación: incluir una sección de preguntas frecuentes mediante un comando en la interfaz conversacional o bien, un manual de usuario en la interfaz gestual del prototipo. De esta manera los usuarios podrían acceder a información sobre cómo utilizar las funcionalidades.

Tras presentarles el prototipo a los expertos y evaluarlo según las heurísticas anteriores, se han cumplido las siguientes heurísticas:

- 1: El sistema responde mediante un audio a cada funcionalidad disponible en la interfaz gestual y a los comandos reconocidos en la interfaz conversacional.
- 2: El prototipo utiliza un lenguaje natural tanto en la interfaz conversacional como en los textos mostrados en la interfaz gestual.
- 4: El prototipo se considera consistente ya que, por ejemplo, para el caso de la funcionalidad de la iluminación, los comandos asignados son similares para distintas habitaciones, variando solo el nombre de la lámpara.
- 8: El prototipo tiene un diseño estético y minimalista ya que se cumple ya que el diseño de la interfaz gestual es minimalista, es decir, tiene los iconos esenciales y con el mínimo número de textos y gráficos.

Por el contrario, las siguientes heurísticas no se han terminado de cumplir:

- 3: No se cumple al 100% el control y libertad de usuario puesto que el prototipo no permite deshacer acciones. Para ello habría que solicitarle la acción contraria a la pedida anteriormente para que se cancele.
- 4: La consistencia y estándares se cumplen parcialmente ya que el prototipo no cuenta con comandos para cada una de las combinaciones de palabras que se pueden solicitar para una funcionalidad concreta. Cuenta con comandos acotados para las funcionalidades existentes sin llegar a permitir aún poder reformular una solicitud de distintas formas.
- 6: No se cumple puesto que no se ha implementado una lista de reproducción que muestre todos los comandos disponibles de la interfaz conversacional para que el usuario no tenga que recordarlos. Se ha elaborado un listado de los comandos disponibles para la interfaz conversacional, que son leídos a las personas con discapacidades antes de que comiencen a utilizar el prototipo.
- 7: No se cumple ya que hasta donde se ha desarrollado el prototipo no se ha implementado una funcionalidad que permita a los usuarios modificar los comandos de voz que he asignado por defecto.
- 9: No se cumple ya que si un comando no es detectado por la interfaz conversacional no se va a llevar a cabo ninguna tarea para la solicitud que se haya podido realizar. Respecto a la interfaz gestual, en caso de pulsar un área de la pantalla que no tenga una acción asignada tampoco se realizará ninguna acción para ese gesto.
- 10: No se cumple ya que por el alcance del proyecto no se ha elaborado un comando tal que reproduzca por voz las preguntas más comunes del sistema. Sin embargo, se dispone de un manual básico consistente en los comandos disponibles en la interfaz conversacional.

### 6.3 User journey

Un *User journey* consiste en un método de diseño que está centrado en el usuario y el cual se suele ubicar dentro de las fases de definición o evaluación (56). Se encarga de mostrar los pasos que se llevan a cabo de la interacción del usuario con el sistema, de manera que se describen sus emociones y reacciones con los puntos de contacto del producto, que en este caso es el prototipo de sistema domótico.

Gracias a los *user journey* se puede profundizar en cómo se están produciendo las interacciones y detectar con más facilidad los puntos débiles que pueda tener el prototipo con el fin de seguir mejorando la experiencia de los usuarios.

Para elaborar un *user journey* se puede partir de los perfiles de usuario elaborados anteriormente, así como de los escenarios en los que han probado las funcionalidades del prototipo.

Por tanto, un *user journey* muestra el itinerario que ha llevado a cabo una persona en concreto a partir de un escenario que se le da. En concreto he realizado los siguientes pasos para elaborar el *user journey*:

- Fijación del objetivo: el objetivo del usuario es controlar de forma remota los dispositivos domóticos de su hogar en base a los escenarios de encender la luz del techo del salón, ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius, abrir las persianas de la habitación principal y activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.
- Determinar los pasos: se establecen los siguientes pasos para alcanzar el objetivo:
  - Descubrimiento: el usuario descubre que puede controlar sus dispositivos domóticos de forma remota a través de una aplicación móvil.
  - Selección de la tarea: el usuario selecciona la tarea que desea realizar (encender la luz del techo del salón, ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius, abrir las persianas de la habitación principal y activar el robot aspirador para que limpie el pasillo).
  - Interacción con la aplicación: el usuario interactúa con la aplicación móvil para llevar a cabo la tarea seleccionada.
  - Verificación: el usuario verifica que la tarea se ha llevado a cabo correctamente.
- Definir el contenido para la posterior realización del diagrama:
  - *Touchpoints*: el usuario interactúa con la aplicación móvil mediante la interfaz conversacional, así como con los elementos táctiles en la interfaz gestual cuando quiere que se realice una acción en un dispositivo.
  - Acciones:
    - Descubrimiento: el usuario accede al enlace del prototipo o bien descarga la aplicación de Protopie Player a través de la plataforma de descarga de aplicaciones correspondiente y la instala.
    - Selección de la tarea: el usuario selecciona la tarea deseada mediante un comando de voz de entre los disponibles o bien en la pantalla táctil.

- Interacción con la aplicación:
  - A: el usuario indica con un comando de voz apropiado que se encienda la luz del techo del salón; el asistente le responde confirmando la realización de la tarea y se enciende la luz solicitada.
  - B: el usuario toca al botón de “Control de temperatura” desde la pantalla principal de la interfaz conversacional; ajusta la temperatura de la vivienda con los botones “+” o “-” a 21 grados Celsius; la temperatura se queda ajustada en el sistema.
  - C: el usuario indica que se abran las persianas de la habitación principal a través del botón “control motorizado” y posteriormente con el botón asignado para la apertura de las persianas de la habitación principal.
  - D: el usuario indica con un comando de voz apropiado que se active el robot aspirador para que limpie el pasillo; el asistente le responde confirmando la realización de la tarea y la aspiradora comienza a funcionar.
- Verificación: el usuario comprueba que la luz del techo del salón está encendida, la temperatura de la vivienda es de 21 grados Celsius, las persianas de la habitación principal están abiertas y el robot aspirador está limpiando el pasillo.
- Pain points: los obstáculos que el usuario encuentra son la falta de conexión a Internet o dudas sobre dónde se encuentra alguna funcionalidad en la interfaz gestual.
- Emociones: el usuario en general siente satisfacción al poder ver que puede controlar sus dispositivos domóticos de forma remota y con comodidad, ya que no tiene que desplazarse físicamente para realizar estas tareas.
- Oportunidades: se pueden mejorar el prototipo mediante la inclusión de más comandos de voz para usuarios con discapacidad visual o problemas de movilidad.
- Creación del diagrama en base a los puntos anteriores: Se puede consultar en el apartado de anexos.

## 6.4 Conclusiones de las evaluaciones

Las evaluaciones de funcionalidad, evaluación heurística y *User journey* del prototipo indican que, en general, los usuarios están satisfechos con su funcionamiento. La interfaz gestual y conversacional han resultado intuitivas y lógicas, sin embargo, los usuarios con baja capacidad cognitiva han tenido dificultades para encontrar algunas tareas y comandos.

El prototipo cumple con algunos criterios de evaluación heurística, como son el diseño minimalista y la consistencia. Por el contrario, no cumple con otros como son el control y la libertad del usuario y la implementación de una lista de reproducción de comandos disponibles. Además, se ha observado que, si un comando no es detectado, no se llevará a cabo ninguna tarea.

Los resultados muestran que se hace recomendable implementar una funcionalidad para deshacer acciones y que se permita a los usuarios modificar los comandos de voz asignados por defecto. Además, se sugiere crear una lista de reproducción de los comandos disponibles y un sistema que permita al usuario reformular sus solicitudes de formas diferentes.

Por todo ello se podría decir que el prototipo tiene un buen funcionamiento general, aunque realizando las anteriores mejoras se podría mejorar la experiencia de usuario sobre todo para el perfil de personas con baja capacidad cognitiva.

## 7. Conclusiones, correcciones y futuras mejoras

La realización de este prototipo domótico ha sido un proceso llevado a cabo mediante diferentes fases como son las de investigación, diseño, implementación y evaluación. Para todas ellas, ha sido de gran importancia realizar una buena planificación tanto de sus tareas como de la estimación del tiempo de estas.

Mediante la definición de requerimientos y la creación de sketches, se logró establecer las funcionalidades que debía poseer el prototipo, así como su diseño de interfaz de usuario.

Durante la implementación, se encontraron algunas dificultades para entender el funcionamiento de la herramienta de prototipado y la implementación de la función de reconocimiento de voz. No obstante, se lograron solventar gracias a la investigación y al apoyo de expertos en la materia.

Aunque se identificaron algunas áreas de mejora, especialmente para usuarios con baja capacidad cognitiva, **se podría decir que se han alcanzado los objetivos del trabajo** puesto que las evaluaciones de usabilidad, funcionabilidad y heurísticas han demostrado que el prototipo cumple con las expectativas de los usuarios en cuanto a su facilidad de uso y funcionamiento.

Respecto a los impactos ético-sociales, de sostenibilidad y de diversidad, para lograr superar los impactos negativos de sostenibilidad, se pueden instalar paneles solares en la vivienda para reducir el impacto del consumo de energía por el sistema domótico. Para los grupos de usuarios con los que el prototipo no sea del todo compatible como personas con discapacidades auditivas y motrices simultáneas, se pretende realizar mejoras en el prototipo en el futuro para así satisfacer las necesidades de más grupos de usuarios.

Este prototipo puede mejorar significativamente la vida de las personas con discapacidad de movilidad ya que les permite tener más control sobre su entorno del hogar. Además, gracias al uso de la interfaz conversacional, este tipo de personas pueden realizar diversas tareas sin tener que moverse físicamente, lo que les proporciona más independencia y autonomía.

Esta capacidad de controlar el hogar sin la necesidad de moverse físicamente también puede ser útil para las personas que cuidan de las personas con discapacidad de movilidad. De esta manera, les permite realizar tareas del hogar más eficientemente.

A partir de las dificultades encontradas, como propuesta de futuro se podría adaptar el prototipo a más grupos de personas, implementar una funcionalidad para deshacer acciones y otra para permitir que los usuarios modifiquen los comandos de voz que asigné por defecto para que incluso se puedan reformular las solicitudes de voz de diferentes formas.

## 8. Glosario

**Actuador:** Dispositivo capaz de convertir señales eléctricas en otro tipo de señales o aumentarlas su potencia.

**Automatización:** consiste en "utilizar a la tecnología para realizar tareas con muy poca intervención humana" (57). Esta tarea se puede aplicar en diferentes sectores, de los cuales, para este trabajo me centraré en la automatización del hogar.

**Benchmarking:** realización de un análisis estratégico exhaustivo de las mejores prácticas que son llevadas a cabo por empresas de un mismo segmento.

**Blur:** Imagen borrosa.

**Control:** entre sus muchas definiciones me centraré en la de "Regulación, manual o automática, sobre un sistema". (58). Con ello, se permitirá controlar, como su propia palabra indica, el sistema domótico mediante la interfaz para así automatizar diferentes tareas en un espacio determinado.

**DCU:** Diseño Centrado en el Usuario.

**Diseño universal:** medio que promueve la igualdad de oportunidades para todos, de manera que se introduzca un principio democratizador en un diseño.

**Discapacidad:** la discapacidad es una condición del ser humano que abarca las limitaciones de actividad, deficiencias y restricciones de participación de una persona (59) (60). Concretamente, me centraré en las limitaciones de la actividad de las personas para realizar determinadas acciones, de manera que gracias al sistema domótico se les facilite la realización de estas tareas.

**Domótica:** entendida como un "conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda" (61). Con la domótica se pueden ofrecer diferentes servicios que aporten bienestar, seguridad y control a las personas que los usen (1).

**Interfaz:** dentro del entorno de interacción persona-ordenador, "una interfaz es lo que permite que ocurra la interacción entre la persona y el ordenador" (62). Es decir, la interfaz permite que la persona controle diferentes tareas de la máquina u ordenador y a su vez también puede permitir que la persona reciba respuestas de dicha máquina.

**Login:** proceso que controla el acceso de forma individual a un sistema informático identificando al usuario mediante credenciales.

**Prototipo:** entendido como diseño o representación que se sitúa entre media y alta fidelidad de un producto final y "simula la interacción de la interfaz de usuario" (63).

**Sample dialogs:** ejemplos de conversaciones entre el usuario y un sistema que muestran cómo puede ser la interacción entre ellos.

**Sistema:** entendido como un conjunto ordenado de componentes relacionados entre sí dotado de un entorno particular (64). A lo largo del proyecto lo centraré en el concepto de sistema informático, entendido como un conjunto formado por elementos físicos y lógicos que captan, almacenan y procesan información (65).

**Sketching:** creación manual de un dibujo o ilustración que capture las características principales de la escena u objeto.

**Smartphone:** teléfono inteligente.

**Tablet:** dispositivo informático móvil cuya pantalla táctil ocupa casi todo su tamaño y no dispone de teclado físico.

**TFG:** Trabajo Fin de Grado.

**Touchpoints:** en el contexto de la experiencia del usuario, hacen referencia a cualquier punto de interacción entre un usuario y un producto.

**Trigger:** subrutina que se ejecuta de manera automática tras producirse algún tipo de transacción.

**TTS:** Text To Speech.



## 9. Bibliografía

1. Domótica. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] [https://es.wikipedia.org/wiki/Domótica](https://es.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B3tica).
2. Cantero, Roberto. Un nuevo estudio ha revelado que cerca del 40% de las tareas de casa estarán automatizadas en solo 10 años. [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2023.] <https://www.mundodeportivo.com/urbantecno/tecnologia/un-nuevo-estudio-ha-revelado-que-cerca-del-40-de-las-tareas-de-casa-estaran-automatizadas-en-solo-10-anos>.
3. Obstáculos a la participación. *Cdc.gov*. [En línea] [Citado el: 10 de Marzo de 2023.] <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/disabilityandhealth/disability-barriers.html>.
4. UOC. *Competencias UOC*. [En línea] [Citado el: 6 de Junio de 2023.] <https://www.uoc.edu/portal/es/qualitat/qualitat-titulacions/competencies/index.html>.
5. Rodríguez, J.R. “La gestión del proyecto a lo largo del trabajo final”. *Editorial UOC*. [En línea] [Citado el: 19 de Marzo de 2023.]
6. Casa con Interfaz 3D Domótica Jean Nouvel. *Pixel Dreams*. [En línea] [Citado el: 19 de Marzo de 2023.] <https://www.pixeldreams.info/casa-domotica-jean-nouvel>.
7. Diseño centrado en las personas. *uoc.edu*. [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/disen%C3%B3-centrado-en-las-personas/>.
8. Diseño centrado en el usuario. [En línea] [Citado el: 30 de Marzo de 2023.] <http://multimedia.uoc.edu/blogs/fem/es/disen%C3%B3-centrado-en-el-usuario-conceptos-basicos/>.
9. Persona. [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2023.] <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/persona/>.
10. Waterfall. [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/waterfall/>.
11. Iterativo. [En línea] [Citado el: 25 de Marzo de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/iterativo/>.
12. *ProtoPie*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.protopie.io>.
13. Cuaderno de interfaces. [En línea] [Citado el: 5 de Abril de 2023.] <http://quadern-interficies.recursos.uoc.edu/es/>.
14. Principios del diseño universal. *Cuaderno de Diseño centrado en las personas*. [En línea] [Citado el: 5 de Abril de 2023.] <http://quadern-dcp.recursos.uoc.edu/es/2-disseny-universal-3/>.
15. La domótica acude en ayuda de personas con discapacidad. *Editorial Nobbot*. [En línea] [Citado el: 16 de Marzo de 2023.] <https://www.nobbot.com/domotica-personas-discapacidad/>.
16. *Qinera*. [En línea] [Citado el: 16 de Marzo de 2023.] <https://qinera.com/es/>.
17. Home. *Guttmann Barcelona Life*. [En línea] [Citado el: 16 de Marzo de 2023.] <https://barcelonalife.guttmann.com/es/>.
18. Domótica para hacer más accesible una vivienda. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://habiaccesible.com/domotica-para-hacer-mas-accesible-una-vivienda/>.
19. ¿Qué puede aportar la seguridad domótica a un hogar? *SIMON*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.simonelectric.com/blog/que-puede-aportar-la-seguridad-domotica-un-hogar>.
20. Carbonell, M. Eficiencia energética en sistemas domóticos. *Hogarsense.es*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.hogarsense.es/domotica/eficiencia-energetica-domotica>.
21. Rebato, C. Domótica e Inteligencia Artificial: del hogar inteligente a las Smart Cities. *Think Big*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://empresas.blogthinkbig.com/domotica/>.

22. Domótica en salud. *El Hospital*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.elhospital.com/es/blog/domotica-en-salud>.
23. ¿Cómo puede ayudar un sistema domótico a personas con discapacidad? *IntegralIngenieria*. [En línea] [Citado el: 29 de Marzo de 2023.] <https://tudomotica.com/como-puede-ayudar-un-sistema-domotico-a-personas-con-discapacidad/>.
24. Google Assistant, Alexa o Siri: ¿Cuál es el mejor asistente de voz? [En línea] [Citado el: 7 de Abril de 2023.] <https://www.adslzone.net/reportajes/domotica/google-assistant-alexa-siri>.
25. Amazon Alexa. [En línea] [Citado el: 7 de Abril de 2023.] <https://alexa.amazon.com>.
26. Siri. [En línea] [Citado el: 7 de Abril de 2023.] <https://www.apple.com/siri/>.
27. Hey Google. [En línea] [Citado el: 7 de Abril de 2023.] <https://assistant.google.com>.
28. Gil, I. ¿Qué tipos de discapacidad existen? *El Blog de empleo de Fundación Adecco*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://fundacionadecco.org/blog/que-tipos-de-discapacidad-existen/>.
29. Domótica para personas de la tercera edad. *Consultores y auditores de eficiencia energética*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.ensaco.es/domotica-para-personas-mayores/>.
30. *Home assistant*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.home-assistant.io/>.
31. Kreuzer, K., & Eichstädt-Engelen, T. *OpenHAB: Automatisiertes Heim*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.openhab.org>.
32. Connect your apps. *IFTTT*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://ifttt.com>.
33. *Csa-iot*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://csa-iot.org>.
34. Better and safer smart homes are built on Z-Wave. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.z-wave.com>.
35. Figma: the collaborative interface design tool. *Figma*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.figma.com>.
36. Axure RP - UX prototypes, specifications, and diagrams in one tool. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://www.axure.com>.
37. Tudó, B. A., & Sogorb Devesa, T. *Upv.es*. [En línea] [Citado el: 17 de Marzo de 2023.] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/28786/memoria.pdf?sequence=1>.
38. Design Toolkit. *Prototipado*. [En línea] [Citado el: 3 de Abril de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/prototipado/>.
39. Qué es una encuesta. [En línea] [Citado el: 29 de Marzo de 2023.] <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/diferencia-encuesta-cuestionario>.
40. Encuestas – Orientaciones metodológicas para la investigación social. [En línea] [Citado el: 19 de Marzo de 2023.] <http://arts.recursos.uoc.edu/guia-metodologica/es/3-7-encuestas/>.
41. Persona. *Design Toolkit*. [En línea] [Citado el: 6 de Abril de 2023.] <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/persona/>.
42. Free icons without attribution. *Uxwing*. [En línea] [Citado el: 6 de Abril de 2023.] <https://uxwing.com>.
43. Conociendo las etapas de la tercera edad. *Deusto Salud*. [En línea] [Citado el: 6 de Abril de 2023.] <https://www.deustosalud.com/blog/tercera-edad/conociendo-etapas-tercera-edad>.
44. ISO 9241. [En línea] [Citado el: 30 de Marzo de 2023.] <https://www.iso.org/standard/63500.html>.
45. Sistemas domóticos. *HogarSense*. [En línea] [Citado el: 31 de Marzo de 2023.] <https://www.hogarsense.es/domotica/sistemas-domoticos#distribuidos>.
46. Design Toolkit. *Storyboard*. [En línea] [Citado el: 4 de Abril de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/storyboard/>.

47. Proceso de diseño para interfaces conversacionales. [En línea] [Citado el: 4 de Abril de 2023.] <https://jesusmartin.eu/proceso-diseno-conversacionales/>.
48. Tamaños de tablet. *Droiders*. [En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2023.] <https://www.droiders.com/tamanos-de-tablets/>.
49. Iconos-vectoriales. *123RF*. [En línea] [Citado el: 18 de Abril de 2023.] [https://es.123rf.com/photo\\_70729354\\_iconos-vectoriales-para-la-domotica-para-controlar-un-hogar-inteligente-el-archivo-se-guarda-en-la-vers.html](https://es.123rf.com/photo_70729354_iconos-vectoriales-para-la-domotica-para-controlar-un-hogar-inteligente-el-archivo-se-guarda-en-la-vers.html).
50. *Prototype an Input Stepper with ProtoPie's Formula Feature*. [En línea] [Citado el: 21 de Abril de 2023.] <https://www.protopie.io/blog/prototyping-input-stepper>.
51. ¿Qué es el text-to-speech y cómo funciona? [En línea] [Citado el: 18 de Abril de 2023.] <https://thehook.es/que-es-el-text-to-speech-y-como-funciona/>.
52. *Interfaces conversacionales: Aplicación y ejemplos*. [En línea] [Citado el: 20 de Abril de 2023.] <http://uxpanol.com/teoria/interfaces-conversacionales-aplicacion-y-ejemplos/>.
53. Free TTS: Text to Speech Mp3 Free Online. [En línea] [Citado el: 19 de Abril de 2023.] <https://freetts.com>.
54. Design Toolkit. *Evaluación heurística*. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2023.] <http://design-toolkit.recursos.uoc.edu/es/guia/evaluacion-heuristica/>.
55. Nielsen Norman Group. *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. [En línea] [Citado el: 27 de Abril de 2023.] <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
56. Design Toolkit. *User journey*. [En línea] [Citado el: 6 de Mayo de 2023.] <http://design-toolkit.uoc.edu/es/guia/user-journey/>.
57. ¿Qué es la automatización? Ventajas e importancia de automatizar. *Redhat.com*. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] <https://www.redhat.com/es/topics/automation>.
58. Definición de control. *Rae.es*. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] <https://dle.rae.es/control>.
59. Discapacidad. [En línea] [Citado el: 7 de Marzo de 2023.] <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>.
60. ¿Qué es la discapacidad? Evolución histórica y cultural. [En línea] [Citado el: 7 de Marzo de 2023.] <https://fundacionadecco.org/blog/que-es-la-discapacidad-evolucion-historica/>.
61. Definición de domótica. *Rae.es*. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] <https://dle.rae.es/domotico#E7W0v9b>.
62. ¿Qué es una interfaz? *Uoc.edu*. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] <https://multimedia.uoc.edu/blogs/dii/es/que-es-una-interficie/>.
63. Tipos de prototipo. *Uoc.edu*. [En línea] [Citado el: 5 de Marzo de 2023.] <https://multimedia.uoc.edu/blogs/dii/es/prototipatge/tipus-de-prototips/>.
64. ¿Qué es un sistema? [En línea] [Citado el: 7 de Marzo de 2023.] <https://concepto.de/sistema/>.
65. Definición de Sistema en Informática. [En línea] [Citado el: 7 de Marzo de 2023.] <https://sistemas.com/sistema-informatica.php>.

# 10. Anexos

## 10.1 Encuestas

**ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Carmen  
 FECHA DE NACIMIENTO: / / 1935  
 GÉNERO:  Masculino  Femenino  Otro  Prefiero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme.  
 Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia.  
 En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto.  
 Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional o una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca <input checked="" type="radio"/> Rara vez <input type="radio"/> A veces <input type="radio"/> A menudo <input type="radio"/> A diario <input type="radio"/>
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/>
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/>
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/>
5. ¿Qué herramientas de control prefiere utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo <input type="checkbox"/> Interfaz gestual fija (en panel) <input checked="" type="checkbox"/> Control por voz remoto <input checked="" type="checkbox"/> Interfaz gestual remota <input type="checkbox"/>
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	
Controlarlo por voz estaría bien si no es muy difícil usarlo.	
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	
Me gustaría que se abran solas las persianas al amanecer y antes de irme a dormir, y de no estar pendiente de la calefacción cuando haga más frío.	

Figura 50. Encuesta A de usuario 1.

**ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme.  
 Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia.  
 En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto.  
 Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional o una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/intuitiva sería importante para ayudarla a usar el prototipo de manera efectiva?	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea lo más accesible e intuitiva posible?	Muy importante <input checked="" type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación <input type="checkbox"/> Control de seguridad <input checked="" type="checkbox"/> Control de temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Control de electrodomésticos <input type="checkbox"/>
12. ¿Qué palabras clave usaría para encender una bombilla?	Enciende bombilla <input checked="" type="checkbox"/> Ilumina el salón <input type="checkbox"/> Otro (especificar) <input type="text"/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 51. Encuesta B de usuario 1.

**ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Santiago  
 FECHA DE NACIMIENTO: / / 2000  
 GÉNERO:  Masculino  Femenino  Otro  Prefiero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme.  
 Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia.  
 En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto.  
 Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional o una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca <input type="radio"/> Rara vez <input type="radio"/> A veces <input type="radio"/> A menudo <input type="radio"/> A diario <input type="radio"/>
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/>
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/>
5. ¿Qué herramientas de control prefiere utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo <input type="checkbox"/> Interfaz gestual fija (en panel) <input type="checkbox"/> Control por voz remoto <input type="checkbox"/> Interfaz gestual remota <input checked="" type="checkbox"/>
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	
Sensores y detectores de humo	
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	
Sensores que detecten el movimiento para encender las luces por la noche en el pasillo. Sensores de temperatura para no tener que levantarme para ajustarla.	

Figura 52. Encuesta A de usuario 2.

**ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme.  
 Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia.  
 En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto.  
 Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional o una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/intuitiva sería importante para ayudarla a usar el prototipo de manera efectiva?	SI <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea lo más accesible e intuitiva posible?	Muy importante <input type="checkbox"/> Importante <input checked="" type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación <input checked="" type="checkbox"/> Control de seguridad <input type="checkbox"/> Control de temperatura <input type="checkbox"/> Control de electrodomésticos <input type="checkbox"/>
12. ¿Qué palabras clave usaría para encender una bombilla?	Enciende bombilla <input type="checkbox"/> Ilumina el salón <input checked="" type="checkbox"/> Otro (especificar) <input type="text"/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 53. Encuesta B de usuario 2.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Ferrero  
 FECHA DE NACIMIENTO: Día: / Mes: / Año: 1942

GÉNERO:  Masculino  Femenino  Otro  Prefiero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme. Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca <input type="radio"/> Rara vez <input type="radio"/> A veces <input type="radio"/> A menudo <input type="radio"/> A diario <input type="radio"/>
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
5. ¿Qué herramientas de control preferiría utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo <input type="checkbox"/> Interfaz gestual fija (en pared) <input type="checkbox"/> Control por voz remoto <input type="checkbox"/> Interfaz gestual remota <input type="checkbox"/>
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	<input type="text" value="Que me entienda cuando hablo."/>
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	<input type="text" value="Que se cierren las cortinas y se encienda el ventilador cuando lo necesite."/>

Figura 54. Encuesta A de usuario 3.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme. Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/intuitiva sería importante para ayudarle a usar el prototipo de manera efectiva?	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea lo más accesible e intuitiva posible?	Muy importante <input type="checkbox"/> Importante <input checked="" type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación <input type="checkbox"/> Control de seguridad <input type="checkbox"/> Control de temperatura <input checked="" type="checkbox"/> Control de electrodomésticos <input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Qué palabras clave usarías por ejemplo para encender una bombilla?	Enciende bombilla <input checked="" type="checkbox"/> Ilumina el salón <input type="checkbox"/> Otro (especificar) <input type="text" value="Por salas"/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 55. Encuesta B de usuario 3.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Ferrero  
 FECHA DE NACIMIENTO: Día: / Mes: / Año: 1983

GÉNERO:  Masculino  Femenino  Otro  Prefiero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme. Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca <input type="radio"/> Rara vez <input type="radio"/> A veces <input type="radio"/> A menudo <input type="radio"/> A diario <input type="radio"/>
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/>
5. ¿Qué herramientas de control preferiría utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo <input type="checkbox"/> Interfaz gestual fija (en pared) <input type="checkbox"/> Control por voz remoto <input type="checkbox"/> Interfaz gestual remota <input type="checkbox"/>
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	<input type="text" value="Que se puedan añadir funcionalidades según las necesite y que comprenda lo que le pide."/>
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	<input type="text" value="Poder controlar algunos electrodomésticos sin tener que estar tocando a sus botones, como una aspiradora automática. También me gustaría poder controlar la mayor parte de la iluminación de la casa."/>

Figura 56. Encuesta A de usuario 4.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lea cada pregunta y en caso de duda pregúnteme. Seleccione la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quiera o no pueda responder, omita y continúe con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permiten a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de texto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/intuitiva sería importante para ayudarle a usar el prototipo de manera efectiva?	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea lo más accesible e intuitiva posible?	Muy importante <input type="checkbox"/> Importante <input checked="" type="checkbox"/> Poco importante <input type="checkbox"/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación <input checked="" type="checkbox"/> Control de seguridad <input type="checkbox"/> Control de temperatura <input type="checkbox"/> Control de electrodomésticos <input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Qué palabras clave usarías por ejemplo para encender una bombilla?	Enciende bombilla <input type="checkbox"/> Ilumina el salón <input type="checkbox"/> Otro (especificar) <input type="text" value="Por salas"/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 57. Encuesta B de usuario 4.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Javier  
 FECHA DE NACIMIENTO: 1996  
 GÉNERO: Masculino, Femenino, Otro, Prefero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lee cada pregunta y en caso de duda pregúntame. Selecciona la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quieres o no puedes responder, omítala y continúa con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permitan a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de tacto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca: 1, 2, 3, 4, 5. Rara vez: X, A menudo: 4, A diario: 5
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1, 2, 3, 4, 5. X en 2
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1, 2, 3, 4, 5. X en 1
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1, 2, 3, 4, 5. X en 5
5. ¿Qué herramientas de control prefiere utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo, Interfaz gestual fija (en pared), Control por voz remoto, Interfaz gestual remota. X en Interfaz gestual fija (en pared)
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	NO
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	Inteligencia artificial que aprenda y prediga los patrones de comportamiento del usuario según se use el sistema

Figura 58. Encuesta A de usuario 5.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lee cada pregunta y en caso de duda pregúntame. Selecciona la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quieres o no puedes responder, omítala y continúa con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permitan a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de tacto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/múltiple sería importante para ayudarte a usar el prototipo de manera efectiva?	SI: X, No: <input type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea la más accesible e intuitiva posible?	Muy importante: X, Importante: <input <input="" importante:="" poco="" type="checkbox" },=""/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI: X, No: <input type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación: <input <input="" control="" de="" electrodomésticos:="" seguridad:="" td="" temperatura:="" type="checkbox" x,="" x<="" },=""/>
12. ¿Qué palabras clave usarías por ejemplo para encender una bombilla?	Enciende bombilla: <input (especificar):="" <input="" el="" ilumina="" otro="" salón:="" type="text" x,="" },=""/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 59. Encuesta B de usuario 5.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INFORMACIÓN PERSONAL**

NOMBRE Y APELLIDOS: Juana Leonor  
 FECHA DE NACIMIENTO: 1930  
 GÉNERO: Masculino, Femenino, Otro, Prefero no contestar

**INSTRUCCIONES**

Lee cada pregunta y en caso de duda pregúntame. Selecciona la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quieres o no puedes responder, omítala y continúa con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permitan a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de tacto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	ESCALA DE VALORACIÓN
1. ¿Ha utilizado sistemas domóticos en el pasado?	Nunca: <input type="radio"/> , Rara vez: <input type="radio"/> , A veces: <input type="radio"/> , A menudo: <input type="radio"/> , A diario: <input type="radio"/>
2. ¿Tiene algún tipo de dificultad para usar dispositivos tecnológicos? (Ejemplo: teléfono móvil, televisión, ordenador).	1, 2, 3, 4, 5. 5 seleccionado
3. ¿Tiene algún tipo de discapacidad que le dificulte la realización de las tareas del hogar?	1, 2, 3, 4, 5. 5 seleccionado
4. ¿Cree que un sistema domótico accesible podría mejorar su calidad de vida en su hogar?	1, 2, 3, 4, 5. 5 seleccionado
5. ¿Qué herramientas de control prefiere utilizar para el prototipo del sistema domótico?	Control por voz fijo, Interfaz gestual fija (en pared), Control por voz remoto, Interfaz gestual remota. X en Interfaz gestual fija (en pared)
6. ¿Hay algún aspecto en particular que considere fundamental para que la interfaz conversacional/gestual sea de utilidad para usted?	Que puedan modificarse los controles por voz o gestuales que vengan por defecto
7. ¿Qué funcionalidades cree que le ayudarían si dispusiera de un sistema domótico?	Apagar y encender luces. Apagar o encender luces y lámparas de forma independiente. Subir y bajar persianas. Subir y bajar cama eléctrica.

Figura 60. Encuesta A de usuario 6.

**UOC ENCUESTA PARA REALIZACIÓN DE PROTOTIPO DOMÓTICO**

**INSTRUCCIONES**

Lee cada pregunta y en caso de duda pregúntame. Selecciona la opción de respuesta que mejor represente su opinión o experiencia. En las respuestas numeradas del 1 al 5, un 1 se refiere a "poco" o un grado bajo, y un 5 a "mucho" o un grado alto. Si hay alguna pregunta que no quieres o no puedes responder, omítala y continúa con las siguientes preguntas.

Se considera interfaz de usuario al conjunto de elementos que permitan a este interactuar con un sistema o dispositivo. Incluye elementos visuales, como botones y elementos de entrada de datos, como pantallas táctiles. Se entiende por interfaz conversacional a una forma de interactuar con un sistema a través de conversaciones naturales en lenguaje humano. En lugar de utilizar elementos visuales, se utilizan comandos de voz o de tacto para realizar tareas y obtener información. Un ejemplo de interfaz conversacional es un asistente virtual como Siri o Alexa.

La información que proporcione será útil para desarrollar el prototipo para un sistema domótico accesible así como para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades.

PREGUNTAS	OPCIONES
8. ¿Cree que una interfaz sencilla/múltiple sería importante para ayudarte a usar el prototipo de manera efectiva?	SI: <input checked="" type="checkbox"/> , No: <input type="checkbox"/>
9. ¿Cómo de importante es para usted que la interfaz conversacional/gestual sea la más accesible e intuitiva posible?	Muy importante: <input checked="" type="checkbox"/> , Importante: <input type="checkbox"/> , Poco importante: <input type="checkbox"/>
10. ¿Le gustaría personalizar los comandos y respuestas de la interfaz conversacional/gestual?	SI: <input checked="" type="checkbox"/> , No: <input type="checkbox"/>
11. ¿Qué tipo de comandos le gustaría poder dar al sistema domótico mediante la interfaz conversacional/gestual? (Relacionados con estas funcionalidades).	Control de iluminación: <input checked="" type="checkbox"/> , Control de seguridad: <input type="checkbox"/> , Control de temperatura: <input checked="" type="checkbox"/> , Control de electrodomésticos: <input type="checkbox"/>
12. ¿Qué palabras clave usarías por ejemplo para encender una bombilla?	Enciende bombilla: <input checked="" type="checkbox"/> , Ilumina el salón: <input type="checkbox"/> , Luz pequeña/grande: <input checked="" type="checkbox"/> , Otro (especificar): <input type="text"/>

Muchas gracias por haber participado en la encuesta.

Figura 61. Encuesta B de usuario 6.



## 10.2 Comandos de la interfaz conversacional

A continuación, se muestran los comandos por voz disponibles en la interfaz conversacional.

Control de iluminación	
<b>Usuario:</b> "Control de iluminación". Solicitado desde la pantalla principal.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación.
<b>Usuario:</b> "Habitación principal". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación de la habitación principal.
<b>Usuario:</b> "Habitación secundaria". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación de la habitación secundaria.
<b>Usuario:</b> "Cocina". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación de la cocina.
<b>Usuario:</b> "Salón". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación del salón.
<b>Usuario:</b> "Baño". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación del baño.
<b>Usuario:</b> "Pasillo". Solicitado desde la pantalla del control de iluminación.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de iluminación del pasillo.
<b>Usuario:</b> "Tom, enciende las luces de mi habitación". <b>Usuario:</b> "Solo las luces de la mesita de noche, por favor". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "¿Deseas que encienda todas las luces de la habitación o solo algunas?" <b>Sistema:</b> "Ya está, las luces de la mesita de noche están encendidas".

Tabla 12. Comandos de voz para el control de iluminación.

Control motorizado	
<b>Usuario:</b> "Control motorizado". Solicitado desde la pantalla principal.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control motorizado.
<b>Usuario:</b> "Tom, abre/cierra las persianas de mi habitación". <b>Usuario:</b> "Sí, por completo". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "Claro, ¿quieres que las persianas se abran/cierren por completo?" <b>Sistema:</b> "De acuerdo, las persianas están subiendo/bajando".
<b>Usuario:</b> "Tom, sube la cama al nivel máximo". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "De acuerdo, la cama está subiendo al nivel máximo".
<b>Usuario:</b> "Tom, cierra las cortinas del salón, por favor". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "De acuerdo, las cortinas del salón se están cerrando".

Tabla 13, Comandos de voz para el control motorizado.

Control de sensores	
<b>Usuario:</b> "Control de sensores". Solicitado desde la pantalla principal.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de sensores.
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el sensor de movimiento". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se activa el sensor de movimiento cambiando además el color del estado de dicho sensor al color verde e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el sensor de gas". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se activa el sensor de gas cambiando además el color del estado de dicho sensor al color verde e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el sensor de agua". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se activa el sensor de agua cambiando además el color del estado de dicho sensor al color verde e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el sensor de humo". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se activa el sensor de humo cambiando además el color del estado de dicho sensor al color verde e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, desactiva el sensor de movimiento". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se desactiva el sensor de movimiento cambiando el color del estado de dicho sensor al color rojo e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, desactiva el sensor de gas". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se desactiva el sensor de gas cambiando además el color del estado de dicho sensor al color rojo e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, desactiva el sensor de agua". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se desactiva el sensor de agua cambiando además el color del estado de dicho sensor al color rojo e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, desactiva el sensor de humo". Solicitado desde la pantalla del control de sensores.	<b>Salida del sistema:</b> Se desactiva el sensor de humo cambiando además el color del estado de dicho sensor al color rojo e informando por voz al usuario.
<b>Usuario:</b> "Tom, ¿puedes decirme si alguien está en la entrada de la casa?" Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "Sí, detecto movimiento en la entrada de la casa".

Tabla 14. Comandos de voz para el control de sensores.

Control de temperatura	
<b>Usuario:</b> "Control de temperatura". Solicitado desde la pantalla principal.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de temperatura.
<b>Usuario:</b> "Tom, baja la temperatura del aire acondicionado en mi habitación". <b>Usuario:</b> "A 23 grados, por favor". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "¿A qué temperatura te gustaría ponerlo?" <b>Sistema:</b> "La temperatura del aire acondicionado se ha configurado a 23 grados".

Tabla 15. Comandos de voz para el control de temperatura.



Control de la aspiradora	
<b>Usuario:</b> "Control de aspiradora". Solicitado desde la pantalla principal.	<b>Salida del sistema:</b> Se cambia a la pantalla del control de la aspiradora.
<b>Usuario:</b> "Tom, enciende la aspiradora para limpiar el suelo de mi habitación". <b>Usuario:</b> "Solo la zona cercana a la puerta". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "¿Quieres que la aspiradora limpie toda la habitación o solo una parte?" <b>Sistema:</b> "Muy bien, la aspiradora está limpiando la zona cercana a la puerta".

Tabla 16. Comandos de voz para el control de la aspiradora.

Modos de funcionamiento	
Modo de ahorro de energía	
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el modo de ahorro de energía". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "Acabo de activar el modo de ahorro de energía".
Modo de seguridad	
<b>Usuario:</b> "Tom, activa el modo de seguridad". Solicitado desde cualquiera de las pantallas.	<b>Sistema:</b> "Acabo de activar el modo de seguridad. Se han cerrado las cortinas, bajado las persianas y activado todos los sensores".

Tabla 17. Comandos de voz para los modos de funcionamiento.

Además, para los iconos que tienen un área de activación mediante un gesto físico en la pantalla se reproduce un audio informativo de la tarea que se está realizando. Es decir, si se pulsa físicamente el botón de encendido de la luz del techo de la habitación secundaria se reproducirá mediante TTS el texto "La luz del techo de la habitación secundaria se ha encendido."

### 10.3 Tablas para la evaluación del prototipo

Evaluación por control por voz											
Perfil de usuario	Tareas de evaluación por control por voz	Criterios de evaluación					Criterios de aceptación				
		Facilidad de uso	Satisfacción del usuario	Eficiencia	Aprendizaje	Accesibilidad	Funcionalidad	Accesibilidad	Intuitividad	Fiabilidad	Seguridad
Usuario con discapacidad de movilidad	Encender la luz del techo del salón.	✓	✓	5 segundos	Fue informado de los comandos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius.	✓	✓	7 segundos	Fue informado de los comandos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Abrir las persianas de la habitación principal.	✓	✓	6 segundos	Fue informado de los comandos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.	✓	✓	8 segundos	Fue informado de los comandos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Usuario con baja capacidad cognitiva	Encender la luz del techo del salón.	✓	✓	7 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius.	✗	✓	8 segundos 2 repeticiones	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Abrir las persianas de la habitación principal.	✓	✓	7 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.	✓	✓	10 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
Persona cuidadora/Usuario sin discapacidad	Encender la luz del techo del salón.	✓	✓	6 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius.	✓	✓	7 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Abrir las persianas de la habitación principal.	✓	✓	6 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓
	Activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.	✓	✓	8 segundos	Fue informado de los comandos	n/a	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 18. Tabla de evaluación de control por voz.

Evaluación por control por gestos táctiles											
Perfil de usuario	Tareas de evaluación por gestos táctiles	Criterios de evaluación					Criterios de aceptación				
		Facilidad de uso	Satisfacción del usuario	Eficiencia	Aprendizaje	Accesibilidad	Funcionalidad	Accesibilidad	Intuitividad	Fiabilidad	Seguridad
Usuario con baja capacidad cognitiva	Encender/apagar la luz del del techo salón.	✓	✓	32 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius.	✓	✓	21 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Abrir las persianas de la habitación principal.	✓	✓	38 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.	✓	✓	17 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Persona cuidadora/Usuario sin discapacidad	Encender/apagar la luz del techo del salón.	✓	✓	11 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ajustar la temperatura de la vivienda a 21 grados Celsius.	✓	✓	9 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Abrir las persianas de la habitación principal.	✓	✓	12 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Activar el robot aspirador para que limpie el pasillo.	✓	✓	7 segundos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 19. Tabla de evaluación de control por gestos.

n/a: No aplicable. ✓: Cuple. ✓: Lo ha cumplido, pero no en la primera prueba. ✗: No lo ha cumplido/ ha habido algún impedimento.

Para la evaluación por control por gestos táctiles no lo he aplicado a personas con discapacidades puesto que utilizan la interfaz conversacional.

Evaluación del rendimiento					
Perfil de usuario	Tareas de evaluación por <u>control por voz</u>	Velocidad de respuesta	Precisión de reconocimiento de voz	Capacidad de procesamiento	Fiabilidad
Usuario con discapacidad de movilidad	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	2 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	2 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	3 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
Usuario con baja capacidad cognitiva	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	6 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	4 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Media
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	4 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
Persona cuidadora/Usuario sin discapacidad	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	2 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	2 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	3 segundos	Alta	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	Alta

Tabla 20. Evaluación del rendimiento para el control por voz.

Evaluación del rendimiento					
Perfil de usuario	Tareas de evaluación por <u>gestos táctiles</u>	Velocidad de respuesta	Precisión de reconocimiento de voz	Capacidad de procesamiento	Fiabilidad
Usuario con discapacidad de movilidad	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
Usuario con baja capacidad cognitiva	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
Persona cuidadora/Usuario sin discapacidad	Cerrar las persianas del dormitorio principal.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Cambiar la intensidad de la luz de la habitación.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)
	Activar y desactivar el sensor de movimiento.	1 segundo	n/a	No se puede solicitar más de una tarea simultánea	n/a (lo que se pulsa es lo que se ejecuta)

Tabla 21. Evaluación del rendimiento para el control por gestos.

Aspectos del User Journey	Paso 1: Descubrimiento	Paso 2: Selección de la tarea	Paso 3: Interacción con la aplicación	Paso 4: Verificación
Touchpoints	Accede al enlace del prototipo o descarga la aplicación de Protopie Player.	Selecciona la tarea deseada mediante un comando de voz o en la pantalla táctil.	Interactúa con la aplicación mediante la interfaz conversacional y los elementos táctiles en la interfaz gestual.	Comprueba que la tarea se ha llevado a cabo correctamente tocando a "Ok" en aquellas tareas donde se notifique al usuario.
Acciones	No aplica	El usuario selecciona la tarea deseada mediante el comando adecuado o accediendo a las pantallas mediante la funcionalidad correspondiente a la tarea.	A) Indica con un comando de voz que se encienda la luz del techo del salón. B) Toca el botón "Control de temperatura" y ajusta la temperatura. C) Toca el botón "Control motorizado" y después al botón "Subir persiana dormitorio principal". D) Indica con un comando de voz que se active el robot aspirador.	Se comprueba que el sistema le responde al usuario con un mensaje de confirmación de realización de la tarea.
Pain Points	Falta de conexión a Internet o dudas sobre dónde encontrar alguna funcionalidad en la interfaz gestual.	No aplica	No aplica	No aplica
Emociones	Satisfacción al descubrir que puede controlar sus dispositivos domóticos de forma remota y con comodidad.	Satisfacción al seleccionar la tarea deseada.	Satisfacción al ver que el prototipo "habla".	Satisfacción al comprobar que la tarea se ha llevado a cabo correctamente.
Oportunidades	No consta	Incluir más comandos de voz para usuarios con discapacidad visual o problemas de movilidad.	No consta	No consta

Tabla 22. Diagrama de User journey.