



Universidad Carlos III

Curso 2024-25

Sistemas Interactivos y Ubicuos

P2 - Prototipado

Marcos Romo Poveda, 100496072

Gabriel José Rivera Amor, 100477706

Luca Petidier Iglesias , 100496633

# Índice:

<b>Índice:</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>Arquitectura de red</b> .....	<b>3</b>
<b>Implementación de prototipos</b> .....	<b>4</b>
<b>Navegar y seleccionar opciones</b> .....	<b>4</b>
<b>Salida o confirmación</b> .....	<b>4</b>
<b>Control de Funciones Principales</b> .....	<b>5</b>
1. AstroAyuda.....	5
2. Rover.....	5
3. Cultivos.....	6
4. Diario.....	7
5. Luces.....	7
6. Vídeos.....	8
<b>Funcionalidades Adicionales</b> .....	<b>9</b>
I. AstroAyuda.....	9
II. Analizador de Rocas.....	9
III. Analizador de plantas.....	9
<b>Proceso de Prototipado</b> .....	<b>10</b>
1. AstroAyuda.....	10
2. Rover.....	10
3. Cultivos.....	11
4. Diario.....	11
5. Luces.....	12
6. Vídeos.....	12
7. Navegación.....	12
<b>Reflexión Final</b> .....	<b>13</b>
<b>Declaración de uso de IA</b> .....	<b>13</b>
<b>Videos de Demostración</b> .....	<b>13</b>

# Introducción

En este documento se pretende definir un proyecto para la implementación de un sistema que a través de interacciones humanas con sensores de los dispositivos, sea más eficiente y sencillo el uso de la aplicación que se pretende implementar. Para ello, es necesario dividir dicho proyecto en tres fases importantes:

- I. P1 (Ideación y diseño)
- II. P2 (Implementación del prototipo)
- III. P3 (Evaluación)

En este documento vamos a recoger toda la información obtenida de la fase 2 consistente en el prototipado de nuestro producto, y buscaremos aplicar las soluciones a los problemas definidos en la fase 1, así como los que han surgido durante esta etapa, readaptando nuestro software de gestión de bases cuando sea necesario.

Este proceso continuo de “build, test, iterate” se ha usado para ir mejorando e implementando ideas al trabajo durante las 3 fases del prototipado.

La primera subfase del prototipado, fue definir los aspectos claves de la implementación, aquello que debíamos incluir y trabajar desde el principio, aspectos como la navegación o la apariencia inicial se desarrollaron aquí, para tener una base de la que partir. Además, se empezó a trabajar alguna de las funcionalidades conforme se veían en clase las tecnologías que pensábamos aplicar.

En la segunda parte, se definieron las funcionalidades básicas y extra de nuestro trabajo, ajustando cómo se interacciona con nuestro software.

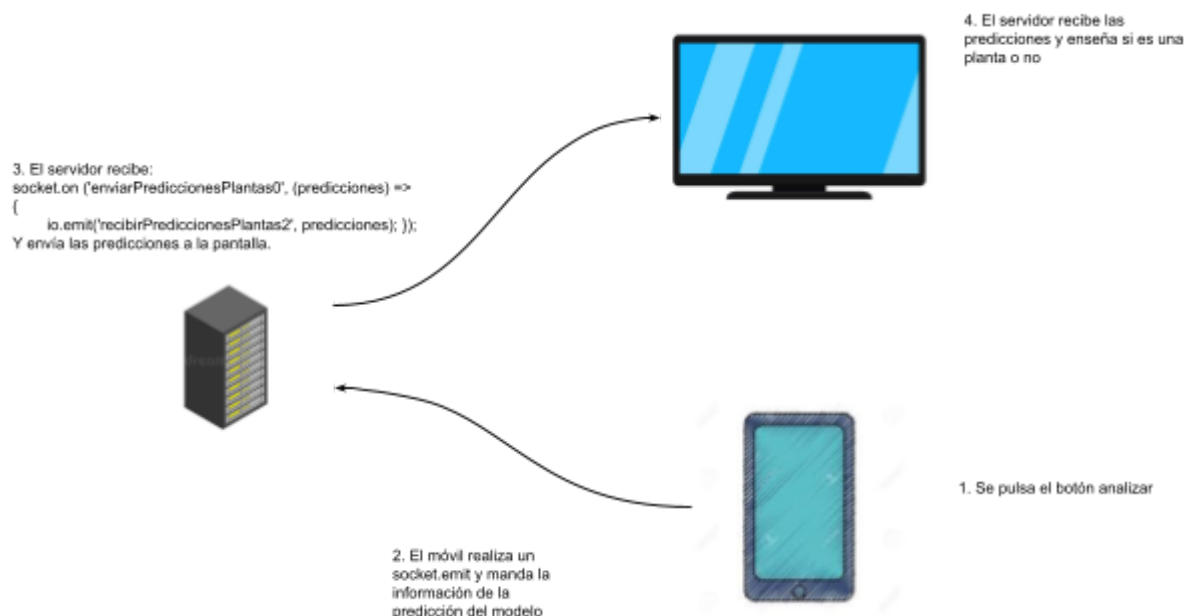
Finalmente, una vez aplicadas las funcionalidades, empezamos el proceso iterativo para buscar mejores formas de interacción y comprobar si debíamos modificar el funcionamiento del trabajo.

# Arquitectura de red

Nuestra arquitectura de red tiene dos componentes principales:

Por un lado, tenemos al servidor que se encarga de facilitar la comunicación entre los clientes pasando la información de uno de ellos al otro. Por otro lado, tenemos a los clientes que se encargan de la ejecución de las diferentes funcionalidades y de mostrar la información al usuario.

A continuación se muestra un ejemplo en el que un cliente (“Móvil”) quiere realizar una acción, en este caso analizar, el servidor recibe el comando y se lo transmite al otro cliente (“Pantalla”) que tras recibir la instrucción ejecuta la funcionalidad correspondiente.



Para la elaboración de este proyecto hemos usado principalmente 3 tecnologías:

1. **Node.js:** Es un entorno de ejecución que permite ejecutar código en el servidor. Esta tecnología permite manejar muchas conexiones de forma simultánea y en tiempo real.
2. **Express.js:** Tecnología que usamos simultáneamente junto con Node.js que permite desarrollar servidores web al facilitar opciones de gestión de rutas así como de peticiones HTTP.
3. **Socket.IO:** Esta biblioteca/tecnología nos permite realizar una comunicación en tiempo real entre el servidor y los clientes de forma que se puedan intercambiar información de forma sencilla y sin tener que recargar las diferentes páginas.

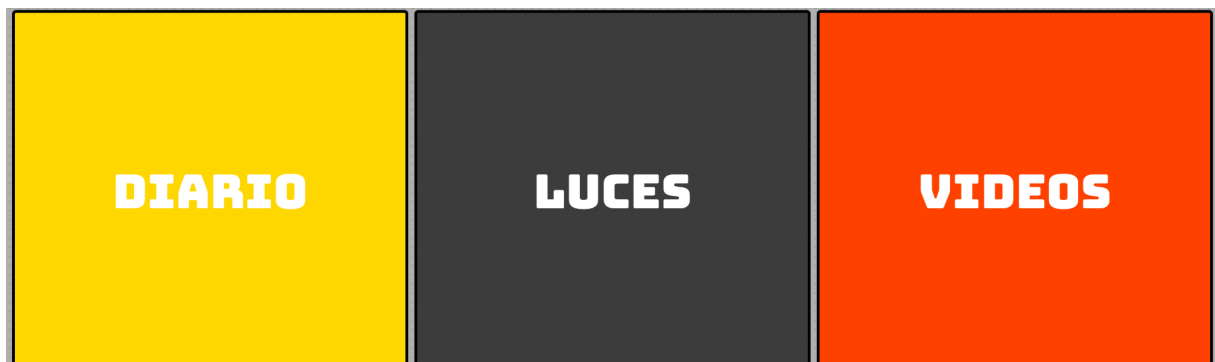
# Implementación de prototipos

## Navegar y seleccionar opciones

Para la navegación se decidió usar una página principal(pantalla), que una todas los paneles desde donde se puede ir a todas las funcionalidades ofrecidas. Para navegar por estos paneles, se ha usado el giroscopio del teléfono móvil, haciendo un movimiento de giro hacia el panel al que se quiere ir y volviendo a una posición central.

Cabe destacar que para evitar detección del giroscopio de forma errónea, es necesario pulsar la pantalla del móvil, esto es siguiendo las instrucciones de la alerta que te aparece indicando que para activar el giroscopio hace falta pulsar la pantalla del móvil.

Ejemplo:



Como se puede ver, el panel de luces está destacado, si quisiéramos ir a vídeos, inclinaríamos el móvil hacia la derecha, y si quisiéramos ir a diario, a la izquierda. Volviendo de nuevo a una posición central para que se detecte el siguiente movimiento.

Una vez destacado el panel en el que queremos entrar, inclinaremos el móvil hacia la pantalla, y cambiaremos de ruta a la de la funcionalidad correspondiente.

## Salida o confirmación

Respecto a la salida hemos implementado dos funcionalidades en nuestro proyecto:

- A.** Si desde cualquier panel pulsamos el botón de la voz y decimos “atrás” se vuelve al panel inicial desde el que podremos seleccionar otra funcionalidad.
- B.** Si desde cualquier panel pulsamos el botón de la voz y decimos “apagar” se redirigen las pestañas de los clientes a una nueva página que te informa que el sistema ha sido apagado.

# Control de Funciones Principales

## 1. AstroAyuda

La idea principal de este panel es que el astronauta pueda verificar cuál es su estado de ánimo diariamente desde la pantalla de la base. Sabemos que nuestro sistema se utilizará en situaciones de emergencia o atípicas, donde solo tendremos un astronauta encargándose de todas las tareas de la nave. Por ello, también es necesario cuidar de la salud mental de nuestro astronauta y para eso, tiene sentido implementar un elemento que te evalúe automáticamente el cómo te sientes y te de ciertas recomendaciones.

Al momento de abrir el panel, se tendrá en la pantalla de la base un menú donde podremos ver un cuadro donde se pondrá la cámara, las diferentes emociones que es capaz de analizar y un cuadro de recomendación vacío. Luego, en nuestro dispositivo móvil tendremos dos botones “start” y “restart”.

Al presionar el botón “start”, se inicia un proceso de análisis de las emociones durante 15 segundos en el cual durante cada segundo se toma un estimado de la emoción que más se siente. Al terminar el tiempo, se cierra la cámara y se da la recomendación. En el caso de que se quiera volver a tomar una muestra, solo habría que presionar el botón “restart”.

## 2. Rover

Para este apartado se diseñó una estructura para evitar riesgos para los astronautas a la hora del traslado de provisiones y extracción de recursos de la superficie del planeta. En condiciones normales, el astronauta tendría que salir para conducir el rover y realizar dichas tareas, pero con esta aplicación, cambia la percepción para lograr una conducción remota.

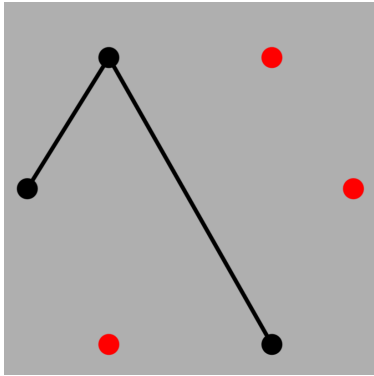
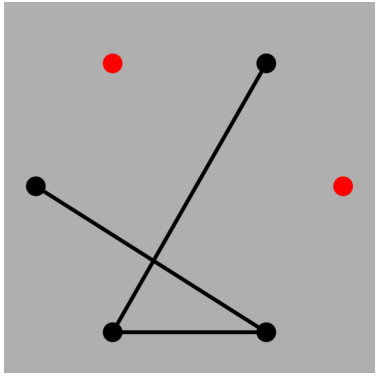
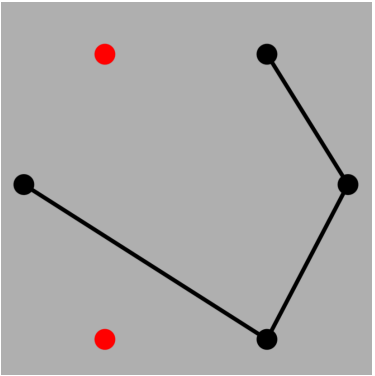
Para ello, en el monitor principal de la nave se muestra en un plano la cámara de seguridad externa de la base, en la cual se puede visibilizar el rover y un conjunto de minerales. La idea es que el rover no pueda ir más allá de lo que es visible desde la base sin tripulante, ya que se puede perder la conexión y el vehículo se desconectará del control remoto.

Por otro lado, el movimiento del rover se realiza con la ayuda del giroscopio del teléfono móvil y orientado de forma horizontal. La idea de esto es que no se generen conflictos con el movimiento entre paneles que se realiza en la página principal, aunque el rover tiene una interfaz independiente en el móvil cuando se ingresa en este apartado. Inclinando el móvil ligeramente hacia adelante logra que el rover se mueva en el eje ordenado positivo, mientras que si se inclina hacia abajo hace lo contrario. Por otro lado, si se mueve el móvil a la derecha, el rover se mueve hacia adelante, mientras que hacia la izquierda, el movimiento es retroceso.

### 3. Cultivos

El apartado de los cultivos se pensó para poder controlar estos de manera remota, a día de hoy, se pueden regar las plantas y abrir y cerrar las compuertas solares. Todas estas acciones se realizan mediante códigos que se introducen mediante patrones visuales de entre 1 y 6 puntos, conectando círculos en la pantalla. Se recurrió a esto pues de cara a hacer más complejo el diseño, haciendo que se puedan ejecutar más funcionalidades, el realizar patrones en los vértices de un hexágono nos da 63 posibilidades, que creemos suficientes para el cuidado de cultivos, y además no recarga mucho ni complica en exceso su uso.

Tenemos los 3 códigos:

		
Código del riego	Código que abre la compuerta solar	Código que cierra la compuerta solar

Con el touchpad en el dispositivo móvil, se unen los puntos, formándose líneas cada vez que se conectan dos puntos, y siendo independiente la sentido en el que se haga la unión, teniendo en cuenta el código del agua, se conectan los puntos 1, 4, 3, por lo que da igual si se conecta en ese orden o el inverso, decisión tomada para facilitar el uso del sistema y que es más fácil recordar el patrón, que este y el sentido en el que se debe aplicar.

## 4. Diario

Esta funcionalidad está pensada y diseñada para que el cliente, en este caso el astronauta, mantenga un registro de los acontecimientos ocurridos a lo largo del día, un diario de bitácora, así como para tomar notas o apuntes.

Para poder añadir nuevas entradas al diario el funcionamiento es muy sencillo.

En el móvil tenemos un botón para activar la voz, una vez que lo pulsamos empezamos a hablar y podemos dejar de hablar y se desactiva automáticamente al segundo o podemos parar de forma manual la captura del audio.

Una vez finalizada la captura de audio, la nueva entrada aparecerá en la pantalla y se reproducirá por audio desde el móvil de forma que podamos escuchar por audio la nueva entrada en el diario.

## 5. Luces

Esta funcionalidad está diseñada para manejar las luces de 9 zonas de la base, como pueden ser el garaje o la cocina, permitiendo apagar o encender las luces de dichas zonas.

Para poder encender o apagar las luces se deben usar las dos manos, tanto la izquierda como a derecha, ya que la funcionalidad reconoce que mano está frente a la cámara y cuántos dedos hay levantados.

Para ello hay 3 conjuntos de comandos diferentes que podemos usar:

1. Mano derecha: Si con la mano derecha levantamos de 0 a 4 dedos se iluminan o se apagan de forma correspondiente las primeras 5 zonas, por ejemplo, si levantamos 3 dedos de la mano derecha se encenderá o apagará la zona 4 perteneciente al comedor.
2. Mano izquierda: Si con la mano izquierda levantamos de 1 a 4 dedos se iluminarán o apagarán las siguientes 4 zonas.
3. Mano izquierda: Por último y con el objetivo de ahorrar luz y no tener que ir apagando todas las luces de una en una, si con la mano izquierda no levantamos ningún dedo, se apagarán todas las zonas de la base que tengan la luz encendida.



## 6. Vídeos

Esta funcionalidad está pensada para introducir tutoriales (vídeos de la funcionalidades), para explicar cómo funciona este gestor de bases, mediante la cámara de la pantalla, el usuario realizará diversos gestos que resultarán en determinadas acciones.

- Pulgares hacia arriba con ambas manos: activa/desactiva el reconocimiento del resto de gestos, para no realizar acciones involuntarias.
- Juntar la punta del dedo corazón con la del pulgar(da igual la mano): pausa/reanuda el vídeo.
- Levantar solo el dedo índice (da igual la mano): Amplía o reduce el tamaño del vídeo.
- Formar una L con los dedos índice y pulgar(mano derecha): Se pasa al siguiente vídeo.
- Formar una L con los dedos índice y pulgar(mano izquierda): Se pasa al anterior vídeo.
- Ambas manos con las palmas abiertas: En este modo se sube/baja el volumen en relación a la distancia entre la punta del dedo pulgar y del dedo índice de la mano derecha.

# Funcionalidades Adicionales

## I. AstroAyuda

Como una pequeña pero importante función adicional es que al momento de presionar el botón de “start” en el móvil la primera vez, se deshabilita la funcionalidad del botón y sólo será recuperable en el caso de recargar la página. Esto es importante ya que ayuda a evitar errores y en el caso de que el usuario desee nuevamente hacer la prueba, lo puede activar únicamente con el botón “restart”.

## II. Analizador de Rocas

Como adición a la conducción del rover por la superficie marciana tenemos que en cualquier momento que el usuario lo desee y lo amerite, puede clicar sobre un botón de análisis que aparece en la interfaz del móvil al abrir el apartado del rover.

La idea principal es que el usuario pueda conducir el rover desde el dispositivo móvil y pueda visualizarlo en la pantalla principal, y en cualquier momento presionar el botón de analizar. Al realizar esta interacción se habilita automáticamente se procede a simular la apertura de la cámara del para poder posicionarla sobre la roca y permitir su análisis. Como en este contexto, no disponemos del rover, lo que se abre es la cámara del móvil.

La cámara se abrirá durante un tiempo específico no mayor a 10 segundos y mediante algoritmos internos del JavaScript, realizará una predicción del mineral visto. El resultado del análisis se podrá visualizar en la pantalla principal de la base y en la cual se mostrará una imagen estándar del mineral analizado y la funcionalidad que este tiene para la misión.

Es importante mencionar que al momento de ejecutar el analizador y hasta que éste no finalice su labor, se va a detener la ejecución del sensor del giroscopio para evitar que el rover se mueva mientras se realiza el análisis.

## III. Analizador de plantas

Como adición a la gestión de cultivos, pensamos que el poder analizar plantas y tener más información y más detallada acerca de las plantas de la base, se implementó un analizador de plantas, con el objetivo de saber las condiciones de luz, agua o saber si alguna plaga puede estar afectando a los cultivos. De esta manera, se asegura que quien necesite de este software de supervivencia, no tenga que tener todos los conocimientos acerca de botánica y agricultura, pero pueda operar los cultivos de manera eficiente y segura.

Nosotros solo hemos implementado la detección de plantas, queda a futuro ampliar esta funcionalidad para que pueda detectar exactamente qué planta es la que se está analizando y devuelva la información mencionada anteriormente.

# Proceso de Prototipado

## 1. AstroAyuda

Para el caso de este apartado nosotros teníamos muy claro lo que deseábamos hacer en este apartado, tal y como se explicó anteriormente. Un aspecto importante a considerar es que nosotros deseábamos realizar sólo con CSS y HTML la pantalla de inicio, así como también la pantalla que indicaba el fin del análisis. Sin embargo, esto no se pudo lograr ya que no se podía hacer coincidir con la pantalla de la webcam al momento de su apertura.

Por ello, se decidió que en su defecto, la webcam siempre se encontrará encendida y solo al presionar el botón “Iniciar” o “Restart” esta mostraría lo que se ve al usuario. En otros casos, esta estará tapada por alguna información de inicialización o de completitud del proceso.

Por otro lado, dichos botones en un primer momento se encontraban en la pantalla del computador y el móvil no tenía ninguna funcionalidad en este apartado. Para que todo el proyecto siguiera una misma línea de trabajo, se decidió mover los botones al móvil, lo cual otorga un rol protagónico al móvil en este caso específico.

## 2. Rover

Para el caso del rover teníamos muy claro que queríamos hacer un estilo de videojuego donde el mismo se controlaba mediante el móvil haciendo movimientos con el mismo. Sin embargo, en primera instancia no se había pensado en añadir una segunda funcionalidad la cual consistía en integrar el analizador de rocas al mismo.

Fue un proceso costoso integrar ambas funcionalidades en un mismo apartado, pero se logró realizar el control del rover y que al mismo tiempo, si se encuentra un mineral, se pueda realizar el análisis del mismo.

En un primer momento se consideró que dicho análisis solo se podía realizar en un área específica del mapa, siendo estas aquellas en las cuales se pudiera visualizar una roca o piedra. Sin embargo, dada la sensibilidad del movimiento del móvil y lo complicado que resultaba que no hiciera ningún movimiento, se prefirió que la herramienta de análisis pudiera funcionar en cualquier ubicación del mapa sin ningún tipo de restricción.

Por otro lado, antes también se podía retornar desde la pantalla principal con un botón de “return” y que hacía interacción con el dispositivo. De cara a que todos los procesos estuvieran estandarizados y que la interacción se hiciera desde el móvil, el retorno a la pantalla principal se llevaría a cabo con comandos de voz como en el resto de paneles.

### 3. Cultivos

Primeramente se optó por usar un modelo reconocedor de gestos en la mano para realizar las distintas funcionalidades. Al hacer bodystorming vimos que al tener que hacer los gestos delante de la pantalla, limitaba mucho la localización del usuario, dado que pensamos en añadir el analizador de plantas, vimos que era mejor optar por una solución donde el usuario pudiese estar alejado de la pantalla, realizar todo desde el móvil.

Tras esto, pensamos en usar un touchpad que movería un cursor en la pantalla, uniendo círculos se crearían distintos patrones que se comprobarían acercando el cursor a un círculo “submit”, que comprobaría el código, y ejecutaría la acción asociada. Para simplificar la interacción, cada vez que el usuario soltase el dedo del touchpad, se comprobaría la secuencia en ese momento.

### 4. Diario

En un primer momento diseñamos esta funcionalidad de tal manera que fuera guardando los audios que ingresabas, aunque en una primera versión no conseguimos hacer que fuera persistente y cada vez que recargamos la página o salías de la funcionalidad y volvías a entrar, los registros de audio que se habían guardado desaparecen.

Para la versión final implementamos dos cambios.

1. El primer cambio fue que ahora los datos son persistentes y permanentes, es decir, si recargas la página o te sales de la funcionalidad seleccionas otras y vuelves al diario, se mantienen los registros de audios transcritos.
2. Por otro lado, un segundo cambio importante fue que implementamos una API para que reprodujera en audio la última entrada de audio transcrita. De esta forma, cuando guardamos una entrada de audio transcrita en el diario, aparte de aparecer en formato de texto, desde el teléfono móvil se reproduce lo que hemos dicho por voz de forma que tenemos una doble confirmación de la información que se ha guardado.

## 5. Luces

Para la funcionalidad de las luces hemos pasado por 3 fases de desarrollo:

- ★ En una primera fase inicial hicimos el programa de que solo teníamos implementado que te reconociese una mano, indistintamente la mano derecha o la izquierda, con lo que podíamos apagar o encender una de las primeras 5 zonas designadas.
- ★ En la segunda fase implementamos que se pudieran usar las dos manos para poder apagar o encender las 9 zonas de la base designadas.
- ★ Finalmente en la tercera fase, matizamos un par de parámetros de la detección y el comportamiento de los dedos levantados y cambiamos las imágenes de texto a imágenes creadas manualmente de las 9 zonas.

## 6. Vídeos

Los vídeos pasaron por 3 etapas: uso de comandos de voz, reconocimiento de gestos de la mano, y uso de hand landmarks para definir nuestros propios gestos.

El primer método fue desechado rápidamente, a parte de tener que recurrir siempre al teléfono, y a pulsar el botón de reconocimiento, el audio del propio vídeo podría interferir con los comandos de voz.

La siguiente iteración fue probando el gesture recognizer de Google, el problema del reconocedor de gestos era el volumen, conseguir aumentar o disminuir el volumen de manera cómoda no fue posible con esta tecnología.

Así que recurrimos a usar los hand landmarks, usando la posición de determinados puntos de las manos, conseguimos adaptar todas las funcionalidades que queríamos implementar.

## 7. Navegación

Cabe destacar que para la navegación de nuestro sistema primero se optó por utilizar una serie de botones en el móvil que te permiten seleccionar la funcionalidad la cual quieres realizar, aunque finalmente y como ya se ha explicado, se optó por usar el giroscopio del móvil para la selección y el acceso a la funcionalidad deseada.

## Reflexión Final

Tras realizar esta segunda etapa, hemos descubierto que el prototipado es mucho más que ponerse a escribir código, antes de realizar esta práctica pensábamos que gran parte de lo que se piensa inicialmente en la ideación se lleva a cabo tal como se había pensado, pero nos hemos dado cuenta que parece más lo contrario.

El hecho de haber realizado un proceso iterativo y de repetición para ver si las soluciones que habíamos aplicado y la interacción estaban bien pensadas, nos ha enseñado que hay veces que hasta que no pruebas algo, no te das cuenta de que hay mejores soluciones. El uso de sesiones de bodystorming donde se comprobó que ciertas propuestas no se alineaban con el funcionamiento esperado.

## Declaración de uso de IA

Para la elaboración de este documento no se ha realizado una IA Generativa en ningún momento ni para la generación de ideas, generación de texto o corrección del mismo.

Sin embargo, para el prototipo y **tras previa autorización del profesor de prácticas**, se ha recurrido a herramientas IA, para una parte importante, que no toda, de la generación del código HTML así como para el código CSS de nuestro programa.

También se ha recurrido a herramientas IA, para la resolución de errores y la explicación de funcionamiento indebido de algunas partes del código de Javascript.

## Videos de Demostración

En el archivo zip que hemos entregado hay una carpeta llamada 'video' con los videos relativos al proceso iterativo de las funcionalidades implementadas y de la navegación de nuestro sistema.