



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Diseño de una interfaz de realidad mixta para la
cocina del futuro

Design of a mixed reality interface for the kitchen
of the future

Autor

David Herrando Pugés

Director

Diego Gutiérrez Pérez

Titulación del autor

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2020/2021

Diseño de una interfaz de realidad mixta para la cocina del futuro

Design of a mixed reality interface for the kitchen of the future

Resumen

En la actualidad, muchas empresas trabajan con un rumbo fijo: el futuro. Estas llevan a cabo proyectos que probablemente lleguen a gran parte del público muchos años después de haber sido ideados. La mayoría lo hacen intentándose anticipar a las tecnologías en auge, a las futuras tendencias.

La empresa **BSH** y el grupo de investigación **Graphics and Imaging Lab** están llevando a cabo diversos proyectos que puedan llegar a formar parte de la **cocina del futuro**. Este es uno de ellos.

La necesidad de aunar todas las interfaces de la cocina, simplificando los procesos y ayudando al usuario a involucrarse en el cocinado sin provocarle ninguna distracción ni mala experiencia, hacen que el proyecto de diseño de una interfaz de realidad mixta para la cocina del futuro cobre sentido.

La idea principal es que, mediante el uso de un **dispositivo de realidad mixta**, el usuario pueda **obtener información** de manera rápida con tan sólo mirar a la zona en la que está ocurriendo el proceso, **recibir ayuda activa**, o bien, **interactuar con un panel informativo** que colocará a su antojo. Aquí se pueden percibir las ventajas de esta tecnología: lograr una completa interacción entre proyecciones virtuales y el entorno físico.

Además, muchos de los avances tecnológicos que se han realizado de cara a las interfaces de la cocina del futuro siguen lidiando con el mismo problema que acarrea una cocina actual, la suciedad. Si se tienen las manos mojadas o sucias, es imposible tener una buena interacción táctil con cualquier superficie, ya que puede presentar fallos o ensuciar todo lo que se toque. Por ello, con el uso de la realidad mixta se logra un avance de cara al usuario, puesto que puede acceder a información y realizar las gestiones con las manos sucias sin que exista ningún tipo de problema, mediante el empleo del **eye-tracking**, los **gestos** o los **comandos de voz**.

Así pues, para llevar a cabo el trabajo, se investiga sobre las **tendencias** actuales y de futuro; se buscan las **necesidades** de los usuarios; y se diseñan diferentes **conceptos**, teniendo en cuenta la **estética** y la **funcionalidad**. Posteriormente, se realiza un **prototipo visual** de la interfaz, en el cual se muestra su funcionamiento mientras se sigue una receta determinada (ver figura 1). Por último, se realiza un **test de usuario** para comprobar su usabilidad y se **proponen mejoras** para su posible desarrollo en el futuro por la empresa BSH.



Figura 1. Fotograma del prototipo final del proyecto.



Índice

Introducción	4
Metodología	4
Planificación	5
Fase 1: Investigación	6
Fase 2: Búsqueda de necesidades	10
Fase 3: Generación de conceptos	15
Fase 4: Diseño final, prototipado y propuesta de mejoras	17
Conclusiones	22
Bibliografía y linkografía	24

Introducción

La multinacional BSH se encuentra trabajando en múltiples proyectos dedicados al **diseño de la cocina de las próximas décadas**. Uno de los ámbitos de trabajo es la creación de interfaces innovadoras que se consigan adaptar a tecnologías futuras y logren mejorar la experiencia de cocinado del usuario. Por tanto, junto a BSH y el grupo de investigación Graphics and Imaging Lab de la Universidad de Zaragoza nace este proyecto, cuyo objetivo es **diseñar una interfaz de realidad mixta para la cocina del futuro**.

El trabajo busca explotar las virtudes de la realidad mixta para conseguir que el usuario reciba información y pueda interactuar con la cocina de manera sencilla, poco intrusiva y adaptada al entorno, además de **mejorar su experiencia** teniendo las manos completamente operativas durante el proceso de cocinado. Por ello se fija el alcance de este proyecto al **diseño conceptual, interactivo y estético** de la interfaz, así como a la realización de un vídeo demostrativo como **prototipo** de la misma.

Por otro lado, para la realización del proyecto se emplean herramientas de la suite de Adobe Creative Cloud. Los programas utilizados en este proyecto son Adobe Illustrator para vectorización de iconos y gráficos; Adobe Xd para bocetado y prototipado de la interfaz; Adobe After Effects para la representación interactiva de la interfaz; Adobe Premiere Pro para la edición y montaje de vídeo; y Adobe InDesign para la maquetación de memoria y anexos.

Metodología

El **proceso de diseño** que se ha seguido para llevar a cabo el proyecto se divide en cuatro fases. La **primera** de ellas ha consistido en investigar las **interfaces actuales** de cocina, así como las **tendencias** para la cocina del futuro. Además, también se ha realizado una investigación sobre la propia **realidad mixta**, que incluye los dispositivos en el mercado actual, el futuro de estos dispositivos y la posible adaptación de esta tecnología al ámbito de la cocina (ver figuras 2 y 3).

En la **segunda fase** el trabajo se ha centrado en la **detección de necesidades** del usuario. Por un lado, las necesidades se han obtenido mediante diferentes procesos como han sido una **encuesta** o el empleo del **método persona**. Por el otro, debido a la detección de estos insights, se ha escogido un **story-line a modo de receta** que nos guía en la creación del vídeo demostrativo que servirá como prototipo final del proyecto.

La **tercera fase** se ha centrado en la generación de **diferentes conceptos** para lograr satisfacer las necesidades de las anteriores fases, teniendo en cuenta **aspectos estéticos e interactivos** para su correcto funcionamiento (ver figura 4).

El **diseño final y prototipado** entran en la **cuarta** y última fase. Aquí se genera un **vídeo** como ejemplo representativo de la funcionalidad de la interfaz diseñada, además de hacer visibles las mejoras que aporta al ámbito de la cocina. Posteriormente, esta pieza audiovisual ha servido para realizar un **test de usuario** que se ha utilizado para **proponer mejoras** de cara a un supuesto desarrollo final de la interfaz por parte de BSH.



Figura 2. IA (Inteligencia Artificial) en la cocina. Imagen de BSH.

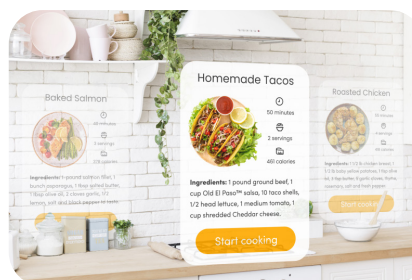


Figura 3. Smart/AR kitchen. Concepto por Lona Staeva.



Figura 4. Concepto ideado en la fase 3 del proyecto.



Planificación

La planificación de este proyecto se ha realizado teniendo en cuenta las cuatro fases planteadas: investigación y análisis, búsqueda de necesidades, generación de conceptos y prototipado y propuestas de mejora. Esta **abarca desde el comienzo del trabajo**, con la primera reunión el día 23 de febrero de 2021, **hasta el final de plazo de presentación**, dentro de la segunda convocatoria de septiembre del mismo año.

Además, como se puede observar en el calendario (ver figura 5), se han mantenido **reuniones semanales** con el tutor académico para poder revisar los avances del proyecto con asiduidad. También se pueden ver los **plazos de entrega** de la propuesta y el depósito del proyecto.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
22/02/2021		Reunión semanal			
01/03/2021		Reunión semanal			
08/03/2021		Reunión semanal			
15/03/2021		Reunión semanal			
22/03/2021		Reunión semanal			
05/04/2021		Reunión semanal			
12/04/2021		Reunión semanal			
19/04/2021		Reunión semanal			
26/04/2021		Reunión semanal			
03/05/2021		Reunión semanal			
10/05/2021		Reunión semanal			
17/05/2021		Reunión semanal			
24/05/2021		Reunión semanal			
31/05/2021		Reunión semanal			
07/06/2021		Reunión semanal			
14/06/2021		Reunión semanal			
21/06/2021		Reunión semanal			
28/06/2021		Reunión semanal			
05/06/2021		Reunión semanal		Propuesta	
06/09/2021		Reunión semanal			
13/09/2021		Reunión semanal			
20/09/2021		Reunión semanal		Depósito	
04/10/2021	Presentación				

- Investigación y análisis
- Búsqueda de necesidades
- Generación de conceptos
- Prototipado y propuestas de mejora
- Depósito y presentación

Figura 5. Calendario de planificación del proyecto.

1 Investigación

Interfaces actuales de cocina

Centrándonos en los electrodomésticos que existen en la actualidad, destaca la presencia general de **interfaces táctiles, sencillas e intuitivas** (ver figura 6). Además, cada uno de ellos tiene su propia interfaz, es decir, si se cuenta con todos los electrodomésticos necesarios en una cocina, existe un rango de **4 a 8 interfaces diferentes**.

El último punto del anterior párrafo se consigue solventar con el auge del Internet of Things, ya que gran número de los electrodomésticos de gama alta cuentan con **conectividad** a la red, lo que permite que existan aplicaciones como **Home Connect**, tecnología desarrollada por BSH (BSH Electrodomésticos España S.A., 2021) (ver figura 7).

Este tipo de apps permiten simular una interfaz desde el smartphone para accionar los diferentes electrodomésticos; programar sus funciones; elegir recetas; e, incluso, obtener información sobre el estado de los electrodomésticos de manera remota. Por tanto, observamos como este tipo de aplicaciones pueden llegar a asemejarse al objeto de estudio que se trata en este proyecto: una **interfaz única** que permita tener bajo control todos los aspectos de la cocina en tiempo real mediante un solo dispositivo.

Por otro lado, las **interfaces de voz** están a la orden del día en el mercado tecnológico. Si nos centramos en el ámbito culinario, por ejemplo, la empresa BSH ya está integrando a asistentes como **Amazon Alexa** (ver figura 8) en diversos electrodomésticos que cuentan con la conexión Home Connect. Por ello, se destaca la importancia de que en todo momento el usuario sea partícipe de lo que está ocurriendo en su cocina utilizando diversos comandos de voz, teniendo una experiencia más sencilla, limpia y completa de todo este proceso.



Figura 6. Interfaz táctil de horno Siemens.

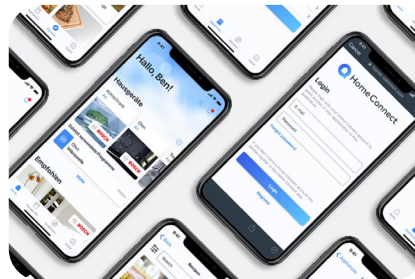


Figura 7. Aplicación Home Connect de la empresa BSH.

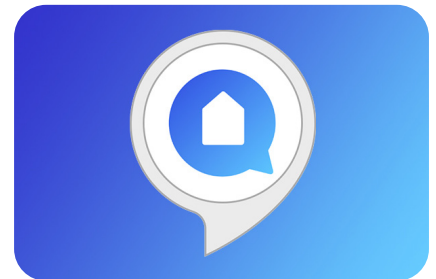


Figura 8. Logotipo de la Skill de Home Connect para Alexa.

Interfaces adecuadas para la cocina del futuro

En este apartado se tratan otras interfaces que se encuentran en aplicación temprana, desarrollo o investigación y pueden marcar **tendencia** para la cocina del futuro:

- **Interfaces de realidad aumentada mediante dispositivos móviles.** Existen diferentes apps disponibles en la actualidad que cumplen con el propósito de ayudar en la cocina mediante el uso de la realidad aumentada. Conceptos como **Flavar** (Switichstance, s.f.) pretenden ayudar al usuario en la cocina utilizando la cámara del teléfono móvil, pero presentan problemas de usabilidad debido a tener las manos ocupadas. Por otro lado, existen conceptos como el creado para **Aryzon AR/MR** (Aryzon, 2019) que liberan las manos a cambio de visualizar todo tu entorno mediante la pantalla de tu smartphone, colocado en un soporte para la cabeza.
- **Interfaces de realidad aumentada mediante proyecciones.** Suponiendo un futuro en el cual las cocinas cuenten con encimeras de inducción, aparecen conceptos como el de **IKEA e IDEO** o el **proyecto realizado por Raquel Navarro** en colaboración con BSH (Navarro, 2020) (ver figura 9). En ellos, se proyectan gráficos sobre la encimera con los que se pueden interactuar.

- **Interfaces de voz.** La gran mayoría de dispositivos conectados que existen actualmente en el mercado cuentan con compatibilidad con asistentes de voz. A su vez, **estos asistentes pueden prestar ayuda al usuario en el proceso de cocinado**, ya sea de manera autónoma o conectándose a apps externas de cocinado como KitchenStories y Amazon Alexa.

- **Interfaces de realidad mixta.** Existen diferentes conceptos basados en la realidad mixta que intentan solventar el problema de las manos libres en la cocina. Por ejemplo, proyectos como *Media-enhanced cooking using a hands-free device* (Föhl, 2018) (ver figura 10); *System Overview Augmented Reality Enhanced Cooking With Microsoft HoloLens* (Orsini, Venkatesan, Huang, Shah, & Shah, 2017); o *Interactive Mixed Reality Cooking Assistant for Unskilled Operating Scenario* (Zhai, Cao, Hou, & Li, 2020) utilizan la tecnología de realidad mixta de las Microsoft HoloLens para realizar estudios sobre su aplicación en la cocina. Mediante **instrucciones en tiempo real** y la **interacción** con las mismas, logran que el usuario obtenga mejores resultados tanto en **tiempo** como en **experiencia** de cocinado.



Figura 9. Interfaz del Trabajo de Fin de Grado de Raquel Navarro.



Figura 10. Imagen del estudio "Media-enhanced cooking using a hands-free device".

Realidad mixta (RM)

La **realidad mixta** (RM) es un **espacio híbrido** que logra la unión entre la **realidad aumentada** y la **realidad virtual** (ver figura 11).

Por tanto, mediante el uso de la realidad mixta podemos **interactuar** con objetos o personas virtuales en un **entorno real**, a la vez que los **elementos físicos** pertenecientes a la realidad, también pueden provocar cambios en el **entorno virtual**.

Así pues, la adaptación del proyecto a esta tecnología se motiva por los siguientes puntos:

- Posibilidad de **presentar información en tiempo real** e **interactuar** con ella dentro del **campo de visión** del usuario.
- **Adaptabilidad total del contenido de la interfaz al entorno.**
- **Libertad de movimiento del usuario**, permitiendo tener las manos ocupadas en las actividades culinarias, lo que previene riesgos y accidentes.



Figura 11. Gráfico explicativo sobre la realidad mixta. Adaptación de "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays" (Milgram & Kishino, 1994).

Dispositivos de realidad mixta en la actualidad

Para disfrutar de la realidad mixta, es necesario el uso de un dispositivo que pueda **captar y procesar en tiempo real el espacio** en el que nos encontramos, y, a su vez, **proyectar visuales virtuales** con los que el usuario interactúa dentro del mundo real, ya sea mediante **gestos, voz o eye-tracking** (Build HoloLens, 2016).

Actualmente existen varios dispositivos en el mercado que se centran en ofrecer aplicaciones basadas en la realidad mixta como son las gafas **Microsoft HoloLens 2**, las **Magic Leap One** o las **Nreal Light** (ver figuras 12, 13 y 14). Exceptuando las Nreal Light, que van enfocadas hacia un público más generalista, la gran mayoría de dispositivos de este tipo se utilizan adaptadas a **actividades profesionales** como la medicina, la logística o la automoción (Sacristán, 2020).

Estos dispositivos actualmente presentan **problemas de rendimiento**, debido a que el hardware sigue siendo demasiado primitivo y poco eficiente, lo que también se acentúa en su poca autonomía. Para mejorar estos aspectos, muchos de los dispositivos del mercado se presentan en forma de **casco integral**, es decir, ocupando la parte anterior y posterior de la cabeza.

Además, también se desaconseja el uso de este tipo de gafas durante un tiempo prolongado, debido a que puede causar **diferentes patologías** en el usuario como pueden ser mareos, náuseas o cefáleas. Cabe destacar que **actualmente se está trabajando en solventar estos problemas** físicos que puede presentar el usuario mediante el uso del eye-tracking y mejoras en las proyecciones y latencias.



Figura 12. Microsoft HoloLens 2.



Figura 13. Magic Leap One.



Figura 14. Nreal Light.

Dispositivos de realidad mixta en el futuro

Este apartado sirve para confiar en la viabilidad de un desarrollo material del proyecto de cara a futuro. Según varios analistas tecnológicos, se prevé que las compañías tecnológicas más grandes del mundo como son Apple, Samsung, Facebook... se centren en sacar al mercado dispositivos de realidad mixta, haciendo que esta tecnología acabe siendo usada por un **público mucho más general** y no tan profesionalizado como hasta ahora (Rus, Se filtran dos videos concepto de las supuestas gafas de realidad aumentada de Samsung, 2021) (Rus, Gafas de realidad mixta para 2022, aumentada en 2025 y lentes de contacto para 2030: así ve Ming-Chi Kuo el futuro de Apple, 2021) (Fernández J. C., 2020). Además, si todas las tecnológicas se acaban interesando en este tipo de dispositivos también **se solventará el problema de los altos precios actuales**, haciendo así que la realidad mixta llegue a más gente.

Contando con la evolución lógica de esta tecnología, en el futuro presentaría formas más ergonómicas y agradables para el usuario, con mejor campo de visión y mejoras en latencia, rendimiento y autonomía.

Yendo más allá, empresas como **Mojo Vision** ya están trabajando en **lentes de contacto** que desempeñarían el mismo papel que las gafas actuales, pero de manera mucho más sencilla y **menos intrusiva** para el usuario, utilizando unas lentillas con pantallas microLED que muestren la información en tiempo real y en sus propios ojos sin la necesidad de llevar encima un casco integral o unas gafas que condicionen su apariencia física y su comodidad (AR MR XR, 2020).

Por ello, **este trabajo se centrará en diseñar una interfaz para la cocina en un futuro hipotético (de 10 a 20 años)** en el cual estos dispositivos hayan llegado a un público más general y la realidad mixta sea un estándar.

Conclusiones de la fase de investigación

En esta primera fase de investigación se han obtenido diferentes conclusiones que motivan a la **viabilidad** del proyecto y a su continuación. Se recogen todas en la siguiente lista:

- La nueva interfaz debe de **adaptarse completamente al entorno y a la estética de las cocinas**. La **fluidez**, la **sencillez** y la **buena experiencia** de usuario deben de ser claves a la hora de su diseño.
- Se considera necesario poder **aunar todas las interfaces** que actualmente forman las cocinas. Aunque BSH ya tenga desarrollada una app como Home Connect que intenta solventar este problema, su utilización objetiva sólo se contempla en ocasiones en las que el usuario no está cocinando puesto que la suciedad de sus manos o de la propia cocina puede poner en peligro el smartphone desde el que se accede a ella.
- El uso de un **asistente virtual de voz** como puede ser **Alexa**, puede ayudar al usuario a interactuar de manera mucho más **intuitiva** y **natural** con la interfaz dependiendo de la necesidad que tenga.
- **Puede haber diferentes maneras de interactuar con la interfaz**. Las dos primeras, mediante **comandos de voz** y **eye-tracking**, hacen que el usuario pueda mantener las manos ocupadas en el proceso culinario. Además, también se da la opción de utilizar **gestos** emulando interacciones táctiles con las que el usuario ya está completamente familiarizado.
- Algunos de los dispositivos de realidad mixta existentes actualmente, así como los conceptos que se prevén en el mercado en los próximos años, cuentan con todo tipo de cámaras y sensores que, en un futuro, podrían actuar de receptores para emplear una **inteligencia artificial** que **reconociera los ingredientes y los utensilios** de cocina que se están utilizando, así como **mapear a tiempo real todo el espacio de trabajo**.
- Actualmente los dispositivos de realidad mixta se utilizan en ámbitos profesionales, pero si en un futuro aumenta su demanda aplicándolos a la cotidianidad y llegando a ser más baratos, más eficientes y menos aparatosos (incluso lentes de contacto) (ver figura 15), **pueden llegar al gran grueso de la población**.
- **La realidad mixta reúne todos los requisitos necesarios para poder cumplir los objetivos de este proyecto**. Por tanto, se percibe un nicho en el cual poder explorar y sacar rendimiento a este tipo de tecnología en el ámbito culinario de aquí a las próximas décadas.

Por lo tanto, **el planteamiento de una interfaz que emplee la realidad mixta puede ser clave** de cara a otra revolución tecnológica del calibre de la que fue la revolución del smartphone y la que está siendo el Internet of Things (debido al interés de las grandes tecnológicas en implementarla próximamente), **presentando una infinidad de posibilidades en la cocina del futuro**.

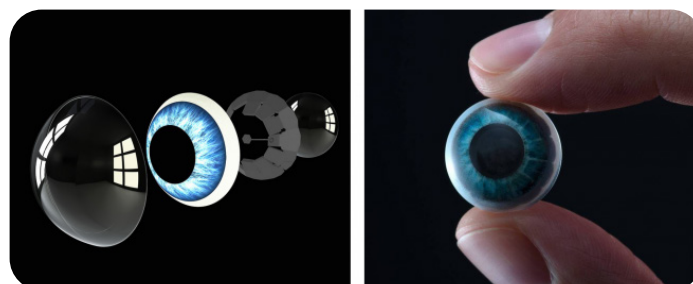


Figura 15. Lentes de contacto Mojo Vision (Mojo Vision Inc., 2021).

2 Búsqueda de necesidades

Encuesta

Para detectar algunas de las **necesidades** del usuario en la cocina y poder solventarlas de manera correcta mediante el diseño de la interfaz que atañe al proyecto, se realiza una encuesta que cuenta con **193 respuestas** en la plataforma Forms de Google.

En concreto, el cuestionario se centra en **conocer la relación que tienen los usuarios con la tecnología aplicada a la cocina** actualmente, así como **saber cuál sería la visión de los mismos sobre un hipotético uso de la realidad mixta en el futuro**. Destacar que **la encuesta completa se encuentra en los anexos (páginas 3-10)**. A modo de resumen, llaman la atención los siguientes datos:

- El **rango de edad** de los encuestados es **homogéneo entre los 18 y los 65 años** (exceptuando el de los 26 a 35 años, que presenta menor participación).
- Un **82,4%** de los encuestados **no utiliza ninguna app** de smartphone para controlar el proceso de cocinado actualmente, pero, sin embargo, a un **86,5% sí que les gustaría contar con ayuda externa** para preparar platos más elaborados e **invertir menos tiempo** en ellos. Las ayudas externas que más demandan los encuestados son:
 - **Pasos de la receta** (131/193).
 - **Explicaciones activas** sobre cómo realizar según qué operación (65/193).
 - **Vídeos interactivos** de ejemplo (64/193).
 - **Sugerencias** de recetas (60/193).
- La gran mayoría (**93,8%**) **están a favor de la inclusión de novedades tecnológicas** en la cocina.
- Centrándonos en la **realidad mixta**, un **71% no conocía la existencia de dispositivos** como las Microsoft HoloLens 2, pero **un 86% cree que este tipo de tecnologías se empleará por la mayoría de la población en el futuro**.
- Uno de los datos de mayor importancia para este proyecto es saber si los encuestados **encuentran de utilidad el empleo de la realidad mixta en la cocina, obteniendo un 82,4% de votos afirmativos** (ver figura 16, en la que se desgranán las respuestas por rango de edad).

Por tanto, como se puede observar en los resultados de la encuesta, los usuarios están de acuerdo en que es necesaria una **inclusión de la tecnología en el ámbito culinario**, pero actualmente muchos de ellos no utilizan aplicaciones externas de ayuda. Además, se obtiene un **resultado muy positivo** de cara a la implementación de la realidad mixta, puesto que, tras conocer todos los encuestados en qué consiste esta tecnología una **gran mayoría apuesta por ella** en un futuro.

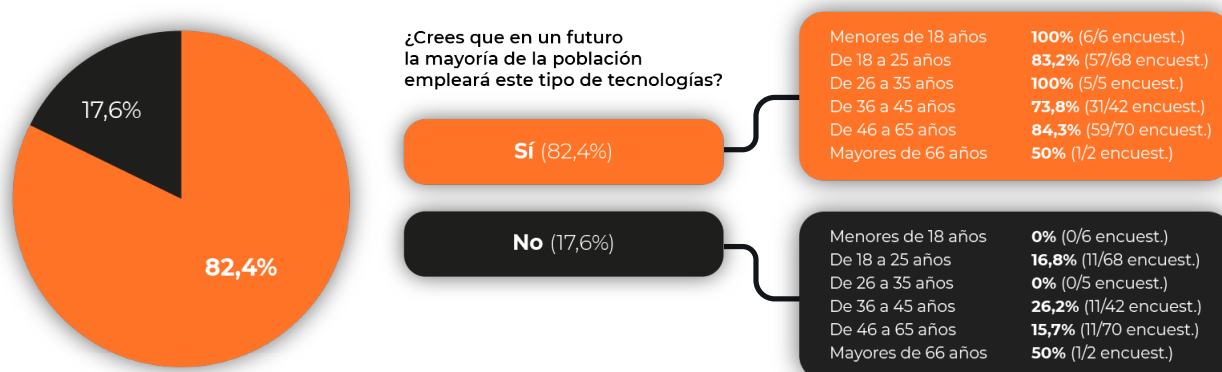


Figura 16. Gráfico sobre una de las cuestiones de la encuesta realizada.

Método persona

Se lleva a cabo la técnica del método persona para lograr **empatizar** con diferentes tipos de usuario que podrían utilizar la interfaz (**ver el estudio completo en los anexos, páginas 11-14**). Este proceso consiste en **crear diferentes perfiles de usuario**, y, posteriormente, poder **determinar las necesidades** de cada uno. Para el proyecto se han realizado **tres customer journey** diferentes, con los siguientes perfiles de usuario:

- **Estudiante**, de 19 años. Se acaba de independizar. No solía cocinar en casa, pero está comenzando a hacerlo. Además, tiene conocimiento de recetas básicas. Su cocina es pequeña y caótica.
- **Ama de casa**, 51 años. Su pareja trabaja y ella se encarga de todas las tareas del hogar. Es una cocinera experimentada y suele utilizar sus propias recetas. Su cocina es normal y suele estar recogida.
- **Entusiasta tecnológico**, 33 años. No ha tenido la necesidad de cocinar nunca, pero ahora busca aprender a hacerlo y dar un giro en su vida. Tiene una cocina grande, moderna y despejada. Además, siempre dispone de la última tecnología.

Resumiendo los resultados de esta técnica, se detectan diferentes necesidades. La principal necesidad es la de **disponer de recetas nuevas**, preferiblemente **según los ingredientes** que desea el usuario en el momento. Por otro lado, otra de las necesidades básicas es la de **ahorrar tiempo**. Además, también podemos observar cómo el usuario se muestra interesado **obtener información instantánea** sobre el proceso de cocinado, así como busca que esta información sea **fácil de entender** y **no entorpezca** al proceso. Por último, también se percibe cómo el usuario que quiere empezar a cocinar es el que más interés muestra por esta nueva tecnología, ya que piensa que puede hacerle aprender de manera más eficaz.

Selección de la receta

La selección de una receta para plasmarla posteriormente en los conceptos y en el prototipo final es de gran importancia para el entendimiento del proyecto. Esta receta tendrá en cuenta una serie de **necesidades** que se han detectado anteriormente y servirá para **ejemplificar de manera práctica y visual** el desarrollo final de la interfaz.

La receta a representar va a ser **“Coliflor con pechuga gratinada”** (ver figura 17). Para su elección se han tenido en cuenta las actividades que realiza un usuario en la cocina con más frecuencia, como son **cortar, hervir, freír y hornear** (Navarro, 2020); además de su **poca complejidad técnica** y de componerse por **ingredientes comunes y baratos**.

Los **ingredientes** de la receta para **cuatro personas** son los siguientes:

- 1 coliflor
- 500 gr. de pechuga
- Queso rallado
- Mantequilla
- Sal
- Aceite de oliva
- Tomate natural
- Orégano
- Ajo picado
- Pimienta
- Leche



Figura 17. Coliflor con pechuga gratinada.

Por otro lado, los **pasos** (resumidos) a seguir son:

1. Cortar la coliflor.
2. Hervir la coliflor durante aproximadamente 10 minutos.
3. Ecurrir la coliflor exhaustivamente y dejar que se enfríe.
4. Escaldar el tomate durante 5-10 segundos.
5. Pelar y triturar el tomate.
6. Filetear y las cortar a tiras la pechuga de pollo. Posteriormente condimentarla.
7. Sofreír la pechuga con el tomate durante 5 minutos.
8. Mezclar la coliflor con el sofrito.
9. Por encima de la mezcla, echar el queso rallado y poner unos tacos de mantequilla por encima.
10. Hornear a 180°C.

En la figura 18 se puede apreciar la interacción de estos pasos con los utensilios de cocina utilizados (en el **anexo, páginas 16-18**, se pueden observar **grafos más detallados**, incluyendo las acciones del usuario).

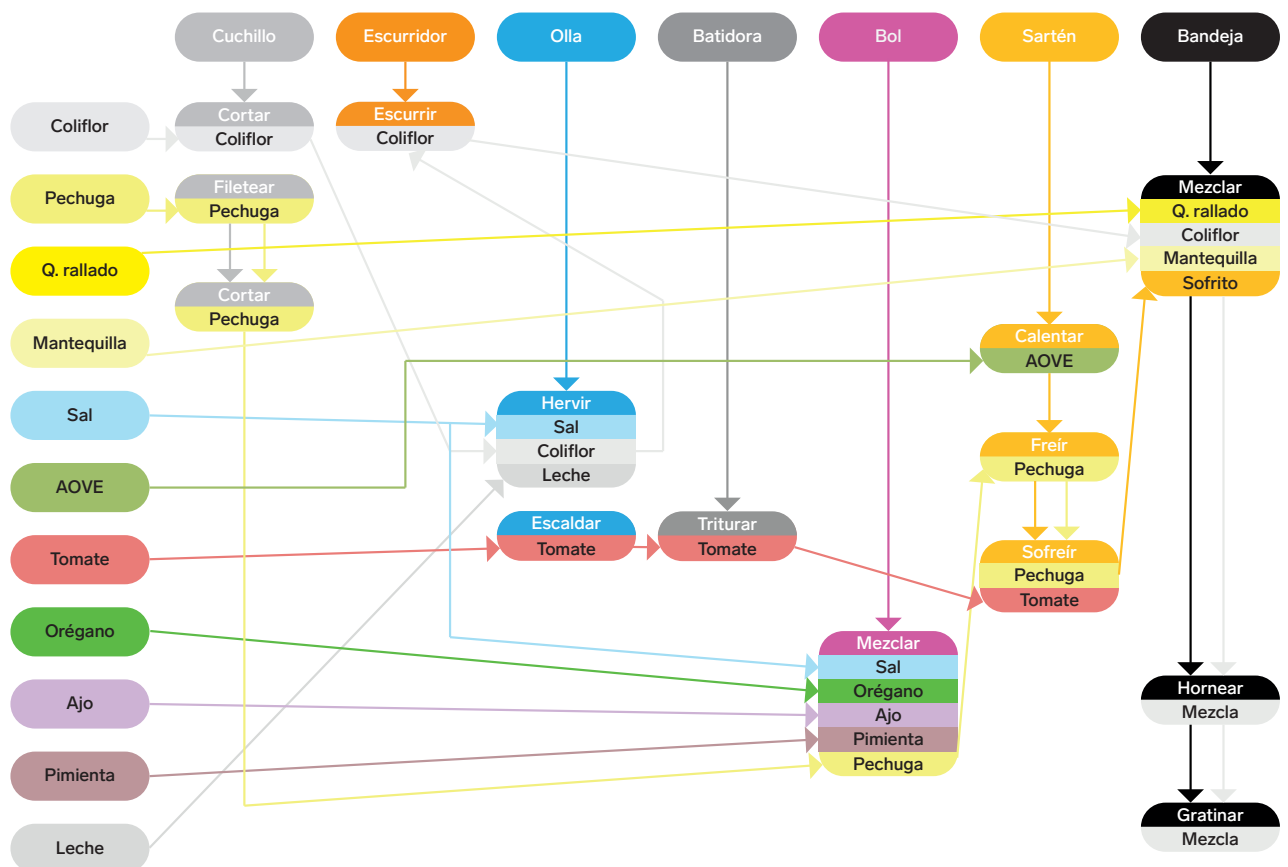


Figura 18. Grafo simple de interacción de la receta "Coliflor con pechuga gratinada".

Diagramas de flujo

Teniendo en cuenta las **situaciones más frecuentes** que se van a dar mediante el uso de la interfaz, se realizan diferentes diagramas de flujo de trabajo para poder determinar de manera más exacta las cuestiones que se puede plantear el usuario y **facilitar sus decisiones y/o acciones**.

Estos esquemas contienen las siguientes **fases de uso** de la interfaz: **inicio**, **cortar**, **hervir**, **batir**, **freír** y **hornear** (ver anexo, páginas 19-24).

Información a mostrar

Tras la detección de las necesidades del usuario, así como teniendo en cuenta los pasos de la receta que se va a seguir en el prototipo final, se decide la **información mínima que se va a mostrar en cada paso** de la interfaz diseñada (ver figura 19).

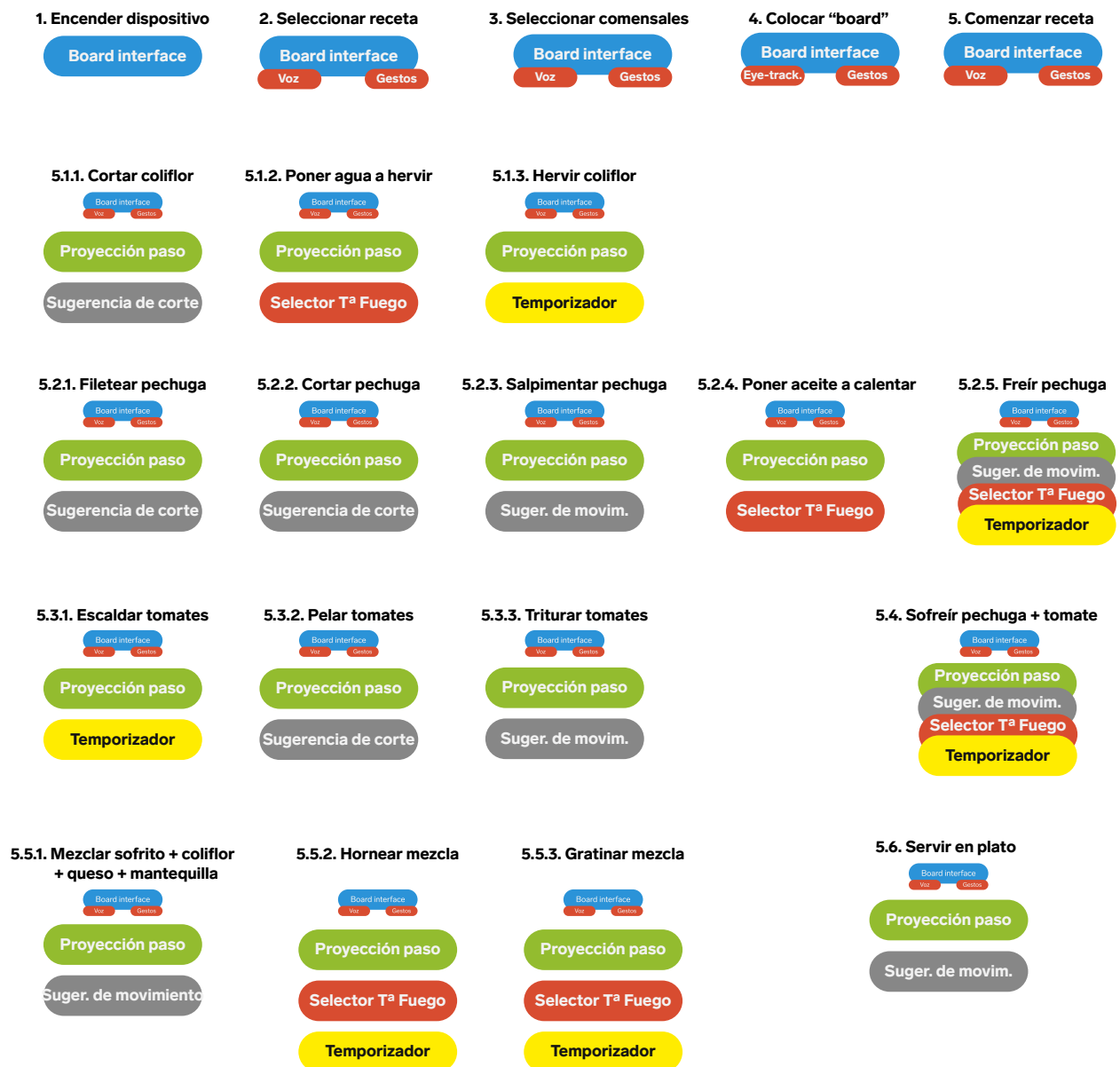


Figura 19. Secuencia de uso + Información mínima de la interfaz en cada paso de la receta. Los colores azul, verde, amarillo y gris significan las proyecciones que verá el usuario. En rojo las interacciones que tendrá con la interfaz.

Finalmente, para complementar todas las necesidades del usuario, el total de la información a mostrar en la interfaz podrá ser la siguiente:

- Muestra de **información en tiempo real** (proyectada sobre el lugar de la acción):
 - Paso de la receta.
 - Temperatura.
 - Temporizador.
 - Proyecciones sobre ingredientes y acciones a realizar.
 - Información sobre mediciones y cantidades.
- Acceso a consejos vía Alexa y reproducción de vídeos en caso de ser necesario.
- Opciones de electrodoméstico.
- Dashboard:
 - Acceso a recetas (comensales, tiempo, pasos, apps externas...), Alexa y música.
 - Temperatura ambiente y hora, además de llamadas, correos y mensajes del smartphone.

Puntos de mayor interés en la cocina

Con la implantación de una interfaz de realidad mixta para la cocina del futuro se busca que el usuario se interese por el proceso culinario y, además, aprenda durante el mismo. Se quiere optimizar el proceso, ya sea aportando información en tiempo real, accediendo a recetas o dándole consejos.

Por ello, hay que tener en cuenta los mayores puntos de interés en los que se centra el usuario a la hora de cocinar, para conseguir una **interfaz íntegra y poco intrusiva** que de verdad aporte mejoras en el proceso y no sirva para entorpecerlo.

Así pues, según diversos estudios, hay que tener en cuenta que **el usuario va a ser mucho más productivo si la información proyectada se le presenta dentro del campo de visión culinario**, es decir, en una zona en la que también pueda ver sus manos y controlar los utensilios que está utilizando (ver figura 20).

Además, se cuenta con que el usuario prefiere obtener información mucho más rápida y precisa. Por ello **se evitará la proyección de estímulos que no sean totalmente funcionales y eficaces** (ver figura 21).

La gran mayoría de puntos de interés de la interfaz deberán ser aquellos en los que ocurre algo, y para detectarlos se usarán los sensores y escáneres que presentan los dispositivos de realidad mixta. Así pues, se conseguirá proyectar encima de las zonas en las que están desarrollándose diferentes procesos (como por ejemplo la tabla donde se está cortando un ingrediente) la información necesaria para que el usuario se **centre en el proceso** y pueda **optimizar su tiempo**, así como **la calidad de sus comidas**. Esta interfaz **se centrará en mostrar lo que el usuario necesite y donde el usuario lo necesite**.

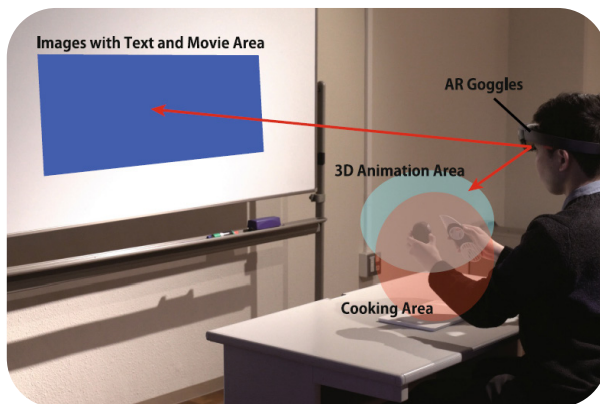


Figura 20. Imagen del estudio “AR Cooking: Comparing Display Methods for the Instructions of Cookwares on AR Goggles” (Hasada, Zhang, Yamamoto, Ryskeldiev, & Ochiai, 2019).



Figura 21. Fotograma del vídeo “HYPER-REALITY” (Keiichi Matsuda, 2016).

3 Generación de conceptos

Después de haber obtenido todos los insights necesarios en las dos anteriores fases, se generan **dos conceptos** diferentes para la interfaz teniendo en cuenta distintas **tendencias estéticas (ver anexos (páginas 25-26))**. Posteriormente, se realiza una primera prueba de usuario que ayudará a determinar la colocación de los diferentes elementos informativos que se proyectarán.

Concepto 1

El primer concepto busca seguir la línea del diseño propuesto por BSH en su aplicación Home Connect. Un **degradado de colores azules** acompañado del **blanco** son los **colores principales** de esta interfaz. Además, se emplea el **rojo** en **color de contraste** para elementos informativos que signifiquen el **fin de un proceso, alerta** o **peligro** (ver figuras 22 y 23).



Figura 22. Fotograma 1 del concepto 1.



Figura 23. Fotograma 2 del concepto 1.

Concepto 2

A la hora de diseñar el segundo concepto se toma una estética mucho más **neutra** y **futurista**. El empleo del **blanco y negro**, sumado a la presencia de elementos que imitan un **acabado de cristal translúcido**, hacen que la interfaz se perciba más integrada con el entorno. Además, este diseño consigue acercarse más a la **atemporalidad**, muy necesaria en proyectos a futuro (ver figuras 24 y 25).



Figura 24. Fotograma 1 del concepto 2.



Figura 25. Fotograma 2 del concepto 2.

Test de áreas de visión

Una vez diseñados los dos conceptos con estética diferente, se realiza un primer test de usuario enfocado a las áreas de visión de la interfaz. Esta prueba se lleva a cabo con **dos diseños y dos entornos** distintos, y se realiza a **cinco usuarios** (ver test completo en el anexo, páginas 27-33).

La manera en la que se realiza el test es muy sencilla: se presentan **situaciones diferentes** (por cada concepto) y se van destapando los distintos elementos gráficos que se proyectarían en la interfaz. **Los usuarios disponen cada elemento en el lugar que ellos creen que corresponde en el área de visión.** Una vez han acabado con un fotograma, pasan al siguiente. Finalmente, se superponen todas las imágenes obtenidas en cada situación, sacando cada una de las zonas donde se han colocado mayoritariamente las proyecciones (**área de acción**) (ver figura 26).

Las edades del pequeño grupo de control son las siguientes: **18, 22, 31, 49 y 51 años** respectivamente. Al finalizar el estudio, **destaca la disposición del “Dashboard” que han elegido las personas de 49 y 51 años**, obteniendo dos situaciones de proyección diferentes. En el caso de los participantes más jóvenes, el panel lo han colocado a modo de pizarra en una **posición fija en el entorno físico**, mientras que los de 49 y 51 años han decidido que aparezca de manera **fija en el campo de visión virtual**.

Debido a este resultado, **obtenemos dos colocaciones completamente diferentes del “Dashboard”** (ver figuras 27 y 28).



Figura 26. Área de acción de la situación 1 del concepto 2. Test de áreas de visión.



Figura 27. Disposición de Dashboard 1 (situación 1 del concepto 2). Participantes jóvenes.



Figura 28. Disposición de Dashboard 2 (situación 1 del concepto 2). Participantes de 49 y 51 años.

4 Diseño final, prototipado y propuesta de mejoras

Diseño final

Para el diseño final de la interfaz **se ha continuado con lo propuesto en el concepto 2**. Como ya se explicaba en la anterior fase, con la estética de este concepto se busca **atemporalidad y neutralidad**, que concuerda de manera absoluta con la condición futura del proyecto.

Comenzando por una de las claves diferenciadoras de la interfaz, el “Dashboard”, este presenta un diseño en **formato 4:3**, facilitando su colocación en cualquier espacio del entorno. Este panel se caracteriza por presentar un **fondo delimitador** que se acompaña de diversas **ventanas emergentes**, dependiendo de la información necesaria en cada proceso de interacción. Los **elementos clickables**, accionados mediante gestos o eye-tracking, **se presentan siempre en un color de contraste naranja (#ff7326)**, con el interior en **contraste blanco (#ffffff)**. Por otro lado, dependiendo de la importancia de información, **también pueden aparecer elementos contrastados en negro (#1c1c1e) y blanco (#ffffff)** (ver figura 29). Cabe destacar que en todos los elementos se proyecta una **sombra paralela** para dar sensación de profundidad y perspectiva 3D.



Figura 29. Diseño del menú principal del “Dashboard”.

Otro de los componentes más repetidos de la interfaz son los **pop-ups** a modo de **proyecciones** que aparecen en el área de trabajo de cualquier paso de la receta. Estos **se presentan con fondo en negro y contraste en blanco o viceversa**, puesto que **se adaptan a los colores del entorno mejorando su visibilidad** de cara a que el usuario pueda leerlo en todo momento (ver figura 30).

También se han diseñado elementos superpuestos a modo de **temporizadores** y **advertencias de temperaturas**. Estos tienen un **diseño limpio y bicolor**, compartiendo en todo momento el **color blanco** para su **fondo**. Los **temporizadores utilizan tonos negros en contraste**, mientras que **las advertencias se contrastan en naranja**, debido a su grado de peligrosidad (ver figura 31). Por otro lado, los **medidores** presentan el mismo diseño que el temporizador pero en **formato vertical**, con la barra de carga en negro, pasando a naranja cuando llega al límite.

Por último, **las proyecciones de ayuda en cortes y movimientos se llevan a cabo mediante líneas en color naranja**, a la vez que presentan **animaciones** para facilitar las acciones al usuario.



Figura 30. Diseño bicolor de las proyecciones de los pasos.



Figura 31. Diseño del temporizador y de las advertencias de temperatura.

Prototipado

El prototipado se realiza con el objetivo de **mostrar visualmente la usabilidad y el diseño de la interfaz diseñada** y, por tanto, **es el resultado final del trabajo de diseño** del proyecto. Para ello se filma el proceso de cocinado de la receta planteada en las anteriores fases (coliflor con pechuga gratinada), y sobre estas grabaciones **se recrean las proyecciones** que vería el usuario en primera persona, **así como las interacciones** que tendría el mismo con la interfaz. Para lograr mayor credibilidad y una mejor presentación, en todo momento se tienen en cuenta variables como las distancias y las perspectivas que forman el entorno.

Este prototipo se realiza íntegramente con los siguientes programas de la suite de Adobe: Xd, After Effects y Premiere Pro. Con el primer programa, **Xd, se diseñan las pantallas y los demás elementos gráficos** que se desean proyectar sobre la grabación. Destacar que el diseño de algunas de las pantallas del “Dashboard” que aparecen en el prototipo, se encuentran en los anexos de la **página 34 a la 46**, pudiéndose visualizar en mejor calidad.

Una vez se tienen todos los elementos diseñados, se exportan a **After Effects** donde **se colocan según la perspectiva de la cámara y se animan clip por clip** (ver figura 32). Cada clip consta de un paso de la receta diferente. Estos pasos se escogen según su **importancia en la receta** así como su **importancia interactiva**, para que el espectador pueda comprender como se lleva a cabo de manera resumida. **Las animaciones recrean los movimientos de interacción** del usuario, pudiendo ver **cómo se seleccionan menús** mediante el uso de la tecnología eye-tracking; **cómo se coloca el “Dashboard”**; **cómo se realizan swipes** con gestos; o **cómo se interactúa con Amazon Alexa**, que también se integra en este conjunto. Para lograr una experiencia plena y fluida, se diseñan animaciones suaves y predecibles para el ojo humano.

Finalmente, todos los clips animados se exportan al timeline de **Premiere Pro**, donde se añaden **efectos de sonido** (que redondean la experiencia del usuario, percibiendo un **feedback extra** de la interfaz) y una **banda sonora, compuesta por el artista Carlos Vidal de manera íntegra para el proyecto**.

El **resultado final** de este prototipo puede reproducirse accediendo al archivo que contiene la siguiente **carpeta de Google Drive**: <https://drive.google.com/drive/folders/192wcNElu6-QAjqRmfIwzZm2GFeRjcbbf?usp=sharing>

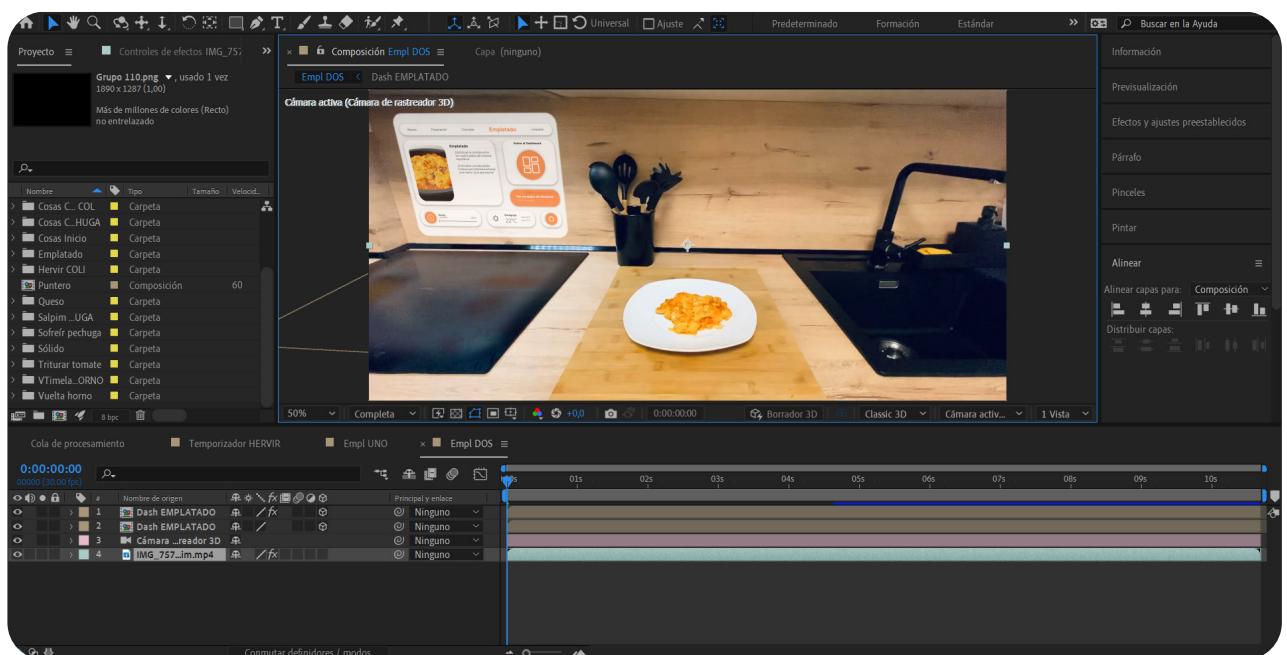


Figura 32. Captura de pantalla del desarrollo de un clip para el prototipo en Adobe After Effects.

Test de usuario

El test de usuario se ha realizado mediante el uso de la herramienta **RealEye** (<https://www.realeye.io/es/>), enfocada al estudio del comportamiento de los usuarios mediante el seguimiento de ojos.

Se escoge esta herramienta aprovechando que uno de los elementos más destacados de la interfaz diseñada **es la posibilidad de interacción por eye-tracking** con el “Dashboard” principal, pudiendo así tener las manos libres de cara al proceso de cocinado.

En el test han participado **siete usuarios diferentes**, de diversas edades. Durante la realización de cada prueba **no se ha tenido ningún tipo de contacto con los usuarios**, dejando que cada uno de ellos tomara sus propias decisiones. **El estudio completo se encuentra en los anexos de la página 47 a la 66.**

Así pues, el test de usuario consiste en **diez actividades diferentes** que se presentan mediante una **pregunta inicial** (problema a resolver), una posterior **proyección de una imagen** (frame sacado del prototipo final) y unas **preguntas tras acabar con la interacción visual** de cada actividad. A su vez, de cada una de las 10 situaciones planteadas, se saca un **mapa de calor individual** que muestra el **área de seguimiento visual** que ha tenido cada usuario. Posteriormente, se superponen todos estos mapas obtenidos y tenemos un **rastreo generalizado** de cada una de las 10 imágenes proyectadas, pudiendo llegar a diversas conclusiones (ver figuras 33 y 34).

Las actividades planteadas se dividen en **tres bloques**: de **interacción** (en las que se emula la interacción mediante eye-tracking), de **observación** (en las que se pide al usuario obtener diferente información) y de **opinión** (en las que se pregunta sobre la utilidad de lo que han visto proyectado).



Figura 33. Mapa de calor del eye-tracking en la actividad 2 (selección del libro de recetas).

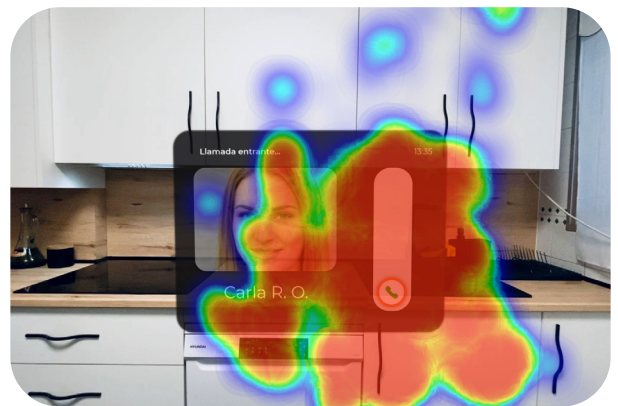


Figura 34. Mapa de calor del eye-tracking en la actividad 3 (descolgar una llamada mediante seguimiento de ojos).

Debido al alcance del proyecto (puesto que solamente se llega a una conceptualización y prototipado de la interfaz) y al número de usuarios a los que se ha realizado la prueba, **las conclusiones de esta prueba no serán completamente determinantes pero sí que podrán ayudar a un futuro desarrollo** real de la interfaz por parte de la empresa BSH.

Destacar que en casi todos los casos **los usuarios han resuelto bien las actividades** que se planteaban, teniendo en cuenta la dificultad de realizar una selección mediante eye-tracking para ellos (ya que nunca habían utilizado este tipo de tecnología y no estaban familiarizados con ella).

Por otro lado, **el entendimiento de la información proyectada para los usuarios ha sido correcto**, logrando los mismos resolver las cuestiones de observación **sin destacar ningún fallo de síntesis grave** en la disposición de la misma.

Además, en general, no ha habido quejas sobre la información mostrada, pero sí que se puede determinar que **la importancia de libertad a la hora de colocar el “Dashboard” es crucial para el entendimiento y usabilidad de la interfaz**, debido a que algún usuario hubiese deseado tener el panel principal en otra posición o con otro tamaño.

Finalmente, teniendo en cuenta la opinión de los usuarios de cara a un futuro en el que se utilicen este tipo de interfaces, **casi todos ellos se han sorprendido por su funcionalidad y presentación**, destacando la **novedad del concepto**.

Propuestas de mejora

Tras haber finalizado el prototipo y el test de usuario, se han detectado varios apartados del **diseño gráfico, interactivo y funcional** de la interfaz que podrían mejorarse de cara a un futuro desarrollo real por parte de BSH.

Empezando por el **diseño gráfico**, hay varias cuestiones que se podrían mejorar. Para empezar, habría que encontrar una **universalidad de tamaños** o plantear un **diseño responsive para el “Dashboard”**, puesto que, aunque se haya escogido el formato 4:3 debido que sus proporciones encajan con muchas superficies cuadradas que se pueden ver en el entorno culinario, **el panel debería lograr adaptarse a cualquier espacio**, tenga el formato que tenga. Además, así se conseguiría que toda la información pudiera **reescalarsse, evitándose elementos demasiado pequeños o ilegibles**.

Además, también se podría plantear la creación de un **modo oscuro o negativo** de la interfaz. Una de las claves por las que se escoge el concepto dos es por la sencillez de sus colores y su fácil adaptabilidad a cualquier entorno. Aun así, **dependiendo del color o las texturas** de cada cocina, **pueden plantearse problemas de visualización**. Por ello, debería existir esta variación en el diseño que ayudaría a tener una mejor usabilidad en según qué casos (cabe destacar que ya se plantea este problema en las proyecciones de los pasos de la receta, por lo que **este punto solamente afectaría al “Dashboard”**).

Acabando con las representaciones gráficas, nos encontramos con las **ayudas visuales y de movimiento** que presenta la interfaz (ver figura 35). En el test de usuario hemos podido comprobar que su sencillez en las formas (líneas rectas o elipses) y su color en contraste ayudan a que el usuario perciba de manera rápida estas proyecciones. Pese a ello, y teniendo en cuenta que el proyecto se basa en un futuro lejano en el que se presupone que la tecnología de realidad mixta ha mejorado lo suficiente como para tener un uso generalizado, **se pueden explotar los escáneres de reconocimiento y la inteligencia artificial**. Haciendo uso de estos avances, se podrían **proyectar formas mucho más reales** respecto a los ingredientes a tratar, **imitando sus contornos y mejorando y optimizando los procesos**.



Figura 35. Frame del prototipo en el que una elipse guía al usuario en el movimiento.

En el apartado **interactivo**, se sabe que la interfaz puede recibir estímulos gestuales, de seguimiento de mirada y de voz. Sin embargo, el test de usuario se ha centrado en su mayoría en la interacción mediante eye-tracking. Esto es debido, principalmente, al desconocimiento que atañe a esta tecnología, pero que, a su vez, se percibe clave para resolver un problema como es el de las manos ocupadas y/o sucias a la hora de cocinar. Los resultados de la prueba han sido satisfactorios, pero aún así se debería indagar mucho más en los **tiempos de reacción** de la interfaz, la **calidad de seguimiento de la mirada** y el **tamaño mínimo de los botones clickables** (ver figura 36).

Siguiendo con la **interacción gestual**, parece mucho más sencilla de entender de cara al usuario, puesto que desde el auge de los teléfonos inteligentes y las interfaces táctiles, hay movimientos interiorizados por la mayoría de la población. Es más, en el vídeo del prototipo se pueden observar gestos de swipe o de pinza, directamente heredados de las interfaces táctiles (ver figura 37). A pesar de todo, puede suponer un **problema** de cara al usuario **interactuar mediante gestos con algo que no es tangible**, por lo que podrían añadirse **proyecciones indicando los gestos a realizar**, sobre todo en el proceso de adaptación a la interfaz.

Acabando con la interacción, se ha incluido compatibilidad con el asistente virtual de Amazon, Alexa. Actualmente es una tecnología ya muy avanzada que puede ayudar al usuario a obtener información de manera inmediata de la manera más humana posible: hablando. Pese a ello, se prevé que en el futuro la interacción pueda ser mucho más **natural y desvirtualizada**, por lo que podría ser de vital importancia en un desarrollo real del proyecto.

Por último, la **funcionalidad** de esta interfaz puede verse mejorada si avanzan aspectos como la **inteligencia artificial**. Si contamos con su evolución lógica, esta interfaz podría presentar muchas más funcionalidades que le aportaran valor. Por ejemplo, podría **reconocer alimentos en mal estado**, **ofrecer alternativas con alimentos impresos en 3D** o **mostrar imágenes de recetas generadas en el acto de manera virtual**, sin que existan previamente.

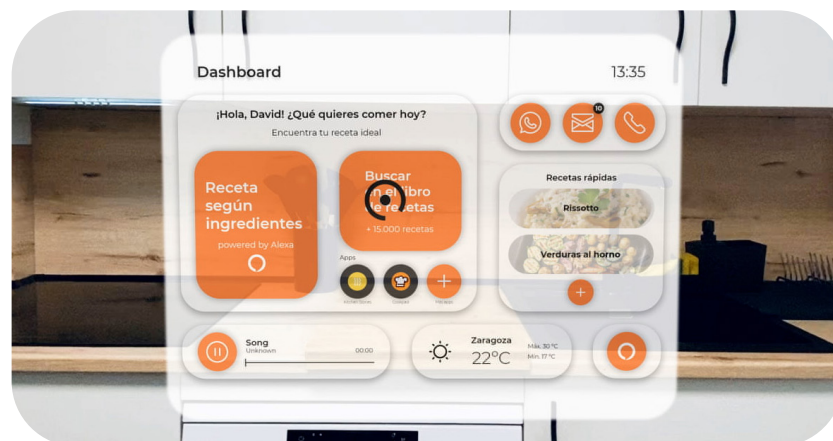


Figura 36. Frame del prototipo que muestra la selección de un botón mediante eye-tracking.



Figura 37. Frame del prototipo que muestra la interacción gestual de la interfaz.



Conclusiones

Tras haber realizado el proyecto, en este apartado se exponen las conclusiones obtenidas sobre el mismo.

Comenzando por la **planificación** y la **metodología**, **las reuniones semanales me han ayudado a poder terminar el proyecto dentro del plazo de tiempo establecido**, contando siempre con la presencia de mi tutor, Diego Gutiérrez y mi compañera del Graphics and Imaging Lab, Raquel Navarro. Las reuniones siempre han sido muy prósperas y la comunicación ha sido constante, **creando un flujo de trabajo muy productivo**. Además, ellos han ejercido de puente entre el proyecto y BSH, presentando a la empresa mis avances y consiguiendo así un feedback muy necesario para seguir adelante.

El **desarrollo** y la **organización** del proyecto ha sido una continuación de la forma de trabajar en los proyectos ya realizados durante todo el Grado, ya que el proceso de diseño se ha dividido en las siguientes fases: fase de **investigación**, fase de **conceptualización**, fase de **desarrollo** y fase de **prototipado**.

Durante la **primera fase**, se ha recopilado información de fuentes muy diversas, teniendo en cuenta estudios y publicaciones, así como diferentes medios electrónicos, como páginas web o blogs. Así me he dado cuenta de **toda la información** que podemos encontrar actualmente mediante una simple **búsqueda en Google**. Uno de los **mayores problemas** que he encontrado en esta fase ha sido el de **sintetizar todos estos datos** de manera **resumida y eficaz**.

Por otro lado, la **segunda fase** me ha servido para **pensar más en el usuario**, buscando en todo momento **satisfacer sus necesidades** e intentando llegar a una **buena experiencia de uso** de la interfaz. Allí nace la idea del "Dashboard", un panel en el cual el usuario va a poder encontrar toda la información que necesite, mediante una sola interfaz.

Además, en esta segunda fase necesitaba reunir todos los insights necesarios para posteriormente prototipar la interfaz al final del proyecto. Por ello, tuve que escoger una receta que contuviera la mayoría de acciones realizadas por un usuario en la cocina. Esta receta la he repetido varias veces durante todo el proyecto, lo que me ha ayudado a **mejorar mis aptitudes en el proceso culinario**.

La **tercera fase** ha sido la que menos problemas me ha presentado, ya que, teniendo claro los problemas que necesitaba resolver, solamente quedaba crear conceptos atractivos estéticamente para poder elegir entre ellos. **La utilización de Adobe Xd no ha supuesto dificultad** para mi puesto que había realizado antes otros proyectos con el software, y este trabajo me ha servido para **afianzar mi confianza con él de cara al futuro**.

En la **cuarta fase**, el proceso de prototipado ha sido el más complicado. Escogí animar toda la interfaz con **After Effects**, **programa cuyo funcionamiento desconocía completamente**. Para poder sacar adelante los clips de animaciones he tenido que aprender a utilizarlo desde el comienzo de manera **autodidacta**, visualizando tutoriales y recurriendo al ensayo-error. Gracias a esto, **he descubierto que si no conoces el funcionamiento de un software no puedes plantearte obtener grandes resultados en un corto plazo de tiempo**. Por ello, si tuviera que volver a prototipar una interfaz de esta manera, intentaría comenzar un poco más holgado de tiempo. Aun así, **he ganado muchos conocimientos de After Effects y Premiere Pro, que en un futuro me pueden ayudar a aportar valor** a proyectos laborales y profesionales.

Por último, en la realización del **test de usuario** he empleado una herramienta de **eye-tracking**, un ámbito en auge que aporta mucha más información de la que yo suponía al comienzo del proyecto, por lo que en un futuro **seguiré profundizando** en él.

Por todo esto, pienso que **este proyecto me ha servido como aprendizaje y preparación de cara a mi futuro profesional**, haciendo que **aprenda** sobre temas que no conocía y **reforzando** gran parte de los conocimientos que ya había obtenido durante el Grado.

Finalmente, en cuanto al **resultado final** obtenido en el prototipo y el test de usuario, tengo diferentes puntos de vista.

Por una parte, **estoy contento con los resultados finales**, ya que, como he nombrado antes, he aprendido sobre tecnologías y métodos productivos que desconocía, logrando también un **diseño final atractivo y funcional, cumpliendo los objetivos** que me había marcado al principio del proyecto y **resolviendo los problemas** que se planteaban.

Por la otra, **no he podido prototipar de manera activa la interfaz**, debido a la **complejidad que supone desarrollar aplicaciones en los dispositivos de realidad mixta actuales**. Además, parte de la tecnología necesaria para llevar a cabo algunas de las funciones que se han planteado durante el transcurso del trabajo aún está en desarrollo. Aun así, **espero que BSH pueda llegar a emplear este proyecto para sus diseños a largo plazo**, aplicando las mejoras y variaciones que consideren necesarias.



Bibliografía y linkografía

- Altman, B. (8 de Agosto de 2019). *Imagining a mixed reality kitchen*. Obtenido de Medium: <https://medium.com/@baltman/imagining-a-mixed-reality-kitchen-2e631560bdf2>
- AR MR XR. (5 de Octubre de 2020). *Mojo Vision's AR Contact Lens*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=TzVAMRe3kmA>
- Aryzon. (8 de Febrero de 2019). *Augmented Reality cooking with Aryzon AR/MR Cardboard Headset*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=NwkpiE4Tgjs>
- Bonanni, L., & Lee, C.-H. (2005). *CounterIntelligence: Augmented Reality Kitchen*. Cambridge.
- Bonanni, L., Lee, C.-H., & Selker, T. (2005). Attention-Based Design of Augmented Reality Interfaces. *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Cambridge.
- BSH Electrodomésticos España S.A. (2021). Obtenido de <https://www.bsh-group.com/es/>
- Build HoloLens. (30 de Abril de 2016). *HoloLens Start Menu UI*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=ES_ntyV7ITI
- Chi, P.-y., Chen, J.-h., Chu, H.-h., & Chen, B.-Y. (2007). Enabling nutrition-aware cooking in a smart kitchen. *CHI '07 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. New York.
- cxocARd. (2020). *AR in the Kitchen*. Obtenido de <https://cxocard.com/ar-in-the-kitchen/>
- Distrito XR. (14 de Julio de 2020). *Probamos HoloLens 2 | Características, Pruebas y Análisis*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=y-xy3OP_LiE
- Fadil, Y., Mega, S., Horie, A., & Uehara, K. (2006). Mixed Reality Cooking Support System Using Content-free Recipe Selection. *Eight IEEE International Symposium on Multimedia*. San Diego.
- Fernández, J. C. (30 de Diciembre de 2020). *Por qué la realidad aumentada es la tecnología de la próxima década y el papel que jugará Apple*. Obtenido de Applesfera: <https://www.applesfera.com/desarrollo-de-software/que-realidad-aumentada-tecnologia-proxima-decada-papel-que-jugara-apple>
- Fernández, Y. (6 de Julio de 2018). *Diferencias entre realidad aumentada, realidad virtual y realidad mixta*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/basics/diferencias-entre-realidad-aumentada-realidad-virtual-y-realidad-mixta>
- Föhl, A. (2018). *Media-enhanced Cooking Using a Hands-free Device (Evaluated Through a HoloLens Application)*. Stuttgart.
- García, J. (31 de Mayo de 2021). *Nreal Light: así son y funcionan las nuevas gafas de realidad aumentada de Vodafone*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/nreal-light-asi-funcionan-nuevas-gafas-realidad-aumentada-vodafone>
- Hamada, R., Okabe, J., & Ide, I. (2005). Cooking Navi: Assistant for Daily Cooking in Kitchen. *13th Annual ACM International Conference*. Singapore.
- Hasada, H., Zhang, J., Yamamoto, K., Ryskeldiev, B., & Ochiai, Y. (2019). AR Cooking: Comparing Display Methods for the Instructions of Cookwares on AR Goggles. En S. Yamamoto, & H. Mori, *Human Interface and the Management of Information* (págs. 127-141). Orlando: Springer.

- IONOS by 1&1. (29 de Septiembre de 2020). *¿Qué es la realidad mixta?* Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/vender-en-internet/realidad-mixta/>
- Keiichi Matsuda. (19 de Mayo de 2016). *HYPER-REALITY*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=YJg02ivYzSs&t=52s>
- Milgram, P., & Kishino, F. (Diciembre de 1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*.
- Mojo Vision Inc. (2021). Obtenido de <https://www.mojo.vision/mojo-lens/>
- Navarro, R. (2020). *Diseño de una interfaz de realidad aumentada para la cocina del futuro*. Zaragoza.
- nreal. (2021). Obtenido de <https://www.nreal.ai/>
- Orsini, A., Venkatesan, G., Huang, G., Shah, G., & Shah, N. (2017). *Augmented Reality Enhanced Cooking With Microsoft HoloLens*. Nueva Jersey.
- Pastor, J. (9 de Marzo de 2021). *Facebook, Microsoft y Apple pintan un futuro en el que teletrabajaremos y nos "teletransportaremos" con gafas de realidad aumentada*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/facebook-microsoft-apple-pintan-futuro-que-teletrabajaremos-nos-teletransportaremos-gafas-realidad-aumentada>
- Pastor, J. (2017 de Noviembre de 23). *La guerra por ganar la realidad aumentada: Apple, Google y Microsoft combaten junto a Magic Leap*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/la-guerra-por-ganar-la-realidad-aumentada>
- Rus, C. (20 de Enero de 2020). *Estas lentes de contacto tendrán realidad aumentada gracias a una pantalla de medio milímetro que alberga 70.000 píxeles*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/estas-lentes-contacto-tendran-realidad-aumentada-gracias-a-pantalla-medio-milimetro-que-alberga-70-000-pixeles>
- Rus, C. (7 de Marzo de 2021). *Gafas de realidad mixta para 2022, aumentada en 2025 y lentes de contacto para 2030: así ve Ming-Chi Kuo el futuro de Apple*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/gafas-realidad-mixta-para-2022-aumentada-2025-lentes-contacto-para-2030-asi-ve-ming-chi-kuo-futuro-apple>
- Rus, C. (22 de Febrero de 2021). *Se filtran dos videos concepto de las supuestas gafas de realidad aumentada de Samsung*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/se-filtran-dos-videos-concepto-supuestas-gafas-realidad-aumentada-samsung>
- Sacristán, L. (17 de Febrero de 2020). *Arreglar una máquina con indicaciones holográficas o entrar en un corazón humano: probamos HoloLens 2 en varios casos de uso*. Obtenido de Xataka: <https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/arreglar-maquina-indicaciones-holograficas-entrar-corazon-humano-probamos-hololens-2-varios-casos-uso>
- Switichstance. (s.f.). *AR Recipe App Development (FLAVAR)*. Obtenido de <https://switchstance.agency/portfolio/ar-augmented-reality-recipe-app-development/>
- The Kim Komando Show. (19 de Marzo de 2020). *Augmented reality contact lenses: The future of AR | The Kim Komando Show*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=_5tT6NJBs10
- Vodafone Germany. (12 de Marzo de 2021). *Bringing Augmented Reality to the Kitchen*. Obtenido de: <https://www.vodafone.com/news/technology/bringing-virtual-reality-kitchen>

- Wikipedia. (11 de Mayo de 2021). *Realidad mixta*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_mixta#Diferencia_entre_realidad_mixta,_realidad_aumentada_y_realidad_virtual
- Windows. (1 de Junio de 2016). *Envisioning the Future with Windows Mixed Reality*. Obtenido de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=2MqGrF6JaOM&t=2s>
- Zhai, K.-y., Cao, Y.-m., Hou, W.-j., & Li, X.-m. (2020). Interactive Mixed Reality Cooking Assistant for Unskilled Operating Scenario. En J. Chen, & G. Fragomeni, *Virtual, Augmented and Mixed Reality (Industrial and Everyday Life Applications)* (págs. 178-199). Copenhagen: Springer.

