

La cocina del futuro: Conceptualización de una impresora de comida 3D y el diseño de su interfaz.

The future kitchen:
Conceptualization of a 3D food printer
and the interface design.

ANEXO

Índice

Fase 0		Print2Taste Procusini 4.0	48	Fase 2		Nuevo estudio visual	141
		Wiiboox Sweetin	52			Problemas en la usabilidad	143
Introducción		Conclusiones	57	Diseño de los controles gestuales		Cambios y mejoras	143
Descripción y objetivos	4	Tendencia a un consumo sostenible		Introducción	87	Prototipo final	
Metodología	5			Ergonomía	88		
Planificación	6	Introducción	58	Análisis de los gestos estudiados	91	Inventario de contenidos	146
		Impresión 3D de carnes alternativas	59	Diseño de gestos	94	Estructura	149
		Conclusiones	62			Iconografía (funcional)	150
Fase 1				Diseño de la interfaz		Pantallas	151
						Conclusiones	157
Encuesta de usuario		Estudio de interfaces: Los controles					
La encuesta	8	Introducción	63	Introducción	96	La impresora	
Análisis general	11	Proyectos reales		Psicología del color	97		
Análisis por edades	12			Usabilidad	99		
Conclusiones	13	Project Soli	64	Ideas y bocetos	100	Conceptualización visual	159
		Omek Interactive	68	Prototipo a papel	107	Concepto visual final	161
		Leap Motion Controller	72	Prueba de usuario	109	Funcionalidades de la impresora	162
Entrevista a Iñaki Muñoz		Myo	74	Diseños a ordenador	111		
¿Quién es Iñaki Muñoz?	14			Fase 3			
Transcripción de la entrevista	15	Obras ficticias					
Conclusiones	18			Prototipo inicial			
		BLACK MIRROR	76				
Estudio de mercado		Conclusiones	78	Inventario de contenidos	121		
				Estructura	124		
Introducción	19	Estudio de interfaces: Diseño gráfico		Iconografía (funcional)	125		
Tabla comparativa	20			Pantallas	127		
Natural Machines Foodini	21			Conclusiones	139		
Print2Taste Mycusini	30	Introducción	79				
byFlow Focus	34	Interfaces futuristas	80	Fase 4			
Choc Edge Choc Creator V2 Plus	38	Diseño gráfico moderno	83				
Structur3D Discov3ry 2.0	42			Rediseño			
MMuse Touchscreen	44	Conclusiones generales de la fase 1		85			

FASE 0

Introducción

Introducción

Descripción y objetivos

Este trabajo surge a partir de una de las colaboraciones que realiza la empresa BSH con la universidad de Zaragoza. La empresa lleva años desarrollando la cocina del futuro y existía una propuesta de trabajo de fin grado para desarrollar nuevas ideas junto a ellos.

Tras plantear algunas propuestas, escogí el desarrollo de la impresora de comida 3D del futuro. En este caso el proyecto se ha realizado de forma autónoma e independiente a BSH.

Actualmente las impresoras de comida 3D que hay en el mercado no cumplen con las expectativas que se podrían esperar de un producto de estas características. Se están desarrollando las primeras propuestas en este sector y aún falta bastante desarrollo para conseguir productos que aporten muchas funcionalidades. Además, debemos advertir el elevado precio de estos mismos modelos.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto consiste en la conceptualización de cómo podría ser una impresora de comida 3D en un futuro aproximado de 5 a 20 años. Se van a aportar ideas de qué funciones podría tener un aparato así que generen un interés de compra a un público más diverso. Además se pretende desarrollar una interfaz intuitiva e innovadora que represente las distintas funciones del producto.

El alcance del proyecto consiste en el desarrollo de un prototipo de la interfaz que represente la funcionalidad de la impresora tras haber desarrollado distintas ideas y conceptos visuales de la impresora. Para crear dicho prototipo se presentarán distintas ideas para la interfaz que se irán evaluando con distintos test de usuario.



Introducción

Metodología

FASE 0 - INTRODUCCIÓN Y PLANIFICACIÓN

Se expone la introducción, objetivos y la planificación del proyecto.

FASE 1 - ANÁLISIS Y DOCUMENTACIÓN

El proyecto comenzará con un estudio de usuario para saber el conocimiento actual sobre este tipo de productos y sus posibles intereses. Se analizará y documentará el mercado y desarrollo de las impresoras de comida 3D del mercado. Se hará un estudio de las interfaces actuales y del estado actual del control gestual. Con las conclusiones se avanzará a la siguiente fase para aplicar lo aprendido.

FASE 2 - GENERACIÓN Y SELECCIÓN DE IDEAS

Con los análisis anteriores se conceptualizarán y desarrollarán las funcionalidades y el diseño de la interfaz. Se realizarán bocetos para las distintas ideas, pantallas e iconografía de la interfaz.

FASE 3 - PROTOTIPADO DE LA INTERFAZ Y TEST DE USUARIO

Con un primer diseño en papel se hará un test de usuario para reconocer problemas y aportar cambios o posibles mejoras a la interfaz. Se generará un primer prototipo para poner a prueba lo aprendido en cuanto al estudio de la usabilidad y del diseño innovador de la interfaz.

FASE 4 - DESARROLLO FINAL

Tras el primer prototipo se analizará en busca de fallos y mejoras para dar lugar a otro prototipo más pulido. Se expondrán los resultados finales del trabajo.

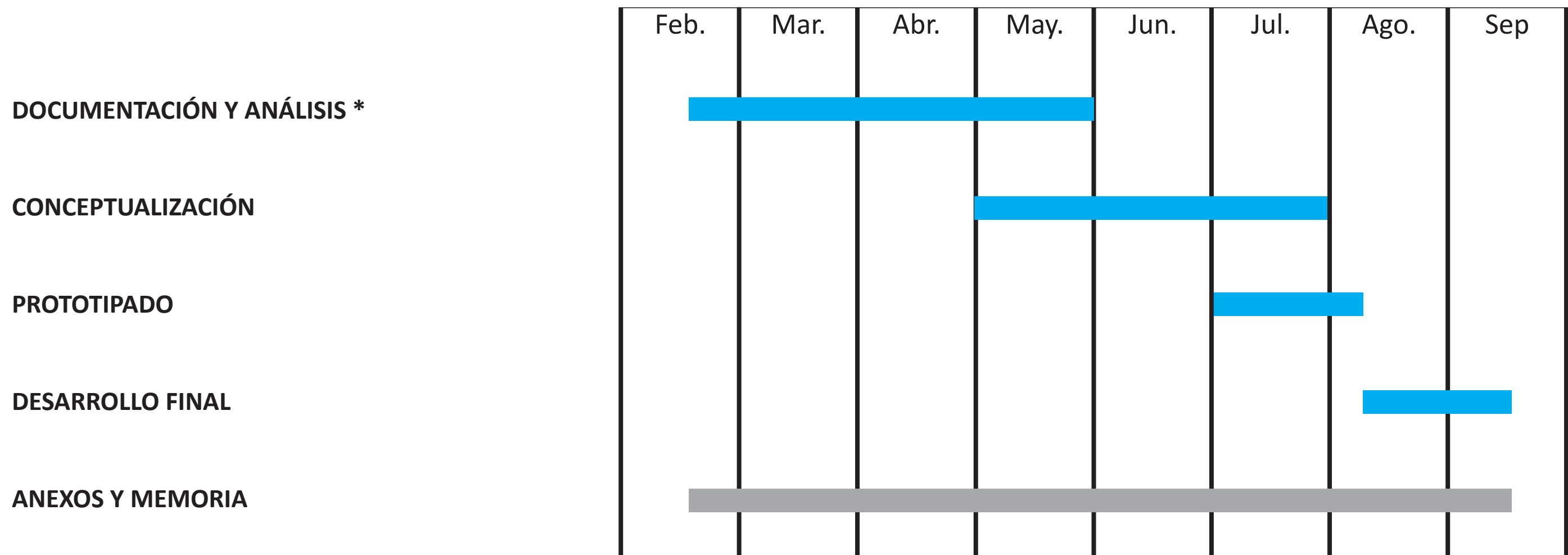
Se han empleado distintas herramientas para el desarrollo del prototipo, entre ellas nos encontramos con:

- Google Forms, para la realización de encuestas.
- Procreate, para el desarrollo de la iconografía y bocetaje de la interfaz.
- Figma, para el desarrollo de las pantallas de la interfaz y los prototipos.
- Prototipado a papel para hacer test de usuario.



Introducción

Planificación



*La parte de documentación y análisis se extendió tanto en el tiempo por ser el periodo con mayores complicaciones debido al Covid-19

FASE 1

Encuesta de usuario

Entrevista a Iñaki Muñoz

Estudio de mercado

Tendencia a un consumo sostenible

Estudio de interfaces

Encuesta de usuario

La encuesta

Después de lanzar una primera encuesta y tras analizar que elementos debían ser corregidos, se llevo a cabo una encuesta revisada a 126 usuarios, testada previamente con 5 usuarios.

La finalidad de la encuesta era saber el conocimiento de la población acerca de las impresoras de comida 3D y ver cuales son sus intereses actuales sobre este producto.

Para comenzar la encuesta se expuso una breve explicación, que pudiese ser entendida por usuarios sin conocimientos previos acerca del tema y se añadió un ejemplo de una impresora de comida 3D actual. Tras obtener los resultados, se realizó un primer análisis general y posteriormente se cercaron estos resultados por grupos de edad.

¿Qué es una impresora de comida 3D?

Una impresora de comida 3D es una máquina capaz de realizar objetos comestibles, creándolos capa a capa hasta formar la figura. Actualmente la cantidad de alimentos para usarla es limitada, pero se espera que vaya evolucionando con el tiempo.

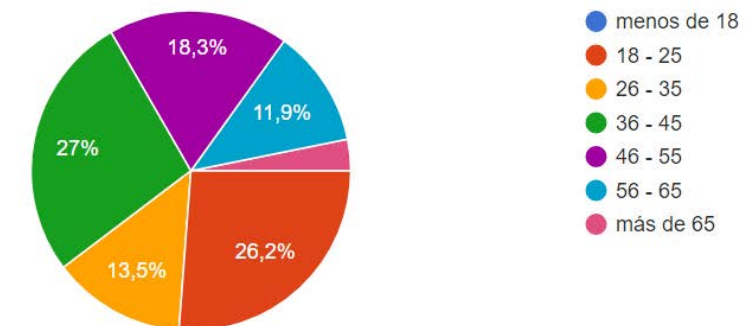
Ejemplo: Impresora de comida 3D ProCusini (versión simple y dual) imprimiendo pequeños objetos en chocolate y mazapán.



Primero se van a exponer las preguntas con los resultados y posteriormente se mostrarán las conclusiones.

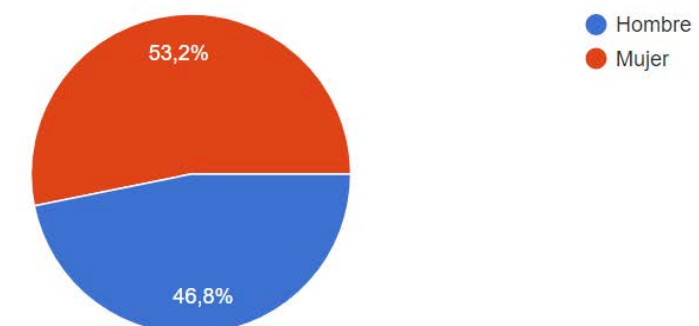
¿Qué edad tienes?

126 respuestas



Género

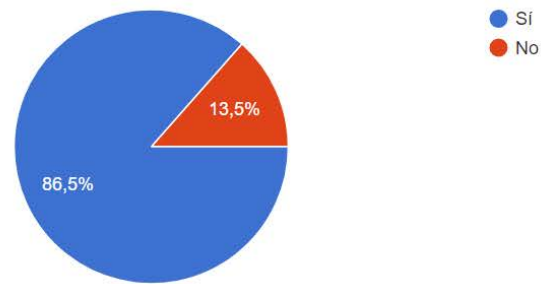
126 respuestas



Encuesta de usuario

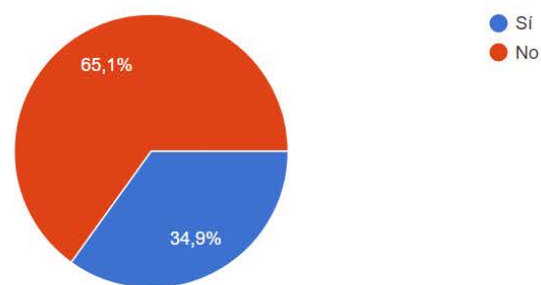
¿Había oído hablar de las impresoras 3D?

126 respuestas



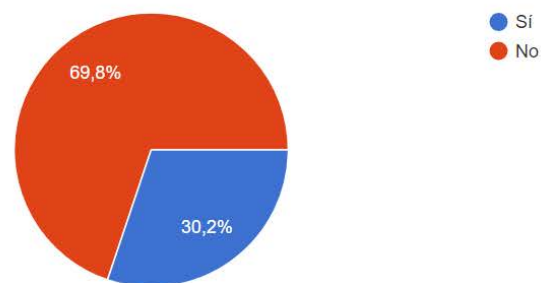
¿Sabía que ya hay impresoras 3D destinadas a la comida?

126 respuestas



¿Tendría interés en adquirir una en el futuro?

126 respuestas



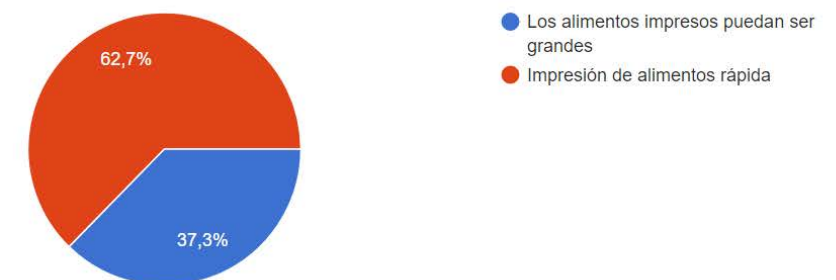
¿Qué prefiere?

126 respuestas



¿Qué prefiere?

126 respuestas



¿Qué prefiere?

126 respuestas



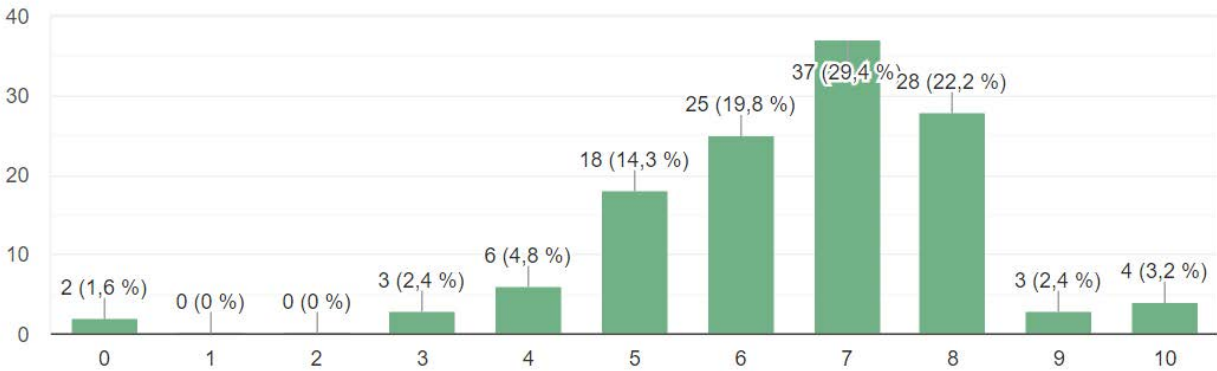
Encuesta de usuario

Valore las siguientes opciones

Siendo que al elegir "10" el precio crecería sustancialmente, valore la importancia que le da a las siguientes funciones

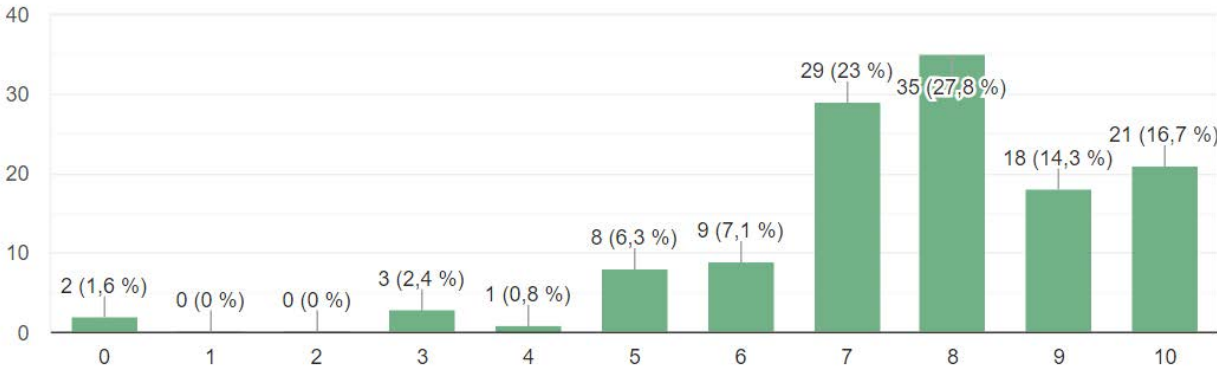
Un tamaño de impresión grande

126 respuestas



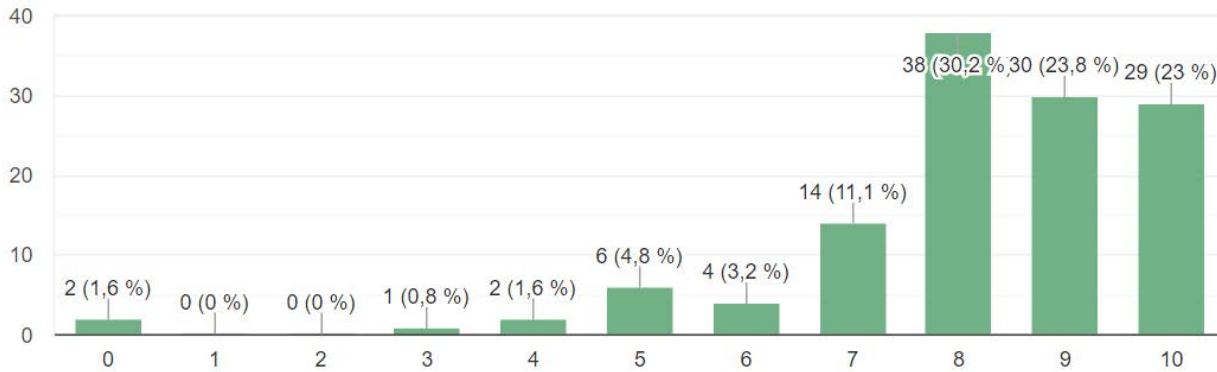
Alta velocidad de impresión

126 respuestas



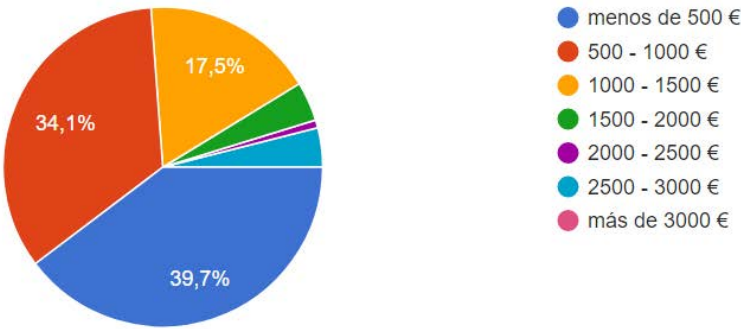
Poder usar varios alimentos para las impresiones

126 respuestas



¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?

126 respuestas



Encuesta de usuario

Análisis general

Con la encuesta inicial se han obtenido respuestas de 126 usuarios de rangos de edad muy variados. Esto permitirá sacar unos datos generales. Posteriormente se analizará si hay diferencias notables al separar los datos por grupos de edades.

Primero nos encontramos que la gran mayoría ya había escuchado acerca de las impresoras 3D, un 86'5% de los encuestados. Cada vez es más accesible la impresión 3D, pudiendo poseer una en casa desde precios muy económicos, por lo que no es un dato que sorprenda especialmente.

En cambio, cabe destacar que casi dos tercios del total no sabía que ya había impresoras 3D destinadas a la comida, un 65'1 % concretamente.

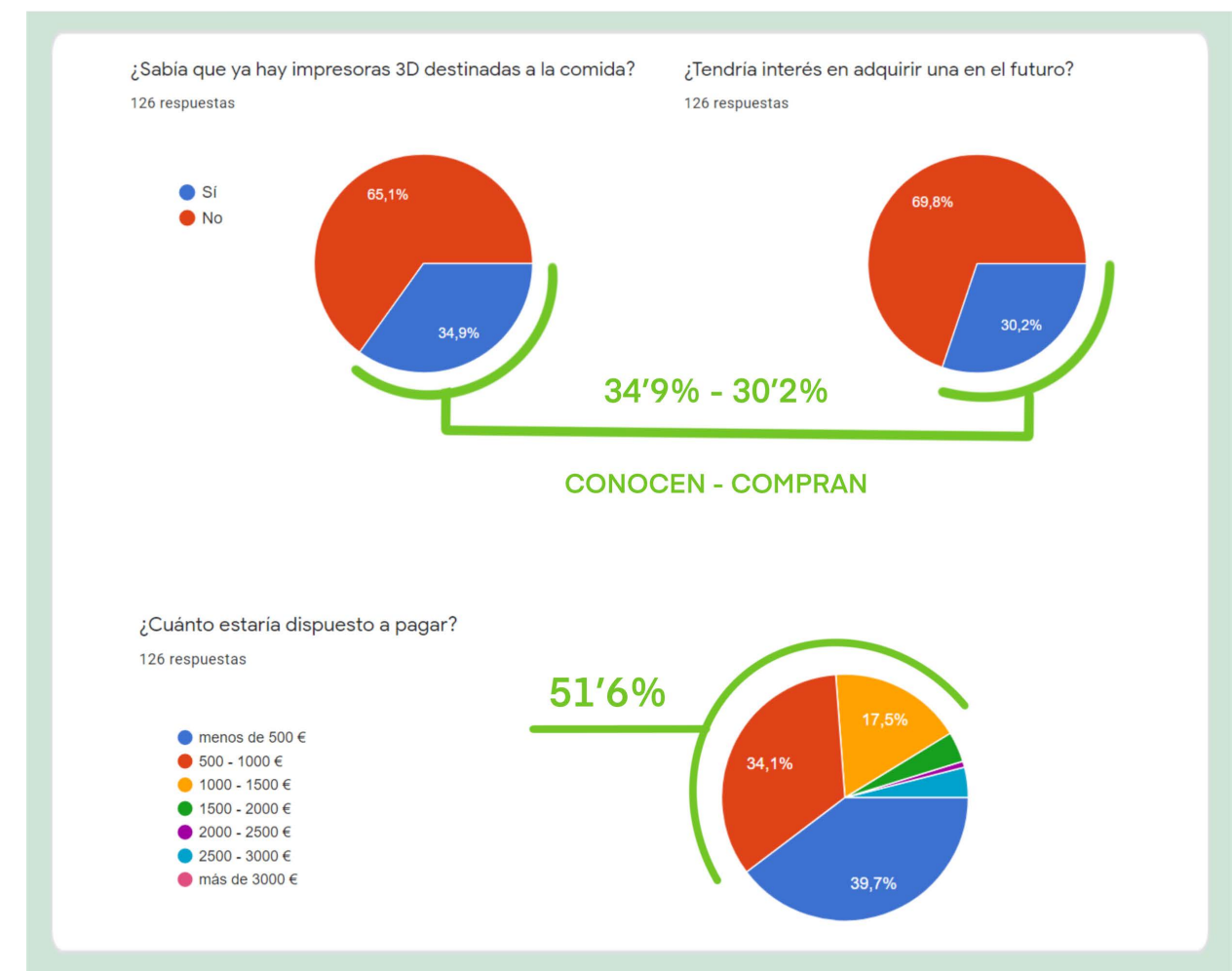
El porcentaje de gente que no está interesada en la adquisición de una impresora 3D de comida se acerca mucho al porcentaje de gente que desconocía su existencia. Un 69'8 % no está interesado. Estas cifras nos podrían indicar que falta información y desarrollo de estas impresoras.

También podemos decir que la gente tiene mayor interés por una impresora más completa y con más funcionalidades que una más sencilla. Han indicado que prefieren pagar más y tener la posibilidad de imprimir platos más elaborados, con varios alimentos. Además, tan solo un 25'4% de los encuestados preferiría uno producto portátil.

En cuanto al rango de precios que estarían dispuestos a pagar, podemos dividirlo en 2 grandes conjuntos:

- Un 39'7% no estaría dispuesto a pagar más que el mínimo propuesto, menos de 500 €.

- El segundo conjunto lo forman dos rangos de precio, el primero siendo un 34'1% dispuesto a pagar entre 500 y 1000 € y el segundo siendo un 17'5% dispuesto a pagar entre 1000 y 1500€. Sumando ambos porcentajes, un 51'6% del total está dispuesto a pagar precios más elevados.



Siendo que actualmente estas impresoras tienen un desarrollo muy prematuro y sus funciones están bastante limitadas, interpreto los resultados de forma optimista. El porcentaje de usuarios que habían oído hablar de las impresoras de comida y el porcentaje de interesados en adquirir una son muy similares. Además la mitad estarían dispuesto a pagar una cantidad por encima de lo básico.

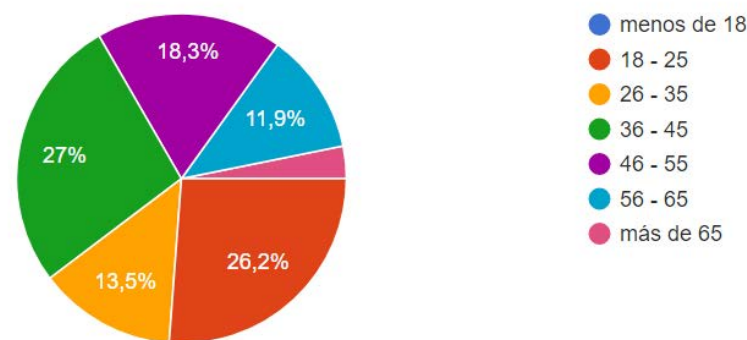
Encuesta de usuario

Análisis por edades

Ahora se van a analizar los resultados de forma más concreta, separando los datos por los grupos de edad más representativos. De esta manera podremos sacar conclusiones más específicas.

¿Qué edad tienes?

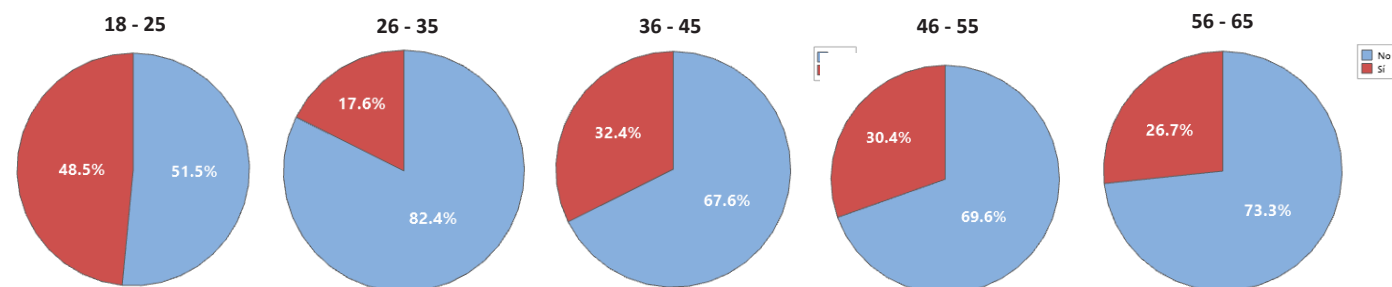
126 respuestas



Se van a comparar los 5 grupos más grandes que se pueden apreciar en el gráfico, descartando el grupo “más de 65” por su bajo porcentaje.

A continuación se van a mostrar los porcentajes por edades de las respuestas a las preguntas seleccionadas:

¿Sabía que ya hay impresoras 3D destinadas a la comida?

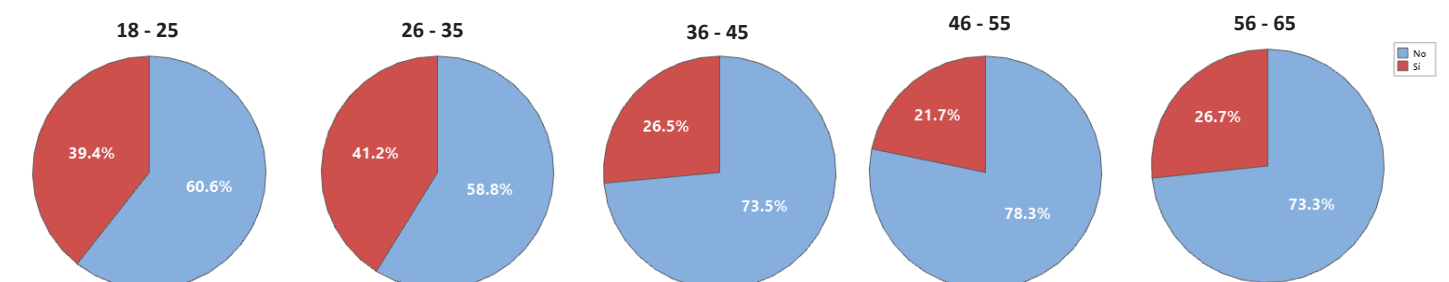


El grupo con mayor porcentaje es el de los 18 a los 25 años, siendo menos de la mitad los que conocían de la existencia de estas impresoras.

El grupo con menor porcentaje es el de los 26 a los 35 años, quizá por ser un grupo de edad que no es tan joven como para estar tan al día con las nuevas tecnologías como el anterior grupo, pero que tampoco tienen la estabilidad suficiente para adquirir una vivienda e interesarse por los posibles electrodomésticos disponibles.

El resto de grupos tienen un porcentaje muy similar, poco mayor que el anterior.

¿Tendría interés en adquirir una en el futuro?

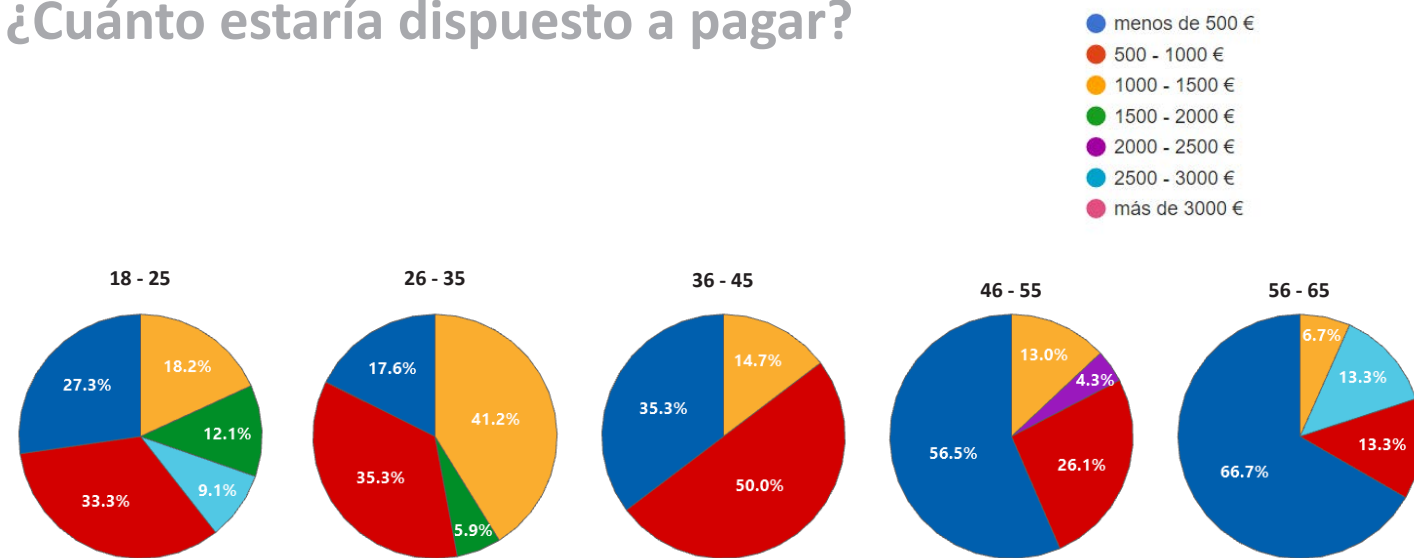


En cuanto al interés por la adquisición de una impresora de comida 3D, nos encontramos con los dos primeros grupos rondando el 40% de interesados, frente a los 3 grupos restantes, donde el interés es prácticamente 1/4 de los encuestados.

Se puede apreciar que hay un mayor interés en las generaciones más jóvenes, pero seguimos hablando de porcentajes bajos. Hay que recordar que no estamos hablando de intención de compra si no de interés.

Encuesta de usuario

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?



Respecto al precio que estarían dispuestos a pagar, en los 3 primeros grupos hay mayor interés por pagar cantidades mayores al mínimo. Podemos ver que el precio mínimo (menos de 500€) se encuentra en porcentajes pequeños.

En el grupo de 26 a 35 años, la opción “1000-1500€” destaca con respecto a los demás grupos.

En los dos últimos grupos, descende el interés por pagar precios altos y la opción “menos de 500€” toma protagonismo superando el 50%.

Conclusiones

Tras hacer el análisis por grupos de edad, se han llegado a las siguientes conclusiones:

En el grupo de gente más joven (18 a 25 años) es donde nos encontramos con un mayor porcentaje de personas conscientes de la existencia de las impresoras de comida 3D, siendo aun así menor al 50%. Esto nos indica que hace falta inversión en la impresión de comida, para crear un producto que genere mayor interés ya sea por sus funcionalidades o por la resolución de algún problema importante.

Los dos primeros grupos tienen mayor interés en estas impresoras. Abarcan la franja de edad desde los 18 a los 35 años. Tienen porcentajes muy parecidos, en torno al 40%. El resto de grupos solo están interesados cerca de 1/4 de los encuestados.

Los porcentajes de conocimiento de la existencia de estas impresoras y los de interés de compra son muy similares, lo que nos muestra que un aumento en el desarrollo y publicidad de estos productos podría llegar a abarcar una mayoría de potenciales usuarios.

Acerca de los precios que estarían dispuestos a pagar, en los 3 primeros grupos los porcentajes de precios superiores superan al porcentaje del precio mínimo.

Los resultados analizados sugieren que el desconocimiento de estos productos es la razón del bajo interés de compra y de la elección de precios más bajos. Pero este análisis nos lleva a pensar de forma positiva. Con el debido desarrollo e inversión en estos productos, se podría abarcar una gran cantidad de usuarios interesados. Este dato se demuestra con el porcentaje similar de conocimiento-interés.

Entrevista a Iñaki Muñoz

¿Quién es Iñaki Muñoz?

Iñaki Muñoz es un ingeniero técnico industrial con 20 años de experiencia en la refrigeración industrial. Es el creador de la empresa Oskook.

Le gusta cocinar y también tiene interés en lo que refiere al campo de la impresión 3D. Esto le llevó a detectar una posibilidad de mercado. Vió que en otros sectores hay grandes avances relacionados con la impresión 3D pero en la cocina no había ningún proyecto que le llamase la atención. De esta forma se lanzó a desarrollar su idea y creó la empresa Oskook, cuyo nombre viene de la mezcla “oskola” que es concha en vasco y “cook”, cocinar en inglés.

Nahia, es el nombre del producto que desarrolló, una impresora de comida dentro de un horno profesional. Tiene forma de prisma hexagonal y pueden colocarse en forma de panel si se requiere de una mayor producción. Las materias primas que usa para crear los platos son pastosas y líquidas. Entre ellas encontramos algunas como el chocolate, queso, masa de pan o clara de huevo, dando como resultado un producto cocinado o precocinado. Tiene la capacidad de variar la temperatura y humedad para freír, cocer, deshidratar y congelar, pudiendo combinar estos procesos.

El producto más innovador y el que le dio el nombre a la empresa, es la creación de una concha de mejillón comestible, a la vez que se imprime se va cocinando. El proceso tarda 7 minutos.



Su objetivo derivó a la creación de recetas y patentarlas con la impresora, para ofrecérselas a los cocineros que no tuviesen tiempo de innovar. Alquilan la impresora sin permanencia, de esta manera ofrecen la tecnología sin que los clientes tengan que comprometerse en caso de que no encaje con ellos.

La impresora está ideada para profesionales de la cocina, restaurantes, caterings, etc. Fue testada con varios chefs. Otros sectores mostraron interés, en concreto la industria alimentaria y el de formación culinaria. La industria busca testar nuevos productos de forma rápida y la formación dotar a los futuros cocineros de habilidades que necesitarán. Iñaki interpretó esto como el principio de la creación de una nueva profesión, el cocinero digital, que se encargaría de buscar una forma industrial de crear recetas y platos que puedan ser replicados con la misma calidad que un producto artesano.

En la imagen superior derecha se muestra el aspecto de la impresora de comida Nahia, con una pantalla para operar en la parte superior y el acceso a la zona de impresión en la parte baja.

En la imagen de la derecha vemos un plano de la zona de impresión. Podemos apreciar la impresión de las primeras capas de la concha de mejillón comestible y del uso del sistema de calor.



Entrevista a Iñaki Muñoz

Transcripción de la entrevista

- Buenos días, Iñaki.

- Buenos días.

- Tengo entendido que eres ingeniero técnico industrial.

- Eso es.

- ¿Me podrías hablar primero un poco de tu experiencia profesional?

- Yo estudié la carrera principalmente para conseguir la titulación, con el objetivo de firmar proyectos en la empresa familiar que tenía con mi padre. Era una empresa de refrigeración, en Bilbao, donde no había nadie dentro con la titulación, por lo que me puse el objetivo de sacar la carrera para eso mismo. A partir de ahí, entré en la empresa familiar, recorrí todo el camino y acabé realizando proyectos de obra completa en hostelería y alimentación, es decir tanto de refrigeración comercial como industrial.

Bilbao lo considero un pueblo, una plaza pequeña, si que es verdad que es considerada una importante capital a nivel de España e incluso hasta cierto punto a nivel mundial, pero realmente es una plaza pequeña. Dada nuestra situación, el negocio de la refrigeración propiamente dicho no daba para todo, por lo que decidimos cubrir también el equipamiento. En conclusión se podría decir que yo conozco un poco todas las tecnologías que hay en una cocina.

- ¿Desde que año comenzaste a interesarte acerca de la impresión 3D en términos generales?

- Pues la impresión 3D coincidió con el primer Basque Industri 4.0, serán unos 8 años o una cosa así.

- He leído que es desarrollado una impresora de comida, dentro de un horno profesional, ¿me podrías hablar un poco de ella?

- Efectivamente, la idea surgió a partir de que yo ya tenía una impresora de plástico para hacer mis piezas y mis diseños, era algo que me gustaba mucho, entonces al seguir toda la

actualidad acerca de la impresión 3D, vi que en el ámbito de la alimentación no había desarrollos importantes.

- ¿Eso sobre qué año sería?

- Fue hace 5 años y medio o 6 años, veía que casi todos los proyectos que había estaban basados en jeringuillas y era algo que no me terminaba de convencer. No había ninguna impresora de comida que imprimiese en cámara cerrada, eran proyectos que no los terminaba de ver nunca en una cocina.

Acerca del tema de las jeringuillas surgen varios problemas y son que hay que recargarlas manualmente y tienen muy poca capacidad, además si tratabas de usar una jeringuilla de mucha capacidad el problema se te iba en peso. Aparte están todas basadas en alimentos en forma de puré, salvo cuando se usa chocolate, eran todo purés y el resultado es básicamente 2.5D, como lo llamamos nosotros. Realmente es un 2D que está extruido hacia arriba, no había proyectos muy chulas.

Entonces con el objetivo de hacer formas más complejas, llegamos a la conclusión de que había que solidificar la receta, cocinándola. Así pues, lo que hicimos fue meter las tecnologías de un horno profesional, en una cámara cerrada con la impresora 3D. Y ese es un poco el producto que desarrollamos, le metimos frío y calor, metimos una lámpara de infrarrojos, que es la que está justo en el brazo y bueno, el objetivo era cocinar tanto hacia frío, como para hacer helados o incluso deshidratar para las pastas, además de cocinar en caliente. La verdad que la mayor parte de las recetas se desarrollaron calentando.

- ¿El método de calentamiento que utiliza vuestro producto es mediante infrarrojos?

- Usamos el infrarrojo aparte de controlar la temperatura de la cámara, el infrarrojo es una mezcla de calor de microondas y calor de convección. El microondas tiene capacidad de entrar en el alimento y el infrarrojo entra como 1 o 2 milímetros dentro del alimento, tiene capacidad de eso, pero también dora por el exterior, tiene esa dualidad. Entonces encajaba muy bien como tecnología para calentar, porque capa a capa la íbamos pudiendo cocinar. El problema era que solo cocinábamos la capa más cercana y un poco las de abajo pero en cuanto aumentaba la distancia disminuía mucho la capacidad. Por lo tanto había que combinar el calor en la cámara (incluso el frío para también enfriar el producto si había sometido a mucho calor), con el calor de los infrarrojos.

Entrevista a Iñaki Muñoz

- ¿Cómo funciona la opción de enfriamiento?

- Con un intercambiador. Tiene un circuito de agua fría y otro de agua caliente, a través de un ventilador y con el intercambiador metiendo agua fría, enfriábamos la cámara.

- ¿Tienes pensado lanzar el producto en un futuro?

- Lo lanzamos, sobretodo en la época de los vídeos que te he pasado, en esa época peleamos la zona norte, de Madrid para arriba. Llegamos a bajar hasta Valencia pero ahí nos dimos un buen batacazo.

- ¿No llegó a lo que esperabais?

- No, no llegamos. Pasamos a usar un modelo de alquiler muy rápido, porque vimos que el desembolso de la máquina, al principio sobretodo, era difícil y aparte luego el problema era que nosotros técnicamente habíamos desarrollado la máquina, pero las recetas había que desarrollarlas y los cocineros no tenían tiempo o dinero para hacerlo.

- Es decir, el problema es que es un aparato muy costoso, no está desarrollado de forma industrial para poderlo fabricar en masa y que además hace falta interés para darle un uso continuo.

- Eso es. Además todo el software actual está desarrollado para el plástico, para el mundo de la alimentación no hay nada. El slicer que se usa para la impresión 3D tradicional, nosotros le tuvimos que modificar los parámetros que se usaban para plástico y convertirlos en parámetros de impresión de alimentos. En el caso del plástico tiene un flujo continuo, es decir, no varía el caudal y en cambio en el alimento tu puedes estar variando caudal, de hecho, para cada alimento los caudales varía mucho. Entonces había que desarrollar un nivel más de software para cocinar en 3D, porque la diferencia es como dibujar con un bolígrafo o con una pluma, con una pluma según la presión que haces puedes tirar más o menos tinta, en cambio un bolígrafo es una línea continua. Así que con los alimentos pasa eso, es como dibujar con la pluma, además de que cada “tinta” es diferente.

- Entonces, ¿ahora mismo el proyecto en qué estado se encuentra?

- Hace poco lo hemos parado, lo hemos tenido en la escuela de hostelería de Bilbao y lo hemos parado un poco por falta de fondos. Ahora mismo la impresión 3D de alimentos está muy poco financiada.

- De momento es muy limitado ¿no?, en cuanto a desarrollo.

- Hace falta mucha inversión para desarrollar un producto atractivo y no te digo ya, un producto que resuelva problemas. De momento la impresión 3D de alimentos es algo de cara estética, entonces, al final cuando la gente se plantea comprar una impresora 3D de alimentos o la haces basándola principalmente en la estética o no la compran. Yo creo que estas impresoras tienen que resolver algún problema, por ejemplo una de las líneas de investigación era que sirviese para dosificar medicamentos.

- ¿Dosificar medicamentos a través de los alimentos?

- Eso es, tu imagínate que tienes un alimento en el que tienes encapsulado SINTROM, el medicamento que se usa para regular la densidad de la sangre, cada paciente necesita tomar una cantidad de SINTROM diferente, pues eso lo podríamos hacer escalando el tamaño de la concha de mejillón (es el producto principal que tienen desarrollado para imprimir en 3D). Ahí resuelves un problema, entonces el interés en el producto da un salto importante. En cuanto a estética, pues no resolvimos ningún problema y no nos compraron la máquina.

- ¿Ahora mismo tienes actualizada la información de las impresoras de comida 3D que hay en el mercado?

- Hace un tiempo que no la actualizo, pero no ha variado mucho, tienes los de Foodini en Barcelona, que no terminan de arrancar y empezar a comercializar su producto. Tienes en Navarra a COCUUS que hace corte por láser, lo llaman impresión 3D pero no lo es. Y luego toda esa gama de maquinillas que desde el cariño yo las llamo de juguete, que no tienen mucho sentido en una cocina ya que usan jeringuillas y en cámara abierta, por lo que dependiendo de la temperatura, usar una máquina que emplea chocolate es delicado. Fue lo primero que intentamos y vimos que para utilizar un chocolate profesional tienes que tener controlada la

Entrevista a Iñaki Muñoz

temperatura y la humedad de donde estás extruyendo el chocolate. Entonces lo dicho, esas maquinillas que hay en cámara abierta y con jeringuilla, son juguetes, son chulos y molones pero no les veo mucho futuro.

- ¿Ahora mismo cómo ves el futuro la impresión de comida 3D?

- Si hay algo que puede funcionar en breve es lo que ofrecen los de COCUUS, porque solucionan los problemas de la impresión 3D, que son la velocidad y el acceso a recetas. Usan la “trampa” de que dicen que son más rápidos, pero claro, luego eso hay que meterlo en un horno. Entonces, si tu en el proceso que utilizan, cuentas el tiempo de operación entre que metes la placa de alimento a la máquina de COCUUS, la cortas con láser, la sacas, preparas la bandeja, la metes al horno y la sacas, terminas consiguiendo tiempos de cocinado bastante altos.

En cuanto a su imagen, como es un producto de “valor añadido” puede merecer la pena. En breve solo veo que puedan funcionar ellos, creo que la impresión 3D de alimentos necesita de las dos cosas que hemos hablado un poco, una inversión alta, es decir, hay mucho que desarrollar y luego se tienen que resolver problemas, es decir, la alimentación infantil, la disfagia (que son problemas para masticar los alimentos o para deglutirlos). También temas de medicamentos, pero ahora la normativa no lo permite, hay algún proyecto en Londres que lo está intentando llevar a cabo, con el apoyo de alguna universidad inglesa. Tengo el miedo de que se convierta en una tecnología que fue muy atractiva en su día pero que no llegó o llegará a despuntar.

- ¿Crees que de aquí a 10 o 20 años podría ser una parte más de la cocina común?

- Si, si cumplimos estos pasos. Tiene que haber un gran proyecto que sea capaz de desarrollar un montón de cosas, hay mucho trabajo por hacer. El problema de la inversión en start-up como la nuestra, es que es muy limitada. Está muy bien decir que las empresas pueden pivotar y todo eso, pero como no aciertes a la primera o como mucho a la segunda, has fundido toda tu inversión y no te da tiempo a pivotar. En cuanto a la universidad, se tiene que meter a ello y tiene que haber ahí interés y fondos.

- Si se diese el caso de que en ese rango de años hubiese una evolución en cuanto a tener menos limitaciones y tener capacidades interesantes, contando con que sería un producto más conocido y atractivo para la población, ¿cuánto crees que estaría dispuesto a pagar la gente por tener una en su cocina?

- Hay dos sectores amplios, uno es el de la hostelería y otro es el doméstico. En el sector doméstico se va a querer pagar muy poco, de hecho yo creo que nunca triunfará como una técnica independiente, uno lo comprará porque está en su microondas o en un horno de convección, pero no como una técnica independiente. En hostelería, las nuevas tecnologías son bien recibidas y las pagan, por eso nosotros nos fuimos en un primer momento a hostelería. Nosotros posicionamos el producto en 10000-20000 € y hubiésemos conseguido un grado de desarrollo mayor, si lo hubiesen comprado.

Dentro de la hostelería hay una presión brutal por innovación, por hacer cosas diferentes y a lo que se dedican ahora es a combinar técnicas existentes, hay muy poco producto nuevo. Desde que Ferran Adrià dejó inventar en la cocina, no hay muchas nuevas herramientas. Meter una herramienta nueva en hostelería, que les permita innovar, es revolucionario, de hecho eso si que lo medíamos, es decir, los hosteleros querían trabajar con nuestra máquina. El problema es que no tenían tiempo y ahora después del coronavirus pues imagínate, menos aún. En conclusión éramos un proyecto muy molón pero no terminábamos de convertirnos, nos faltaba el que nos comprasen.

Si estuviese todo desarrollado, es probable que la hostelería fuese el primer sector en comprar. En la industria también se nos acercaron bastante, porque el salto es esto ¿no?, si tenemos una receta de una concha de mejillón comestible y tiene éxito es muy fácil luego industrializarla. Entonces pasar de producciones profesionales a producciones industriales, al final es multiplicar el número de extrusores. Un poco enfocamos por ahí los tiros.

- Entonces si se tuviesen unas capacidades que con el desarrollo tecnológico actual no vemos, pero que podrían llegar para dentro de 10 o 20 años, ahí si que podría ser un producto más atractivo para la población normal? Si les soluciona problemas o le añade un valor que no consideramos ahora ¿no?

- Eso es, nosotros no lo conseguimos, realmente tecnológicamente tenemos todo para desarrollar, menos dinero. Entonces si pones a 100 ingenieros, en vez de en 10 años, conseguimos un proyecto molón en 1 año, si pones a 10 ingenieros pues son 10 años y si pones a un inge-

Entrevista a Iñaki Muñoz

niero loco y descerebrado pues es inviable. Por ahí va un poco el juego, tecnológicamente no hace falta nada más, solo desarrollo del producto.

- ¿Tienes en mente o en desarrollo algún otro proyecto acerca de la impresión de comida?

- Digamos que eso es lo que tenemos desarrollado, evoluciones de eso hay muchas. Desarrollado o estudiando digamos, pero ya nos dispersamos bastante como para intentar mirar más cosas. Se valoraron por ejemplo la idea de desarrollar cubitos de hielo especiales, jugar con la idea de que un cubito de hielo además de enfriar, gasificase la bebida mientras se fuese derritiendo. En discotecas de nivel podría ser una locura, además se podría dar la opción de poder personalizarlos. Hay un montón de cosas que se pueden desarrollar, pero es lo que te digo, falta inversión.

- De acuerdo Iñaki, ha sido un placer poder hablar contigo y te agradezco mucho que me hayas podido atender para realizarte esta entrevista. Muchas gracias.

- Gracias a ti, un saludo.

Conclusiones

A raíz de la entrevista realizada a Iñaki Muñoz, se alcanzaron las siguientes conclusiones en lo que concierne al ámbito de la impresión de comida 3D:

- Actualmente, es necesaria una gran inversión en los proyectos de impresión de comida 3D para que se pueda llegar a desarrollar un producto tangible. Es imprescindible que se desarrolle un producto atractivo que resuelva problemas.

- Una de las posibilidades de desarrollo más prometedoras es la dosificación de medicamentos en los alimentos impresos. Sin embargo, actualmente en España la legislación no lo permite.

- Las impresoras de comida 3D en la actualidad son muy limitadas y casi todas sirven para hacer detalles y decoraciones, no platos complejos.

- Estos productos generalmente imprimen comida en cámara abierta, por lo que no se puede controlar ni la temperatura ni la humedad del entorno en el que se produce la impresión. Según los alimentos con los que se trabaje, esta impresión en cámara abierta puede generar problemas a la hora de producir un modelo.

- Los tiempos de operación para producir las impresiones son demasiado largos.

- Otras oportunidades de desarrollo nombradas son resolver problemas tan importantes como la disfagia y la alimentación infantil. Con la impresión de formas atractivas a base de alimentos naturales se podría conseguir que los niños comiesen platos que de otra forma no serían de su interés. En el caso de la disfagia, el planteamiento es similar. Las personas mayores que sufren dicha enfermedad terminan perdiendo el apetito y no consiguen los nutrientes que necesitan debido al efecto que les produce poder alimentarse únicamente de platos blandos. Con la impresión de comida se podrían realizar platos con estética similar a productos sólidos, además de usar mezclas más apetitosas.

- Es imprescindible una gran inversión en el desarrollo de recetas y alimentos para la impresión de comida 3D. Para ello es preciso trabajar con profesionales de la cocina o de otros ámbitos relacionados con los alimentos, como, por ejemplo, químicos o profesionales de tecnología de los alimentos.

Estudio de mercado

Introducción

Las impresoras de comida 3D actuales no son como las que podemos ver en las películas de ciencia ficción, donde imprimen platos complejos, elaborados a la perfección. Actualmente, las impresoras de comida solo son capaces de trazar formas, más o menos complejas, con pastas comestibles extruidas por unas boquillas. Funcionan de forma similar a las impresoras 3D de extrusión actuales, destinadas a la impresión en plástico u otros materiales análogos.

En estos momentos hay muchas limitaciones en cuanto a los alimentos que pueden ser usados en las impresoras de comida 3D. El alimento más común de impresión es el chocolate, pero hay impresoras que permiten usar otros alimentos dulces y salados.

En cuanto a las formas que se pueden imprimir, nos encontramos con estructuras con limitaciones en su complejidad y formas 2D con altura (también denominadas 2.5D). Algunas impresoras son capaces de imprimir modelos 3D algo más complejos, aunque los acabados no están muy pulidos. Pero como ya se ha mencionado, estas figuras tienen bastantes limitaciones en complejidad y tamaño.

Actualmente estas impresoras solo pueden elaborar figuras de comida por capas, mediante la extrusión del alimento a través de una boquilla. La gran mayoría utiliza un sistema de jeringas para almacenar y extruir el alimento.

A continuación se va a hacer un amplio análisis de las impresoras de comida en 3D más relevantes que hay en la actualidad. A su vez se analizará el software de cada impresora. De esta forma se podrán sacar unas conclusiones, con las cuales podremos ver las limitaciones y oportunidades con las que nos encontramos hoy en día.



Estudio de mercado

Tabla comparativa

		Precio (€)	Tamaño Impresión (mm)	Velocidad (mm/s)	Varios alimentos	Varios materiales a la vez	Pantalla	Portabilidad
<div>POSITIVO</div> <div>REGULAR</div> <div>NEGATIVO</div>	Natural machines Foodini	3658	257 (Ø) x 110	—	SÍ	SÍ	SÍ	NO
	Print2Taste Mycusini	398	105 x 105 x 70	—	NO	NO	NO	NO
	byFlow Focus	3900	208 x 228 x 150	60	SÍ	NO	NO	SÍ
	Choc Edge Choc Creator V2 Plus	1915	180 x 180 x 40	7 - 22	NO	NO	SÍ	NO
	Structur3D Discov3ry 2.0	1190 (+ impresora)	(Depende impresora)	30 - 300 (Depende impresora)	SÍ	NO	(Depende impresora)	NO
	MMuse Touchscreen	5225	160 x 120 x 150	30 - 60	NO	NO	SÍ	NO
	Print2Taste Procusini 4.0	2362 (simple) 3314 (dual)	250 x 150 x 100	—	SÍ	NO (Simple) SÍ (Dual)	NO	NO
	Wiiboox Sweetin	1843	95 x 80 x 90	15 - 70	SÍ	NO	SÍ	NO

Estudio de mercado

Natural Machines Foodini



Introducción

Considerada una de las mejores impresoras 3D de comida del mercado, Natural Machines nos presenta Foodini. Gracias a su variedad de tamaños de boquilla y el poder usar varias cápsulas con comida, es capaz de imprimir gran cantidad de platos distintos. Puede hacer platos con varios alimentos, incluyendo hamburguesas y pizza.

La finalidad por la que está diseñada, es para promover la comida sana y la creación de platos con alimentos naturales. Se enfoca a centros de rehabilitación como y cocinas profesionales.

En vez de hacer uso de un plato rectangular para la impresión, Foodini tiene un plato circular hecho de cristal Pyrex, el mismo que se usa generalmente en los microondas. La cámara de impresión tiene un control de temperatura y la impresora es capaz de tener hasta 5 cápsulas de acero inoxidable intercambiables automáticamente, donde se encuentran los alimentos para la impresión.

Nombre	Natural Machines Foodini	Lanzado	2015
Material	Pastas	Dimensiones impresora (mm)	458 x 430 x 430
Uso	Caterings	Peso (kg)	20
Volúmen impresión (mm)	257 (diámetro) x 110 (altura)	Precio	3658 €
Diámetro boquilla (mm)	0.8, 1.4, 4	Velocidad	—



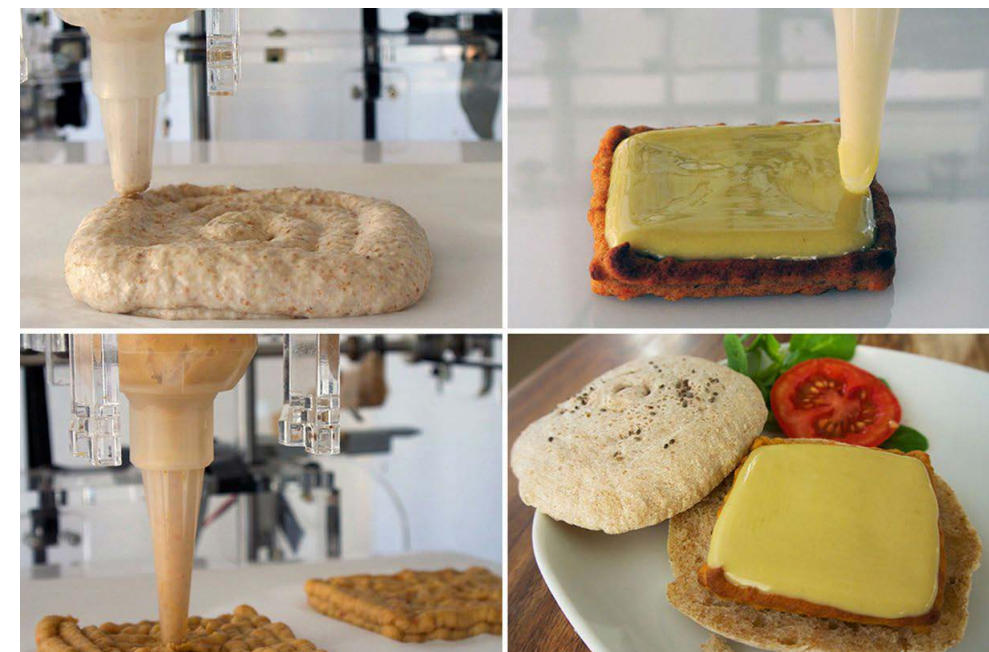
Estudio de mercado

Desarrollo

Como tantas otras impresoras de comida, la Foodini funciona con un sistema de cápsulas. En ellas se almacena el alimento a extruir, que lo hace a través de una boquilla.

La impresora ofrece la posibilidad de imprimir tanto platos principales, como una guarnición o adornos para el plato. Las creaciones pueden ser servidas directamente, cocinadas al horno, congeladas o deshidratadas. Nos ofrecen una gran variedad de opciones gracias a su versatilidad de platos. Tras optimizar un plato a imprimir, puedes guardar el proceso en su aplicación Foodini Creator e imprimirlo más adelante con precisión.

Foodini permite utilizar casi cualquier tipo de ingrediente, primero el usuario ha de preparar los ingredientes, de forma que se quede una mezcla espesa y homogénea. Después, se rellenan las cápsulas para que finalmente, se imprima el modelo elegido mediante la extrusión de los alimentos. La impresora cuenta con una gran variedad de boquillas. Además puede usar hasta 5 cápsulas, lo que permite crear platos con varios alimentos distintos.



Foodini permite imprimir sobre cualquier superficie plana que quepa dentro de la impresora. Por ejemplo, varios tipos de platos, una losa de teja, una galleta o encima de una tarta. De esta manera, no solo permite crear platos completos si no que también puede ser usado para decorar una tarta de cumpleaños, o incluso para hacer unos cereales. Entre los platos que podemos imprimir, nos encontramos con hamburguesas o incluso pizzas, a las que hay que añadirle los condimentos de forma manual. En el caso de la pizza debe ser cocinada al horno después de su impresión.



Estudio de mercado

La impresora de comida 3D Foodini cuenta con una pantalla táctil de 10". Sirve para operar con la aplicación incorporada Foodini creator, lo que permite manejar la impresora sin necesidad de otros dispositivos.

En cuanto a la estética del producto, nos encontramos con una forma cubica, con acabados redondeados y un color negro en el exterior que resalta con el blanco de su interior. El interior está iluminado y nos permite ver qué se está imprimiendo.



Para acceder al interior, ya sea para retirar el plato terminado, para recargar las cápsulas o para realizar mantenimiento, hay que abrir la compuerta que ocupa toda la cara frontal de la impresora.

En la puerta nos encontramos con la sujeción donde se colocan las 5 cápsulas. Estas cápsulas son seleccionadas por la impresora de forma automática en el proceso de impresión. Cada cápsula tiene una capacidad de 100 ml, lo que aporta a la impresora un máximo de 500 ml para imprimir, antes de tener que rellenar. Eso en caso de que no se elijan distintos materiales y unos se agoten antes que otros. A su vez, la cápsula puede ser calentada hasta un máximo de 90 grados, cuando se está usando para su extrusión.

El plato elegido se imprime sobre una base rotatoria, que tiene un diámetro de 278 mm, aunque como se ha mencionado con anterioridad, puede imprimir sobre determinados productos puestos sobre la base.

El tamaño máximo de impresión, contando que se hace sobre la base, es de 110 mm de altura por un diámetro de 257 mm.

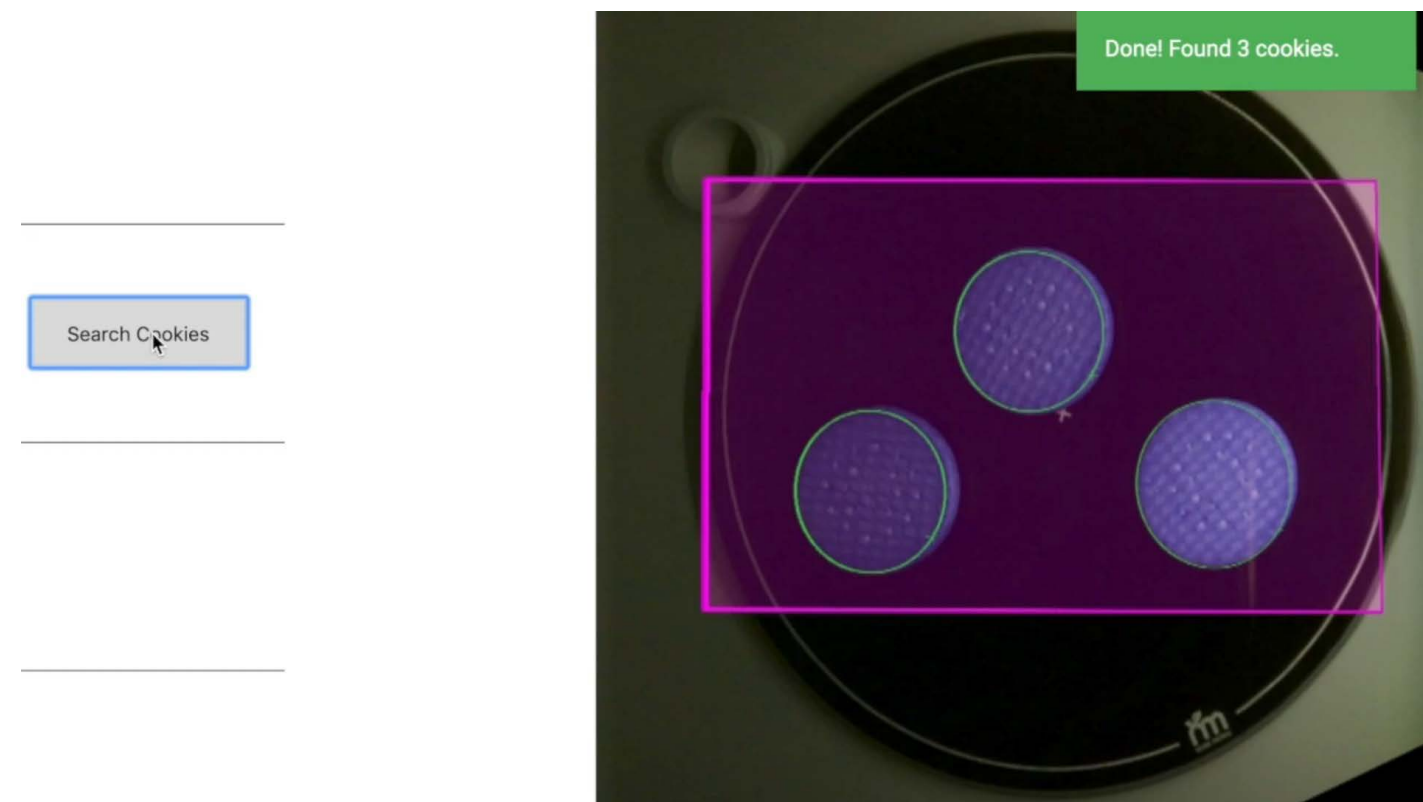
La limpieza de la impresora es muy sencilla, ya que las únicas zonas en contacto con alimento son las cápsulas y la superficie de impresión.

En cuanto a los materiales de los componentes nos encontramos con:

- Cápsulas de acero inoxidable 18/8 o 304, siendo el más indicado en contacto con comida.
- Las piezas de plástico de los distintos componentes son de policarbonato o polopropileno, ambos aptos para el contacto con comida y libres de BPA.
- Anillos de silicona seguros para su contacto con alimento.
- Base de silicona para el plato hecho de silicona platinum, la de mayor calidad para su uso con alimentos.
- El plato, compuesto de cristal pyrex, apto para su uso en altas temperaturas.

Estudio de mercado

La impresora cuenta con una función para el reconocimiento de superficies, como por ejemplo galletas. Esta función permite la impresión de decoraciones o determinados elementos, sobre superficies de distintos alimentos ya preparados.



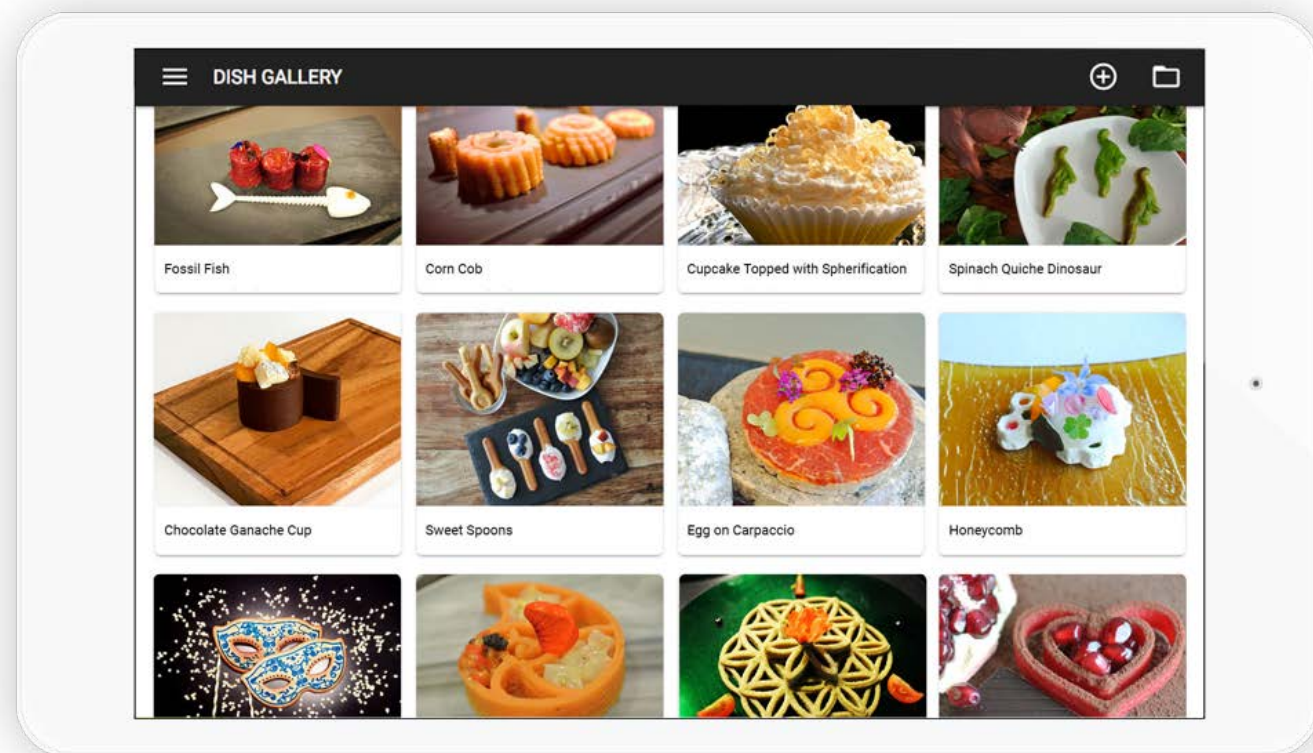
Además, están trabajando en lo que será una versión “pro” de esta impresora. Esta permitirá cocinar los alimentos impresos mediante el uso de un láser. Esto abre paso a muchas posibilidades nuevas, aparte del ahorro de tiempo y pasos de cocinado a seguir. Siempre que esta nueva función opere correcta y eficientemente.



Estudio de mercado

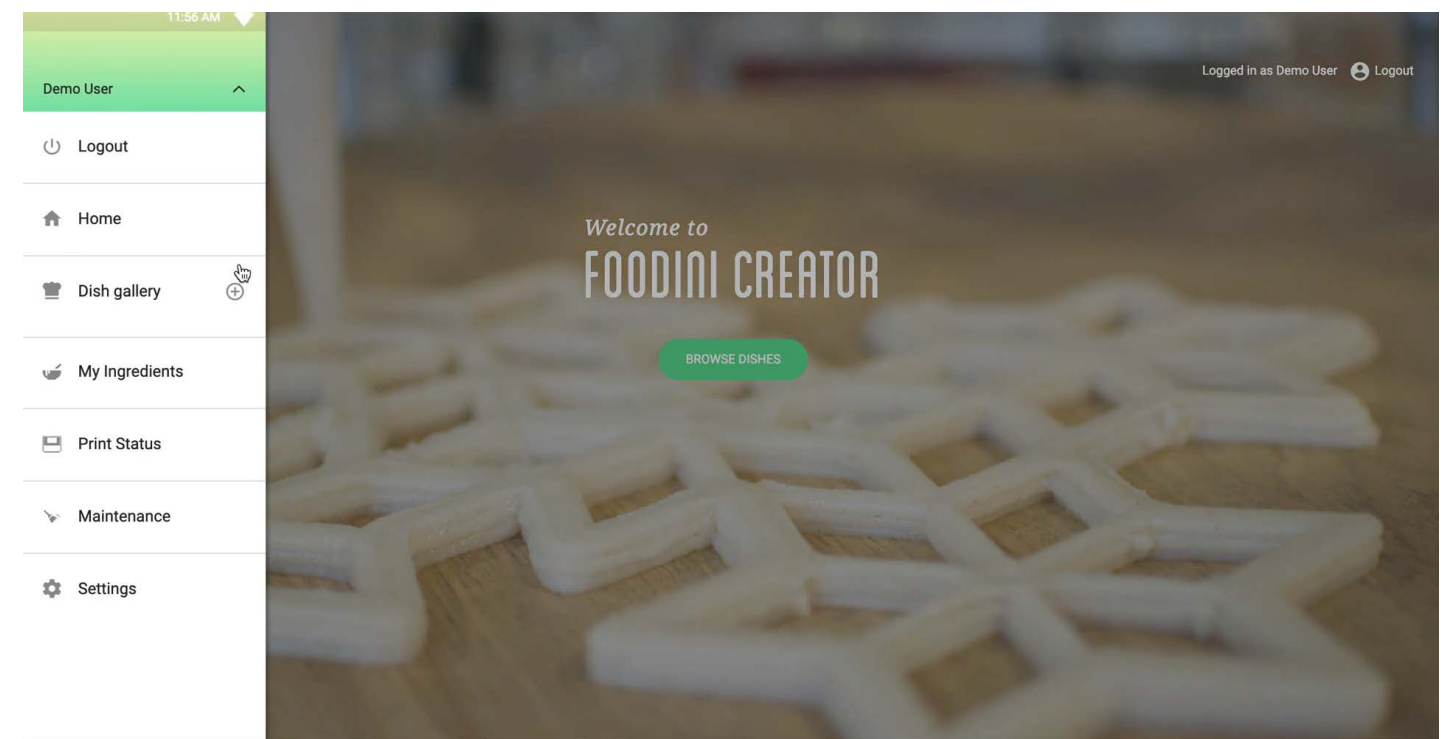
Foodini Creator

En la propia impresora contamos con una gran cantidad de formas guardadas por defecto. Además, con la aplicación Foodini Creator se pueden crear diseños propios. Es una aplicación fácil de usar que viene preinstalada en la impresora. En la librería de formas podemos empezar nuestros diseños y recetas, o crearlas desde cero con las herramientas que nos facilitan. Foodini Creator también se puede usar a través de una tablet o un ordenador, de forma que no tienes que estar junto a la impresora. Nos proponen que creemos nuestras impresiones en la comodidad de una silla o sofá, lejos de la cocina.



La interfaz de la aplicación está más cuidada que en el resto de impresoras de comida 3D estudiadas.

Primero nos encontramos con la pantalla de inicio, desde la que accedemos al menú:

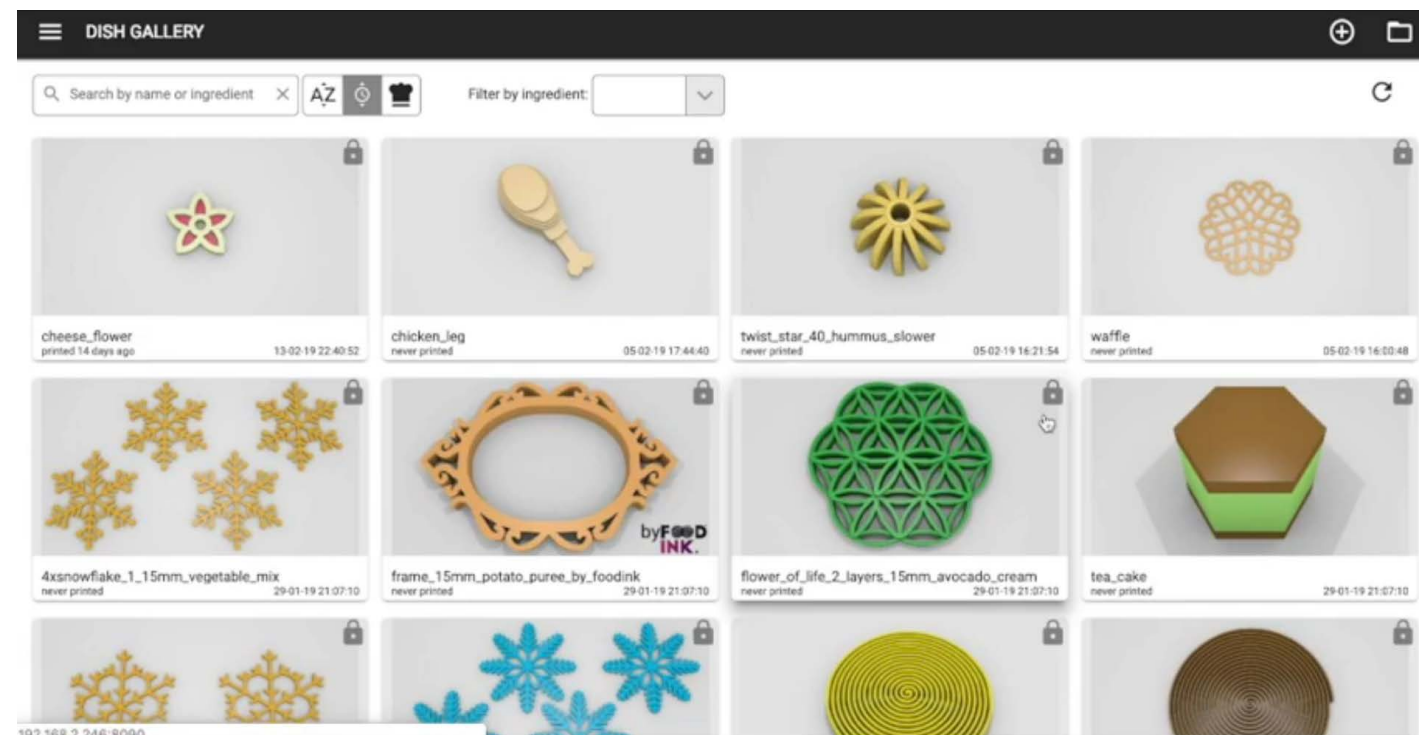


En ella encontramos las distintas opciones:

- Dish gallery, donde podemos abrir la colección de formas guardados
- My ingredients, si queremos añadir ingredientes nuevos y personalizarlos.
- Print Status, nos muestra el estado en el que se encuentra la impresión, si hay alguna en marcha.
- Maintenance, nos permite hacer un seguimiento del mantenimiento de la impresora.
- Settings, donde accedemos a la configuración general

Estudio de mercado

Dish gallery

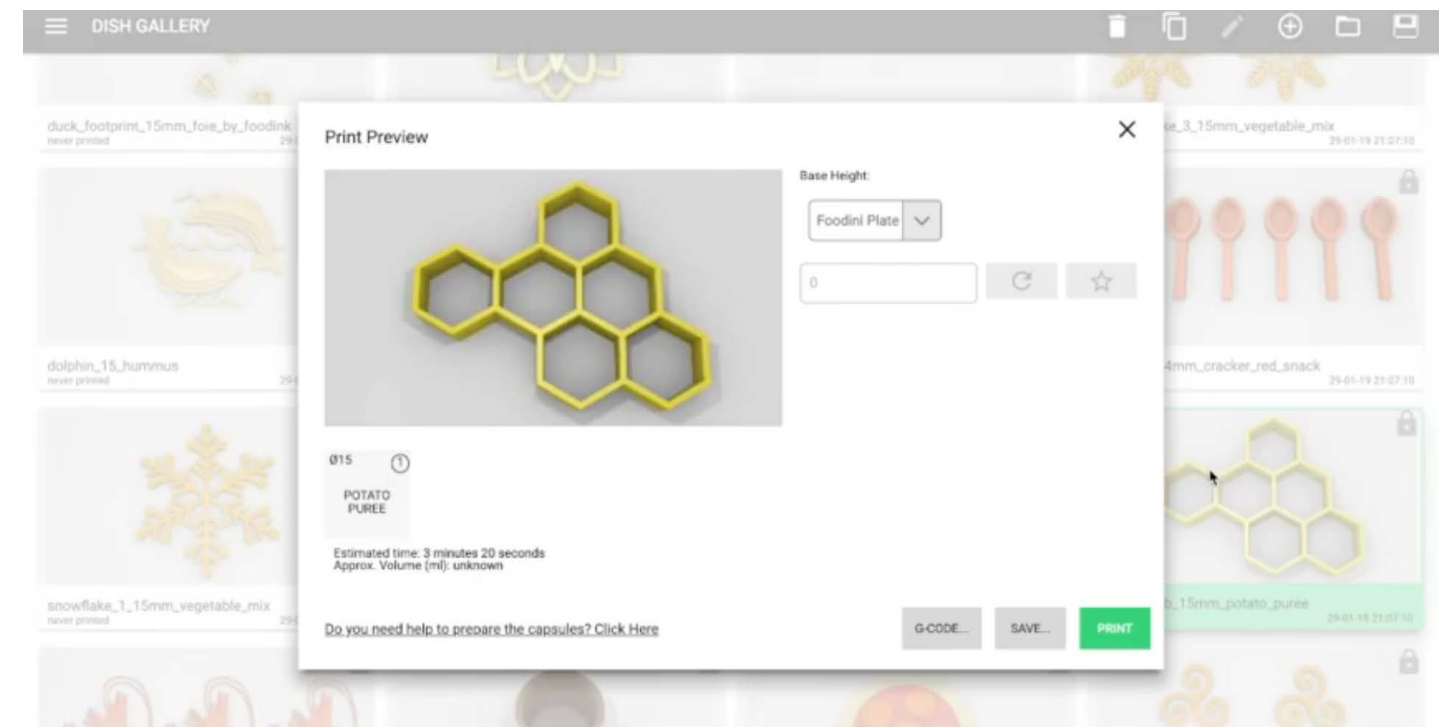


En la imagen superior podemos ver lo que nos encontraríamos al abrir el apartado Dish gallery. Aquí encontramos los diseños ya existentes y los que hayamos guardado nosotros.

Se nos permite buscar la receta por el nombre o por uno de los ingredientes que tenga asignada la receta.

La representación gráfica de los modelos es clara y aprovecha bien el espacio de la pantalla para mostrarnos las recetas disponibles. Debajo de la imagen de cada modelo, se nos muestra el nombre, si se ha impreso alguna vez y la fecha de adición. Todo de forma bastante sobria y poco atractiva. Además la información aparte del nombre se considera irrelevante.

Cuando seleccionamos el modelo que queremos imprimir, se nos muestra la pantalla de la página de la derecha.



Se nos muestra una representación en 3D de como es el plato a imprimir, además de varias opciones configurables.

Nos pide seleccionar cuál es la altura de la base sobre la que se va a imprimir el diseño elegido. Aquí podemos seleccionar alturas ya predefinidas o podemos insertar manualmente la altura que precisemos, ya sea por ejemplo porque queremos imprimir sobre una tarta.

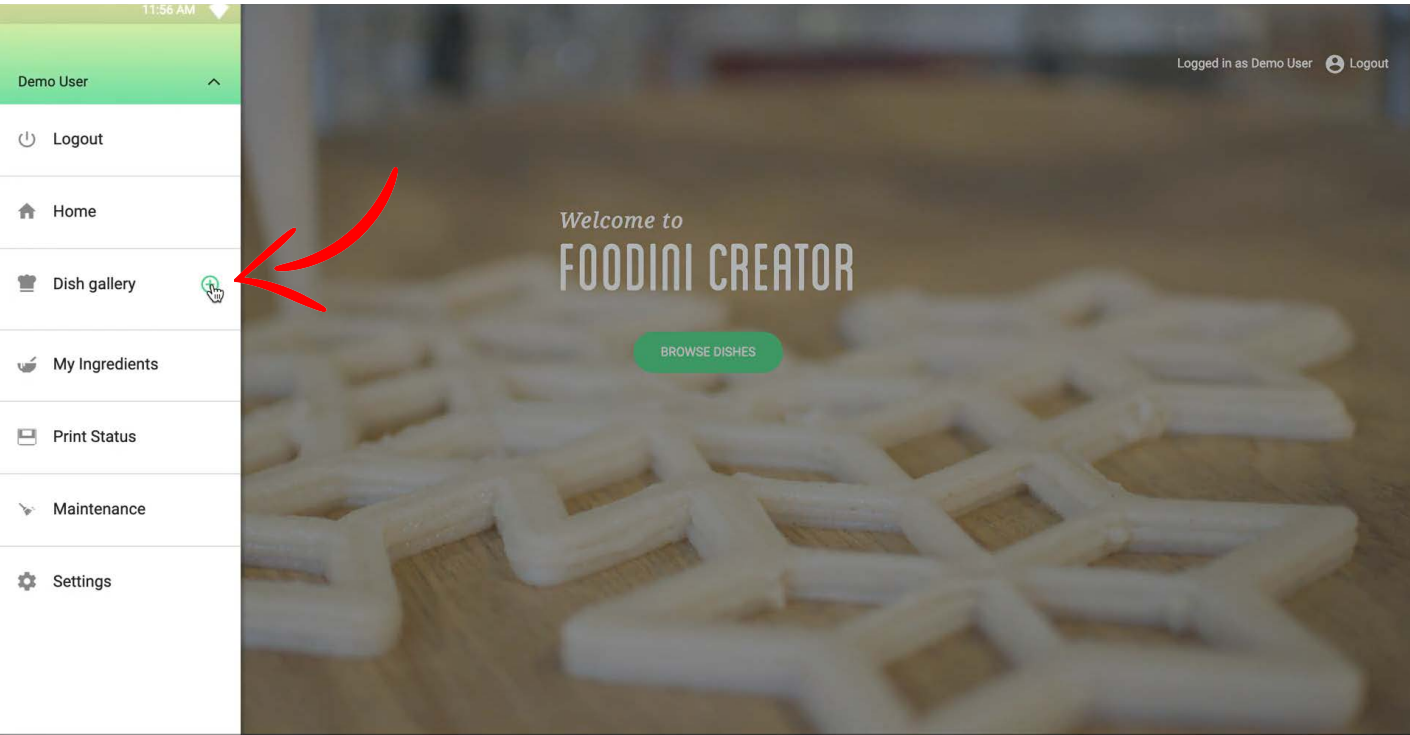
Debajo de la representación en 3D, se nos muestra el ingrediente del que va a imprimir el plato. En este caso solo se va a hacer uso de uno que es puré de patata. Podemos ver el tiempo que va a tardar en imprimir y el volumen aproximado del plato justo debajo de la selección de ingredientes.

Además, se nos permite abrir el modelo G-CODE, formato en el que se guardan los diseños 3D, por si necesita ser modificado. Seguidamente, se da la opción de guardar el plato, por si le hemos aplicado modificaciones que queramos conservar. Por último, encontramos el botón de imprimir, para cuando tenemos todas las opciones configuradas a nuestro gusto y queremos dar comienzo a la impresión.

Estudio de mercado

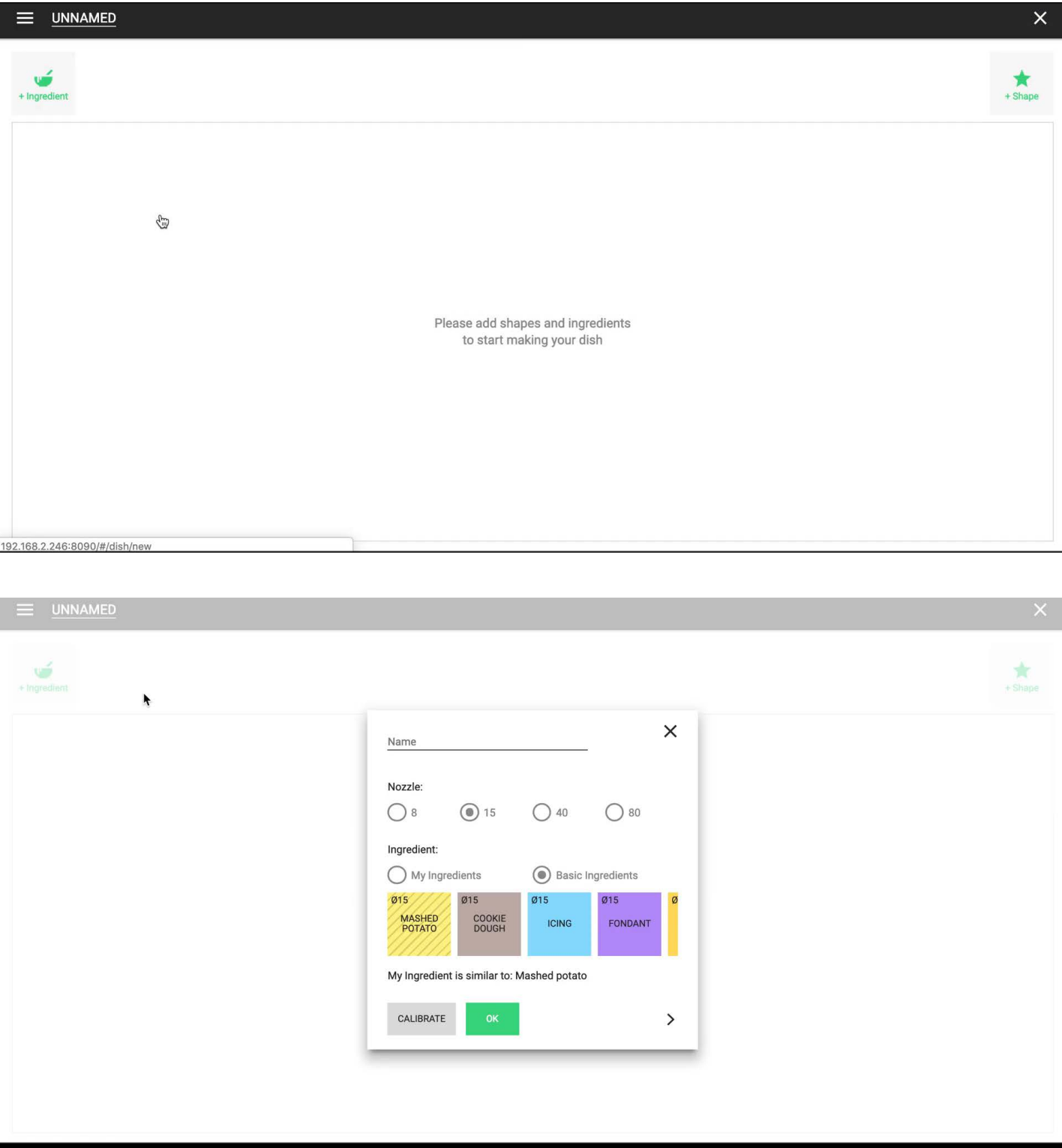
Nueva receta

Cuando queremos crear una nueva receta, tenemos que seleccionar el botón con un “+”, que se encuentra en el botón de Dish gallery.



Al hacerlo, se nos abrirá una ventana bastante vacía (imagen superior de la página de la derecha). En esta pantalla encontraremos la opción de añadir ingredientes, situada en el extremo superior izquierdo y la opción de añadir formas, situada en el extremo superior derecho.

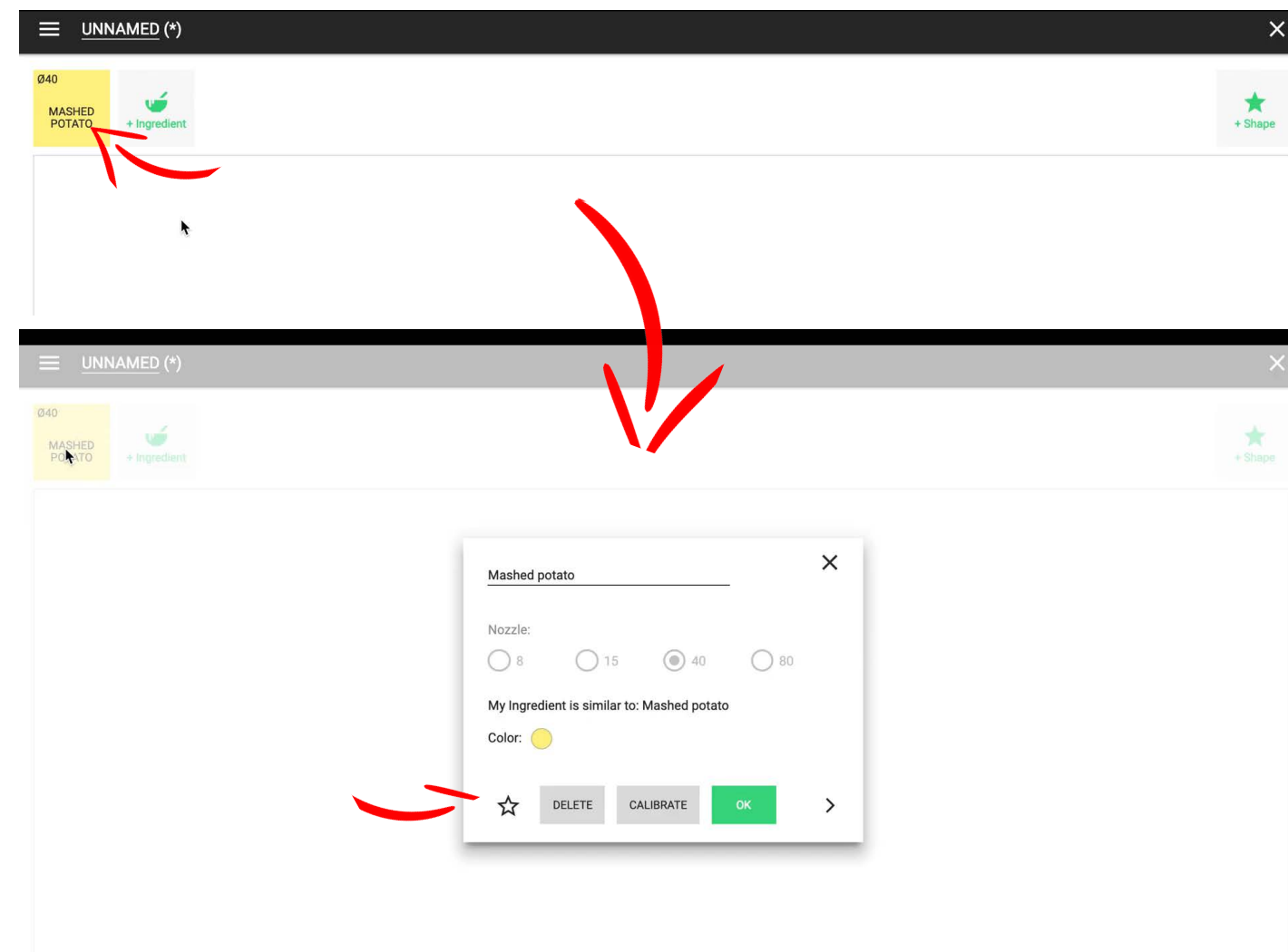
Si seleccionamos la casilla de añadir ingredientes, se nos abrirá la ventana que podemos ver en la imagen inferior de la página de la derecha. Aquí se nos permitirá darle un nombre al ingrediente que queremos añadir, además del diámetro de la boquilla de extrusión que vayamos a usar. Se nos dan dos opciones para elegir el nuevo ingrediente, podemos seleccionar la casilla “Basic Ingredients”, en la que encontraremos una selección de ingredientes ya guardados en la impresora, o si en cambio nuestro ingrediente es propio, marcaremos “My ingredients” y lo seleccionaremos.



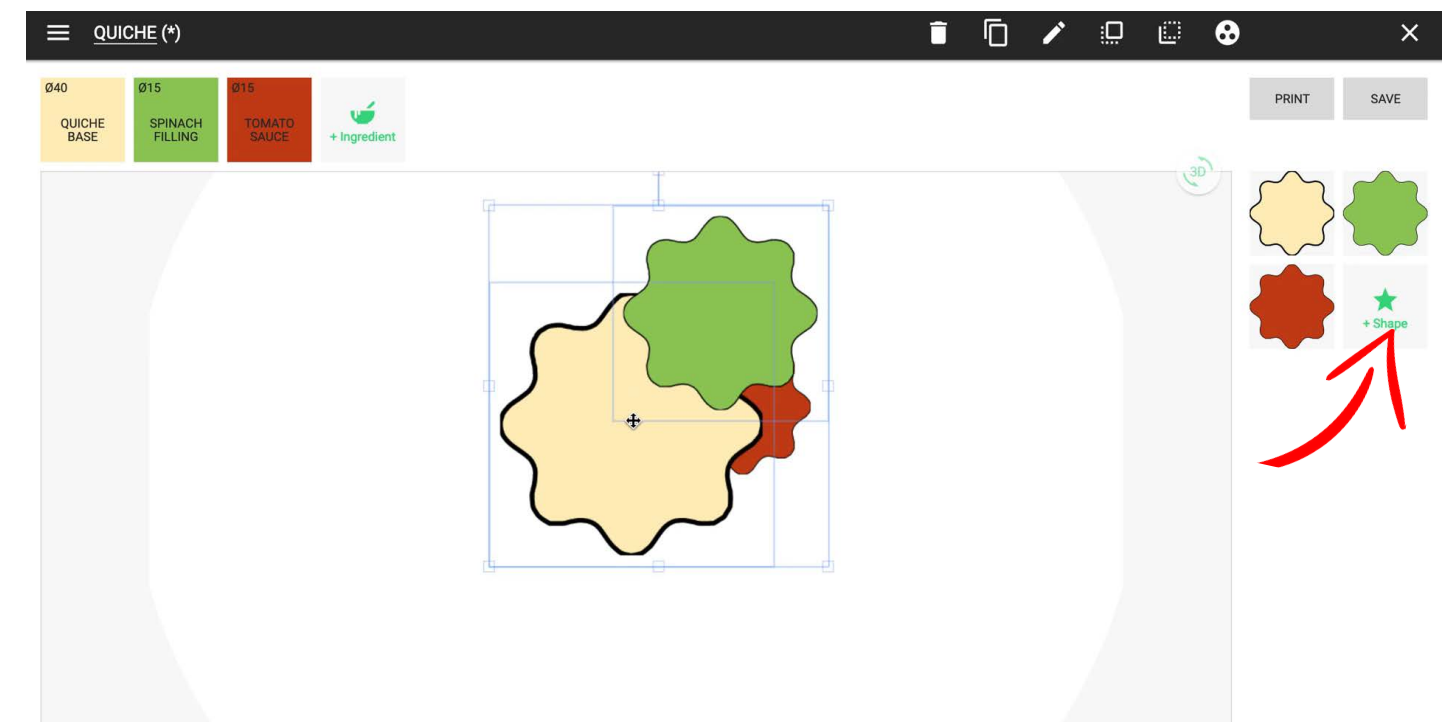
Estudio de mercado

Una vez seleccionados todos los parámetros a nuestro gusto, tenemos un botón para calibrar y otro para guardar el ingrediente. Al pulsar el botón de guardar, este ingrediente se añade a la pantalla de nuestro diseño en construcción.

Si lo que queremos es usar un ingrediente diferente a los predefinidos y no lo tenemos guardado, se tiene que seleccionar el ingrediente que acabamos de crear (“mashed potato” en la imagen), de esta manera se abre una ventana en la que se puede elegir el nombre y el color. Si queremos guardarlo se tiene que seleccionar el icono de estrella en la parte inferior izquierda de la ventana.



Si lo que queremos es elegir qué forma tendrá nuestro diseño, deberemos seleccionar el botón que se encuentra en el extremo superior derecho que dice “+ shape”. De esta forma, podremos añadir distintas formas y editarlas.



En la barra de opciones superior, se nos permite configurar las formas que tengamos seleccionadas. Las herramientas disponibles nombradas de izquierda a derecha son:

Borrar - Copiar - Editar - Traer selección al frente - Llevar selección al fondo - Centrar selecciones

De esta manera se nos permite jugar con distintas opciones para editar el modelo. Si se quiere seleccionar el alimento de impresión para cada parte del modelo, basta con seleccionar cada pieza y después seleccionar el alimento que tengamos cargado en la parte superior izquierda.

Estudio de mercado

Conclusiones

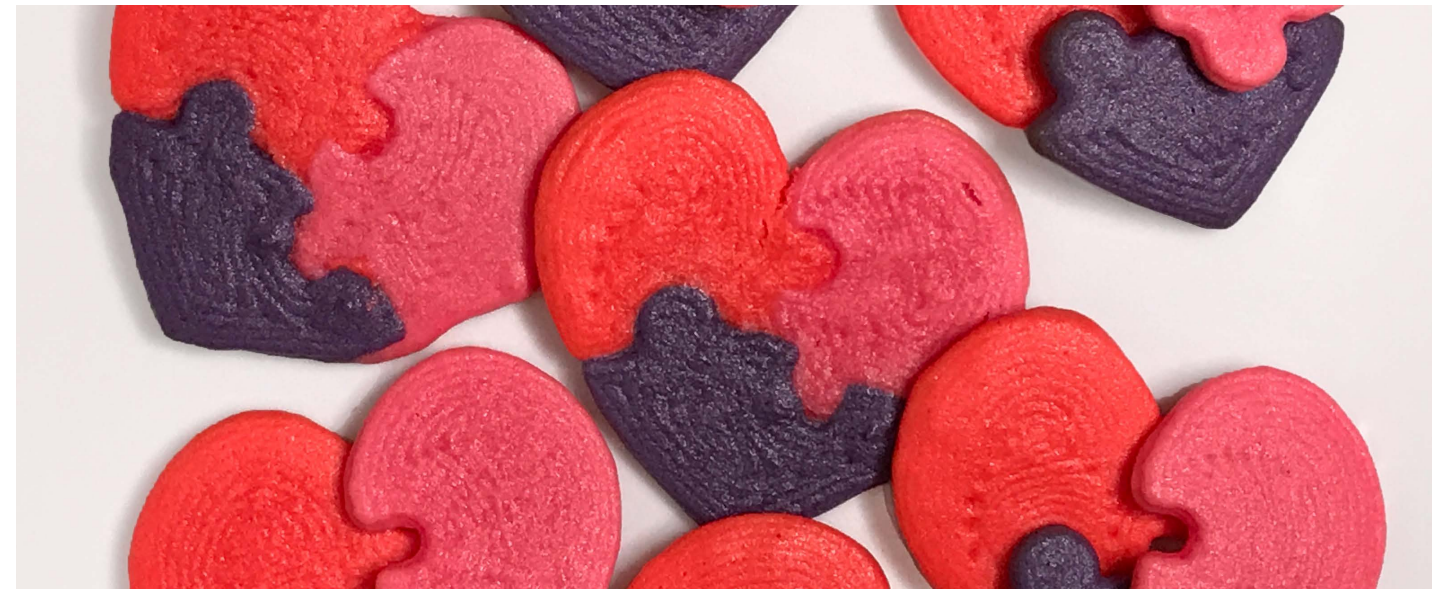
Tras haber hecho un estudio de la impresora de comida 3D Foodini y de ver sus capacidades podemos llegar a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- El material de impresión es barato, ya que las recargas las hace uno mismo.
- La recarga de material es muy sencilla y accesible.
- Tiene una pantalla táctil en la propia impresora.
- El diseño es estético.
- Es un producto muy robusto.
- Tiene la capacidad de imprimir con hasta 5 alimentos distintos en la misma receta.
- La pantalla táctil tiene un buen tamaño.
- El diseño de la interfaz es bastante intuitivo y estético.
- Puede imprimir en distintas superficies.
- Puede imprimir una gran cantidad de alimentos, pizzas, hamburguesas, etc.
- La impresión se produce a cámara cerrada.

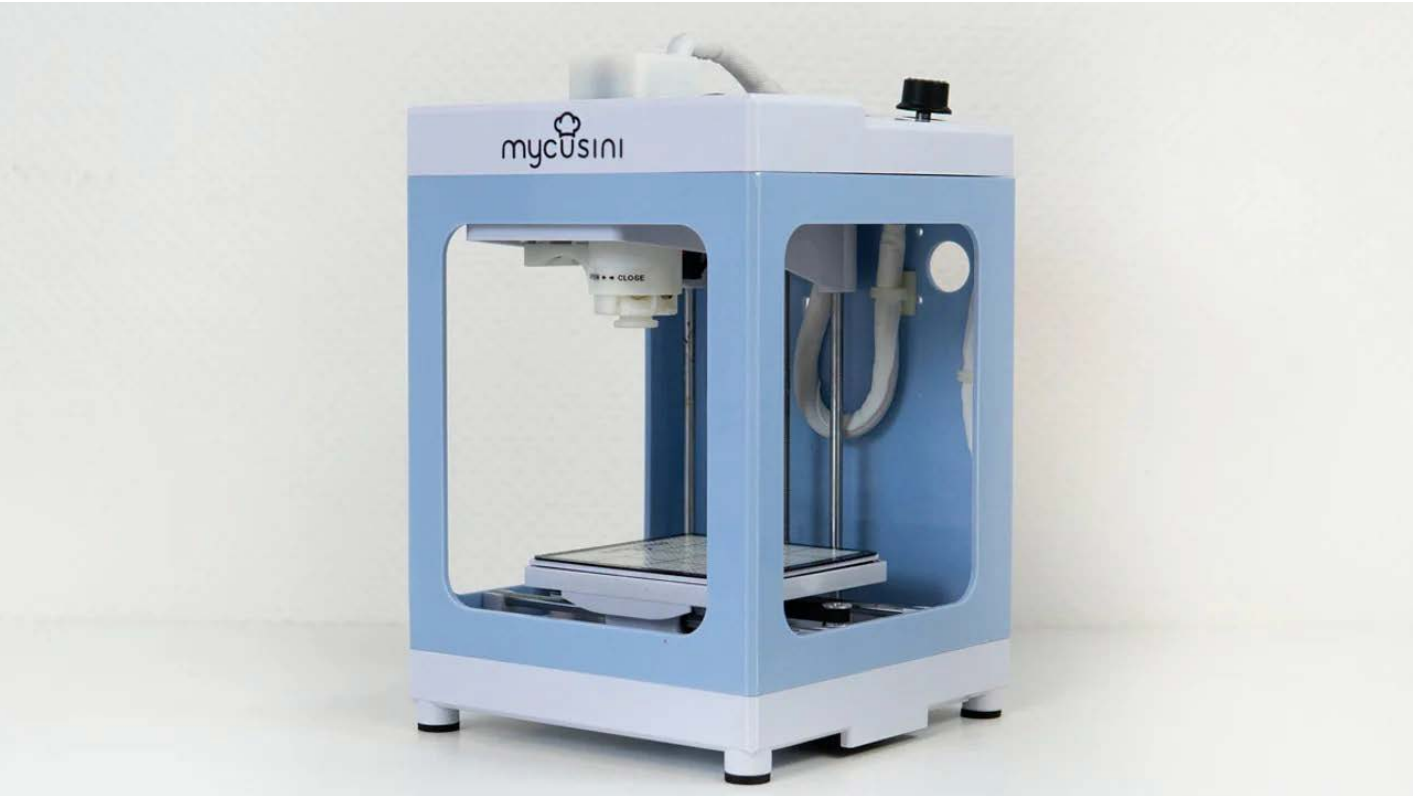
Contras

- Tiene un precio bastante elevado.
- Hay que preparar las pastas a extruir con antelación.
- El resultado de los modelos no es el más detallado.
- Hay determinados platos que requieren luego el uso del horno.



Estudio de mercado

Print2Taste Mycusini



Nombre	Print2Taste Mycusini	Lanzado	2019
Material	Chocolate	Dimensiones impresora (mm)	190 x 195 x 270
Uso	Vivienda	Peso (kg)	—
Volúmen impresión (mm)	105 x 105 x 70	Precio	398 €
Diámetro boquilla (mm)	—	Velocidad	—

Introducción

Mycusini es la impresora de comida más barata de la lista y posiblemente del mercado. Imprime a partir de chocolate, por lo que está destinada a la impresión de postres. Su tamaño es muy atractivo, similar a una máquina de café, perfecta para tenerla en la cocina sin que ocupe demasiado espacio.

Es una impresora relativamente rápida cuyos resultados en chocolate son bastante buenos. Tiene un precio similar a varios robots de cocina de alta gama, ofrece un menor abanico de posibilidades para cocinar que el robot en cuanto a trabajar distintos ingredientes, pero gana en personalización y en la posibilidad de crear libremente con chocolate.

La impresora viene bien empaquetada y es fácil de montar. Tiene una estética limpia y pulcra. Los cables están envueltos de forma que no se cruzan en el camino. Está fabricada principalmente de plástico por lo que es fácil de limpiar.

La máquina se controla usando un mando al lado de la pantalla LCD, donde se muestra el porcentaje restante de chocolate y cuánto lleva impreso. Además de venir con un gran menú de modelos a imprimir, da la oportunidad de usar tus propios modelos gracias a su plataforma online.



Estudio de mercado

Desarrollo

La forma en la que la impresora Mycusini produce sus modelos es fundiendo chocolate. La empresa vende estas piezas de chocolate. Vienen envueltas en plástico, con forma similar a salchichas envueltas.

Antes de usar las piezas de chocolate, han de ser cortadas por la mitad. La compañía indica que tienen que ser cortadas por la mitad con precisión. Para facilitar esa tarea dan una lámina impresa a escala, que muestra una línea en el medio, para ayudarnos a cortar con exactitud. El chocolate es bastante duro por lo que tiene que usarse un cuchillo bien afilado para cortarlas.



La mitad cortada ha de ser introducida en el cartucho de la impresora, la porción de chocolate no debe ser más larga que el cartucho.

Tras asegurar el cartucho, hay que esperar diez minutos hasta que la máquina se caliente.

La razón por la que la máquina tarda tanto en calentarse es porque debe derretir la recarga de forma muy gradual, para evitar sobrecalentar y dañar la textura del chocolate.

Una vez que calentado, la máquina extruye el chocolate, empujando por la parte cerrada de la recarga, forzando al chocolate fundido de la base a salir por la boquilla.

Hay que mantener la impresora extruyendo chocolate, girando el mando de control hacia la derecha hasta que se consigue un flujo de chocolate constante. Una vez se está satisfecho con el flujo (un proceso en el que se derrocha cierta cantidad de un material caro), se presiona el mando y la impresora empieza a trabajar. Si está extruyendo de forma incorrecta, hay que cancelar la impresión y dejar el flujo salir más rato la siguiente vez. Una vez que se consigue el flujo correcto, se pueden imprimir objetos de forma seguida sin tener que resetear el flujo.

La impresora produce cierta cantidad de ruido, por lo que no debe ser usada en un espacio en el que se quiera tener calma.

El resultado que se consigue con esta impresora es bastante suave y detallado. Los modelos una vez impresos son fáciles de retirar, gracias a que la estera sobre la que se imprimen es flexible.

A pesar de que todo el proceso es sencillo, hay un gran inconveniente, ya que cuando no se tiene suficiente cantidad de material en el cartucho, no hay manera de parar la impresión en medio del proceso para recargarlo.

En cuanto al sabor del chocolate, no tiene nada en especial, está compuesto de azúcar, aceites vegetales hidrogenados (de coco y palma), cacao en polvo, extracto de vainilla, un estabilizador y un emulgente.

En cuanto al precio, es de 10 € por 150 gramos. Un precio bastante elevado, siendo que por el momento es la único alimento para usar la impresora.

Estudio de mercado

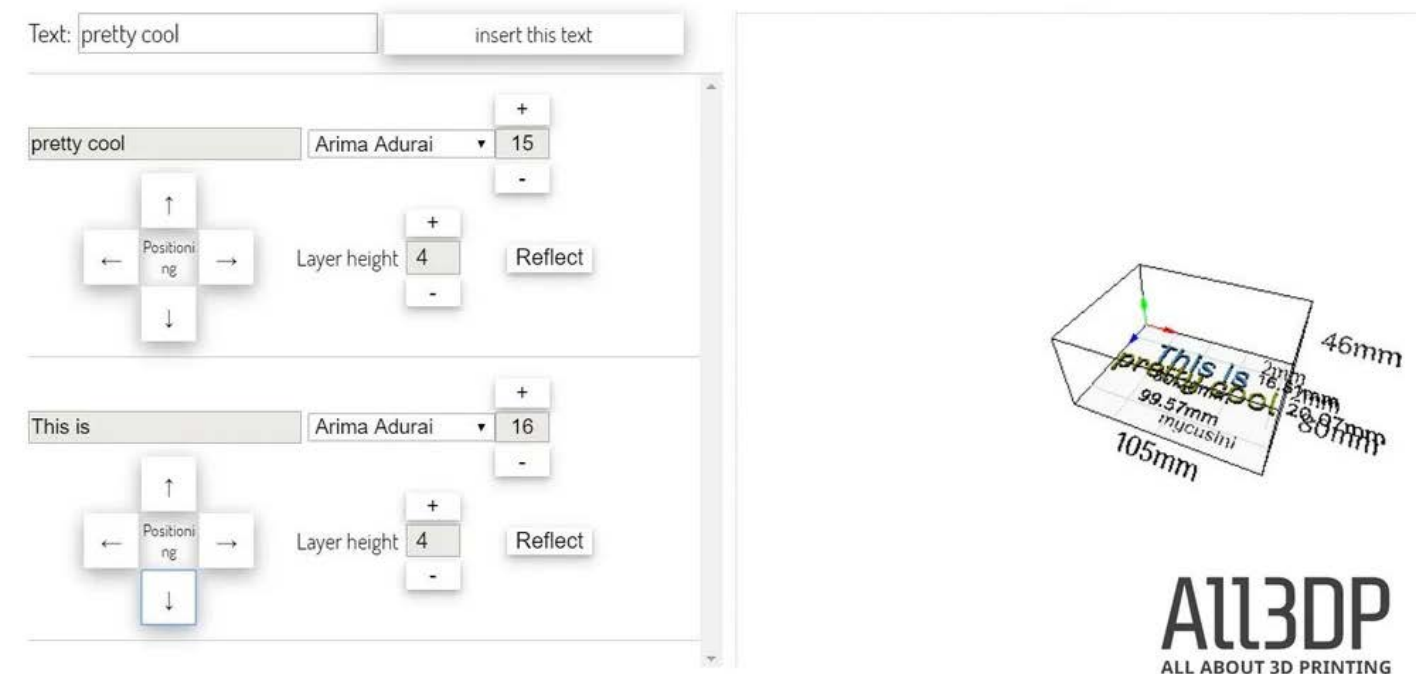


Mycusini Club

Una de las partes más atractivas de la impresora es Mycusini Club, una plataforma disponible de forma online, accesible de forma ajena a la impresora. Es una herramienta gratuita que ofrece detallados vídeos en Youtube, para ayudar a familiarizarte con la máquina. Además, te da la capacidad para crear todo tipo de diseños y modelos para la impresora.

Una de las funcionalidades que ofrece, es la de dibujar en la pantalla lo que quieras que la impresora imprima en chocolate. Esta función se desarrolla correctamente y en manos de un artista, se puede aprovechar mejor. Permite dibujar libremente e incluso subir una imagen para poder trazarla y representar de forma más sencilla el modelo que quieres tener impreso. También permite elegir si quieres que haya una unión entre los distintos elementos o que vayan por separado. Aparte, tiene un modo en versión beta, que te permite subir cualquier archivo STL para tratar de imprimirlo. Ya que el material se trata de chocolate, hay determinados modelos que no es capaz de representar.

El diseño de la herramienta es sencillo y poco atractivo. El diseño gráfico no destaca.



Estudio de mercado

Conclusiones

Así que en conclusión, sacamos del análisis de esta impresora de comida los siguientes puntos:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- Imprime de forma precisa.
- Tiene una gran librería de modelos a imprimir.
- El club Mycusini te da la posibilidad de imprimir prácticamente cualquier cosa.
- Tiene un precio muy atractivo.
- Ocupa poco espacio.

Contras

- Es bastante sucio.
- Las recargas son caras.
- No se puede recargar de material de en medio de una impresión.
- Solo puede usarse un tipo de material de impresión.
- El material de impresión limita los diseños a modelos generalmente planos y no demasiado ambiciosos.
- Debido al reducido tamaño de la impresora los modelos impresos no son especialmente grandes.
- El diseño de la interfaz es muy básico y nada llamativo.
- La impresión se hace en cámara abierta.



Estudio de mercado

byFlow Focus



Introducción

Esta impresora de comida 3D viene en una maleta de mano, la Focus de byFlow es un producto portátil que utiliza jeringas, rellenas manualmente por el usuario.

Es usada en cocinas profesionales y en restaurantes emergentes, centrados en la impresión 3D de comida. Focus permite a chefs, pasteleros, chocolateros y otros profesionales de la cocina, personalizar sus platos con elementos comestibles, que no son posibles de realizar a mano o con moldes.

Con la compra de esta impresora te dan acceso a una licencia de 3 años a byFlow Studio, un software de diseño para crear y compartir tus propios diseños de comida con otros usuarios. Junto a varias recetas de alimentos, para poder usar con la impresora, el software contiene una colección de más de cien formas.

Hay disponibles varios accesorios para la impresora, como cabezas de impresión adicionales, boquillas y cartuchos.

Nombre	byFlow Focus	Lanzado	2015
Material	Pastas espesas	Dimensiones impresora (mm)	440 x 325 x 460
Uso	Caterings	Peso (kg)	8
Volúmen impresión (mm)	208 x 228 x 150	Precio	3900 €
Diámetro boquilla (mm)	0.8, 1.2, 1.6	Velocidad	60 mm/s



Estudio de mercado

Desarrollo

Focus usa el estilo de impresión por jeringuillas, que extruyen la pasta lentamente para formar el modelo por capas.

La pasta debe ser preparada con antelación, para asegurar que es lo suficiente blanda para fluir a través del mecanismo de la jeringuilla. De lo contrario, la extrusión puede sufrir problemas en la calidad del resultado.

byFlow proporciona varias recetas de alimentos para imprimir, pero no te limitan a usar solo sus propuestas, se puede intentar fabricar tus propias pastas.

Hay dos acercamientos a la hora de usar esta impresora, se puede imprimir un plato que esté listo para comer una vez acabado el proceso, como por ejemplo chocolate o bien se puede imprimir una pasta la cual tenga que ser cocinada posteriormente, como masa o carne picada. Lo interesante del segundo método es crear platos donde la forma del alimento sea única, diferente a como acostumbramos a ver esos alimentos.

También proponen combinar distintos enfoques, puedes imprimir masa de formas únicas, que pueden ser usadas como base, para construir formas más interesantes. Un ejemplo sería el imprimir una forma que contenga otros alimentos no imprimibles.



Uno de los problemas que se presenta con la Focus de byFlow, el cual es también muy común en muchas otras impresoras de comida, son las limitadas capacidades de construcción con los ingredientes comunes. Por ejemplo, a la hora de imprimir con carne picada, no se pueden crear modelos especialmente altos porque las estructuras colapsarían por su propio peso, debido a la baja consistencia del ingrediente. De esta manera, uno se ve limitado a crear diseños más sencillos.

Con la compra del producto, se incluye la impresora básica con byFlow Studio gratis durante 3 años. El precio es similar a impresoras 3D tradicionales de alta gama, capaces de imprimir en cantidad de materiales distintos, aunque no comida.

A pesar de que el producto es muy atractivo y encaja muy bien estéticamente en la cocina, el precio es demasiado elevado para las limitaciones que tiene la impresora.

Estudio de mercado

byFlow Studio

El software propio de la empresa se usa como una plataforma para recetas, diseños, soporte para el usuario y diseños propios para la impresión de comida. Se presenta con un diseño gráfico muy cuidado y claro.

Se accede a través de otros dispositivos, por lo que está separado del producto.



Nos presentan las cuatro opciones de la siguiente manera:

DESIGN TOOL, es la opción para diseñar tus modelos 3D personalizados. Aquí puedes usar desde logos, dibujos, texto, hasta fotos. Todo tipo de imagen puede ser transformada, con la herramienta de diseño, a un modelo 3D. Los resultados son sencillos, en 2.5D.

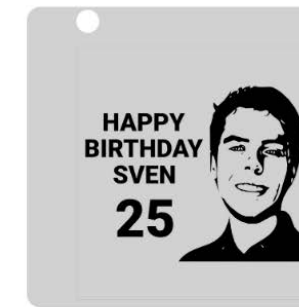
UPLOAD



EDIT



DOWNLOAD



PRINT



DESIGN COLLECTION, nos permite descargar diseños de una colección de mas de 100, para su impresión. Los diseños están separados por categorías, pasando desde diseños estacionales a los creados por los propios embajadores de la empresa.

RECIPES, en esta sección se puede acceder a una colección de diversas recetas personalizadas. Todas desarrolladas con la colaboración de chefs, patissiers y otros profesionales de la comida.

SUPPORT, si se necesita cualquier ayuda usando la impresora de comida Focus, aquí se puede acceder a los últimos manuales, software y se puede contactar con el servicio técnico de byFlow.

Estudio de mercado

Conclusiones

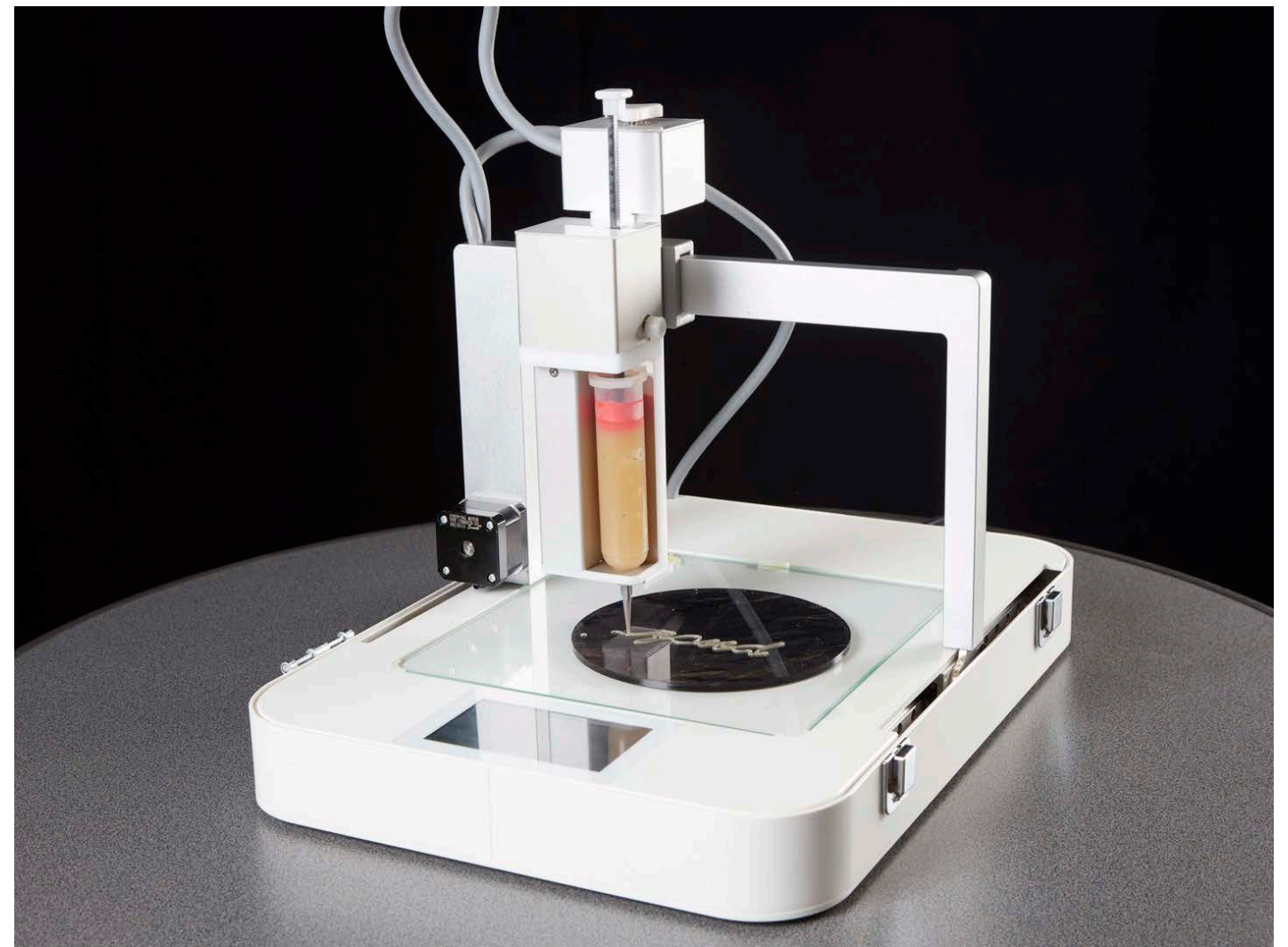
A través del análisis de los aspectos que nos ofrece esta impresora de comida 3D, llegamos a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- Imprime de forma precisa.
- Ofrece la capacidad de imprimir con distintas pastas comestibles.
- Te da la posibilidad de crear tus propias pastas para imprimir.
- El software de byFlow ofrece una gran cantidad de diseños, recetas para las pastas y la posibilidad de crear tus propios diseños.
- El coste del material de impresión puede ser muy barato, gracias a que puede prepararse por el usuario.
- Tiene una estética muy cuidada.
- Tiene una gran portabilidad, se presenta en una maleta de mano.

Contras

- Tiene un precio muy elevado, da para comprar una impresora 3D profesional y añadirle un mecanismo de impresión por jeringuilla.
- Las distintas pastas, generalmente no tienen suficiente consistencia para generar estructuras altas o complejas.
- Con un precio tan elevado, solo te dan licencia gratuita para su plataforma durante 3 años.
- Requiere de un otro dispositivo conectado para hacer funcionar la impresora, no tiene control o interfaz integrado.
- La impresión no es en cámara cerrada.



Estudio de mercado

Choc Edge Choc Creator V2 Plus



Introducción

La impresora Choc Creator V2 Plus está diseñada para ser fácil de usar, usa chocolate como material de impresión, el cual se extruye por una boquilla.

Choc Edge ofrece una gran gama de software y aplicaciones para mejorar las posibilidades de la impresora. Para diseñar, la aplicación para móviles CHOC DRAW, permite dibujar libremente diseños en 2D que pueden ser directamente enviados a la impresora. MIX & MATCH, es una aplicación web donde los usuarios pueden generar textos simples o modificar diseños disponibles en la plataforma. Por último, CHOC PRINT, permite imprimir modelos que están fuera de su ecosistema digital.

Como el límite de altura de impresión es de 40 mm, la impresora está más enfocada a diseños 2.5D o pequeñas piezas decorativas en vez de grandes modelos con mayor complejidad estructural.

Nombre	Choc Edge Choc Creator V2 Plus	Lanzado	2015
Material	Chocolate	Dimensiones impresora (mm)	425 x 450 x 420
Uso	Caterings	Peso (kg)	18
Volúmen impresión (mm)	180 x 180 x 40	Precio	1915 €
Diámetro boquilla (mm)	0.8	Velocidad	7-22 mm/s



Estudio de mercado

Desarrollo

La Choc Creator V2.0 Plus, ofrece un tamaño de impresión de 180 mm x 180 mm como superficie y hasta una altura de 40 mm. Su tamaño total es de 425 x 450 x 420, lo que ocupa un espacio bastante considerable en la cocina, no está pensado para ser un producto portátil. Tiene una jeringa de acero inoxidable fácil de limpiar con la capacidad de 30 ml, que puede ser rellenada en cuestión de minutos.

Dispone de una pantalla LCD táctil de 5" que permite controlar la impresora sin la necesidad de un ordenador. Además, dispone de un conveniente puerto USB que permite transferir rápidamente G-codes (ficheros con la programación que indica a la impresora como imprimir correctamente).

La Choc Creator V2.0 Plus ha sido diseñada para imprimir líneas precisas de 0.8 mm, se nos permite modificar los parámetros de impresión para elegir diferentes velocidades y precisiones requeridas. Aparte, es posible imprimir sobre distintas superficies como tabletas de chocolate o galletas planas.

Como se ha comentado con anterioridad, es posible imprimir, gracias a ChocPrint, modelos importados 2D, 2.5D y 3D. Pero debido a la escasa altura que puede alcanzar la impresión, los modelos 3D están bastante limitados.

La impresora solamente es capaz de imprimir con chocolate previamente fundido, además se recomienda que sea hecho mediante una maquina profesional, para evitar posibles problemas, aunque se puede fundir de forma manual o al microondas. El chocolate que mejores resultados ha dado es el de tipo cobertura, debido a su alto nivel de cacao. Aun así, es posible usar distintos tipos de chocolate, incluidos el chocolate con leche y el chocolate blanco. Al no requerir de un chocolate específico, las impresiones pueden resultar baratas.

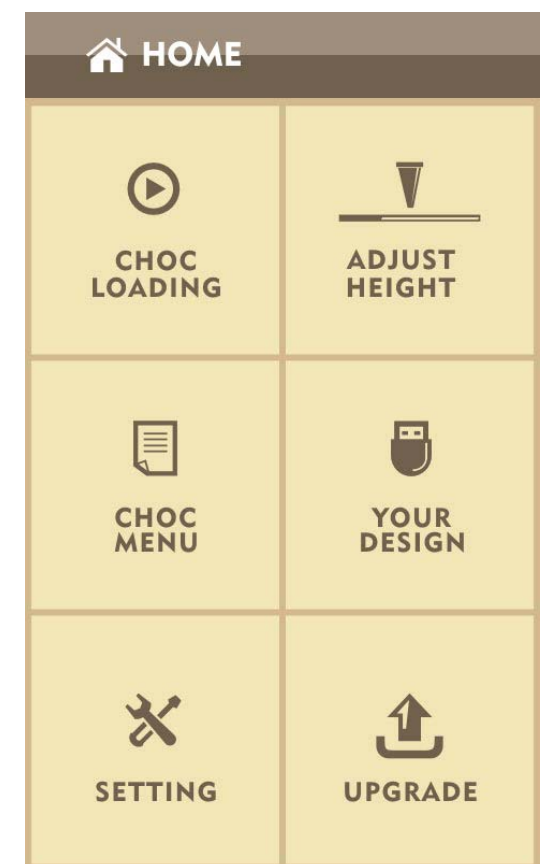
La Choc Creator V2.0 Plus tiene un sistema de calentamiento incorporado, por lo que no debemos preocuparnos de que el chocolate se solidifique tras rellenarlo. La temperatura a la que se quiere mantener el material puede ser modificada y se mostrará en la pantalla LCD a qué temperatura se encuentra.

La impresora tiene un sistema de carga por jeringuilla, que ha de ser rellenado manualmente. Una vez se termina de imprimir (recomiendan un máximo de 50 - 60 minutos de impresión), hay que retirar la jeringa del barril de la impresora y empujar el chocolate restante. Tras retirar el chocolate, se limpia con agua caliente y jabón, dan un pequeño cepillo para ayudarnos. Una vez está seca puede volver a ser usada nuevamente.

La impresora tiene una función de pausa, por lo que si se dispone de varias jeringas, se puede experimentar cambiándolas en una misma impresión para usar distintos tipos de chocolate.

La interfaz que se nos muestra en la pantalla táctil LCD, es sencilla y nos da las siguientes opciones:

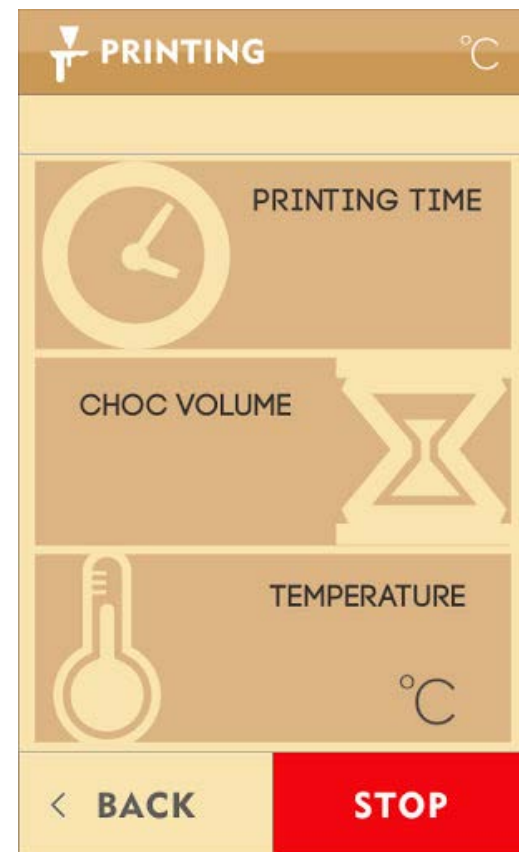
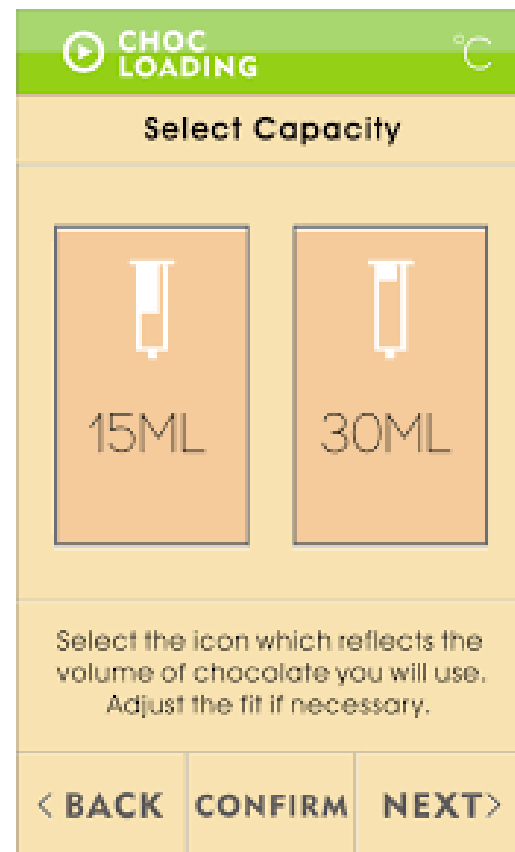
- **CHOC LOADING**, es donde hay que presionar cuando se tiene listo el modelo y parámetros para comenzar a imprimir.
- **ADJUST HEIGHT**, sirve para ajustar la altura de impresión. Por ejemplo hay que cambiarlo según se quiere imprimir en la base o encima de otro alimento como una galleta o tabla de chocolate planas.
- **CHOC MENU**, donde se dispone de la colección de diseños a imprimir.
- **YOUR DESIGN**, cuando se quiere importar un diseño mediante el USB.
- **SETTING**, sirve para cambiar la configuración.
- **UPGRADE**, nos permite actualizar la aplicación cuando esté disponible.



Estudio de mercado

Cuando queremos comenzar a imprimir el diseño elegido, se nos pregunta la capacidad de la jeringa que queremos usar.

Una vez comenzado el proceso de impresión, se nos muestran 3 apartados en pantalla, el tiempo de impresión, el volumen de chocolate y la temperatura. También es posible pausar la impresión, como se ha mencionado anteriormente.



La interfaz es sencilla y fácil de utilizar, pero el diseño gráfico es sencillo y poco inspirado.



Estudio de mercado

Conclusiones

Tras haber analizado las características y las posibilidades que nos ofrece la impresora de comida 3D Choc Creator V2.0 Plus sacamos las siguientes conclusiones:

Pros

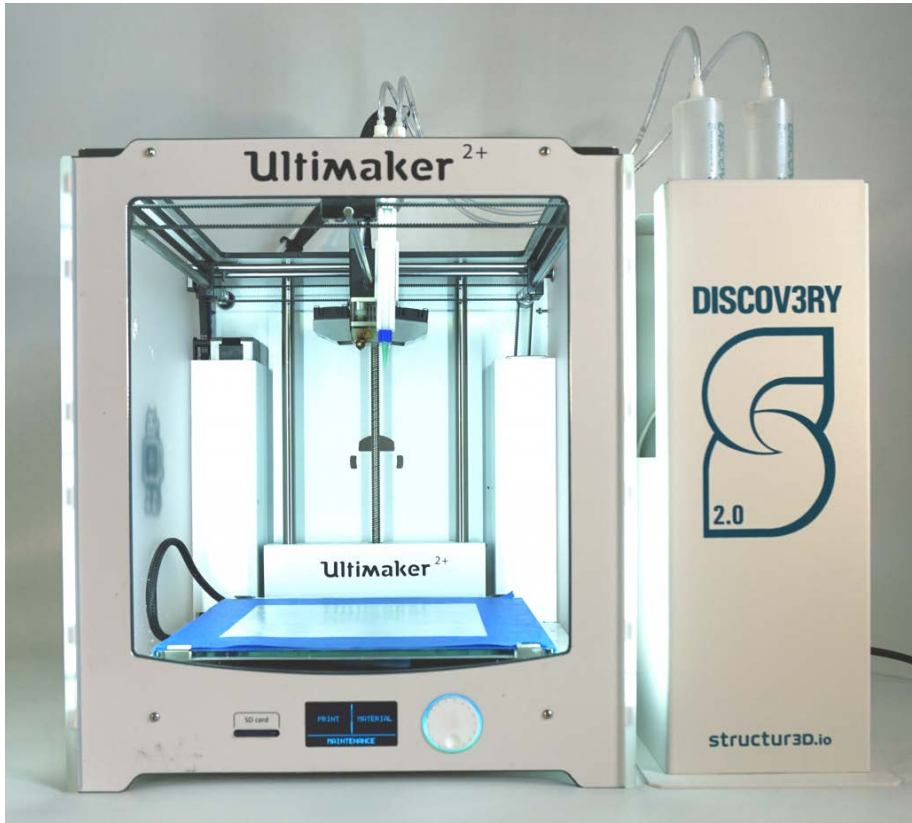
- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- El material de impresión puede ser barato, ya que las recargas las hace uno mismo.
- Se pueden utilizar distintos tipos de chocolate.
- Imprime de forma precisa.
- Tiene una interfaz táctil en la propia impresora.
- El diseño es estético del producto es atractivo.
- Se puede parar la impresión para recargar o cambiar el tipo de chocolate.

Contras

- Tiene un precio bastante elevado para las posibilidades que ofrece.
- Solo permite usar chocolate.
- El material de impresión limita los diseños a modelos generalmente planos y no demasiado ambiciosos.
- La altura máxima del modelo es tan solo de 40 mm, si se quiere hacer algo más alto se tendrá que imprimir por partes.
- El diseño de la interfaz es poco llamativo.
- No imprime en cámara cerrada.

Estudio de mercado

Structur3D Discov3ry 2.0



Introducción

En esta ocasión, no nos encontramos con una impresora de comida 3D. Es un producto que puede ser acoplado a un amplio rango de impresoras 3D tradicionales, para permitirles imprimir alimentos y producir así piezas comestibles.

Si ya se dispone de una impresora 3D propia, el Discov3ry 2.0 puede ser una opción a tener en cuenta, si se desea tener la posibilidad de imprimir piezas comestibles. Se conecta con las conexiones ya existentes en tu impresora. Funciona mediante un sistema de jeringas y dispone de una gran variedad de tamaños de boquilla. La nueva versión de Discov3ry, la 2.0, permite que se usen dos alimentos para extruir a la vez.

Aunque las impresoras más recomendables son las fabricadas por Ultimaker, ya que son las de la propia marca y son las mejor optimizadas, se puede conectar a otras distintas, eligiendo el Kit de integración correcto a la hora de la compra.



Nombre	Structur3D Discov3ry 2.0	Lanzado	2017
Material	Pastas	Dimensiones producto (mm)	152.4 x 152.4 x 355.6
Uso	Vivienda, Caterings	Peso (kg)	5.9
Volumen impresión (mm)	Depende de la impresora	Precio	1190 €
		Velocidad	30 - 300 mm/s
Diámetro boquilla	0.25, 0.4, 0.6, 0.8		

Estudio de mercado

Desarrollo

El Discov3ry 2.0 al ser un complemento para impresoras 3D, se ve condicionado por las capacidades de estas. Factores como el tamaño del modelo a imprimir o la velocidad y precisión dependen de la impresora. Al tratarse de un producto que no está directamente destinado al sector alimenticio no destaca especialmente en este sector. Aunque tu impresora te permita un tamaño de impresión grande, el tamaño y complejidad del modelo a imprimir estará limitado por las capacidades del alimento usado.

Además, el precio no es nada competitivo , 1190 € a los que tienes que sumar el disponer de una impresora 3D compatible. Si bien es interesante tener la opción de añadir la posibilidad de imprimir piezas comestibles, como producto para la impresión de comida en 3D no tiene suficiente incentivo como para competir con las demás opciones del mercado.

Conclusiones

Por lo tanto tras analizar lo que ofrece el producto llegamos a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es un complemento que te permite imprimir modelos comestibles en impresoras tradicionales.
- El material de impresión es barato, ya que las recargas las hace uno mismo.
- Se pueden utilizar distintos tipos pastas comestibles.
- La estética del producto es atractiva.

Contras

- Tiene un precio bastante elevado para las posibilidades que ofrece.

- Se necesita poseer una impresora 3D tradicional compatible.
- Ocupa un espacio extra además del que ocupa la impresora.
- El material de impresión limita los diseños a modelos generalmente planos y no demasiado ambiciosos.
- Se usa en el mismo sitio en el que se usan materiales no comestibles, puede generar un problema con residuos tóxicos.
- No se imprime en cámara cerrada.



Icing Sugar Cake Toppers



Colour Changing Drywall



Custom Silicone Orthotics



Paintable Wood Filler

Estudio de mercado

MMuse Touchscreen



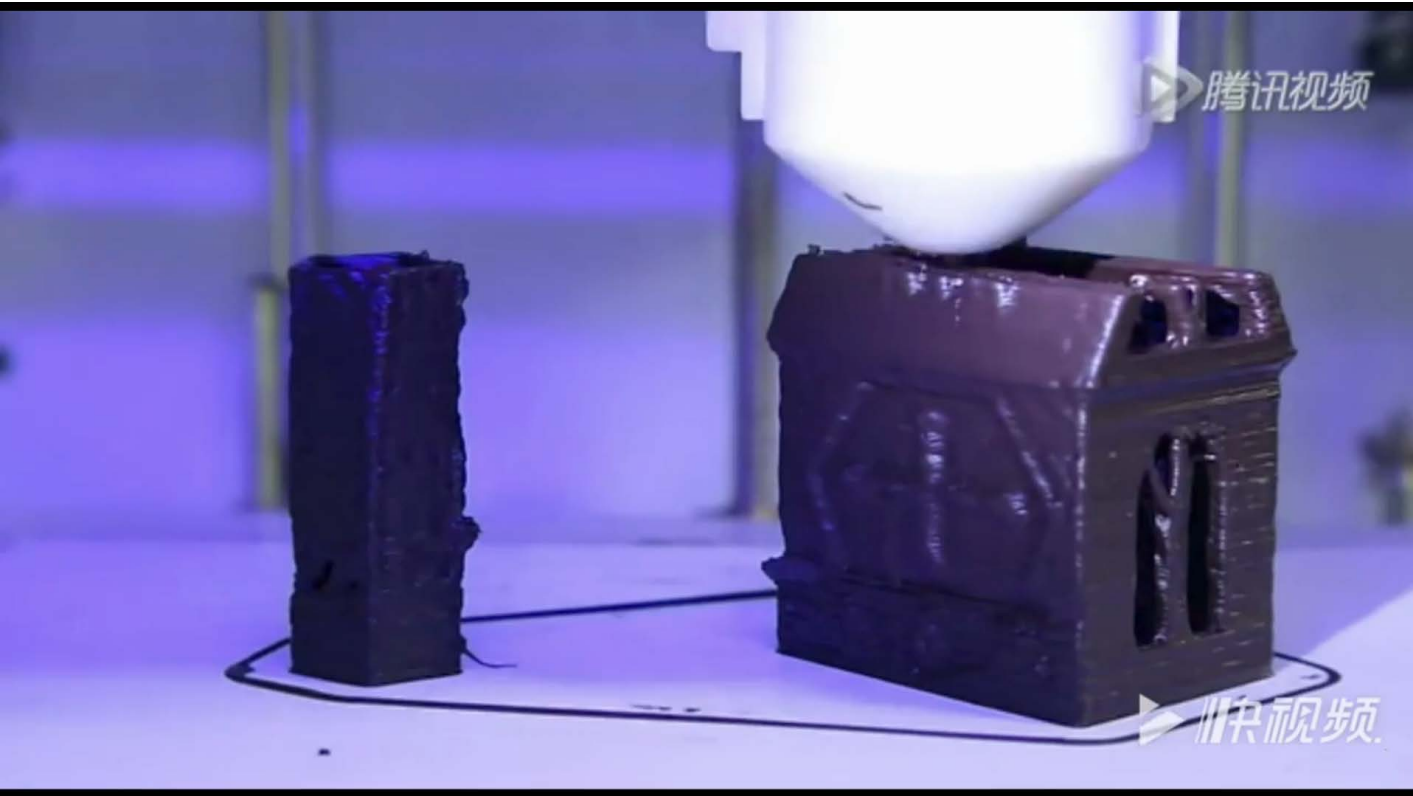
Nombre	MMuse Touchscreen	Lanzado	2018
Material	Chocolate	Dimensiones impresora (mm)	723 x 380 x 554
Uso	Caterings	Peso (kg)	25
Volúmen impresión (mm)	160 x 120 x 150	Precio	5225 €
Diámetro boquilla (mm)	0.8	Velocidad	30 - 60 mm/sec

Introducción

La MMuse Touchscreen es una impresora de comida 3D con una característica que la diferencia de las demás, tiene un sistema de tolva para abastecerse. Usa pepitas de chocolate de entre 2 y 4 mm de diámetro, las cuales son fundidas para su extrusión.

Además, dispone de una gran pantalla táctil para operar con la impresora. Vienen incluidos una gran cantidad de modelos preparados, para ser impresos con chocolate.

Es un producto muy caro, pero a su vez es uno de los más robustos del mercado, ya que se jacta de una fuerte estructura de aluminio, La MMuse Touchscreen puede ser operada a través de WiFi, USB y tarjetas SD.

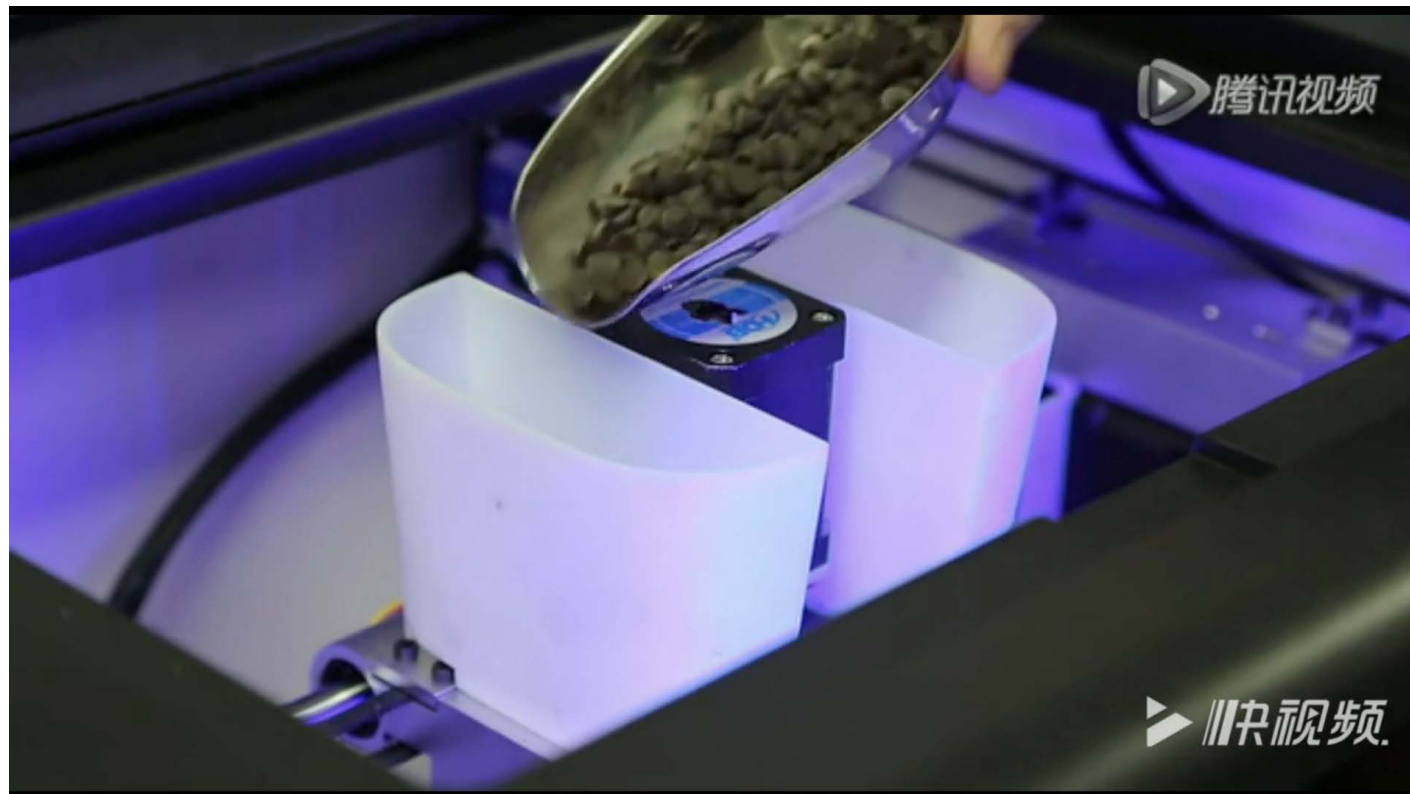


Estudio de mercado

Desarrollo

La impresora de comida 3D MMuse Touchscreen, nos permite hacer uso de esta tecnología de una de las formas más cómodas hasta la fecha. Generalmente, en el resto de impresoras de comida 3D del mercado, el proceso de carga del material de impresión suele tomarnos tiempo de preparación e incluso nos puede dar problemas si nos quedamos sin material en medio de una impresión. En este aspecto, esta impresora está un paso por delante de las demás, no solo el material de impresión es barato, si no que no necesita ningún tipo de preparación previa para ser usado por la máquina.

La MMuse Touchscreen dispone de una tapa transparente en la parte superior, la cual nos permite rellenar el depósito con pepitas de chocolate de entre 2 a 4 mm de diámetro. La propia máquina tiene un sistema de calentamiento, para fundir las pepitas y posteriormente extruir el chocolate. No hay necesidad de desmontar nada para poder recargar el chocolate, lo que permite la recarga sin interrupciones.



Los modelos impresos no destacan por su acabado, tratándose de una máquina que cuesta 5225 €, el resultado debería ser mejor. Además, solo es capaz de imprimir en chocolate, lo que le resta atractivo frente a la competencia.



La estética del producto está muy cuidada, tiene una gran robustez gracias a su estructura de aluminio anodizado. Tiene una forma de caja cerrada, que mantiene la impresión aislada del exterior. El interior está iluminado con unas luces ultravioletas que dan una apariencia limpia y tecnológica.

El tamaño es algo a tener en cuenta, ya que necesitaría tener su propio espacio reservado en la cocina, con unas medidas de 723 x 380 x 554 milímetros. A su vez el tamaño de impresión es de 160 x 120 x 150, algo reducido si lo comparamos con el tamaño total del producto. Además, tiene un peso de 25 kg, que sumado a su tamaño, hace que se descarte totalmente la portabilidad del producto.

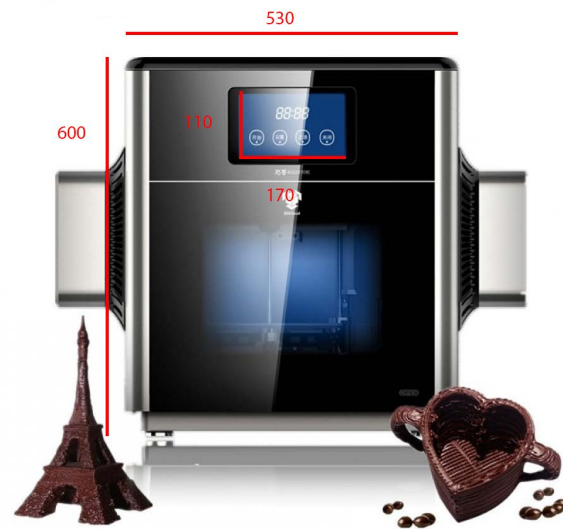
El tamaño de la boquilla es único, de 0.8 mm y trabaja con el chocolate a temperaturas regulables de entre 15°C a 30°C.

Estudio de mercado

La impresora cuenta con una pantalla táctil con la que podemos controlar las distintas opciones de la impresora.

Como no había información acerca del tamaño de la pantalla, comparando las medidas oficiales de la impresora con el tamaño en píxeles de una foto del producto y mediante reglas de tres, el ancho aproximado de la pantalla útil es de 177 mm y el alto de 132 mm. Esto nos dejaría una pantalla táctil de aproximadamente 8.7", un tamaño bastante cómodo para operar.

En cuanto a los distintos menús y opciones que nos da la aplicación de la impresora, no se encuentra apenas información, por lo que me ayudé de las distintas capturas que hice del único vídeo disponible de la impresora.

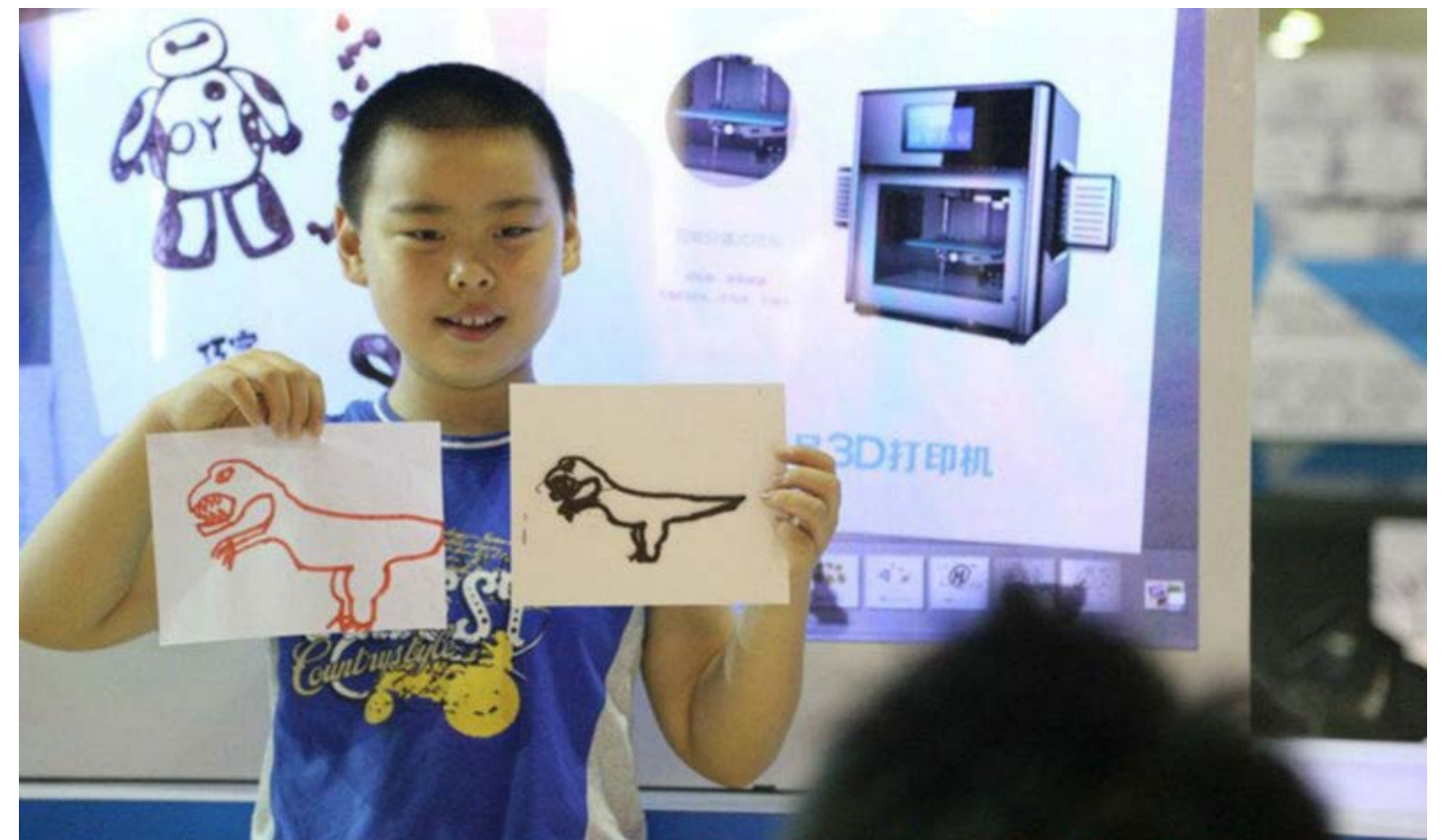


En la impresora contamos con un almacenamiento de modelos listos para imprimir en chocolate, además tiene una opción de imprimir los diseños propios subidos por el usuario.

En cuanto al diseño de la interfaz, predominan colores relacionados con la tecnología como son el azul claro y el blanco. A pesar de tener cierto nivel de desarrollo en cuanto a diseño gráfico, es un apartado que podría ser mejorado y planteado de forma más interesante.

Además de poder controlar la impresora mediante el software propio, a través de la pantalla táctil, tiene otras formas de conexión como por WiFi, USB y tarjetas SD. De esta forma se pueden subir los modelos propios.

Se puede apreciar según las imágenes que debe de tener una función para escanear imágenes, de forma que luego las pueda representar en la impresión.



Estudio de mercado

Conclusiones

Con la información que se ha reunido de la MMuse Tocuhscreen y tras analizar las características y la imagen del producto, se han llegado a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- El material de impresión es barato, ya que las recargas las hace uno mismo.
- La recarga de material es muy sencilla y accesible.
- No es necesario preparar con antelación el material de impresión.
- Tiene una interfaz táctil en la propia impresora.
- El diseño es estético.
- Es un producto muy robusto con una estructura de aluminio anodizado.
- Se puede recargar el material durante la impresión.
- La pantalla táctil tiene un tamaño cómodo para su uso.
- Se imprime en cámara cerrada.

Contras

- Tiene un precio muy elevado para las posibilidades que ofrece.
- Solo permite usar chocolate.
- El resultado de los modelos deja bastante que desear.
- El diseño de la interfaz es poco llamativo.



Estudio de mercado

Print2Taste Procusini 4.0



Nombre	Print2Taste Procu- sini 4.0	Lanzado	2019 (Version 4.0)
Material	Pastas	Dimensiones impresora (mm)	600 x 600 x 650
Uso	Caterings	Peso (kg)	9
Volúmen impresión (mm)	250 x 150 x 100	Precio	2362 € (simple) 3314 € (dual)
Diámetro boquilla (mm)	0.5 / 1.3	Velocidad	—

Introducción

La Procusini 4.0 de la empresa Print2Taste es una de las impresoras más pulidas y rápidas de usar. Dispone de un sistema de cartuchos sencillo para la recarga, lo que limita el contacto de la comida con la máquina a la boquilla, la cual es removible para su lavado.

Hay disponibles 5 tipos de alimentos para la impresora, pasta (disponible en 5 colores), chocolate, grosella negra, mazapán y fondant (disponible en 5 colores). También se pueden usar alimentos caseros. Durante la impresión, los cartuchos pueden ser calentados hasta un máximo de 60°C. También está disponible una impresora con doble extrusor, lo que permite imprimir a la vez en dos alimentos distintos.

Con la compra de una impresora de comida de Procusini, se obtiene acceso total a su plataforma online, el Procusini Club. En la cual encontramos cientos de plantillas, objetos, texto y modelos huecos, listos para su impresión. La plataforma también dispone de videotutoriales y consejos para sacar el máximo partido de la impresora.



Estudio de mercado

Desarrollo

Procusini 4.0 es muy sencilla de usar, aseguran que desde el momento de sacarla del paquete hasta la producción del primer objeto impreso, se necesitan menos de 15 minutos, sin necesidad de tener ningún conocimiento previo sobre el tema.

La impresora tiene una función de autocalibración, lo que nos supone un ahorro de esfuerzo y tiempo a la hora de preparar la impresión.

El área de impresión es de 250 x 150 mm (En la Dual es de 200 x 150 mm) y la altura de impresión depende del alimento, llegando a un máximo de 100 mm. En el caso de querer imprimir objetos más grandes, se podría hacer dividiendo el modelo en partes.

Para operar con la impresora hay que conectarse mediante WLAN desde un dispositivo como puede ser un sobremesa, un portátil o una tablet.

Además, no se requiere de una limpieza de la impresora ya que la carga de alimento no tiene un contacto directo con la impresora. Únicamente está en contacto el cartucho y la boquilla, los cuales se pueden meter en el lavavajillas y es removible sin la necesidad de herramientas.

La extrusión del alimento se produce mediante un sistema de jeringa, donde el alimento se puede calentar hasta un máximo de 60°C.

La base donde se imprime el alimento es flexible, para permitir una fácil extracción de los alimentos impresos.

La impresora tiene unas dimensiones de 600 x 600 x 650 mm en la versión básica y de 600 x 640 x 650 en la Dual, sumado a un peso de 9 kg en la simple y 11 kg en la Dual. Estas características ofrecen cierto grado de portabilidad del producto.



Estudio de mercado

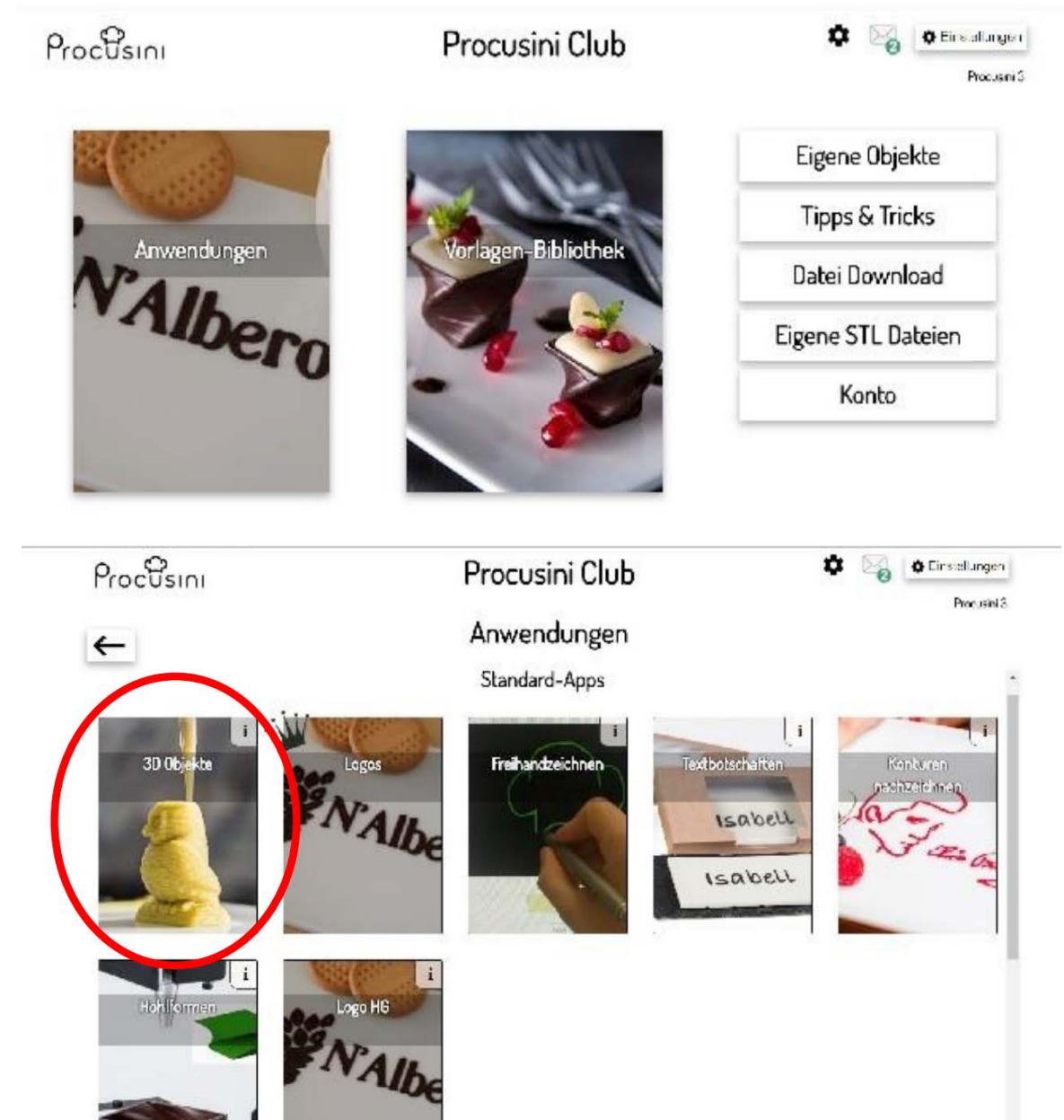
Procusini Club

Procusini Club, es la plataforma online que nos ofrece la empresa con la compra de sus impresoras de comida 3D. A través de la plataforma podemos operar con la impresora.

En la plataforma nos encontramos con las siguientes opciones:

- **3D TEMPLATE LIBRARY:** Aquí tenemos acceso a más de 1000 modelos en 3D ya probados, moldes huecos, letras, números, etc. Los objetos se pueden buscar por categorías y la librería de objetos se va ampliando constantemente.
- **3D OBJECTS:** Subiendo un archivo en formato STL, podremos imprimir modelos propios. Con seleccionar el alimento, Procusini Club crea el archivo automáticamente para imprimirlo.
- **TEXT MESSAGES:** Se nos permite diseñar textos con efecto 2.5D, en distintas tipografías y tamaños. Las tipografías propias de Procusini conectan todas las letras entre ellas.
- **FREEHAND DRAWING:** Podemos también hacer dibujos a mano alzada o trazar fotos, para que posteriormente sean impresos con la altura deseada.
- **EXCLUSIVE SMALL SERIES:** Si queremos hacer series del mismo objeto, una vez seleccionado el modelo y las dimensiones, con un click los objetos se multiplican hasta rellenar el espacio de impresión.
- **3D PRINTED FOOD LOGOS:** Nos dan la opción de subir un logo y ellos se encargan de hacer un archivo para imprimir en 3D correctamente diseñado.
- **EXPERT-APPS:** Con esta opción podemos trabajar con nuestras propias recetas para imprimir la comida. Se puede ajustar temperatura, velocidad y la altura de cada capa. Además, nos permiten ajustar la forma de los objetos para los requerimientos de nuestra receta, como reducir la velocidad si hay muchos saltos en el modelo o cambiar la cantidad de relleno para hacer un objeto más estable o hacer un molde hueco.

- **TIPS, TRICKS & VIDEOS:** Un espacio personal donde encontramos consejos y trucos para conseguir los resultados deseados. Aquí encontraremos tutoriales donde todas las funciones se explican paso a paso.



Estudio de mercado

Conclusiones

Tras analizar la impresora Print2Taste 4.0 de Proculusini, llegamos a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D
- Puedes comprar el alimento o usar tus propias recetas
- La recarga de material es muy sencilla y accesible.
- La estética del producto es elegante.
- La versión Dual permite imprimir en dos alimentos a la vez
- Puede imprimir en distintas superficies.
- Los modelos impresos con sus alimentos quedan bastante detallados.
- Es muy fácil de limpiar.

Contras

- Tiene un precio bastante elevado.
- Las recargas de sus alimentos son caras.
- El diseño de la aplicación es poco atractivo.
- Se necesita de un dispositivo con el que acceder a la plataforma online y ejecutar las funciones de la impresora.
- No tiene una pantalla.
- No imprime en cámara cerrada.



Estudio de mercado

Wiiboox Sweetin



Introducción

Wiiboox Sweetin de Wiiboox es una impresora de comida 3D es capaz de imprimir con varios alimentos distintos. A pesar de ser posicionada como una impresora de chocolate, pueden usarse mermeladas, puré de patata y pastas de alubias entre otros alimentos.

Dispone de una interfaz táctil, con la que se puede operar fácilmente el producto. Wiibox afirma que cualquiera que sepa usar un ordenador puede operar sin problemas la impresora. Dispone de una función de autonivelado, evitando que el usuario tenga que encargarse de esa tarea.

La empresa Wiiboox ofrece una gran cantidad de modelos de chocolate para imprimir, disponibles para descargar en su web. También ofrecen un software de diseño web que nos permite diseñar textos, imágenes y modelos simples 3D.



Nombre	Wiiboox Sweetin	Lanzado	2015
Material	Pastas	Dimensiones impresora (mm)	192 x 380 x 420
Uso	Caterings	Peso (kg)	10
Volúmen impresión (mm)	95 x 80 x 90	Precio	1843 €
Diámetro boquilla (mm)	0.4 a 1.55	Velocidad	15 mm/s – 70 mm/s

Estudio de mercado

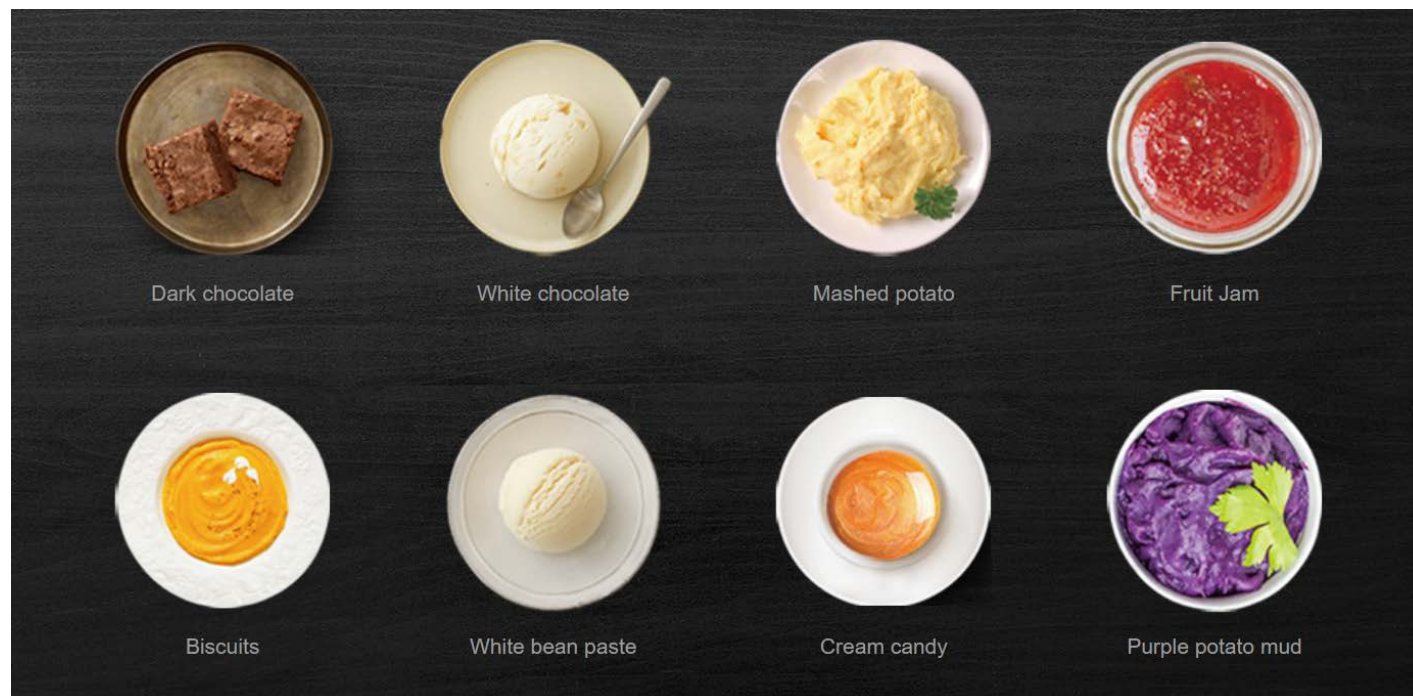
Desarrollo

Wiibox Sweetin es una impresora de comida 3D con muy buen acabado. Se nos presenta como una máquina fácil de usar, hay que cargar los modelos 3D a la impresora y ya se puede empezar a imprimir.

Gracias a la pantalla táctil, podemos controlar el proceso de impresión a tiempo real. Posee un controlador de temperatura, que nos muestra en todo momento como se encuentra el cartucho con el alimento.

En la jeringa donde se coloca el alimento de impresión, podemos usar varios alimentos pastosos para imprimir. Se pueden colocar pepitas de chocolate directamente, ya que la impresora tiene una función de calentamiento.

Además de los numerosos alimentos dulces que se pueden usar en la impresora, también podemos utilizar masa u otros alimentos como carne.



Una vez tenemos la jeringa preparada para colocarla en la impresora, hay que seguir 4 pasos muy sencillos:

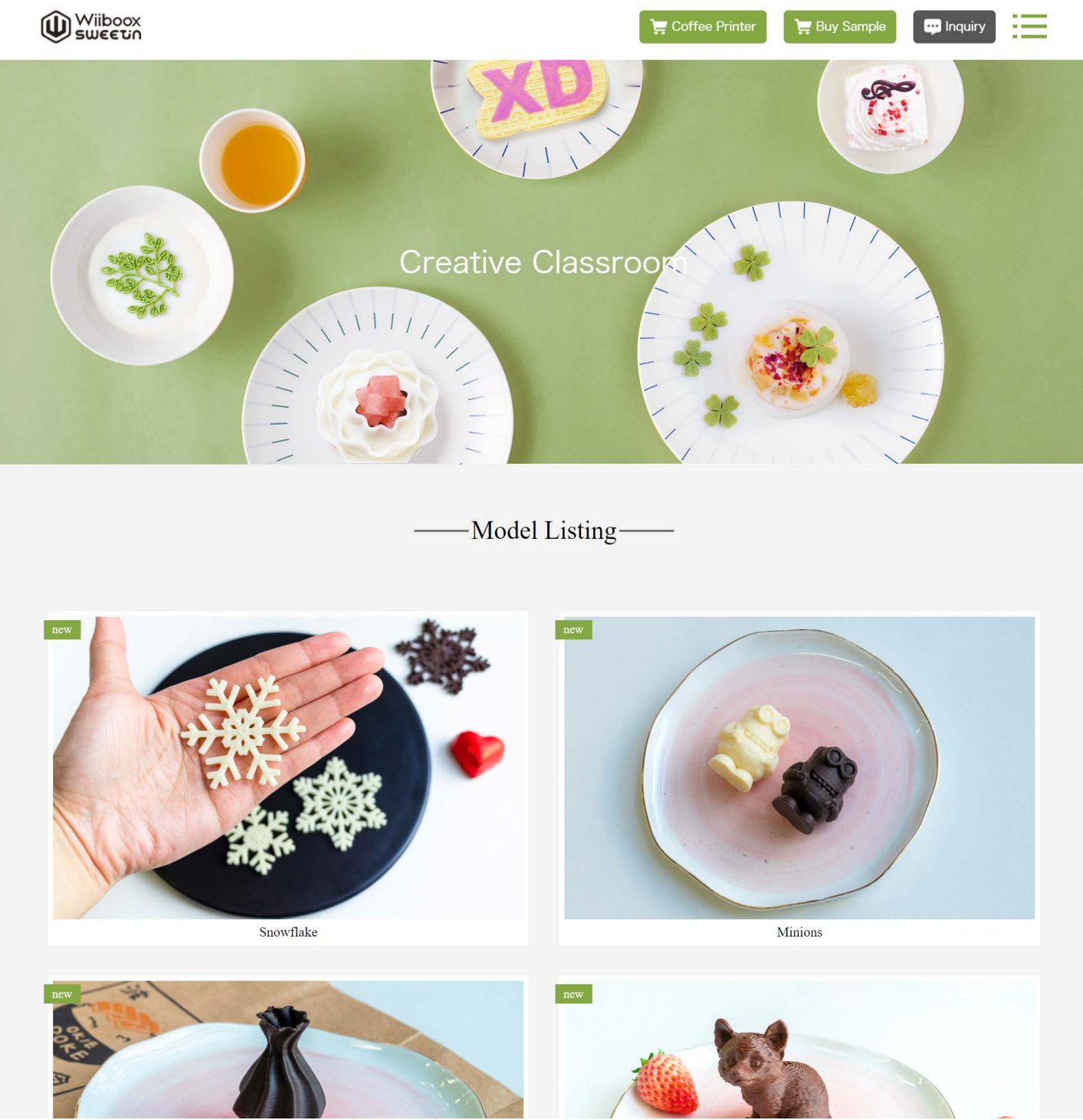


1. Hay que girar el cilindro 90° en sentido antihorario, de esta manera se soltará.
2. Una vez tengamos el cilindro suelto, le colocaremos en el interior la jeringa.
3. Tras rellenar el cilindro, se vuelve a colocar como en el primer paso y se gira 90° en sentido horario.
4. Por último habrá que colocar la boquilla por donde el alimento será extruido.

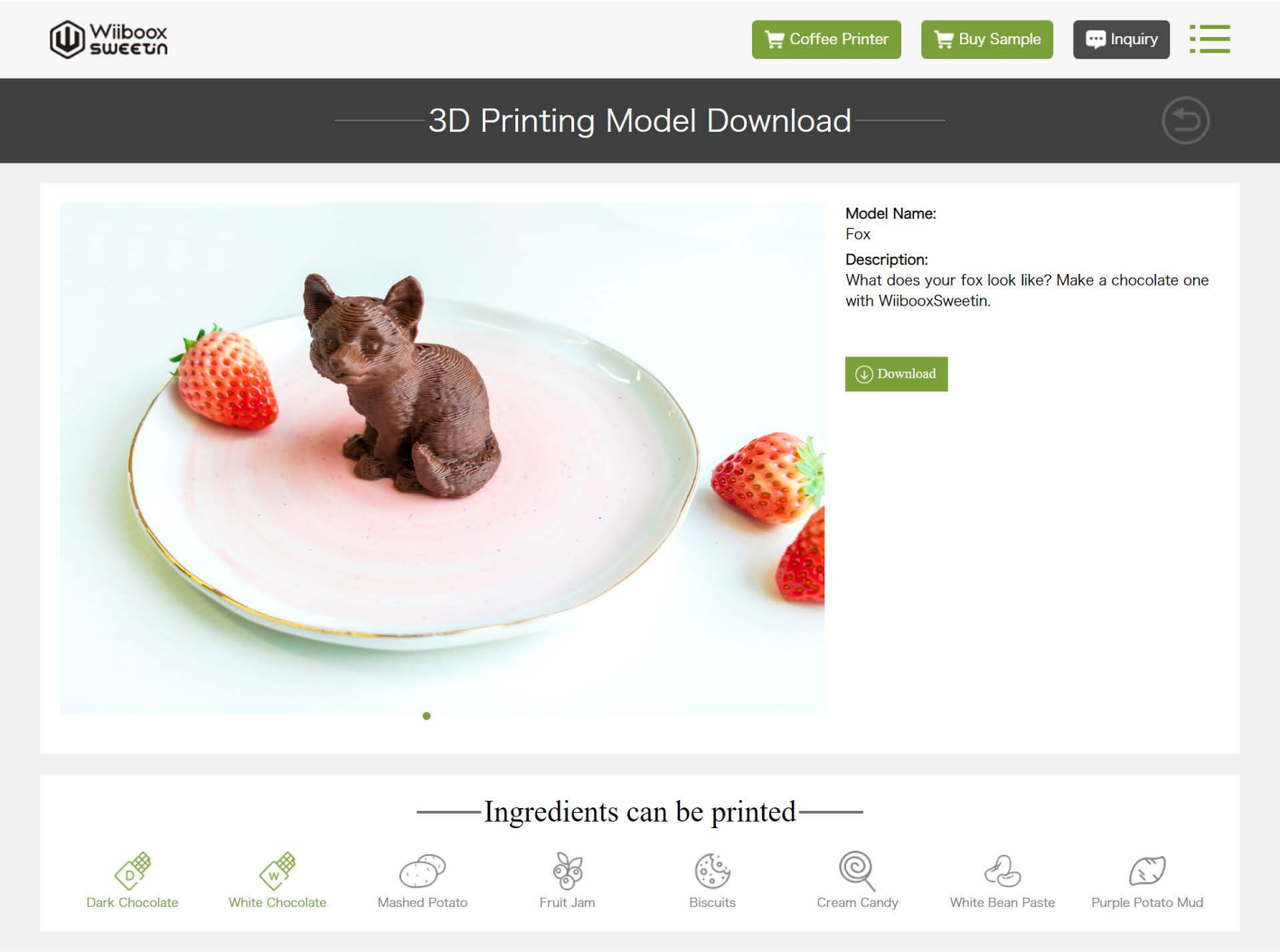
Para poder acceder a una biblioteca de modelos 3D y a la herramienta de personalización de diseños, Wiibox pone a nuestra disposición una web propia.

Estudio de mercado

Webs de Wiiboox



La web tiene un diseño gráfico muy cuidado y es muy intuitiva a la hora de usarla. La biblioteca de modelos 3D se nos presenta de forma continua avanzando hacia abajo en la página. Una vez localizas el modelo que deseas imprimir, lo seleccionas y tras abrirse, muestra su nombre, una breve descripción, la opción de descarga y con qué alimentos se puede imprimir.



Estudio de mercado

Por otra parte, tenemos la opción de crear nuestros propios diseños. Se nos permite hacer textos en 4 fuentes diferentes y ajustar el tamaño y altura. Es bastante limitado y no ofrece demasiada libertad creativa. También tiene otra herramienta para convertir fotografías en modelos para imprimir, por lo que si se es creativo, se pueden compensar las limitaciones de la herramienta de creación de textos, con la de imágenes. El resultado es un modelo en 2.5D.



Text Editor

Text

Sweetin

Font Style

Arial

Preview

Parameter Setting (unit: mm)

Layer Thickness (Z axis)5mm

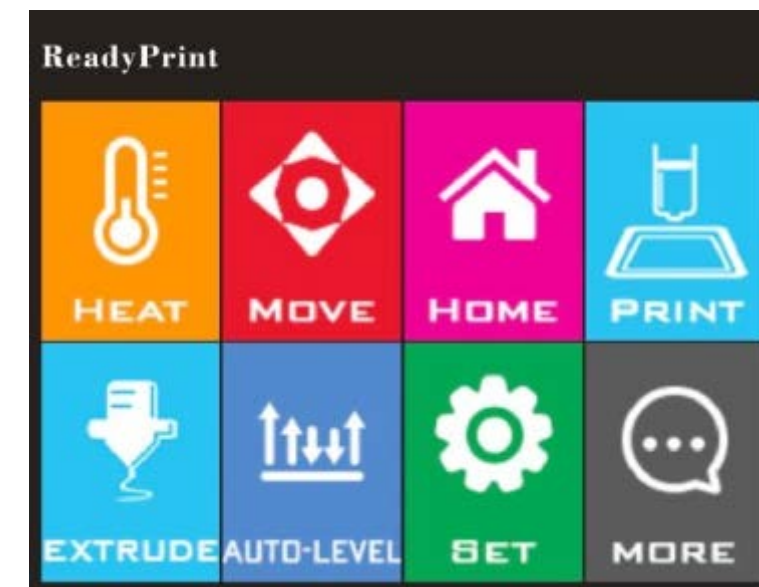
Zoom(Y axis)20mm

Display cover☒

Display bottom plate☐

Save STL

Una vez tengamos los modelos elegidos para imprimir, se importan a la impresora a través un de pendrive o una tarjeta SD y ya podemos hacer uso de su interfaz táctil para operar con la impresora.



El diseño de la interfaz es sencillo y poco atractivo. En la parte superior se nos muestra un texto que indica en qué apartado nos encontramos y debajo se muestran los iconos de las distintas opciones, distribuidos de igual forma con un icono y un título representativos, en colores chillones.

Estudio de mercado

Conclusiones

Tras analizar la impresora de comida 3D Wiibox Sweetin, llegamos a las siguientes conclusiones:

Pros

- Es fácil de usar y no requiere de conocimientos acerca de impresión 3D.
- Puedes usar tus propias recetas o recetas oficiales para hacer el alimento de impresión.
- La recarga de material es muy sencilla y accesible
- La estética del producto es atractiva.
- Los modelos impresos quedan bastante detallados.
- Puede imprimir en varios tipos de alimentos.
- Tiene una interfaz táctil para operar desde la impresora.

Contras

- Tiene un precio bastante elevado.
- El diseño de la interfaz es poco atractivo.
- Hay que preparar las pastas con antelación.
- No imprime en cámara cerrada.



Estudio de mercado

Conclusiones

Tras analizar las principales impresoras de comida 3D que hay actualmente en el mercado, se han podido encontrar funcionalidades que varias de ellas compartían y otras exclusivas que ayudan a desmarcarse unas de otras.

- La mayoría de ellas están destinadas a trabajar con alimentos dulces, sobre todo destacan las impresoras que únicamente trabajan con chocolate. Esto reduce mucho sus posibilidades y sus probabilidades de llegar a un público mayor.

- Las que permiten el uso de recetas caseras, de distintos alimentos, añaden mayor valor al producto y a sus posibilidades. Rompen con la gran limitación de centrarse en un solo sector de la cocina. Aunque los problemas que presenta esta opción es que las recetas al no estar desarrolladas especialmente para su impresión, suelen generar problemas con la extrusión, además de limitar las capacidades de construcción de los modelos. La velocidad y la presión de extrusión son factores muy determinantes a la hora de conseguir los resultados deseados, aparte el grado de viscosidad y homogeneidad de la mezcla también son factores que condicionan los resultados. Por eso algunos de los modelos proponen recetas a preparar, ya testadas para su uso o venden ellos mismos el alimento de impresión, para conseguir los resultados óptimos. El problema de los preparados que venden es que suelen tener precios muy altos que rompen gran atractivo del producto.

- Otra característica que hace destacar a algunas impresoras por encima de otras, es la impresión a cámara cerrada. Con este tipo de impresión se consigue poder controlar la temperatura y humedad, factores muy importantes cuando se utilizan alimentos sensibles a ellos, como puede ser el caso del chocolate. Otra de las ventajas de poseer una cámara cerrada donde imprimir es que se podría incorporar una función de horno en la impresora. Esto permitiría cocinar los alimentos simultáneamente o después de que se impriman. Igualmente, se podría utilizar para mantener un plato en la temperatura deseada para justo antes de ser consumido. Como en el caso de Nahia, la impresora dentro del horno profesional diseñada por la empresa Oskook, creada por Iñaki Muñoz. Su producto era capaz de ser usado como horno mientras se está imprimiendo, además de poder refrigerar para la preparación de platos en frío.

- En cuanto a la capacidad de alimento de impresión que pueden almacenar, están muy limitadas. En los peores casos hayamos impresoras que no tienen la función de parar una

impresión si se quiere cambiar o recargar el alimento. Esto limita mucho las capacidades del producto y le hacen perder mucho valor. Por otra parte, se han analizado impresoras donde sí existen mejoras en este aspecto, permitiéndonos de este modo parar para recargar o incluso cambiar el alimento para experimentar. Aun así, la capacidad tan restringida de alimento hace que los modelos a imprimir estén limitados en tamaño o que se tenga que recargar varias veces el alimento. Hay un modelo que permite recargar el alimento sin parar la impresión, sin embargo, por otra parte, está condicionado a usar solamente un tipo de alimento.

- Sobresalen las impresoras con la capacidad de imprimir modelos con distintos alimentos. Si se quiere conseguir un producto atractivo capaz de resolver necesidades, debemos señalar este requisito como indispensable para una impresora de comida en 3D en el futuro.

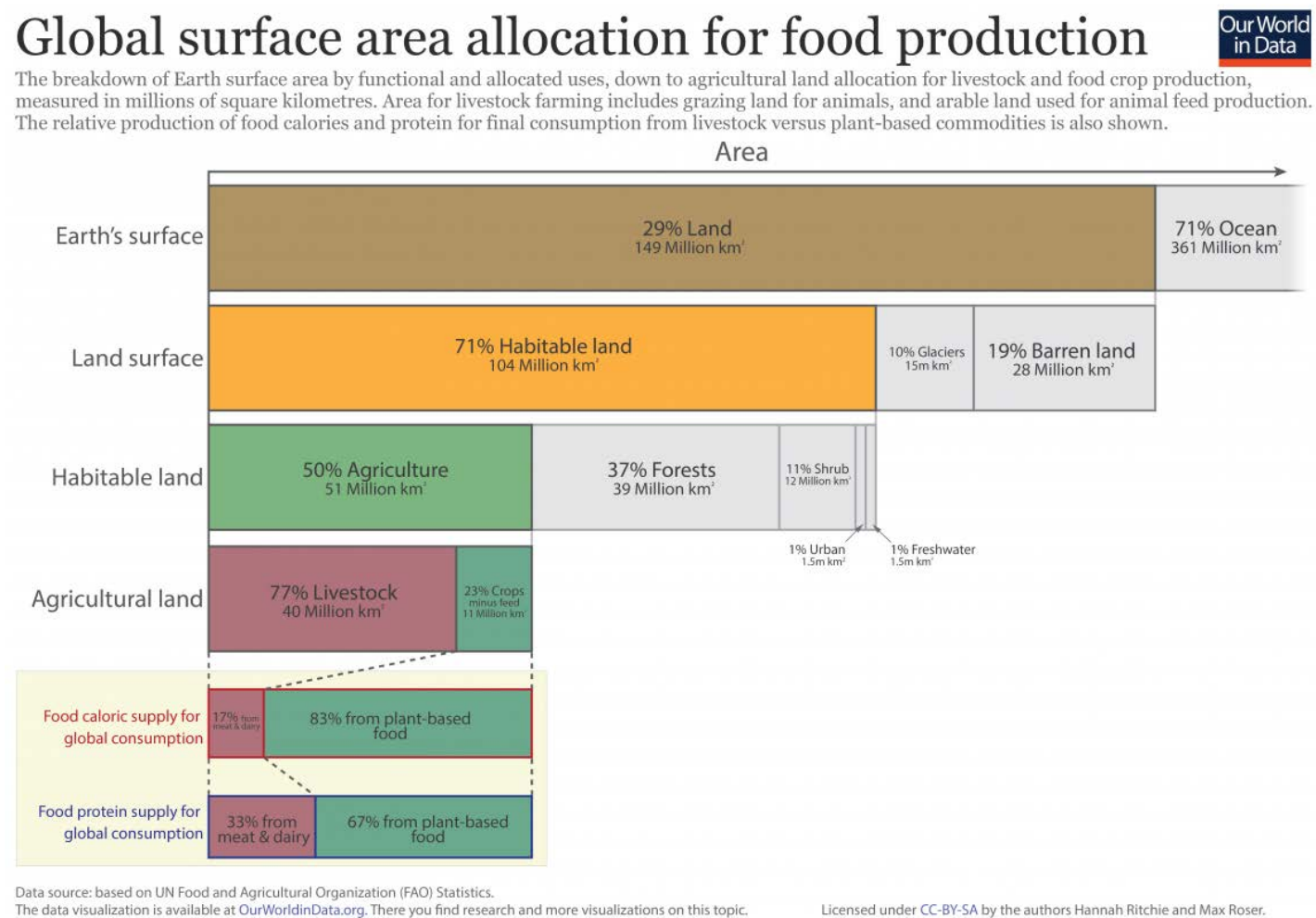
- Los precios son muy elevados si se tiene en cuenta lo limitadas que se encuentran actualmente estas impresoras. En la actualidad resulta complicado pensar un contexto en el que lleguen a ser un producto popular. Para lograr que puedan tener éxito son necesarias grandes inversiones en el desarrollo de las impresoras y sus funcionalidades, así como en el desarrollo de recetas y alimentos que puedan lograr mayor complejidad estructural.

Tendencia a un consumo sostenible

Introducción

En los últimos años los sustitutos de los productos animales están viendo su demanda crecer de forma exponencial. A continuación, se exponen algunas de las más grandes razones por los que se está produciendo el cambio:

La primera razón se debe a motivos medioambientales. Siendo tan numerosa la población mundial y con la enorme demanda de productos animales, no hay forma tangible de producir de forma limpia y sostenible las cantidades requeridas. Por esta razón, para suplir la demanda se llevan a cabo prácticas altamente destructivas, siendo la agricultura animal responsable de un consumo desmesurado de recursos. Por poner un ejemplo, en la siguiente imagen se muestran las proporciones de tierra y sus distribuciones:



Otras de las razones por las que está aumentando la demanda de alternativas es por temas relacionados con la salud y razones éticas.

Además, debido a las condiciones de hacinamiento y a las prácticas que se someten a los animales en la ganadería industrial, nos encontramos con entornos masivamente afectados por bacterias y virus. A causa de esto, se hace un uso continuo de antibióticos, lo que está acelerando la generación de bacterias con resistencia a éstos.

Ante esta situación ya hay varias empresas que están investigando y desarrollando acerca de la producción de carne de laboratorio. Mediante la extracción de células madre de animales, se cultivan para multiplicar el número de células hasta formar pedazos de carne. Las ventajas de esta opción son el gran ahorro de recursos naturales necesarios para su producción, además de ventajas para la salud como el no consumir las toxinas que producen los animales cuando van a ser sacrificados.

Las alternativas que más terreno están ganando, son los productos de imitación basados en plantas. Estos productos llevan existiendo muchos años, pero se han distribuido siempre en comercios muy especializados (como herboristerías y dietéticas) y el parecido con los productos animales generalmente es muy deficiente. Pero en estos últimos años han aparecido nuevas empresas con productos rompedores, como es el caso más famoso de la empresa Beyond Meat, la cual, tras debutar el 2 de mayo de 2019 en Wall Street, disparó sus acciones un 163%. Entre los accionistas más famosos se encuentran Bill Gates y Leonardo DiCaprio.

A continuación se van a analizar las dos empresas más relevantes que utilizan tecnologías de impresión 3D para recrear productos cárnicos mediante alimentos provenientes de las plantas.

Si hacemos el cálculo un 42,41% de la tierra habitable está destinada para el ganado.

Tendencia a un consumo sostenible

Impresión 3D de carnes alternativas

Redefine Meat

Redefine Meat es una startup de origen israelí que anunció a principios de julio de 2020, haber creado el primer filete basado en plantas con tecnología de impresión 3D. Anunciaron que probarían el filete de ternera vegetal en selectos restaurantes de alta gama en Israel a finales de año. Tras el feedback positivo de chefs de alto nivel y carniceros, anunciaron que aumentarán la producción de las impresoras de carne 3D, además de formular nuevas recetas de carnes alternativas antes de la distribución en el mercado en 2021.

La empresa fue fundada a principios de 2018 con el nombre de Jet Eat por Ben Shitrit, desde entonces han buscado crear una alternativa de carne vegetal utilizando procesos digitales, por razones medioambientales y éticas. La compañía desarrolló tecnología para la impresión 3D sustitutos de carne de forma industrial, utilizando formulaciones con ingredientes de origen vegetal. Sus máquinas pueden imprimir varios materiales a la vez por lo que Redefine Meat afirma poder crear filetes sostenibles, ricos en proteínas y sin colesterol, manteniendo la imagen, cocinado y sabor de la carne de res.

Con la impresión de las alternativas cárnicas no se centran en crear la forma, si no que crean macroestructuras que pueden combinar la textura con el sabor deseados, además de otros parámetros sensoriales requeridos.

Para conseguir una adopción en masa de sus productos sabían que tenían que garantizar gran calidad y composición nutricional, con ello han tenido que desarrollar tecnologías y procesos de producción que no han sido vistos antes en la industria alimenticia. En Redefine Meat trabajan con destacados carniceros, chefs, tecnólogos de alimentos y con Givaudan, fabricante suizo de sabores y fragancias. Todo ello ha ayudado a mapear digitalmente más de 70 parámetros sensoriales para su aplicación en las carnes alternativas, tales como apariencia, textura, jugosidad, distribución de la grasa y la sensación de los cortes de carnes premium.

Para la impresión de sus productos utilizan 3 formulaciones distintas que corresponden a el músculo, la grasa y la sangre. La composición que corresponde al músculo se basa principalmente en proteína de soja y guisante, la grasa en grasa de coco y aceite de girasol, junto a colorantes y saborizantes naturales.



Tendencia a un consumo sostenible

Disponen de un banco de modelos 3D correspondientes a distintas partes de la carne de vacuno. Los modelos son cargados a la máquina que, con las tres mezclas mencionadas anteriormente, son capaces de imprimir 13 libras (5'89 Kg.) de producto cada hora, los cuales ascenderán a 44 libras (20 Kg.) el año que viene y eventualmente cientos, a un precio inferior de la carne real.

Redefine Meat tiene como objetivo vender impresoras y cartuchos a distribuidores de todo el mundo y ha comenzado a trabajar en una fábrica en Israel para hacer un lanzamiento piloto. El plan que siguen es hacer lanzamientos pilotos locales, así como en varios países europeos.



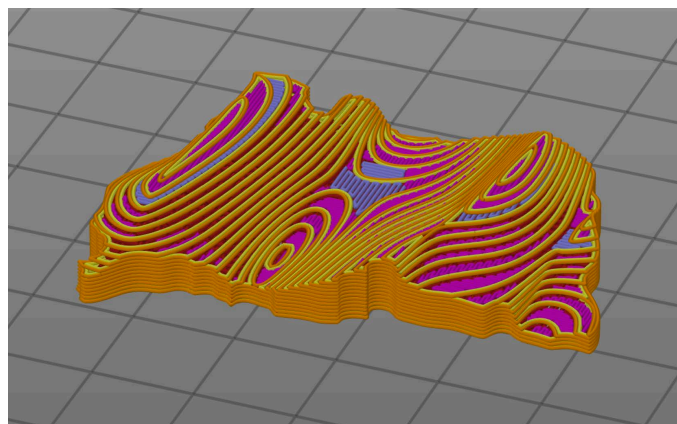
Tendencia a un consumo sostenible

Novameat

Novameat es una startup fundada en Barcelona en el año 2018 por Giuseppe Scionti, investigador en bioingeniería y empresario. En ese mismo año se hicieron conocer con la producción del primer filete de carne de vacuno basado en plantas mediante la impresión 3D. Gracias a las inversiones de New Crop Capital, empresa privada que invierte en productos o servicios que reemplazan los alimentos animales, pudieron acelerar el proceso de avance de sus proyectos. Han conseguido desarrollar una tecnología, mediante la impresión 3D, que imita la textura, apariencia y las propiedades sensoriales y nutricionales de carnes fibrosas, como filetes de vacuno, de pescado y pechugas de pollo.

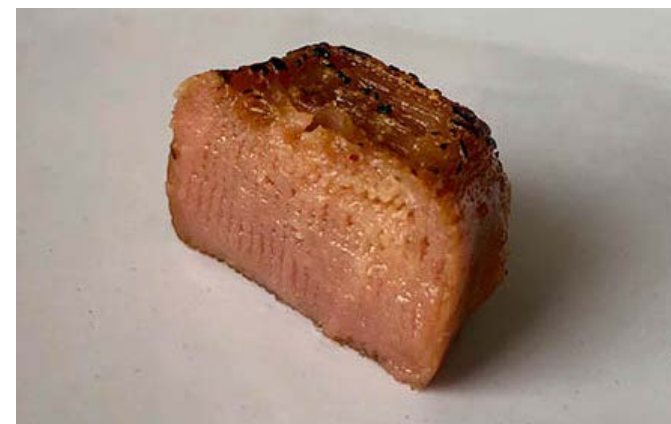
Giuseppe Scionti declaró que, mientras investigaba la regeneración de tejidos animales, a través de tecnologías de bioimpresión para aplicaciones biomédicas y veterinarias, descubrió como modificar la estructura de la matriz 3D de varias proteínas vegetales para conseguir una textura como la de la carne.

Con la tecnología que han desarrollado dicen ser capaces de usar ingredientes de Beyond Meat o Impossible Foods, dos de las empresas con alternativas cárnicas más conseguidas del mercado, para imprimir sus filetes. Los métodos tradicionales de extrusión para la impresión 3D no son capaces de hacerlo



El periodo de confinamiento por la crisis sanitaria del Covid-19, les ha servido para mejorar sus filetes vegetales impresos en 3D en los cuatro parámetros clave: textura, apariencia, sabor y propiedades nutricionales. Han desarrollado el Steak 2.0, que muestra la textura y aspecto del corte de un músculo de ternera. Con la capacidad biométrica de su tecnología de micro extrusión han imitado la textura jerárquica de las fibras, típica de la estructura interna de los músculos de ternera, tanto a nivel microscópico como macroscópico. Han utilizado la ingeniería de tejidos denominada bioimpresión para alcanzar tal nivel de complejidad.

A su vez, otro de sus proyectos acelerados por el periodo de confinamiento ha sido la producción de una alternativa a la carne de cerdo, el cual ha sido completamente desarrollado en remoto. Destacan este logro como muy importante teniendo en cuenta la disrupción provocada por el Covid-19, que ha afectado a la producción y transporte de alimentos en todo el mundo.



Están preparándose para escalar su tecnología a nivel industrial, un plan que prevé completar en 2021. Quieren proporcionar a los fabricantes de carne vegetal las herramientas para crear diferentes texturas a partir de una variedad de ingredientes, de forma que puedan mimetizar diversos tipos de carne o de pescado.

Su intención es demostrar que pueden ir más allá de las impresoras 3D y usar maquinaria industrial para producir más de 50 kg/h de carne vegetal similares a piezas de músculo. Aunque su plan para llegar a un mercado de consumo masivo, pasa por licenciar su tecnología con fabricantes interesados en desarrollar sus propias alternativas cárnicas vegetales.

Tendencia a un consumo sostenible

Conclusiones

La producción de alternativas cárnicas a base productos de origen vegetal, mediante tecnologías de impresión 3D, tiene un futuro prometedor. La cantidad de recursos naturales que se ahorran es muy grande y esta tecnología tiene el potencial de recrearlos a la perfección.

Actualmente se están consiguiendo los primeros productos creados muy fielmente al alimento que imitan. En cuanto se comiencen a comercializar con un precio atractivo, sumado a sus ventajas medioambientales, sus beneficios sanitarios y sus razones éticas, tienen una oportunidad de mercado muy grande.

No solo hay que invertir en el desarrollo de las tecnologías que se emplean, sino que también hay que desarrollar tecnológicamente las recetas de los alimentos y colaborar más con profesionales de la cocina y de la alimentación.

A la hora de conceptualizar la impresora de comida 3D en este trabajo, considero que la capacidad de crear este tipo de productos alternativos a los productos cárnicos habituales puede ser una de las mejores funcionalidades. Esta función podría añadir un gran valor de compra, más aún, teniendo en cuenta el crecimiento exponencial que están teniendo estas alternativas en la sociedad.

Estudio de interfaces: Los controles

Introducción

Antes de comenzar con el desarrollo de una interfaz para manejar la impresora de comida 3D del futuro, se decidió investigar acerca del posible contexto futuro que encontraremos en el ámbito del control de las interfaces. De esta manera, al idear las posibles formas de control innovadoras podría ayudar con el diseño de una interfaz intuitiva y ergonómica.

Además de considerar el control mediante una pantalla táctil (estándar en multitud de dispositivos que se usan a diario como es el caso de teléfonos móviles, tablets y otros dispositivos), estudié otra forma de control alternativa, que pueda llegar a convertirse en un estándar dentro de varios años. De esta forma tomé la decisión de investigar acerca del control gestual de interfaces, para ver hasta que punto está en uso y que hay desarrollado actualmente.



¿Por qué el uso de controles gestuales?

En la actualidad, muchos de los dispositivos que se utilizan tienen cámaras, los smartphones, las tablets, ordenadores, televisiones, etc. Además cada vez hay más dispositivos que las están integrando, como es el caso de automóviles, frigoríficos, gafas, etc. Lo que se puede llegar a conseguir con las cámaras, está cambiando la forma con la que interactuamos con estos dispositivos y con las demás personas. Al aprovechar uno o varios sensores de imagen, estas cámaras generan datos que representan el espacio tridimensional alrededor del dispositivo, dando la posibilidad de desarrollar numerosas funciones de interacción incluyendo la realidad aumentada y el control gestual.

Los gestos han sido parte del lenguaje de interacción de los humanos desde hace miles de años. Si agregamos soporte para el control gestual en dispositivos electrónicos, podemos utilizar nuestro lenguaje natural para operar estos dispositivos. Este método puede dar lugar a una interacción mucho más intuitiva y que genere menos esfuerzo en comparación con tocar una pantalla, manipular un ratón de ordenador, un control remoto, el uso de botones o el uso de palancas.

Si el control gestual lo combinásemos con otras tecnologías avanzadas, en interfaces para el usuario, como en el caso de control mediante comandos de voz y reconocimiento facial, los gestos pueden crear una experiencia de usuario más rica y natural con nuestro lenguaje natural por gestos.

A continuación se muestra el análisis de distintos dispositivos reales que utilizan tecnología basada en control gestual así como algún ejemplo mostrado en obras de ficción. De esta forma tras el análisis de los distintos gestos usados y sus funciones, diseñaré la interfaz y cómo controlarla mediante el reconocimiento gestual.

Estudio de interfaces: Los controles

Proyectos reales

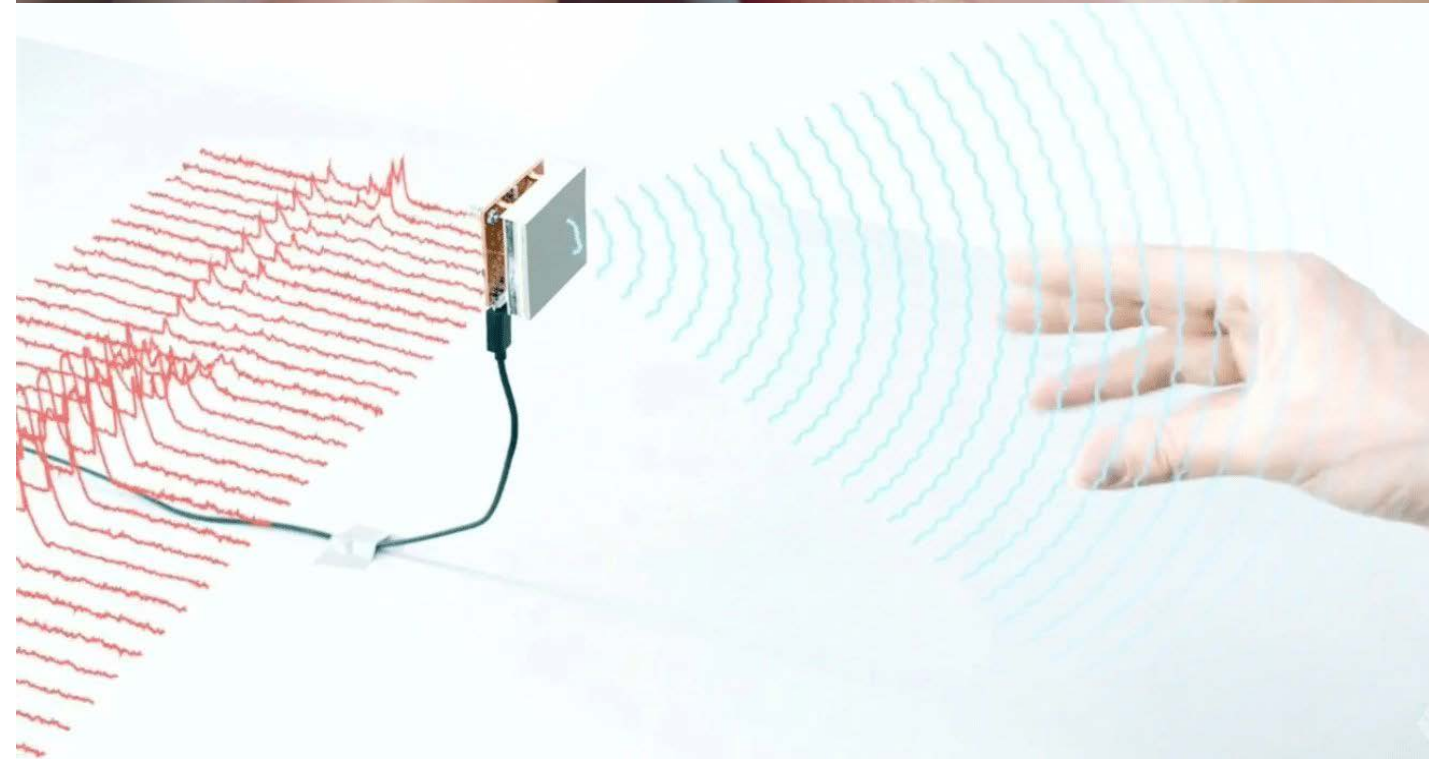
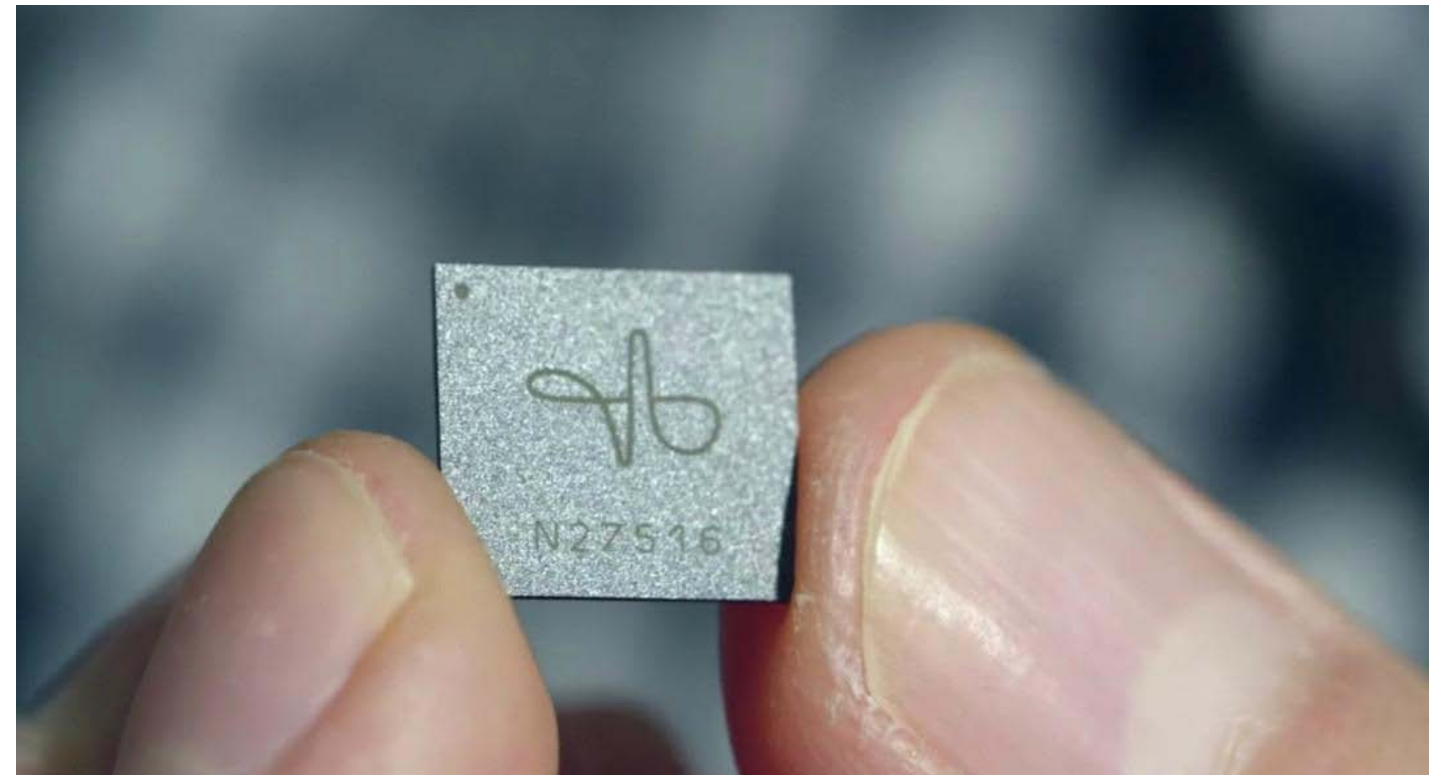
Project Soli

Introducción

En 2015, Project Soli fue presentado por Google's Advanced Technology and Projects (ATAP). El proyecto consiste en unos diminutos radares, capaces de reconocer los movimientos que hacemos con las manos, de esta forma se pueden crear interfaces sin la necesidad de tocar físicamente una pantalla o superficie. El proyecto se ha aplicado en el Pixel 4, un móvil gama alta de Google.

Los radares de Soli se están utilizando tanto para el reconocimiento facial como para la tecnología Motion Sense de Google. La función básica de su radar es detectar y medir las propiedades de los objetos en función de sus interacciones con las ondas de radio. No deja de ser algo similar a como actúa cualquier otro radar, pero según Google los radares tradicionales carecen de la sensibilidad y capacidad de detección de movimiento que se requieren para un pequeño dispositivo de consumo. De esta forma Google ha desarrollado Soli, un radar en miniatura, cuyo algoritmo de detección está basado en el movimiento, más que en la posición que ocupan los objetos en el espacio.

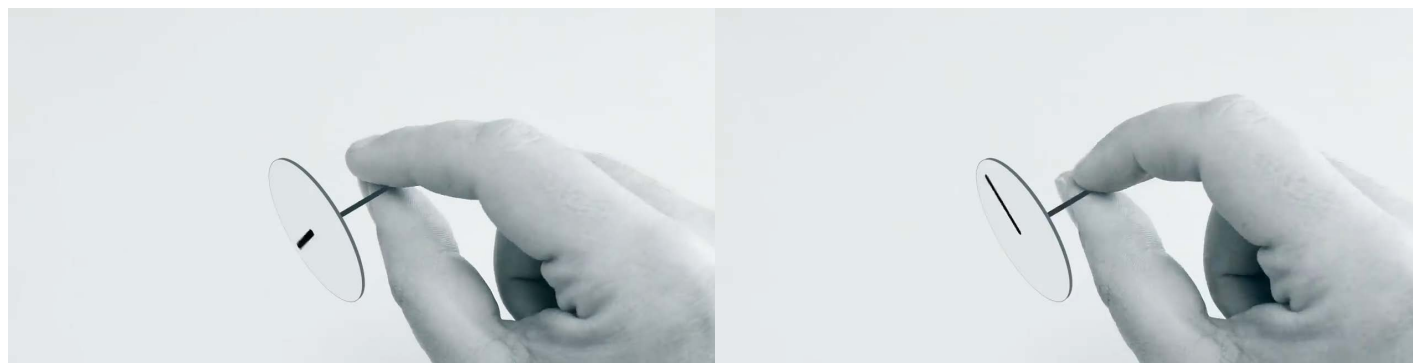
Soli tiene una precisión alta, capaz de distinguir distintos patrones de movimiento, gracias a que los datos son procesados por la red neuronal de Google. De forma más técnica, Soli procesa los cambios temporales en las señales que recibe. Transmite una señal con una frecuencia modulada de 60 GHz, a través de la cual puede distinguir objetos que se mueven con diferentes patrones de movimiento. Según la velocidad o la distancia a la que se encuentran los objetos y personas, la energía se distribuye de forma distinta, por lo que el radar puede tener constancia de ello con más precisión.



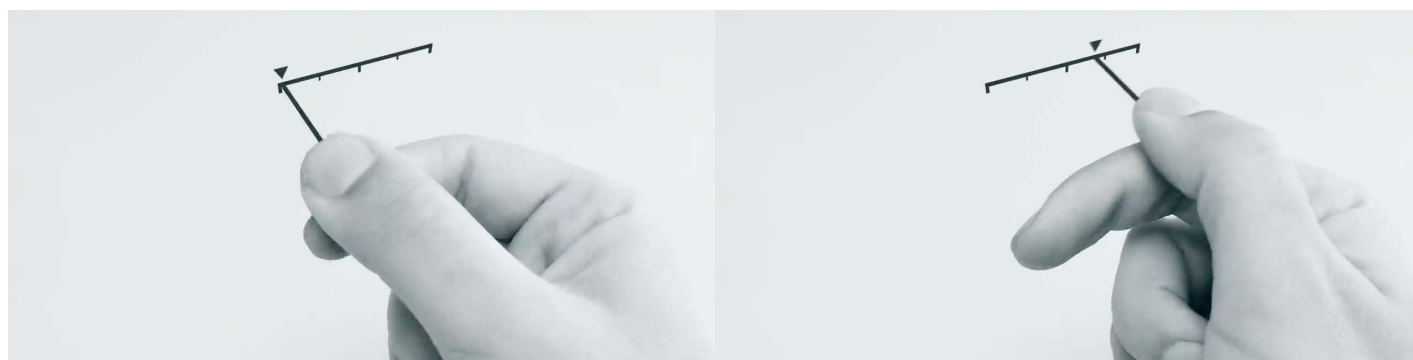
Estudio de interfaces: Los controles

Análisis de los controles

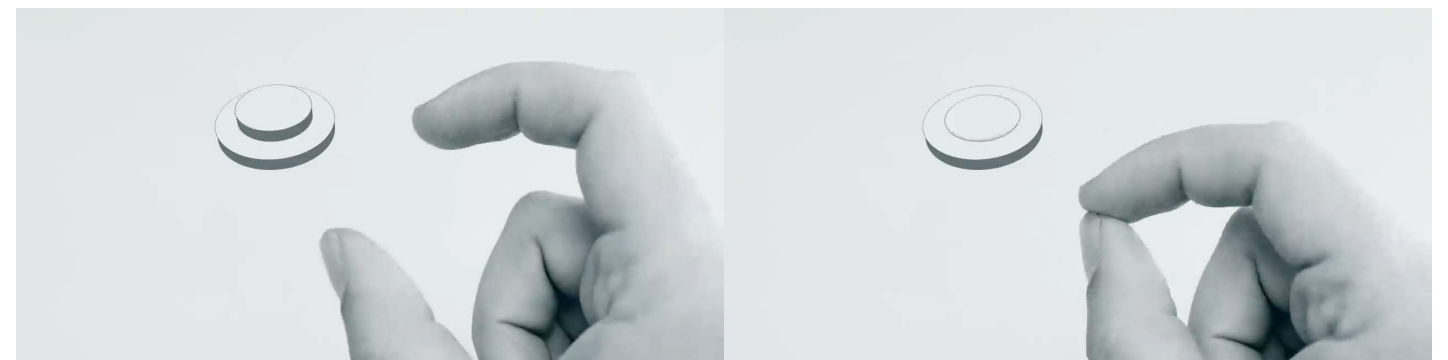
A continuación, se analizarán los distintos comandos gestuales mostrados en el prototipo de Project Soli:



Deslizar la yema del dedo índice sobre la superficie del dedo pulgar, representa el giro de una ruleta. Es un movimiento intuitivo ya que imita al que hacemos cuando operamos con una ruleta real.



Deslizar la yema del pulgar sobre el lateral exterior del dedo índice sirve para desplazarse por una barra. De esta forma la posición del dedo índice, indica que parte estamos eligiendo de la barra, la cual está representada por el dedo índice. Nos encontramos con que los elementos de la interfaz son representados por nuestros dedos, lo que nos acerca a una experiencia que une lo sensorial con el producto.



Juntando la punta del dedo índice con la punta del pulgar, se realiza la acción de seleccionar. Este movimiento es muy intuitivo, ya que siempre que presionamos un botón físico, utilizamos generalmente la punta del dedo índice. En este caso la punta del pulgar representa la superficie del botón.

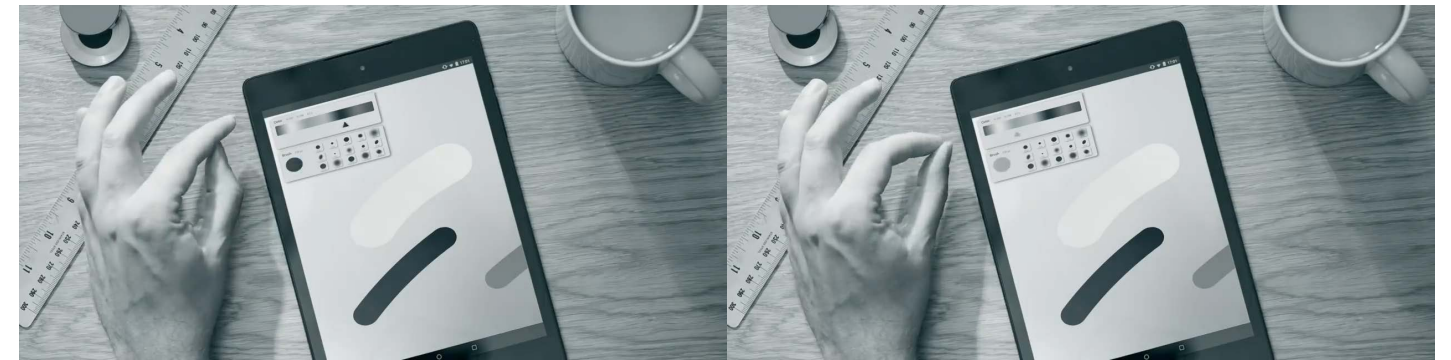


En esta secuencia de imágenes vemos que para cambiar los números y ajustar el reloj usa el movimiento descrito anteriormente de la “ruleta”. Cuando quiere cambiar de las horas al minuterero, mueve la mano hacia la derecha. Estos movimientos corresponden con la posición de los elementos en la interfaz del reloj, lo que te permite interpretar fácilmente los movimientos para operar.

Estudio de interfaces: Los controles



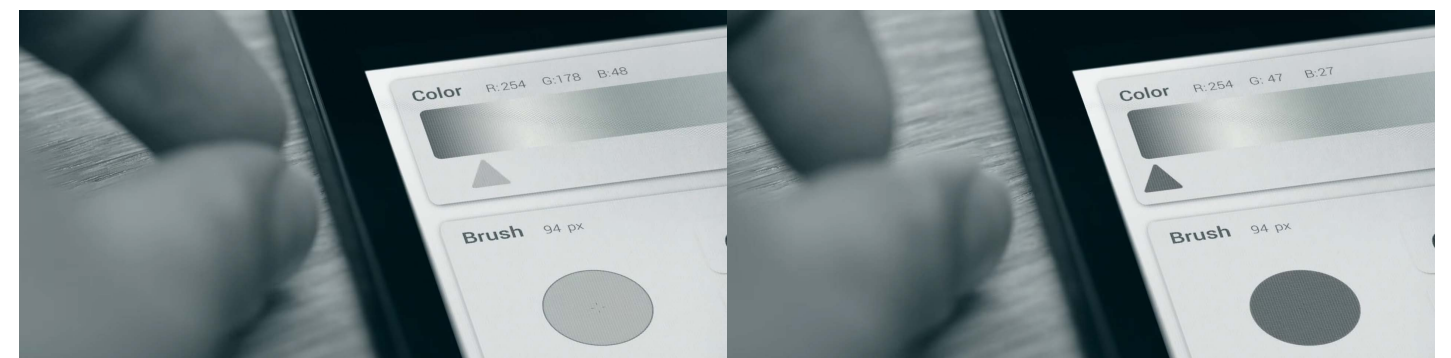
Aquí se nos muestra el uso de un aparato de radio, el movimiento sobre el lateral del dedo índice nos permite desplazarnos entre las emisoras. Cuando llega a la emisora deseada junta el pulgar y el índice para seleccionar y procede a hacer el movimiento de la “ruleta” para modificar el volumen.



También muestran como usar el movimiento de la “ruleta” en un programa de dibujo, a la hora de seleccionar el color de nuestro pincel. En las dos imágenes inferiores podemos ver más de cerca el movimiento del dedo índice y cómo la barra que determina el color elegido, se desplaza.



Otro ejemplo del gesto “ruleta” nos viene representado por las dos imágenes de arriba. En ellas, con el desplazamiento del dedo índice sobre la yema del pulgar, mueve el círculo situado en la barra de tiempo del reproductor de música.



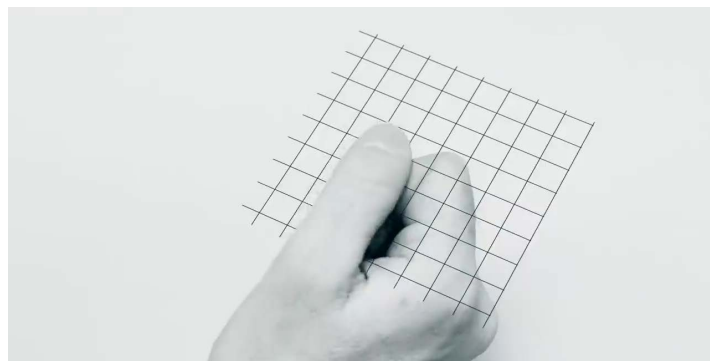
Con la acción de “rotación”, deslizando la punta del dedo índice sobre la huella del dedo pulgar, muestran la acción de cambiar la posición de la barra de color para así elegir el color deseado del pincel que vayamos a usar en la aplicación.

Estudio de interfaces: Los controles



Usando el gesto del “botón”, juntando la punta del dedo índice y la del pulgar y separando la mano del dispositivo móvil, se ejecuta la acción de aumentar el grosor del pincel seleccionado en la aplicación.

Además nos muestran otro gesto de control, el cual consiste en, con el puño cerrado utilizar el lateral del dedo índice plegado como “plano” por el que desplazar el dedo pulgar como si de una pantalla táctil se tratase. En la imagen de la derecha podemos observar una hipotética malla que representa la superficie que podríamos desplazar en todas las direcciones, con el movimiento del dedo pulgar.



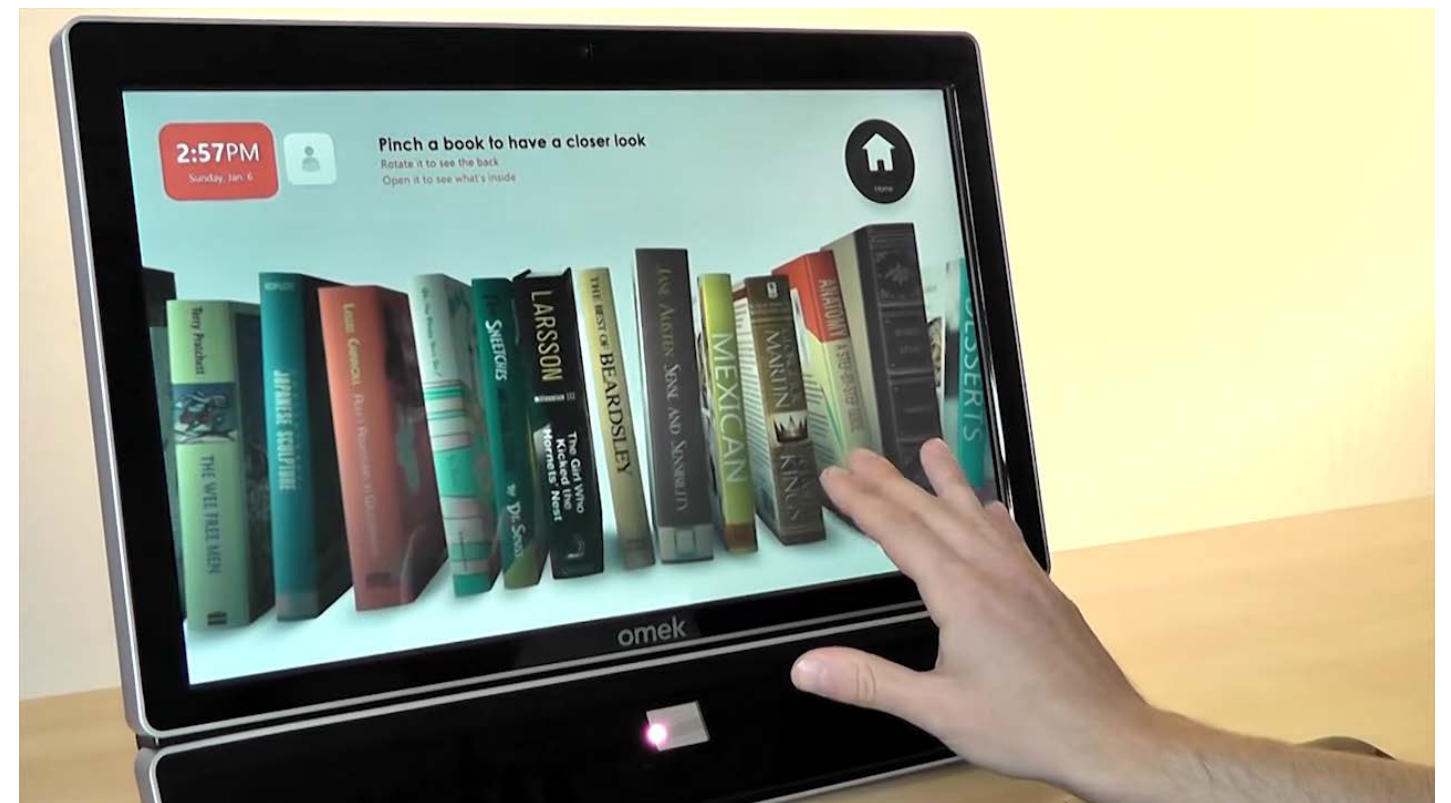
Estudio de interfaces: Los controles

Omek Interactive

Introducción

Omek Interactive era una empresa israelí fundada en 2006, que desarrollaba software avanzado de detección de movimiento para la interacción entre el ordenador y las personas. Usaban una combinación de cámaras con un sensor de profundidad 3D. Fue comprada por Intel en 2013 por 40 millones de dólares.

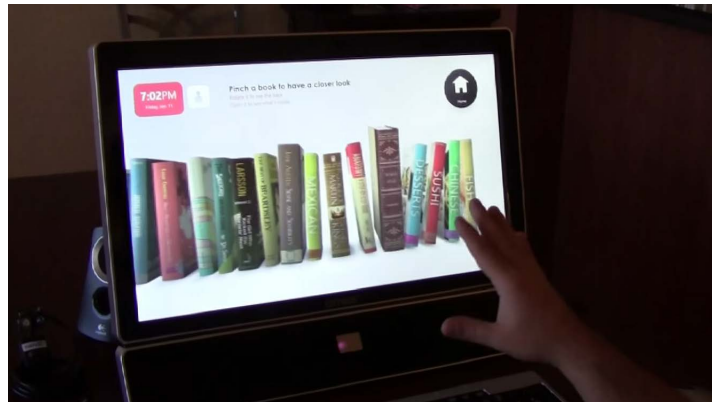
La tecnología que usaban permitía generar las respuestas deseadas a través de los datos recogidos por las cámaras y el sensor de profundidad 3D. Mediante la sustracción del fondo, el seguimiento de las articulaciones, la identificación del esqueleto y el reconocimiento de gestos, generaban toda la información necesaria para el correcto funcionamiento del dispositivo. También ofrecían un software que permitía a los desarrolladores crear gestos nuevos sin la necesidad de usar código.



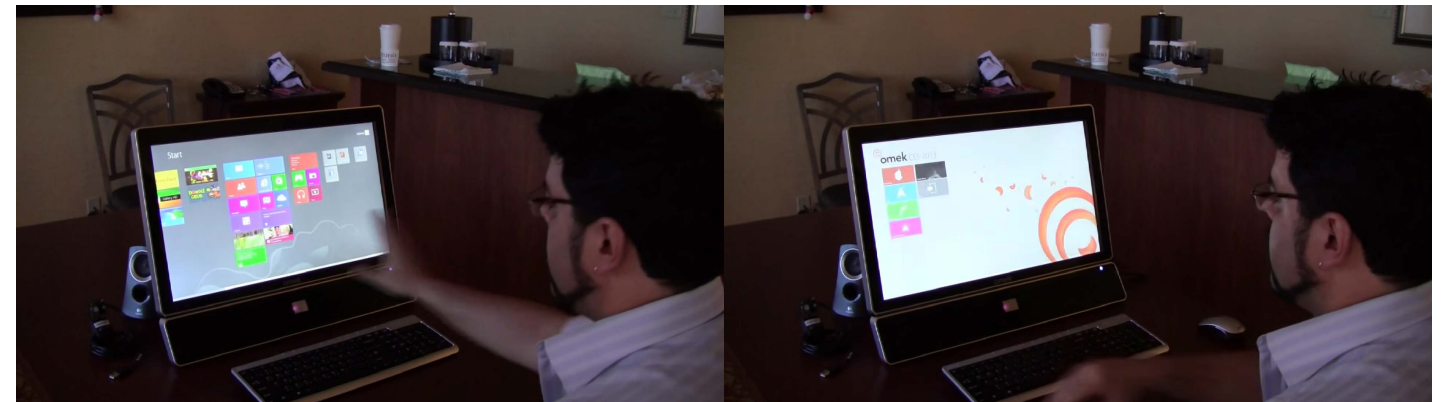
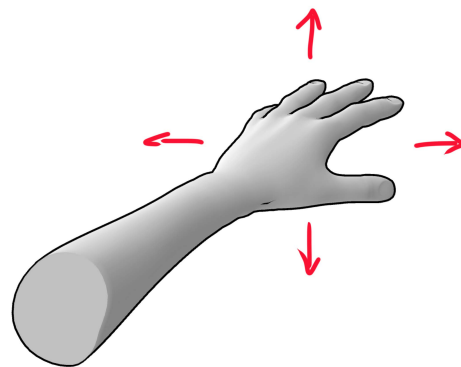
Estudio de interfaces: Los controles

Análisis de los controles

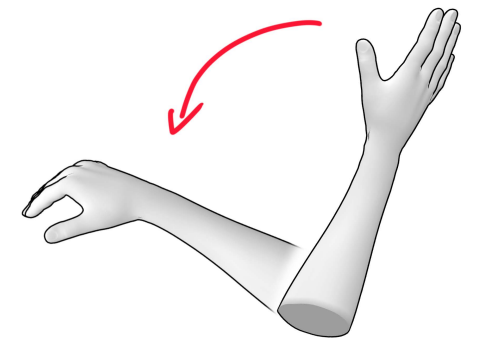
A continuación se analizarán los distintos comandos gestuales de Omek interactive:



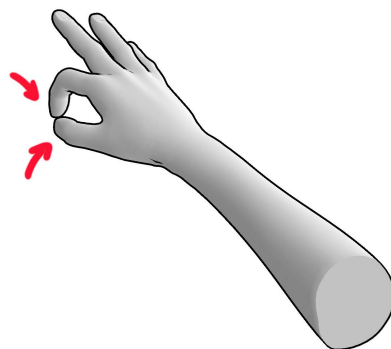
Con la palma de la mano abierta, se controla el cursor del ordenador, simulando que la mano es el ratón del ordenador. En aplicaciones específicas, como la mostrada en la imagen, cuando te diriges a los extremos de la pantalla, mueves la escena para ver el resto de elementos.



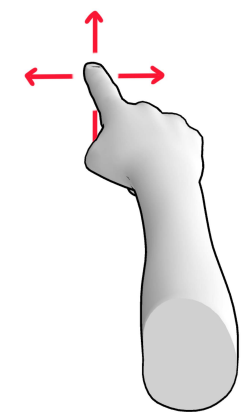
Estando dentro de una aplicación o navegando por los menús, si se quiere ir al escritorio, se hace un movimiento como si quisieras apartar un elemento que se encuentra delante tuyo, utilizando la mano abierta y terminando con la mano cerca de tu cuerpo.



Cuando se maneja el cursor, con el gesto presentado anteriormente, una vez estás situado en el elemento que quieres seleccionar, juntas la punta del dedo índice con la del pulgar, para realizar la acción de selección.



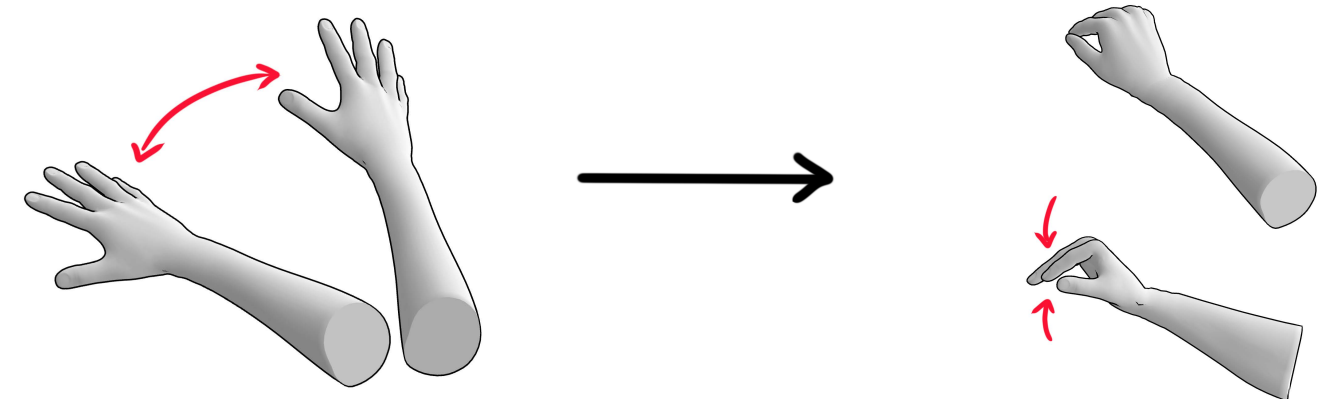
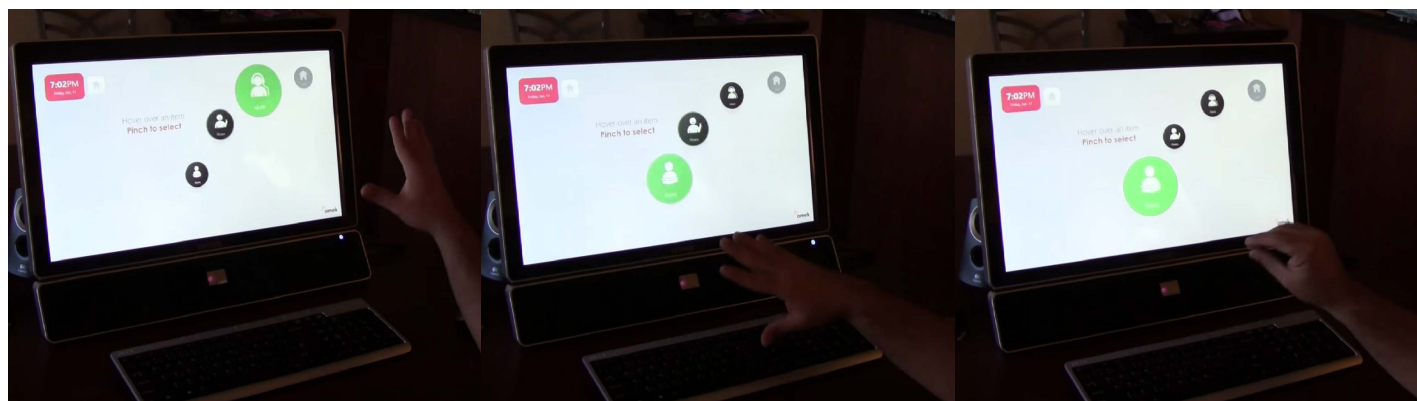
En aplicaciones, como el juego mostrado en la pantalla, se pueden usar uno o varios dedos, como elementos para mover por la pantalla. En este caso concreto, los dedos simulan cuchillos en el juego "Fruit Ninja".



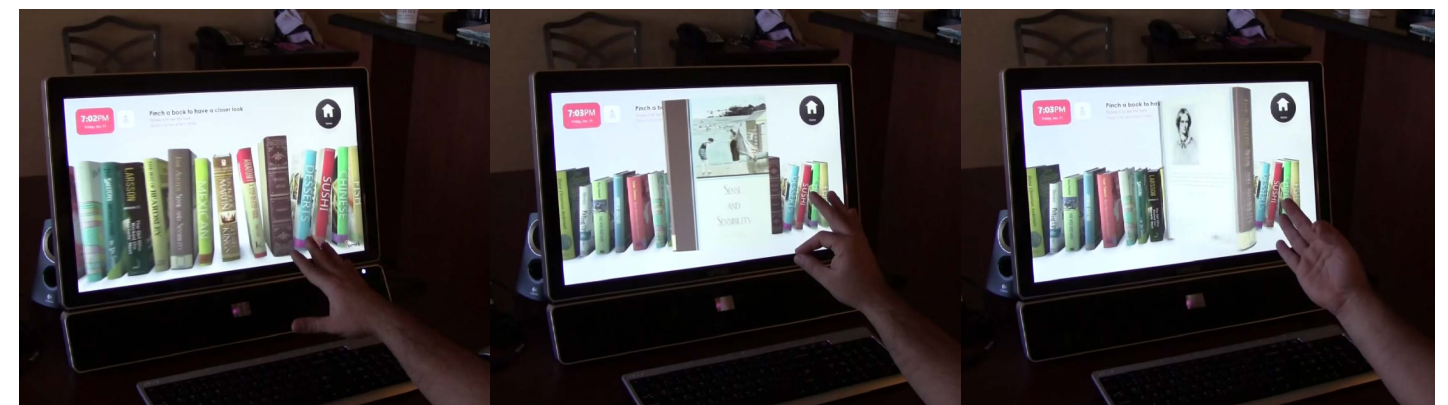
Estudio de interfaces: Los controles



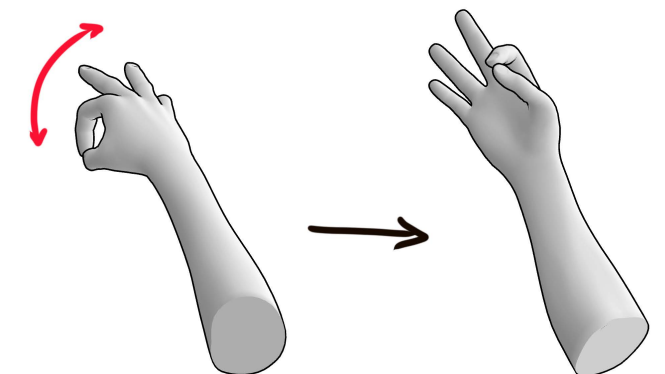
Para realizar las acciones de zoom, se parte desde la “posición neutra” apuntando a la pantalla. Si se quiere reducir el zoom, se juntan los dedos y se aleja el brazo de la pantalla como se muestra en la representación de la izquierda. En caso contrario, si se desea aumentar el zoom, se abre la mano y se acerca a la pantalla.



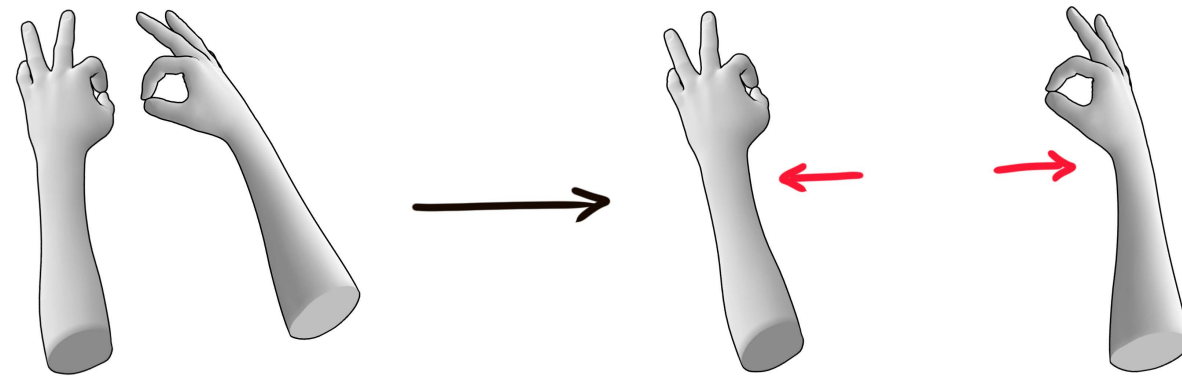
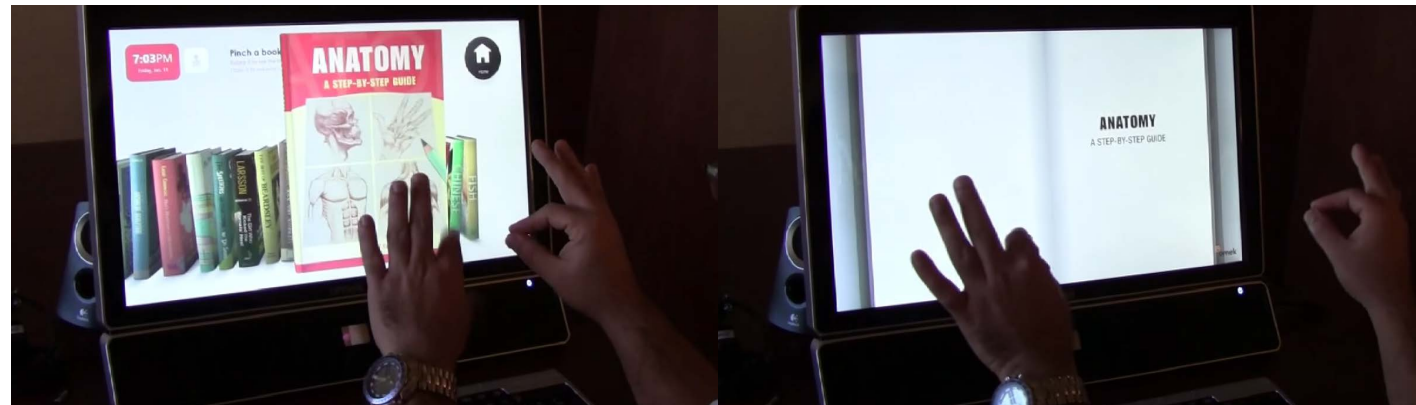
En el menú mostrado al final de la página de la izquierda, los controles están diseñados específicamente para el control gestual. Con la mano en posición de cursor haciendo el movimiento circular, puedes desplazarte por las distintas opciones mostradas. Cuando se quiere seleccionar una de ellas, se cierra la palma como nuestro en la imagen superior de la derecha.



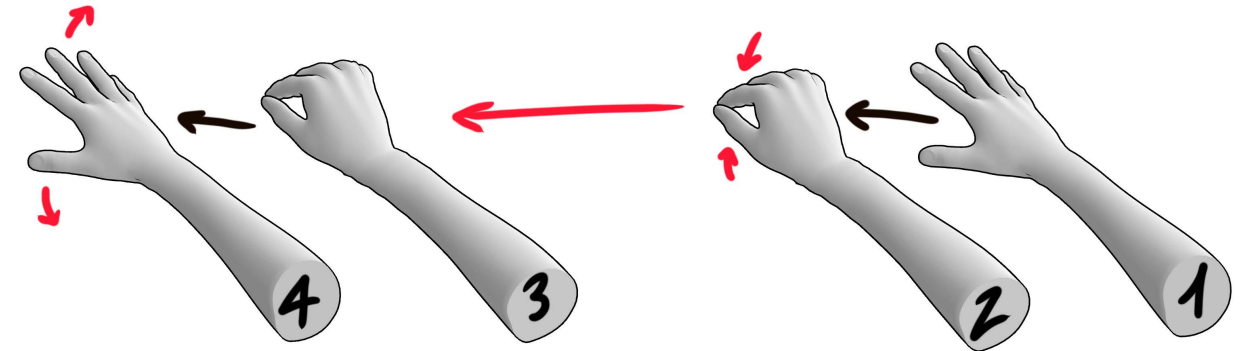
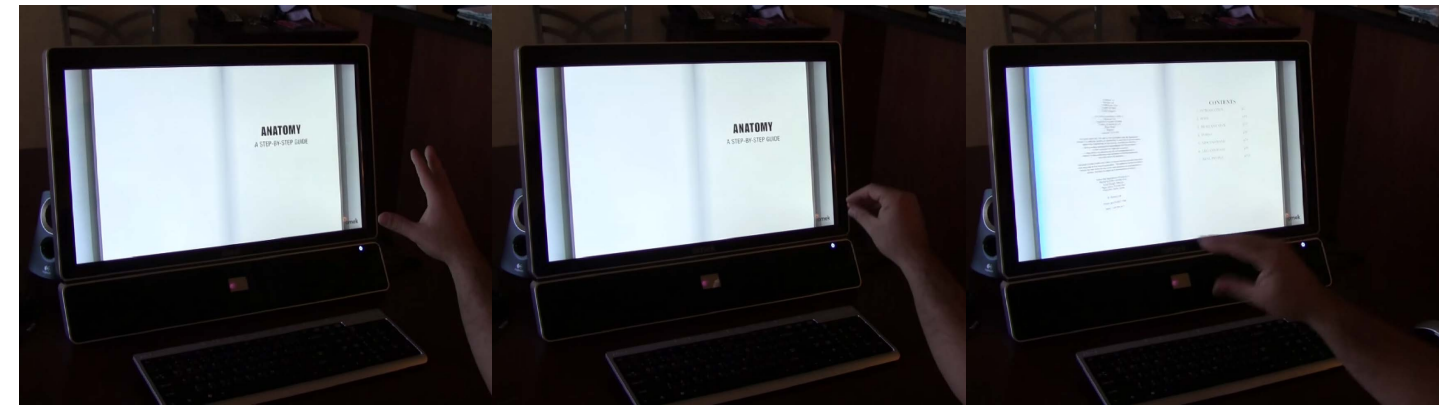
En una aplicación como la “biblioteca”, mostrada en las imágenes superiores, una vez posicionado sobre el libro que deseamos ver, juntamos la punta del dedo índice con la del pulgar para coger el libro. Manteniendo esta posición si giramos la muñeca podemos girar el libro para verlo desde el ángulo deseado. También se puede coger otro libro a la vez si se emplea la otra mano.



Estudio de interfaces: Los controles



Una vez se ha cogido el libro que deseamos leer, haciendo uso de la segunda mano, nos acercamos a la mano principal, e imitando el gesto y manteniéndolo, al separar las manos se ejecuta la acción que abre el libro.



Cuando se tiene el libro abierto, haciendo uso de una sola mano y desde el extremo de la página que queremos voltear, hacemos el gesto de juntar los dedos (brazo 1 a 2) para seleccionar la página y desplazamos la mano al lateral al que queremos llevar la página (brazo 2 a 3), una vez acabado el proceso, se separan los dedos para “soltar” la página.

Estudio de interfaces: Los controles

Leap Motion Controller

Introducción

Leap Motion, era una empresa estadounidense fundada en 2010, creadora del controlador Leap Motion Controller, un dispositivo capaz de analizar los movimientos de las manos y los dedos. Este dispositivo nos permite controlar el ordenador, sin necesidad de usar periféricos. En 2016, la compañía lanzó un nuevo software, diseñado para el seguimiento manual en realidad virtual. La compañía fue vendida a su rival británico UltraHaptics en 2019, el cual sigue vendiendo el producto Leap Motion bajo la marca Ultraleap.

El controlador es capaz de rastrear las manos en un espacio 3D interactivo, que alcanza sin ningún inconveniente los 60 cm, pudiendo alcanzar más. El campo de visión se extiende desde el dispositivo con un ángulo de 120x150°. El software es capaz de percibir 27 elementos distintos de cada mano, incluyendo las articulaciones y los huesos, pudiendo rastrearlos incluso cuando están ocultos por otras partes de la mano.

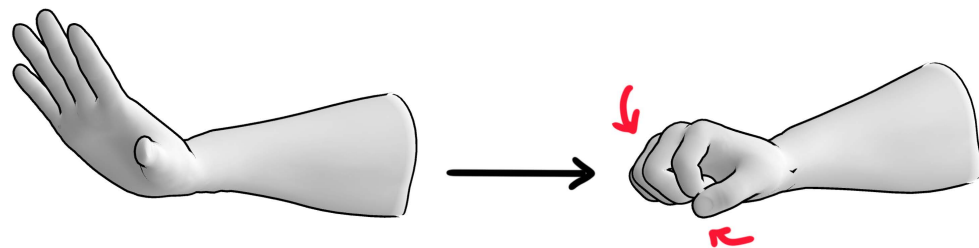
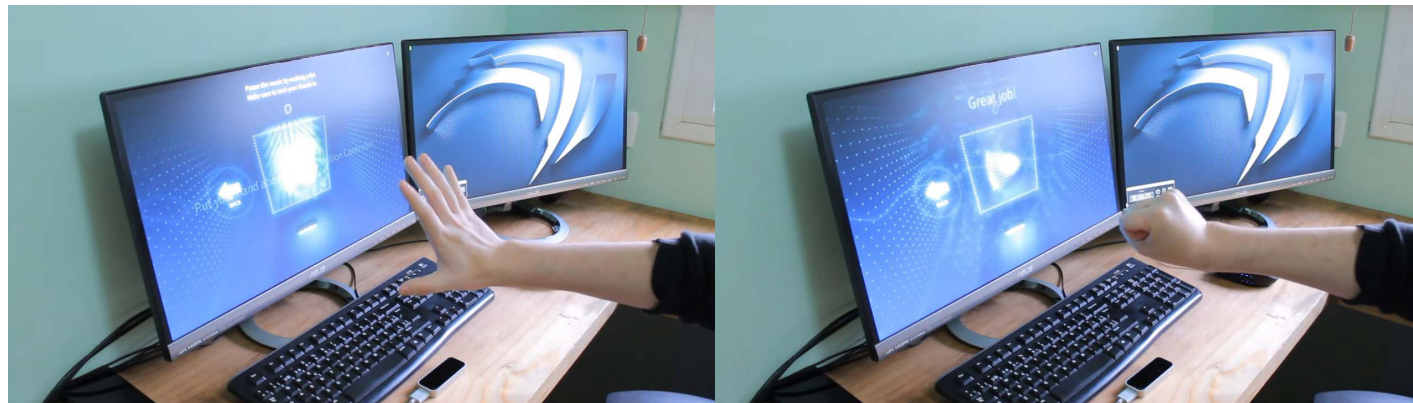
Está compuesto por dos cámaras monocromáticas de infrarrojo, cercano con una resolución de 640x240 píxeles y 3 leds infrarrojos.



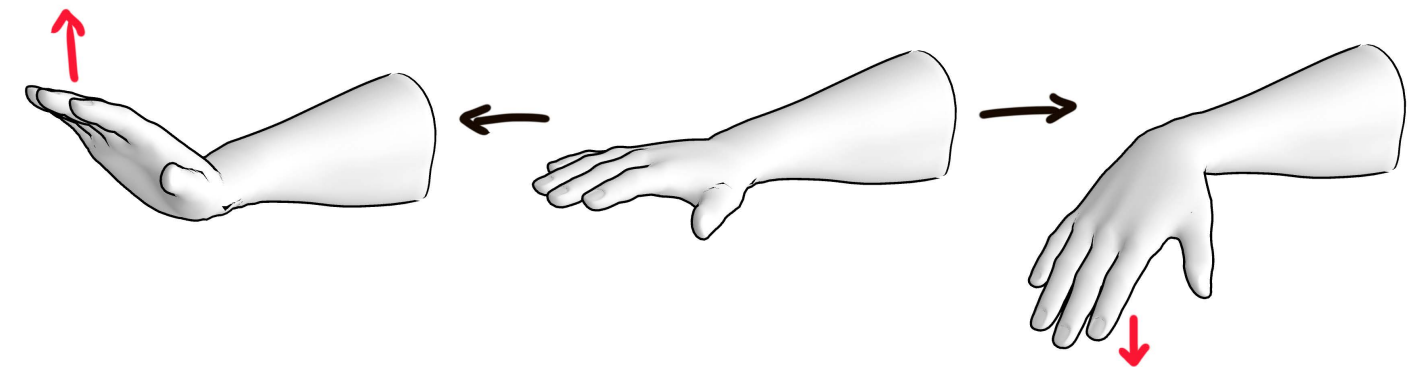
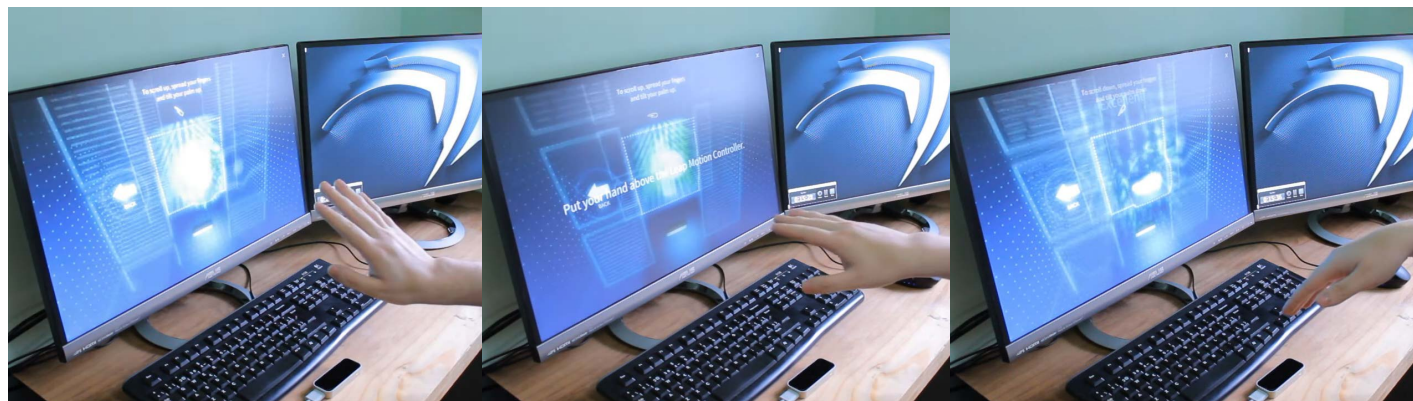
Estudio de interfaces: Los controles

Análisis de los controles

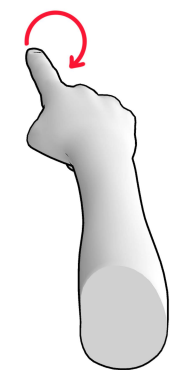
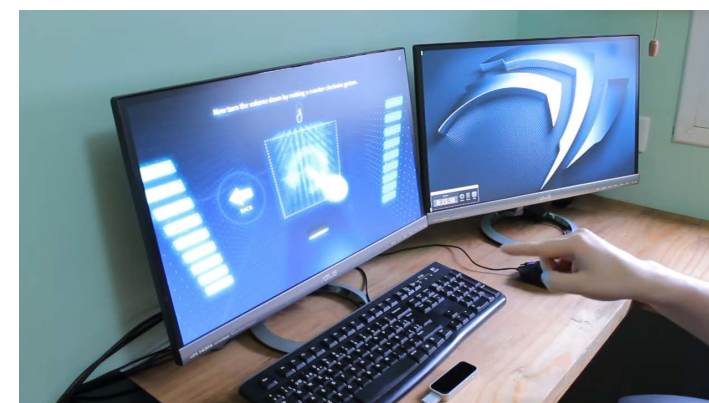
A continuación, se analizarán los distintos comandos gestuales de Leap Motion:



Si queremos realizar la acción de “pausa”, se parte con la palma de la mano abierta y se juntan los dedos, formando un puño. Esta acción puede ser usada en variedad de aplicaciones, como pueden ser aplicaciones de música y vídeo.



En las imágenes, al final de la página de la izquierda, nos muestran como desplazarnos verticalmente por la pantalla, manteniendo el brazo en posición estática y moviendo la mano hacia arriba o abajo, utilizando la muñeca para decidir el movimiento vertical. Como he mostrado en las imágenes superiores.



Para aumentar o reducir el volumen, se ejecuta un movimiento rotatorio con el dedo índice. Rotando en el sentido de las agujas del reloj se aumenta el volumen, en la dirección contraria se reduce. Este gesto podría ser usado, por ejemplo, para rebobinar vídeos.

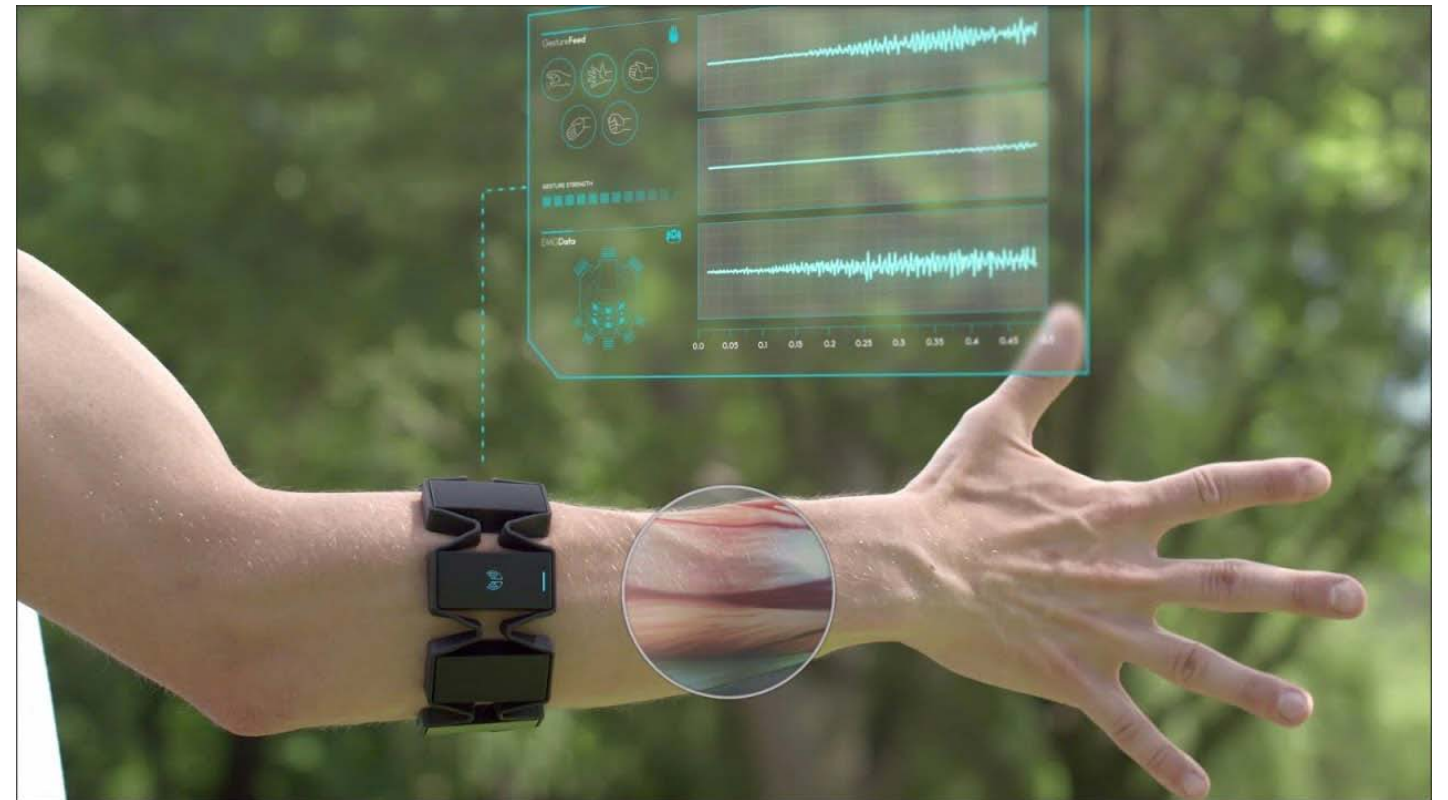
Estudio de interfaces: Los controles

Myo

Introducción

Thalmic Labs, empresa fundada en 2012, desarrolló el dispositivo de control gestual Myo. El dispositivo se coloca en el antebrazo para detectar los movimientos de las manos, los dedos y el brazo, mediante la detección de los impulsos neuromusculares, que transformaban en señales. El 12 de octubre de 2018 la producción de Myo cesó y ya no se vende. El 23 de octubre de 2018 la empresa pasó a llamarse North y anunció unas gafas holográficas con Alexa integrada. El 30 de junio de 2020 Google anunció la compra de la empresa, la cual dejó de distribuir las gafas.

La tecnología para el reconocimiento gestual, que usaba el dispositivo Myo, disponía de 8 sensores de electromiografía muscular de grado medicinal y unidades de medición inercial.



Estudio de interfaces: Los controles

Análisis de los controles

A continuación, se analizarán los distintos comandos gestuales de Myo Armband:



Double-Tap

Myo locks to prevent accidental input.

Quickly tap your thumb against your middle finger twice to **unlock** Myo.

Tocando dos veces la punta del dedo pulgar con la del dedo medio, se bloquea la actividad del dispositivo, si se quiere evitar comandos accidentales. Si se quiere desbloquear y poder seguir usando el dispositivo, basta con repetir la acción de bloqueo.



Spread fingers

Spread your fingers to **start/stop** or **play/pause**.

Separar todos los dedos de la mano, sirve para pausar o darle al play.



Wave right

Wave to the right to **move forward, fast forward,** or **skip to next**.

Mover la mano hacia la derecha, con un movimiento de muñeca, sirve para avanzar (por ejemplo en una canción o en un vídeo) o para pasar al siguiente elemento.



Wave left

Wave to the left to **move back, rewind,** or **skip to previous**.

Mover la mano hacia la izquierda, con un movimiento de muñeca, sirve para retroceder (por ejemplo en una canción o en un vídeo) o para ir al elemento anterior.



Make a fist

Make a fist to **grab, control,** and **manipulate**.

Si se coloca la mano en forma de puño, se pueden usar las acciones de agarrar, controlar y manipular.

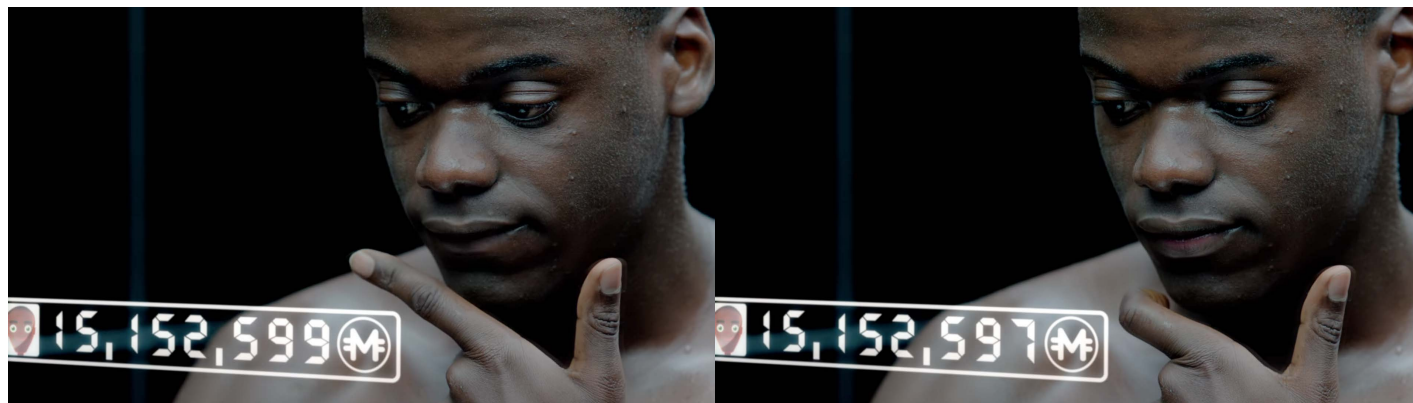
Estudio de interfaces: Los controles

Obras ficticias

BLACK MIRROR (Serie)

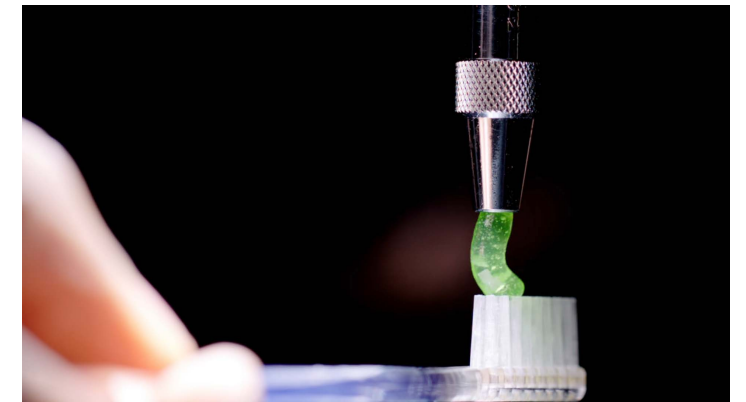


Donde se encuentra un espejo tradicional y usando el dedo índice sin tocar la pantalla, despliega un menú visible en el propio espejo. El concepto que nos presentan es el de una pantalla con la que se puede interactuar, cuyo función principal es de espejo.



En la secuencia de imágenes podemos observar como usan el gesto similar al de “apretar un gatillo”, para que la interfaz lo reconozca como la señal, para extruir pasta de dientes.

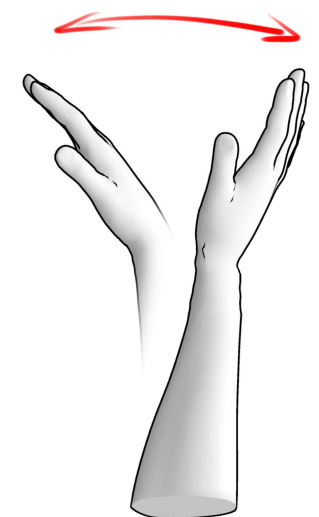
Un ejemplo muy similar es a la hora de usar una pistola de silicona, cuando aprietas el gatillo, la silicona se extruye de la misma forma.



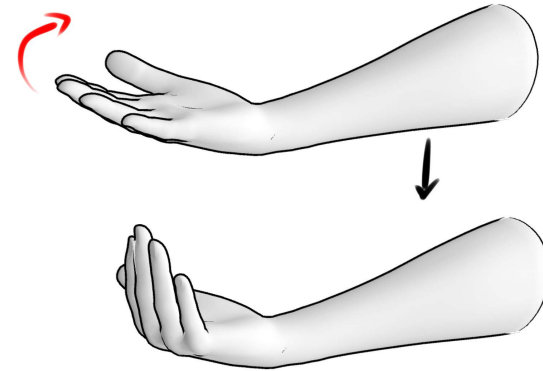
Cuando en la pantalla se presentan los elementos en fila, proponen el desplazamiento haciendo uso de la mano, con la palma desplegada.

Es un movimiento intuitivo, que nos puede recordar, por ejemplo, cuando se está comprando ropa y se deslizan las perchas, para poder ver las distintas prendas.

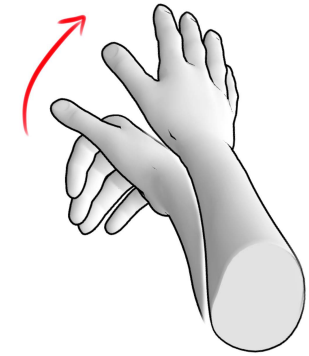
En la imagen de la derecha represento el movimiento.



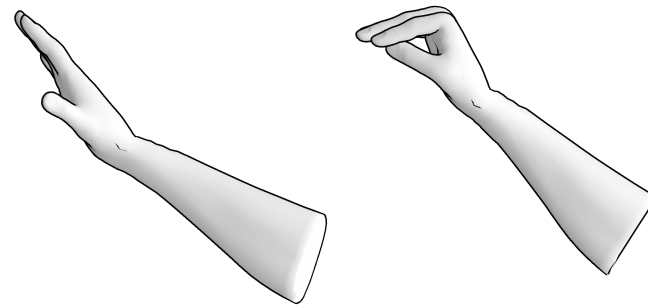
Estudio de interfaces: Los controles



Para realizar la acción de “aceptar”, utilizan el movimiento que he representado en la imagen superior. Es un movimiento que utilizamos normalmente para llamar a una persona, para indicarles que queremos que se acerquen. Generalmente, repetimos el movimiento dos veces, para tratar de transmitir el mensaje de forma más clara.



Para cancelar o salir, hace el gesto representado en la imagen de la derecha. Es un gesto que utilizamos frecuentemente cuando queremos indicar que alguien se vaya, o para descartar algo. Generalmente, se repite el gesto dos veces para transmitir el mensaje de forma más clara.



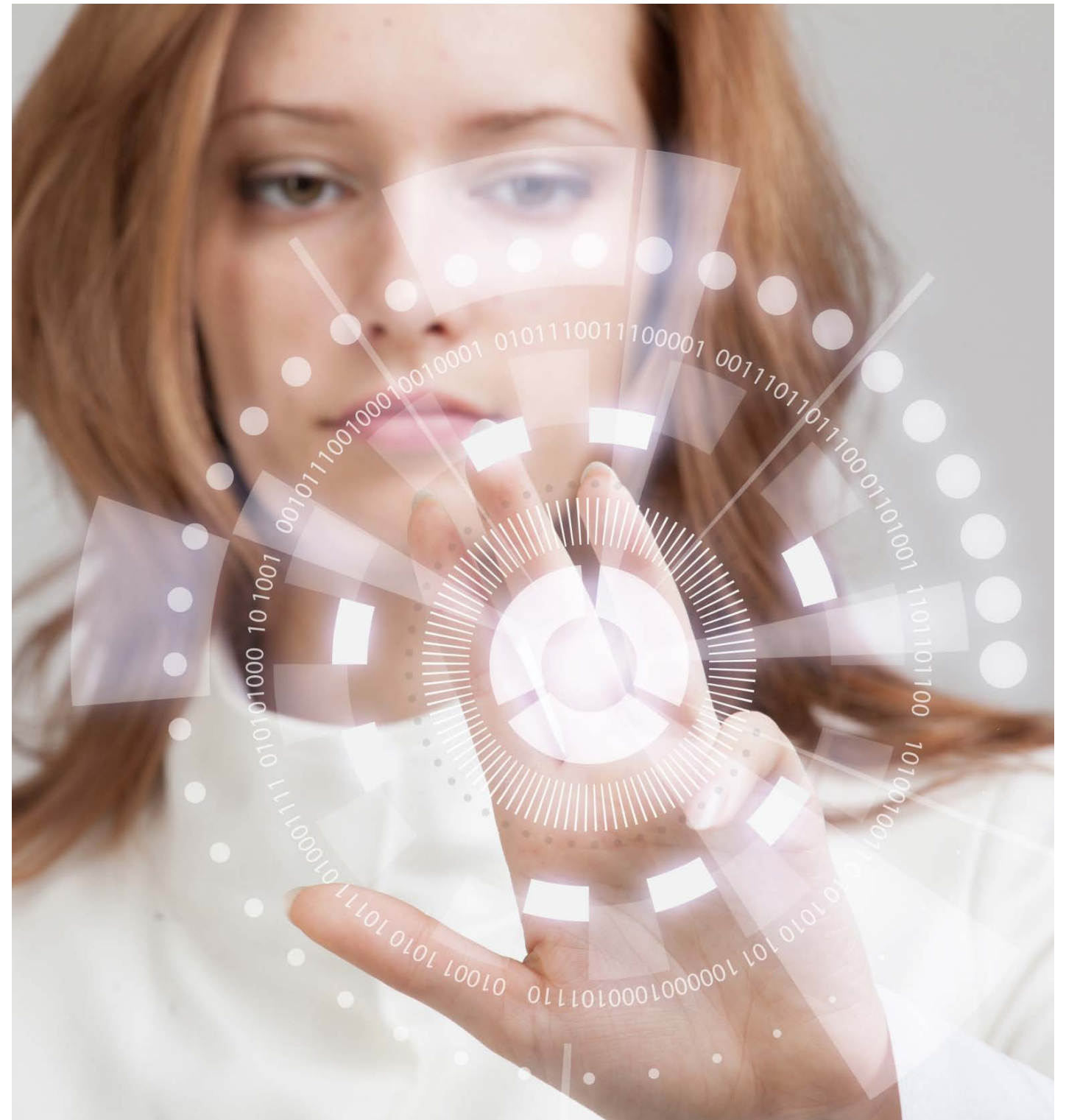
Cuando el usuario quiere quitar el sonido, realiza el movimiento que he representado. Es un gesto muy usado para representar una boca, por lo que cuando está la mano en la posición final, muestra de forma muy clara, lo que sería una boca cerrada o como representan ellos, quitarle el sonido.

Estudio de interfaces: Los controles

Conclusiones

Una vez analizados los distintos gestos que se usan para controlar los dispositivos, se han sacado las siguientes conclusiones:

- Los gestos usados son sencillos y fáciles de aprender.
- No requieren de esfuerzos o posiciones incómodas.
- Muchos gestos son similares entre los dispositivos.
- Project Soli resuelve de forma más sencilla determinadas acciones.
- Hay acciones que podrían ser realizadas de varias maneras, lo que da la oportunidad de buscar la más sencilla e intuitiva.



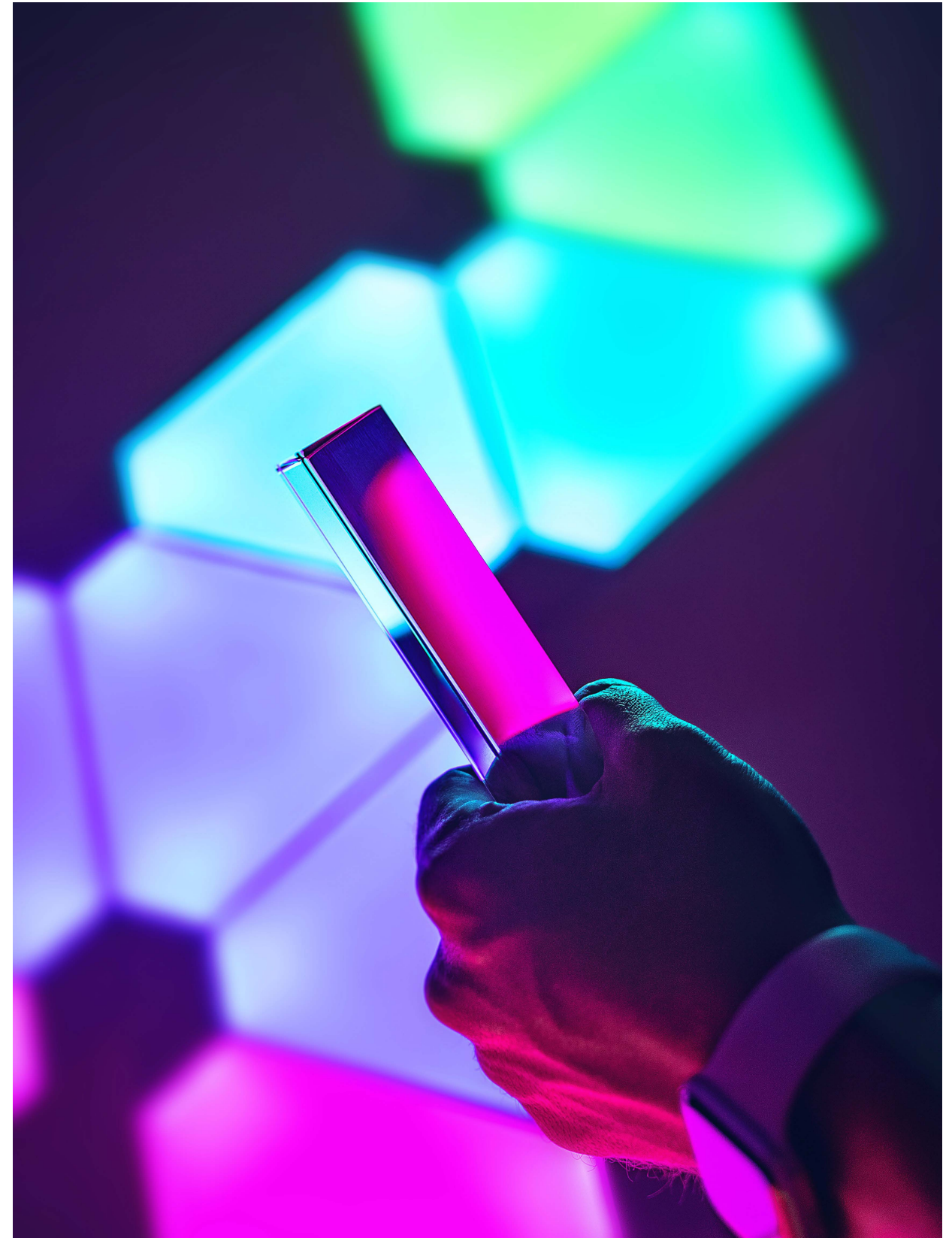
Estudio de interfaces: Diseño gráfico

Introducción

Ya que en este proyecto se va a desarrollar un prototipo de la interfaz que acompañará a la impresora, previamente se realizó un estudio de distintas interfaces que se consideran futuristas e innovadoras.

Se van a tomar como referencia de estudio planteamientos de interfaces futuristas aplicadas a la cocina y otros escenarios. También se estudiarán distintas propuestas de diseño gráfico moderno.

De todo ello se buscará sacar conclusiones de la estética usada, los colores, las formas u otros elementos que puedan servir para el posterior diseño y desarrollo de la interfaz para la impresora de comida 3D.

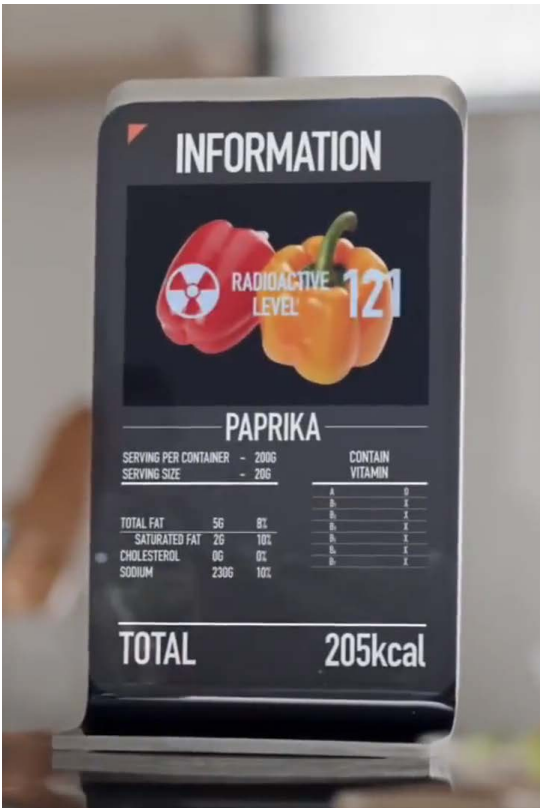


Estudio de interfaces: Diseño gráfico

Interfaces futuristas



Estudio de interfaces: Diseño gráfico



Estudio de interfaces: Diseño gráfico



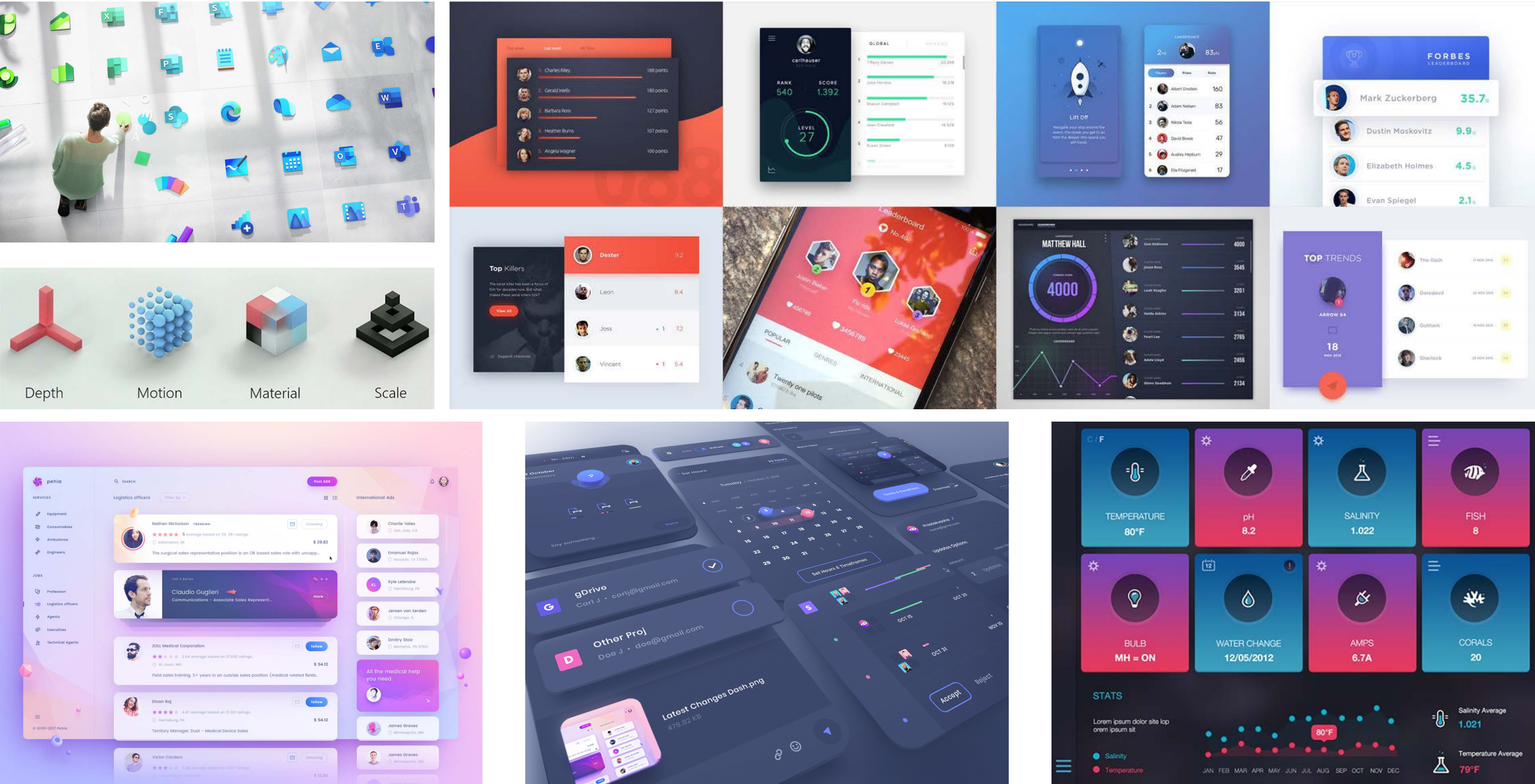
Conclusiones

- Existe una tendencia a la simplicidad geométrica, es decir, predominan las figuras básicas como los cuadrados, los rectángulos y los círculos.
- Se utilizan mucho las líneas rectas para separar las funciones de la interfaz.
- En las cocinas las líneas curvas suelen mostrar información alrededor de las placas de cocción.
- Predominan los colores blanco, negro y variedades de azul.
- Las animaciones entre elementos son muy dinámicas.
- Los iconos son minimalistas.

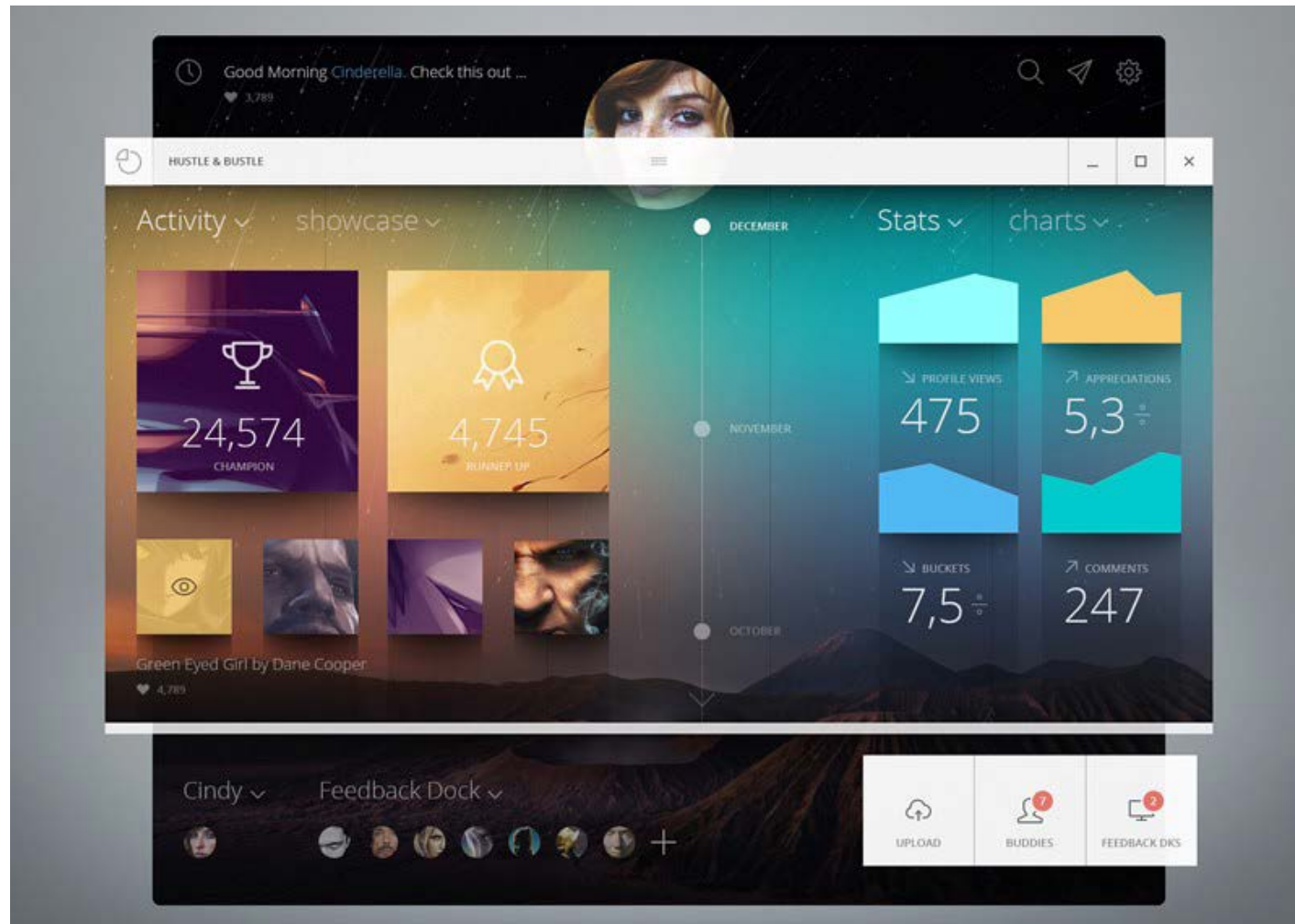


Estudio de interfaces: Diseño gráfico

Diseño gráfico moderno



Estudio de interfaces: Diseño gráfico



Conclusiones

Tras analizar varios ejemplos de interfaces innovadoras y tecnológicas se llegan a las siguientes conclusiones:

- Predominan los rectángulos para delimitar conjuntos de información.
- Se hace uso de los círculos para delimitar iconos e información específica.
- El diseño es simple, con estilos bastante minimalistas.
- Abundan los iconos con sombreados que dan una sensación de tridimensionalidad.
- Se utilizan frecuentemente gradientes de colores, aportando una sensación de dinamismo.
- Podemos ver numerosos redondeos en las esquinas de cuadrados y rectángulos, que dan una sensación de amabilidad.
- La tipografía empleada es elegante y sin serifas, dando una imagen tecnológica y ordenada.

Conclusiones generales de la Fase 1

Esta primera fase, se comenzó con el estudio y análisis del conocimiento e interés que tiene la población acerca de la impresión de comida 3D, a través de una encuesta. La conclusión general es que hay un gran desconocimiento de la existencia de las impresoras de comida 3D y por ello existe poco interés por la adquisición del producto. Esto se debe a que no se conoce la existencia de un producto con estas características, que ofrezca funcionalidades que aporten suficiente valor e interés, o que aporte soluciones a problemas importantes.

A través de la entrevista a Iñaki Muñoz podemos ser testigos de la situación de estos productos en el mercado nacional, donde hay pocas propuestas y las que existen no cubren por completo las funcionalidades esperadas ni resuelven problemas. Se concluyó que es necesaria una inversión mayor en el desarrollo de estos productos, así como el trabajo en la colaboración con profesionales de los alimentos, para crear productos que solucionen los puntos mencionados.

Tras hacer un amplio estudio de mercado de las impresoras de comida 3D más relevantes en la actualidad, se pudo analizar qué productos eran más atractivos y porqué. De esta manera se obtuvieron las características imprescindibles que debería tener una impresora de comida 3D para aportar las suficientes funcionalidades y convertirse en un producto relevante.

Dentro de la impresión de comida en 3D se hizo un estudio del desarrollo actual de la impresión de alternativas a la carne. Debido al consumo insostenible de recursos naturales necesarios para la producción de productos animales, entre otras grandes razones, el desarrollo de alternativas usando ingredientes de origen vegetal tiene mucho potencial. Se comparte la conclusión anterior de que hace falta más inversión en el desarrollo de alimentos, en este caso concreto el desarrollo de recetas optimizadas y la tecnología de impresión 3D puede permitir elaborar alimentos que son capaces de recrear la experiencia completa de la carne con las ventajas mencionadas.

Después se planteó la idea de utilizar un control alternativo al táctil que fuese innovador, por lo que se decidió estudiar el control mediante gestos con las manos. Se estudiaron proyectos y productos que utilizan tecnología de reconocimiento gestual y los gestos que efectuaban las distintas acciones.

Por último, se hizo un estudio de interfaces futuristas y diseño gráfico moderno e innovador,

para aplicar lo aprendido en la interfaz que se va a desarrollar.

FASE 2

Diseño de los controles gestuales

Diseño de la interfaz

Diseño de los controles gestuales

Introducción

Tras el análisis de los distintos controles gestuales desarrollado en la fase 1 del trabajo, se van a diseñar los controles básicos que puedan servir para el control de la interfaz de la impresora en distintas situaciones. La idea es concretar una serie de gestos que realmente se puedan aplicar al control de cualquier interfaz.

El valor que puede aportar la inclusión del control gestual en la interfaz se ha planteado para hacer más accesible el producto, creado una interconexión entre varios dispositivos y zonas de la casa. Concretamente en el caso de la impresora de comida 3D, se plantean distintas situaciones para hacer uso de este control:

-En la cocina del futuro es posible que se disponga de una pantalla o una proyección en la pared frente a la vitrocerámica. De esta manera, colocando una cámara para la detección gestual, se podría operar con la impresora al mismo tiempo que se preparan otros alimentos, ya sea en los fuegos o en la encimera.

- Otra situación es poder controlar la impresora mientras se está en el salón o en una habitación, a través de la aplicación de la impresora instalada en una Smart TV. De esta forma podríamos mandar la operación de imprimir un plato sin necesidad de ir a la cocina, así se podría preparar una comida con antelación si requiere de un tiempo de preparación mayor.



A continuación, se estudiará la ergonomía aplicada a las posiciones y movimientos de los brazos. Seguidamente se analizarán los gestos estudiados en la fase anterior aplicados a los gestos básicos requeridos para utilizar una interfaz y por último, se hará un diseño y selección de los gestos más adecuados para efectuar las tareas básicas planteadas.

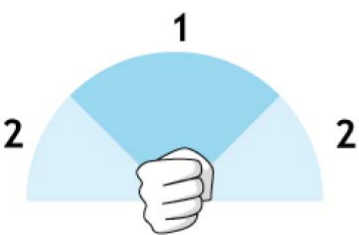


Diseño de los controles gestuales

Ergonomía

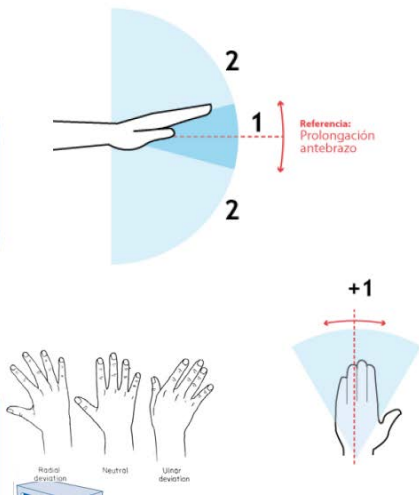
Antes de elegir cuales van a ser los gestos definitivos para el control de la impresora, se van a estudiar las posiciones ergonómicas de la mano, el brazo y el antebrazo. De esta manera, se tratarán de elegir gestos que sean lo menos estresantes para la mano. También se trata de conseguir que los gestos requieran de la mínima cantidad de movimiento. Si se da el caso, se considerarán gestos con cierto grado de disconformidad, si los gestos son muy representativos e intuitivos.

Las siguientes imágenes muestran la valoración de los ángulos según su ergonomía, cuanto mayor es el número, la posición es menos ergonómica:



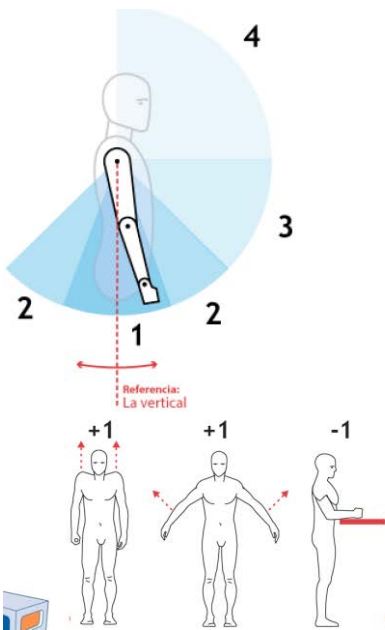
GIRO MUÑECA	
1	Mitad de pronación o supinación
2	Final de pronación o supinación

La muñeca es capaz de rotar 90º grados en ambas direcciones. La posición idónea se encuentra en el ángulo 0º hasta 45º a cada uno de los lados. Esta posición también es considerada como la rotación del antebrazo.



MUÑECA	
Ángulo	Valoración
$C = 0^\circ$	1
$-15^\circ < C < 15^\circ$	2
$A < -15^\circ$	3
$A > 15^\circ$	3
+1	Si hay desviación radial o cubital

Partiendo de que la posición neutra mostrada en la imagen no es la ideal (ver imagen superior), la muñeca encuentra el punto de máxima conformidad formando 0º en todas la direcciones. En el eje vertical sufre de mayor disconformidad a partir de los 15º en ambos sentidos, en el eje horizontal cualquier ángulo suma solo 1 punto.

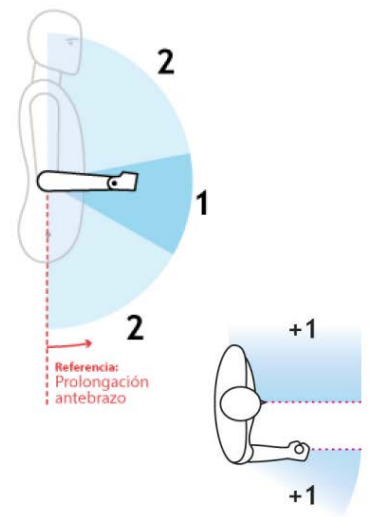


BRAZO	
Ángulo	Valoración
$-20^\circ < A < 20^\circ$	1
$A < -20^\circ$	2
$20^\circ < A < 45^\circ$	2
$45^\circ < A < 90^\circ$	3
$A > 90^\circ$	4
+1	Hombro elevado
+1	Brazo en abducción
-1	Si el peso del brazo está sostenido

El brazo encuentra el punto de máxima comodidad de forma perpendicular al suelo, es donde sin hacer esfuerzo la fuerza de gravedad lo sitúa. Hasta 20º a cada lado de esa posición se encuentra el rango de comodidad.

Elevar los hombros y separar los codos del cuerpo suman puntos de incomodidad.

Si existe la posibilidad de apoyar el brazo y es conveniente, se resta 1 punto de disconformidad.



ANTEBRAZO	
Ángulo	Valoración
$60^\circ < B < 100^\circ$	1
$0^\circ < B < 60^\circ$	2
$B > 100^\circ$	2
+1	Si el brazo atraviesa la línea media
+1	Si la actividad se realiza a un lado del cuerpo

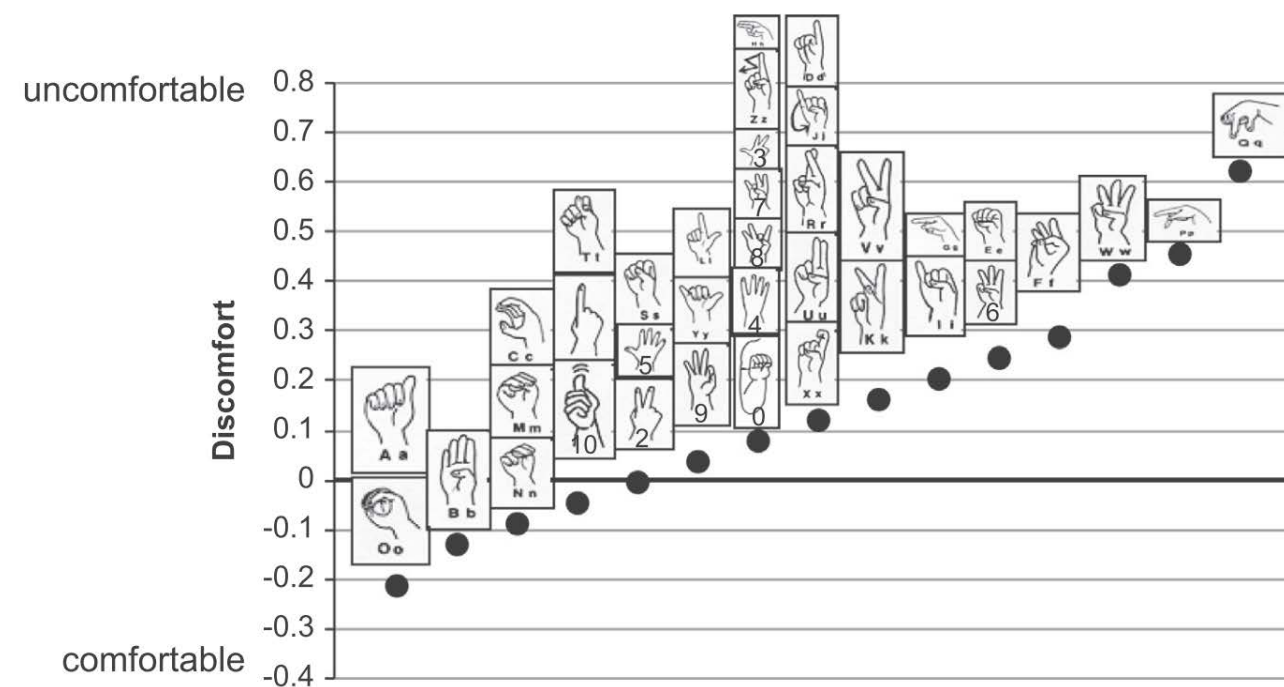
El antebrazo encuentra el punto de máxima comodidad entre los ángulos 60º y 100º contando como ángulo 0º cuando el brazo y el antebrazo forman una recta.

En el plano horizontal el antebrazo está en máxima comodidad entre el ángulo de 90º con el cuerpo hasta que el brazo atraviesa la línea media del cuerpo.

Diseño de los controles gestuales

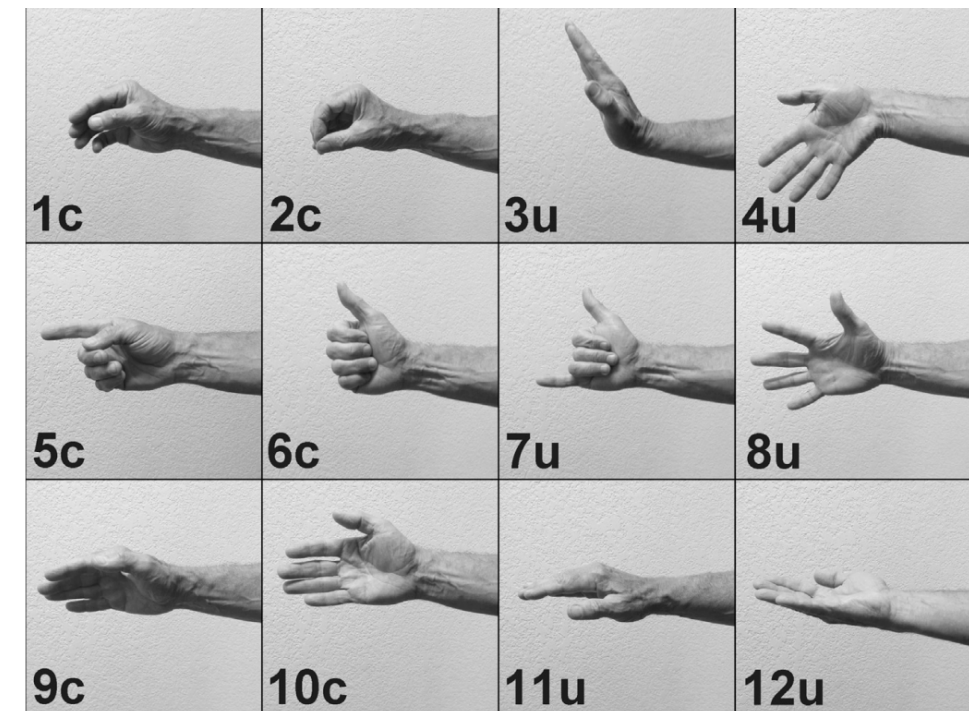
En el estudio “The design of hand gestures for human–computer interaction: Lessons from sign language interpreters” por David Rempel, Matt J. Camilleri y David L. Lee, analizaron 24 intérpretes de lengua de signos experimentados, para determinar cuales eran los gestos que generaban mayor dolor, cansancio o incomodidad. La media, en años de experiencia, de estos intérpretes profesionales era de 16. La mayoría invertía más de 20 horas semanales en ello.

Se analizaron los 37 caracteres alfanuméricos presentes en la lengua de signos americana y se valoraron en el nivel de comodidad, en la tabla inferior se muestran los caracteres clasificados:



El "-1" representa comodidad total, el "0" neutralidad y el "1" incomodidad total.

A continuación se muestra un conjunto de imágenes en las que aparecen distintos gestos de forma más visual, indicando en cada caso si se consideran cómodos o incómodos:



Las letras representan, comodidad (c) e incomodidad (u): (1c) dedos ligeramente flexionados; (2c) mano en forma de puño relajado; (3u) señal de alto con la muñeca y los dedos extendidos; (4u) muñeca en desviación cubital y dedos extendidos; (5c) señalar con la mano relajada; (6c) pulgar hacia arriba; (7u) signo de “shaka” con posturas de dedo adyacentes discordantes; (8u) dedos extendidos y en abducción (separados entre ellos); (9c) rotación del antebrazo a 45 grados de pronación; (10c) rotación del antebrazo en neutral; (11u) rotación del antebrazo a pronación completa; (12u) rotación del antebrazo a la supinación completa.

En este estudio nombran las posiciones más cómodas coincidentes con los ángulos más confortables mostrados al principio del apartado de ergonomía. Es interesante destacar las siguientes conclusiones:

- Es más cómodo mover la mano desde el codo que usando la muñeca.
- La posición más cómoda para las manos es con la muñeca recta y los dedos ligeramente flexionados o en forma de puño relajado.
- Los gestos más incómodos son los que involucran la muñeca flexionada, los dedos adyacentes en posiciones discordantes (por ejemplo el gesto de la “paz”) o los dedos totalmen-

Diseño de los controles gestuales

te extendidos.

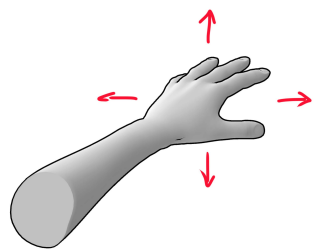
- Gestos que requieran de la flexión y otras posiciones no neutras de la muñeca están asociados con dolor de manos.
- La posición del pulgar no parece tener una gran influencia en las valoraciones de confort. Varios de los gestos tanto cómodos (como B, M, N) e incómodos (como O, 4), requieren de la flexión del pulgar. La extensión del pulgar (como L, Y, 3, 10) no se asoció a discomfort. La abducción palmar del pulgar es cómoda si los dedos adyacentes no están discordantes (O, C vs. F,Q).
- La posición óptima de las manos es cerca de la parte inferior del pecho, cerca de la línea media del cuerpo y no muy lejos del torso. Las manos no deberían posicionarse más lejos o alto que la posición de los codos. Tampoco deberían estar más alejadas del cuerpo que lo que permite la flexión máxima de 45° de los hombros, a no ser que se disponga de una apoyo cómodo para el antebrazo o el codo.
- La velocidad de los gestos depende del usuario, pero las aplicaciones no deberían requerir de altas velocidades para ejecutar los comandos, tampoco de las manos o los dedos.

Diseño de los controles gestuales

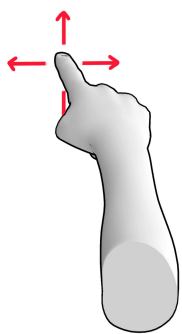
Análisis de los gestos estudiados

A continuación, se van a listar las acciones básicas que se necesitan para el control de la interfaz y se indicarán que gestos seleccionados podrían ser usados para cada acción:

CURSOR

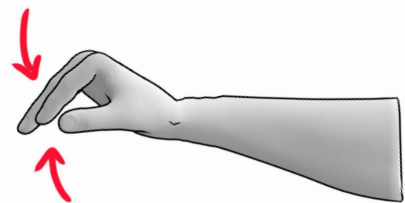


Este gesto hace uso de toda la mano, para el control del cursor. Para hacer otra acción hay que cambiar de gesto. El ángulo del antebrazo está a 90° en pronación desde la posición neutra, por lo que puede llegar a generar incomodidad. Podría ser un gesto a utilizar en una interfaz con muy pocos elementos en pantalla y muy grandes. La muñeca tampoco está en posición neutra.

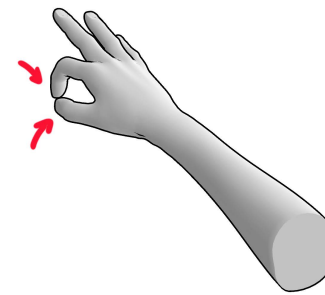


Utilizando el dedo índice para controlar el cursor en la pantalla, es más preciso y permite hacer más acciones con los dedos restantes. El ángulo del antebrazo está a 90° en pronación desde la posición neutra, por lo que puede llegar a generar incomodidad. La muñeca puede estar recta, es su posición de máxima comodidad.

SELECCIONAR



Este gesto ocupa toda la mano para realizar la acción, por lo que no permite realizar más acciones, sin cambiar de gesto. El ángulo del antebrazo está a 90° en pronación desde la posición neutra, por lo que puede llegar a generar incomodidad. La posición de la muñeca no es neutra. Puede ser un gesto estático, si se usa para seleccionar o dinámico, si se usa para agarrar y arrastrar.

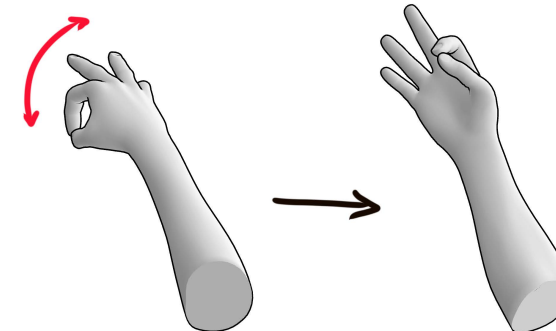


La utilización del índice y el pulgar, para seleccionar o agarrar un elemento es interesante, ya que hace uso de solo dos dedos. El resto de dedos están demasiado extendidos, por lo que podrían generar incomodidad. El ángulo del antebrazo se encuentra a unos 45° en pronación desde la posición neutra, está dentro de los rangos de mayor comodidad. Puede ser un gesto estático, si se usa para seleccionar o dinámico, si se usa para agarrar y arrastrar.



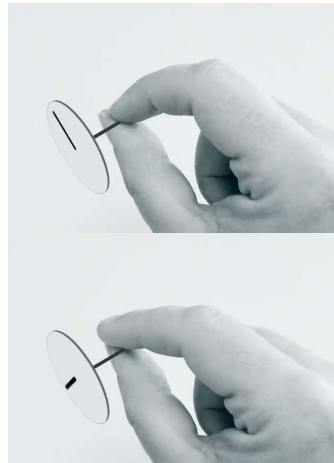
Cerrar el puño, para hacer la acción de seleccionar o agarrar requiere de toda la mano y de gran cantidad de movimiento por parte de los dedos, según la posición en la que encuentran. La muñeca está en posición neutra, así como también el ángulo de rotación del antebrazo.

ROTAR

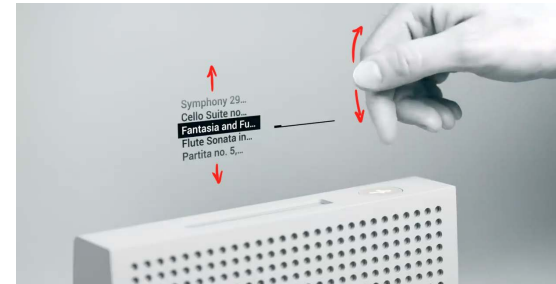


Para rotar un elemento representado en 3D, se agarraría, juntando la punta del dedo índice con el pulgar y se giraría la muñeca y el antebrazo, para ver todos los ángulos del elemento. Es un gesto muy intuitivo, pero requiere de muchas posiciones que no son las neutras, como el ángulo de rotación del antebrazo, los ángulos de la muñeca y los dedos libres en posición de extensión forzada.

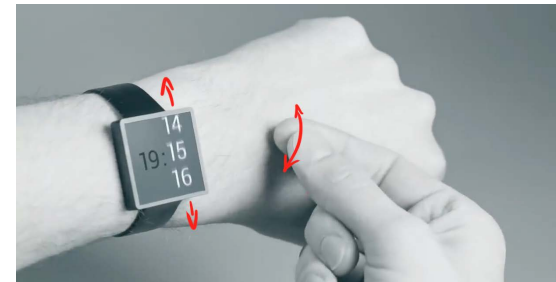
Diseño de los controles gestuales



Deslizar la punta del dedo índice sobre la yema del pulgar, podría ser usado para actuar como si fuese una ruleta, para controlar distintos elementos. También podría ser usado para rotar un elemento. La muñeca puede estar en posición neutra, así como el ángulo de giro del antebrazo. Los dedos libres se dejan en una posición relajada.

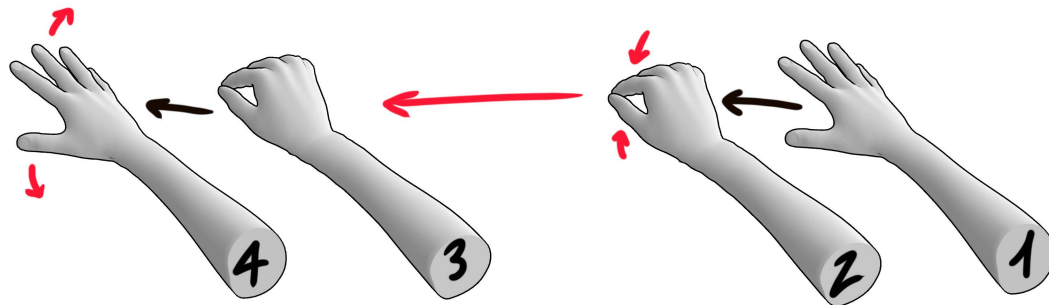


Deslizando la yema del pulgar sobre el lateral del dedo índice, podría ser usado para hacer scroll en la pantalla o entre opciones como se ve en la foto. La muñeca puede estar en posición neutra, así como el ángulo de giro del antebrazo. Se usan solo dos dedos y el resto está en posición relajada.

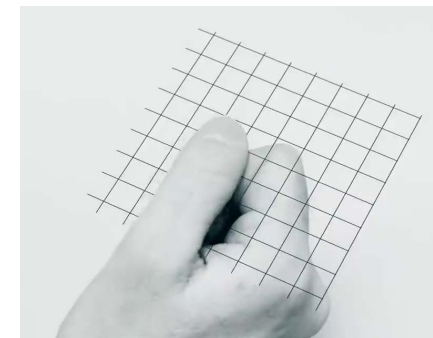


Similar al gesto anterior, se podría usar el movimiento de la yema del dedo pulgar sobre la yema del dedo índice, para hacer scroll. La muñeca está en posición neutra, así como el ángulo de giro del antebrazo. Este gesto quizá podría ser más difícil de reconocer por los sensores, que el anterior.

DESPLAZARSE POR LA PANTALLA / LAS OPCIONES



Partiendo de una posición con la mano abierta y cerrándola para “agarrar” la pantalla y mover la mano en la dirección que queremos arrastrar la pantalla, para acceder a las partes de la pantalla que están ocultas, requiere de mucho movimiento y del uso total de la mano. La muñeca no se encuentra en la posición neutra y el ángulo de giro del antebrazo está en posición de 90° en pronación. Si bien es un gesto que puede ser muy intuitivo, como cuando pasamos la página de un libro, se podría simplificar esta acción.

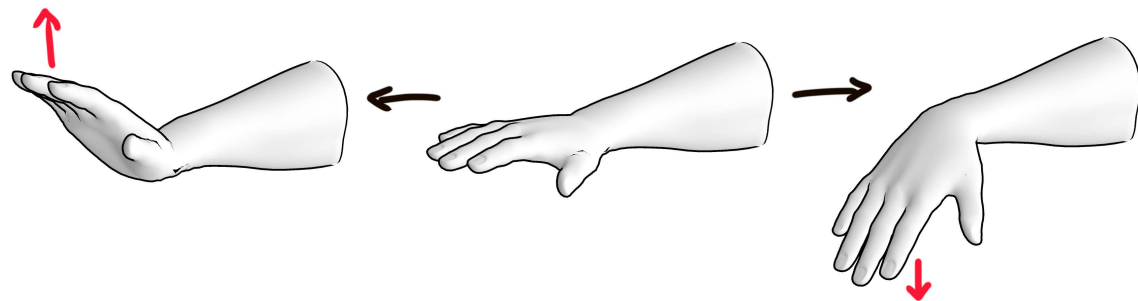


Con la mano en posición de puño, el plano horizontal formado por el dedo índice flexionado, se usaría como si se tratase de un panel táctil y con el dedo pulgar se controla el desplazamiento. La muñeca está en posición neutra, así como el ángulo de rotación del antebrazo. La flexión de los dedos no está relajada. Podría ser difícil de reconocer por los sensores.



Mover la muñeca hacia la izquierda o hacia la derecha desde la posición neutra, para desplazarse horizontalmente, es un gesto muy intuitivo. No respeta la posición neutra de la muñeca y puede generar disconformidad. El ángulo de rotación del antebrazo está en la posición neutra. Requiere de toda la mano para realizar el gesto.

Diseño de los controles gestuales

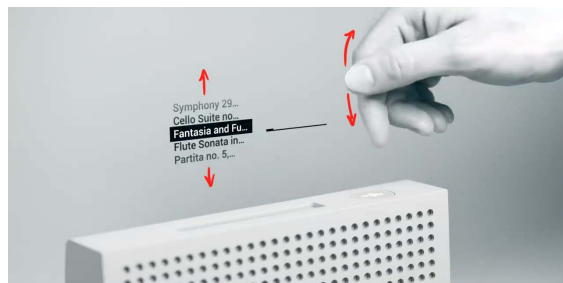


Este gesto es igual que el anterior, pero para desplazarse verticalmente por la pantalla. Tiene más inconvenientes que el anterior, debido a que el ángulo de rotación del antebrazo está a 90° en pronación desde la posición neutra.

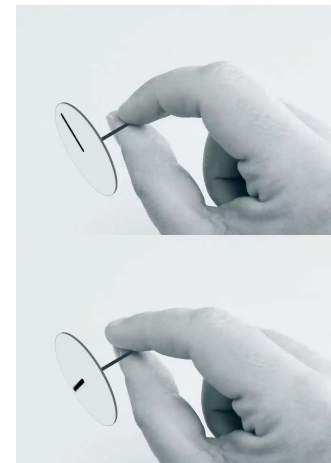
AUMENTAR / DISMINUIR (ZOOM O TAMAÑO DE UN ELEMENTO)



Desde la posición neutra de la imagen, moviendo el brazo hacia delante y abriendo la mano o hacia detrás y cerrándola, nos serviría para hacer zoom. Requiere de mucho movimiento. El ángulo de rotación del antebrazo está a 90° en pronación desde la posición neutra y se utiliza toda la mano para hacer la acción.



Deslizado la yema del pulgar sobre el lateral del dedo índice, podría ser usado para hacer zoom. La muñeca puede estar en posición neutra, así como el ángulo de giro del antebrazo. Se usan solo dos dedos y el resto está en posición relajada.



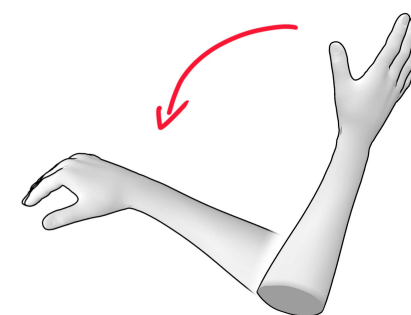
Deslizando la punta del dedo índice sobre la yema del pulgar, podría ser usado para actuar como si fuese una ruleta, en este caso, para aumentar o disminuir el tamaño de un elemento o para hacer zoom. La muñeca puede estar en posición neutra, así como el ángulo de giro del antebrazo. Los dedos libres se dejan en una posición relajada.

HABILITAR / DESHABILITAR RECONOCIMIENTO GESTUAL



Tocando dos veces la punta del dedo medio con la del pulgar, podría usarse para parar o reanudar el reconocimiento gestual si se desea hacer otras acciones sin que el sensor tratase de interpretar los gestos. La muñeca y el ángulo de giro del antebrazo pueden estar en la posición neutra. Solo se utilizan dos dedos, mientras que el resto se mantiene en una extensión relajada.

VOLVER A HOME



Partiendo de la mano extendida, posicionada a un extremo lateral, se hace un movimiento como de recogida, terminando con la mano en el otro extremo y más cerca del usuario y con los dedos flexionados, de forma relajada. De esta forma se iría directamente a la pantalla principal. Se utiliza toda la mano para realizar la acción. La muñeca termina en una posición de flexión. El ángulo de giro del antebrazo pueden estar en posición neutra.

Diseño de los controles gestuales

Diseño de gestos

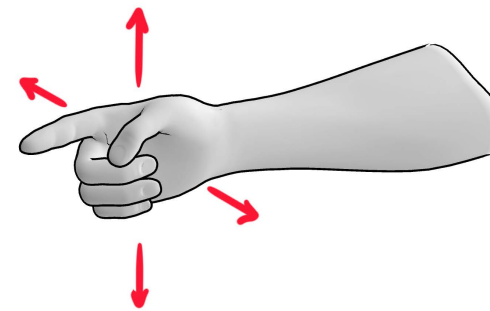
Una vez estudiada la ergonomía de las manos, brazo, antebrazo y tras analizar los gestos seleccionados del estudio de dispositivos con control gestual, se van a proponer los gestos considerados mejor adaptados a las distintas acciones de la interfaz.

Los puntos que deberían cumplirse a la hora de diseñar los controles gestuales, salvo por razones justificadas, son los siguientes:

- El brazo debería estar lo más cerca posible de la caja torácica para evitar cargar el hombro.
- El codo no debería moverse de la línea vertical que forma con el hombro y el suelo.
- El ángulo entre el brazo y el antebrazo debería ser de 90°.
- La posición de la muñeca debería estar recta en la posición neutra.
- Cuando un gesto requiere de la extensión de los dedos, se hace sin forzar de forma relajada.
- Cuando los dedos están flexionados, se hace de forma relajada sin apretarlos.
- Cuando un gesto requiere cambiar la mano de posición, se debe efectuar el movimiento desde el codo y no con la muñeca.
- El ángulo de rotación del antebrazo debería estar en la posición neutra, dejando la palma de la mano perpendicular al suelo situando la posición del pulgar arriba.

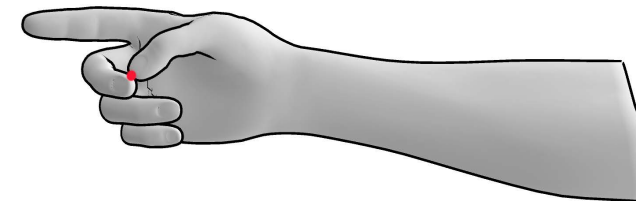
Los puntos expuestos hacen referencia a las posiciones más ergonómicas que pueden reducir al máximo posibles dolencias, cansancio e incomodidad a la hora de usar la interfaz gestual. No sería obligatorio mantener esos ángulos para que fuera posible el reconocimiento gestual, pero es lo más apropiado para el usuario.

1.- CURSOR



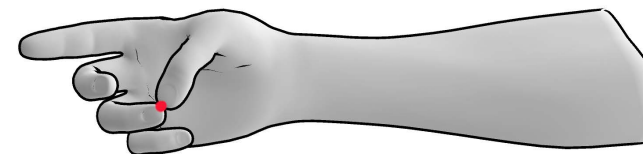
Para mover el cursor se ha elegido este gesto, el cual emplea el dedo índice extendido para movernos por los distintos elementos en pantalla. Al controlar con un solo dedo la precisión es mayor.

2.- SELECCIONAR / ACEPTAR / AGARRAR



Cuando nos colocamos sobre el elemento que deseamos seleccionar y mientras apuntamos con el dedo índice, tocando la punta del dedo pulgar con la del dedo medio, ejecutamos la acción de hacer “clic”. Si mantenemos ambos dedos juntos, la acción pasa a ser de “agarre” lo que nos permite mover elementos.

3.- ATRÁS / CANCELAR



Si lo que queremos es volver atrás o cancelar una selección, se toca una vez la punta del dedo pulgar con el dedo anular.

Diseño de los controles gestuales

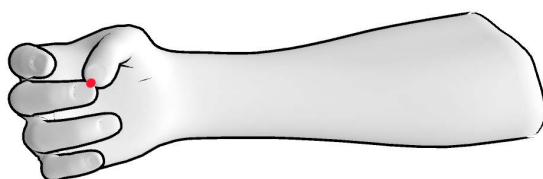
4.- SCROLL / ZOOM / VARIAR VALOR



Cuando nos encontramos en una pantalla donde hay muchos elementos y no pueden visualizarse todos a la vez, podemos hacer “scroll” deslizando la yema del dedo pulgar sobre el lateral exterior del dedo índice. También este gesto sirve para otros controles como hacer zoom o para la utilización de otros menús. Levantando el dedo pulgar para volver a la posición inicial y repetir el

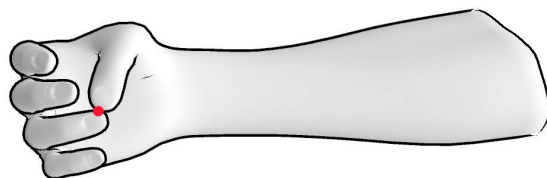
movimiento de deslizamiento el control nos permite seguir desplazándonos hacia la dirección elegida. La acción no es dependiente del espacio disponible en el lateral del dedo índice.

5.- ACEPTAR



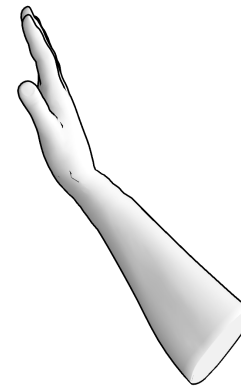
Ante un menú en el que solo tenemos la opción de ir hacia delante/detrás o aceptar/cancelar, el uso del dedo índice es innecesario, por lo que tocando la punta del dedo pulgar con la del medio sirve para aceptar (como el gesto nº2 pero sin el uso del dedo índice).

6.- CANCELAR



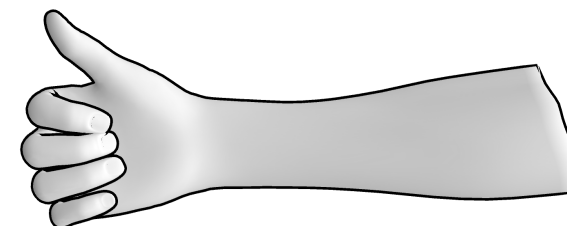
Como en el gesto descrito anteriormente, este se aplica en las mismas condiciones y sirve para hacer la opción de cancelar.

7.- PAUSAR RECONOCIMIENTO GESTUAL



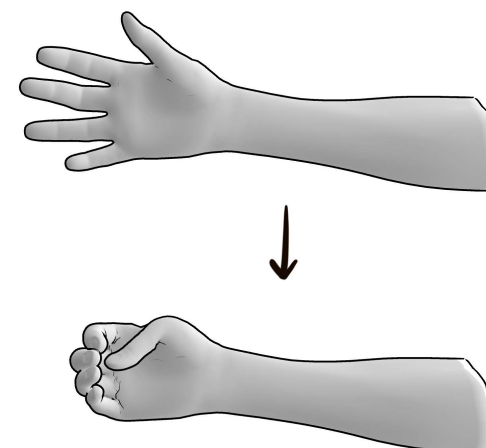
Este gesto que reconocemos como la señal de “stop” o que empleamos cuando queremos parar la acción de la otra persona, sirve para pausar el reconocimiento gestual. La posición de este gesto se sale de los parámetros ergonómicos establecidos, pero he decidido darle prioridad puesto que se trata de un gesto tan reconocible que resulta totalmente intuitivo.

8.- REANUDAR RECONOCIMIENTO GESTUAL



Cuando queremos retomar el reconocimiento gestual basta con hacer el gesto de extender el pulgar hacia arriba. Es un gesto fácilmente reconocible que generalmente indica que todo está bien.

9.- IR A HOME



Si queremos hacer la acción rápida de ir a la pantalla principal, independientemente de dónde nos encontremos, partiendo desde la posición neutra con los dedos extendidos los flexionamos juntando las yemas de todos los dedos.

Diseño de la interfaz

Introducción

En la primera fase del proyecto se hicieron unos estudios iniciales de lo que son consideradas interfaces futuristas y diseños gráficos modernos, ahora se va a utilizar esa información como referencia para el diseño de la interfaz de la impresora de comida 3D.

A la hora de empezar a proponer ideas de cómo va a ser el diseño gráfico de la interfaz hay que tener en cuenta varias cosas, entre ellas el cómo afectan los colores psicológicamente y el desarrollo de una correcta usabilidad de la interfaz.

Para poder desarrollar correctamente estos puntos se han leído los libros “Psicología del color: Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón” de Eva Heller y “NO ME HAGAS PENSAR: Una aproximación a la usabilidad en la web” de Steve Krug.

Además, se planteó una primera estructura para la interfaz antes de empezar a bocetar las distintas ideas, de esta manera se ordenaron las distintas ideas y planteamientos que tenía en mente para la impresora.



Diseño de la interfaz

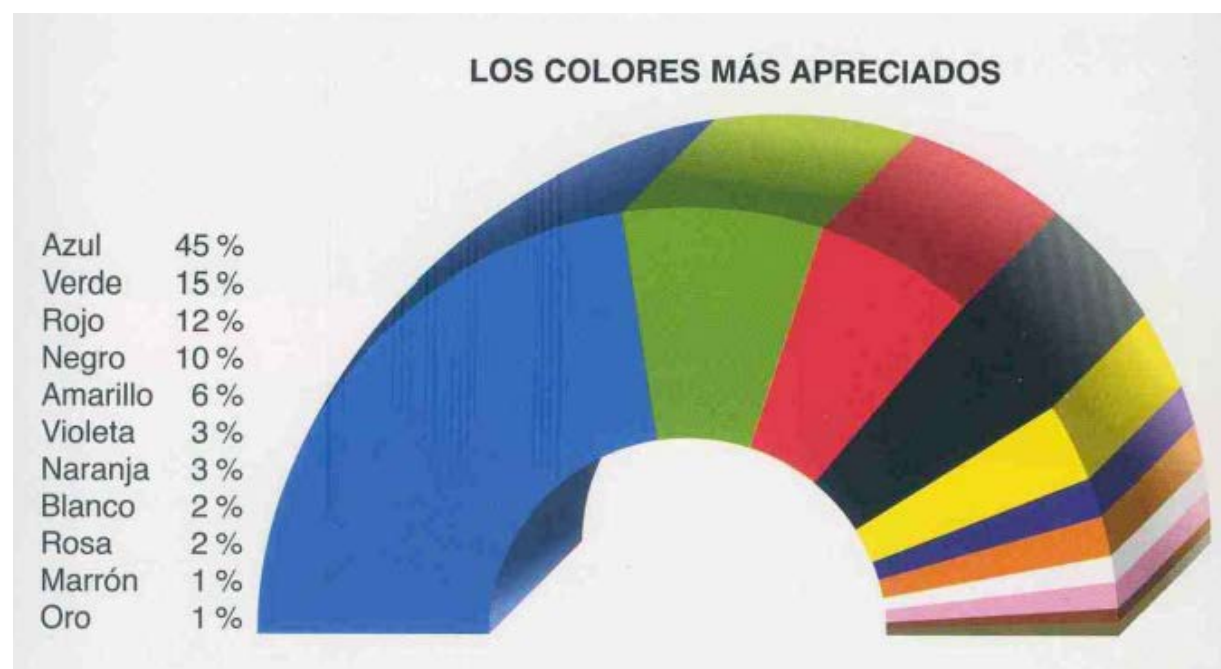
Psicología del color

A la hora de elegir los colores más adecuados para aplicar en la interfaz a diseñar se tuvieron en cuenta las conclusiones sacadas en la fase 1 tras analizar varias interfaces futuristas e innovadoras. Además se utilizó el libro “Psicología del color: Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón” de Eva Heller para tomar varias imágenes, que pueden ser útiles para la elección de colores.

De la fase 1 se concluyó lo siguiente en lo relacionado con los colores:

- Predominan los colores blanco, negro y variedades de azul.
- Abundan los iconos con sombreados que dan una sensación de tridimensionalidad.
- Se utilizan mucho gradientes de colores, aportando una sensación de dinamismo.

A continuación, se muestra la información que considerada más relevante del libro, en lo que se refiere al diseño de mi interfaz:



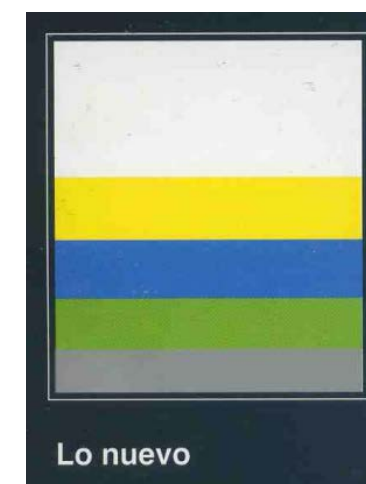
Lo primero a tener en cuenta, son los gustos generales acerca de los distintos colores. Nos encontramos con que el azul es el color más apreciado, el cual coincide con uno de los colo-

res más comunes en las interfaces futuristas. Este gráfico no sirve para determinar los colores más adecuados para la interfaz, ya que son gustos generales sobre los colores y no específicos para la finalidad en la que los quiero aplicar, pero sí que sirve para apoyar la selección de colores.

Las siguientes imágenes hacen referencia a los porcentajes de los colores que mejor representan la palabra escrita en cada una. Se ha hecho una selección de los sentimientos o impresiones que he considerado que podrían ser aplicados al diseño de mi interfaz y sus distintos apartados:



El azul es el color que representa mejor “La ciencia”, seguido del color blanco. Ambos colores son muy utilizados en las interfaces futuristas. Los grises también forman una gran parte del porcentaje, que podría aplicarse a los textos de la interfaz. Pueden ser colores representativos para la interfaz ya que “la ciencia” se ve representada con los avances en el uso y composición de los alimentos para ser capaces de formar las estructuras impresas.



El blanco, es el mayor representante de lo que es considerado algo nuevo. La impresora de comida 3D es un producto tecnológico, que aporta una novedad grande en el mercado. Nos volvemos a encontrar con el color azul, casi en la misma proporción que el resto de colores, exceptuando al blanco.

Diseño de la interfaz



La elegancia

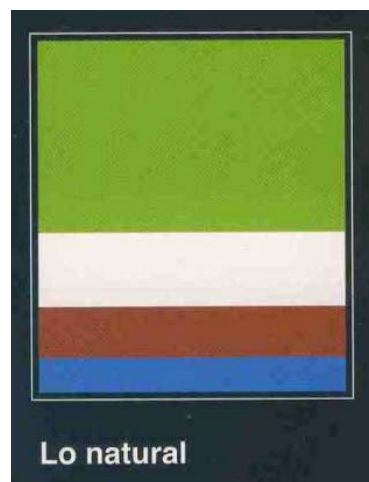
Uno de los enfoques que se plantean para el producto, es la de crear una estética elegante y sofisticada, ya que la impresora representaría el avance tecnológico en la cocina. El color predominante a la hora de representar “la elegancia” es el color negro, podría ser considerado por ejemplo si se desarrollase una interfaz con modo oscuro.

Aparte el color negro es interesante para la estética del producto en si, para aportar avance y elegancia en la cocina.



La sociabilidad

El color naranja, seguido de cerca por el amarillo son los colores más representativos de “la sociabilidad”, estos colores se podrían aplicar en el diseño de un icono o de los apartados de la interfaz donde se acceda a platos o recetas compartidas por la comunidad.



Lo natural

Si se quiere indicar que el plato a cocinar es saludable o natural, el color verde es el mayor representante de esa característica. Podría aplicarse también a platos que utilicen alimentos vegetales para su impresión. En menor medido el blanco también representa esta característica.



El frío

Si la impresora tiene una opción para imprimir platos fríos, como helados, el color azul predomina a la hora de representar “el frío”. Podría aplicarse en el color del icono que representase que el plato es frío o por ejemplo en el indicador de la temperatura de cocinado, cuando está en niveles considerados dentro del rango de frío.

El color blanco, seguido por los grises, son los siguientes colores más representativos.



El calor

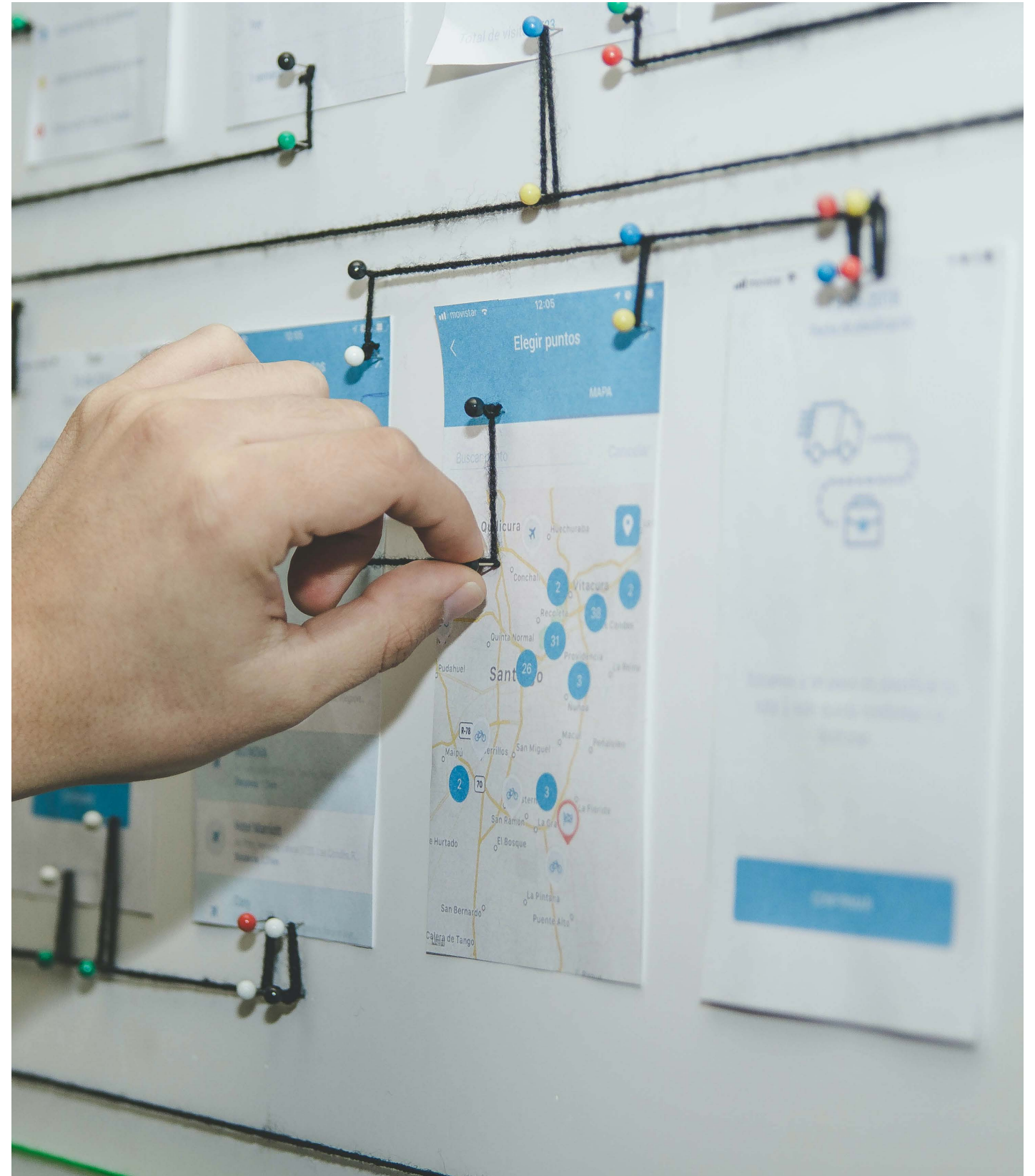
En el caso de que los platos a imprimir están destinados a consumirse en caliente o si el método de impresión utiliza calor, el rojo es el color más representativo para indicar “el calor”. También se podría aplicar al indicador de la temperatura de cocinado, cuando la temperatura es considerada caliente. El amarillo y después el naranja, son los siguientes colores más representativos.

Diseño de la interfaz

Usabilidad

Tras leer el libro “No me hagas pensar” por el profesional de la experiencia de usuario, Steve Krug, se seleccionaron las siguientes conclusiones para tener en cuenta a la hora de desarrollar la usabilidad con mi interfaz:

- Uno de los principios de la usabilidad es que si algo requiere mucho tiempo o parece que vaya a necesitarlo, es menos probable que se acabe utilizando.
- Si cuando se está utilizando la interfaz surgen muchos interrogantes, aumenta el volumen de trabajo cognitivo y se distrae la atención de la tarea principal. Aunque las distracciones sean leves, si se acumulan, pueden hacer llegar a abandonar al usuario.
- Hay que dejar muy claro donde se puede hacer clic y donde no. El usuario no debería de dedicar nada de tiempo en si algo se puede pulsar o no.
- Si bien controlar el numero de clics necesarios para llegar a las distintas funciones de la interfaz es algo práctico, es más importante la dificultad en la elección de donde hacer clic. Lo ideal sería necesitar pocos clic siempre que no haya dudas a la hora de elegir dónde hacerlo.
- Mantener una barra de navegación en todas las páginas no solo nos muestra en todo momento en el apartado en el que nos encontramos, además con averiguar como funciona la primera vez será generalmente suficiente.
- Los indicadores de posición en la página han de resaltar, de lo contrario pierden su valor de clave visual. Es muy común encontrarse con indicadores demasiado sutiles, porque la sutileza es uno de los rasgos del diseño sofisticado, pero es más importante para los usuarios que predomine la claridad.
- Es importante que siempre estén visibles las utilidades (por ejemplo “ayuda” o “home”).
- Es fundamental contar con páginas de ejemplo que muestren la navegación en todos los niveles potenciales de la aplicación antes de pensar en los colores a aplicar.

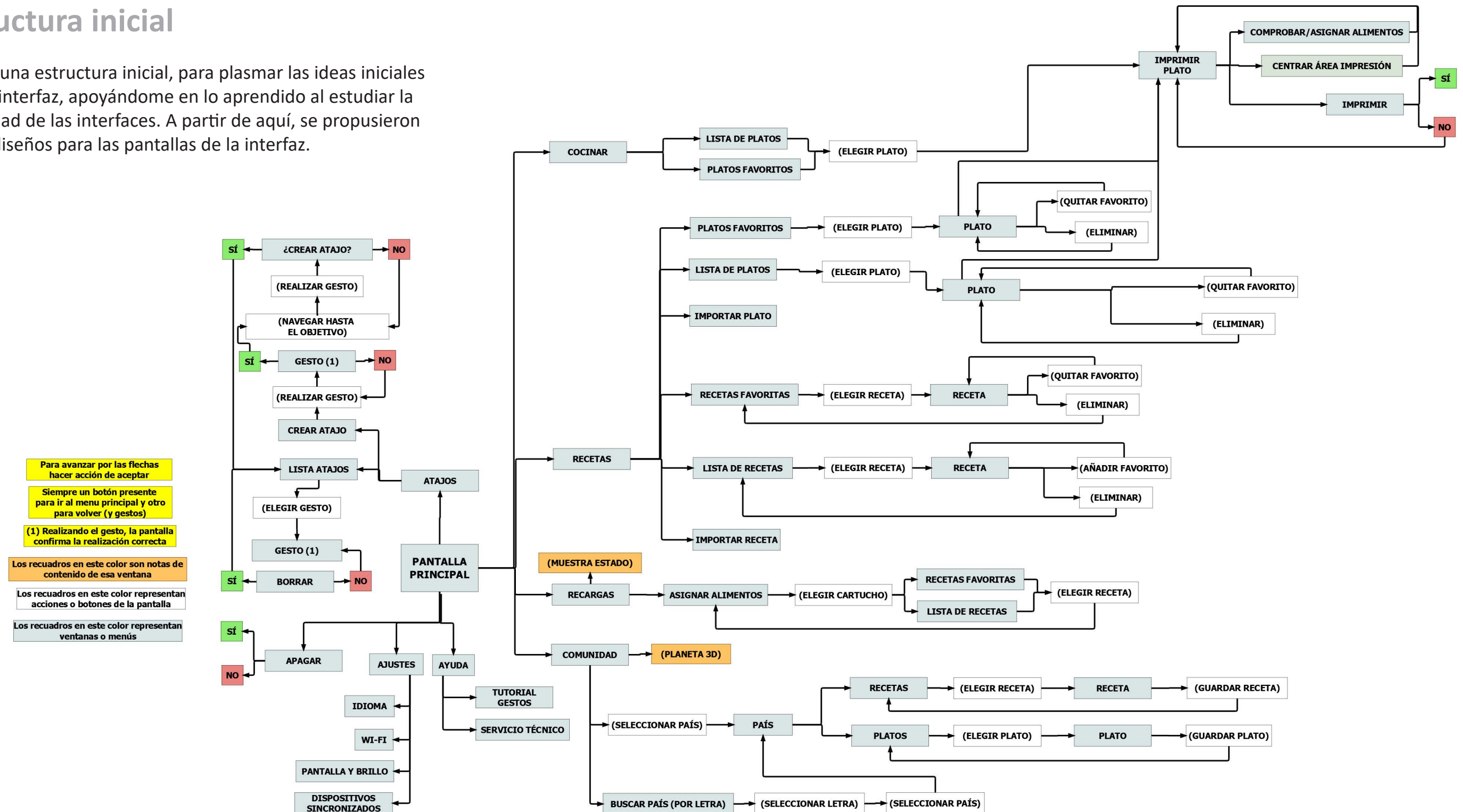


Diseño de la interfaz

Ideas y bocetos

Estructura inicial

Se hizo una estructura inicial, para plasmar las ideas iniciales para la interfaz, apoyándose en lo aprendido al estudiar la usabilidad de las interfaces. A partir de aquí, se propusieron varios diseños para las pantallas de la interfaz.

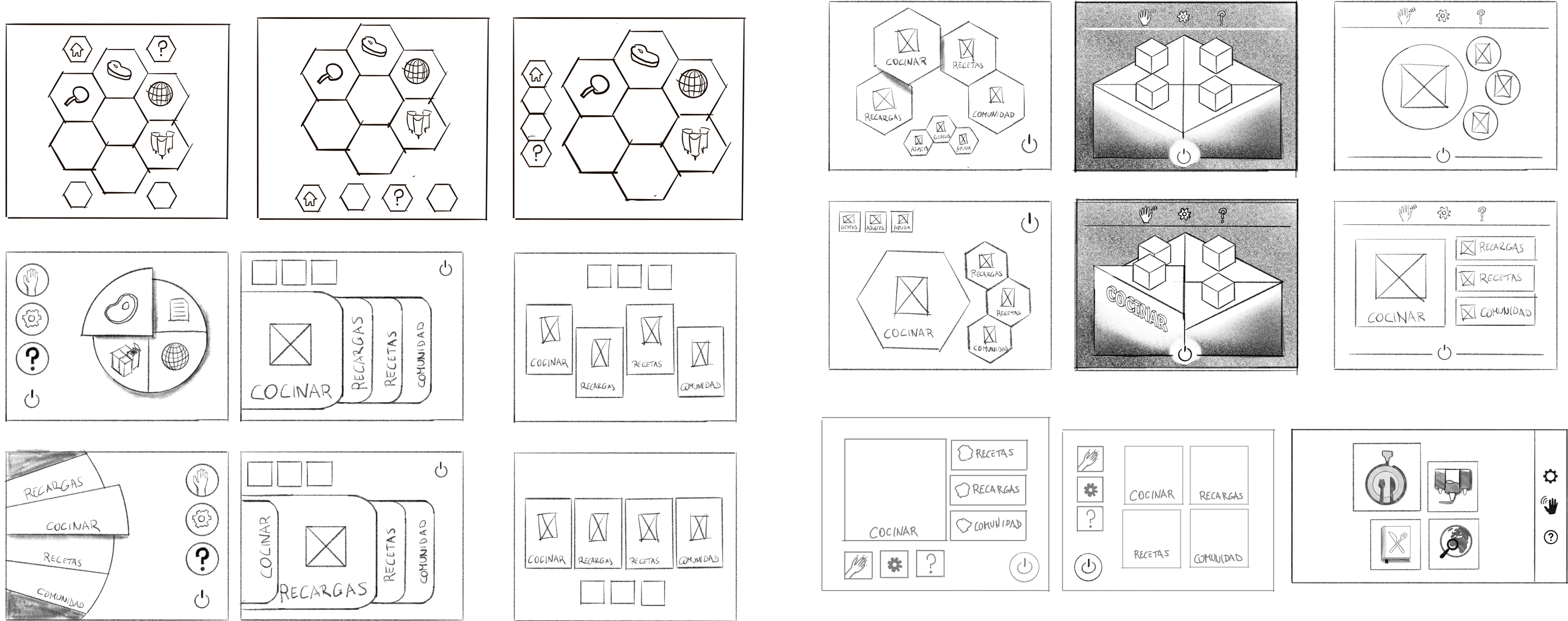


Diseño de la interfaz

Bocetos de las pantallas

PANTALLA PRINCIPAL

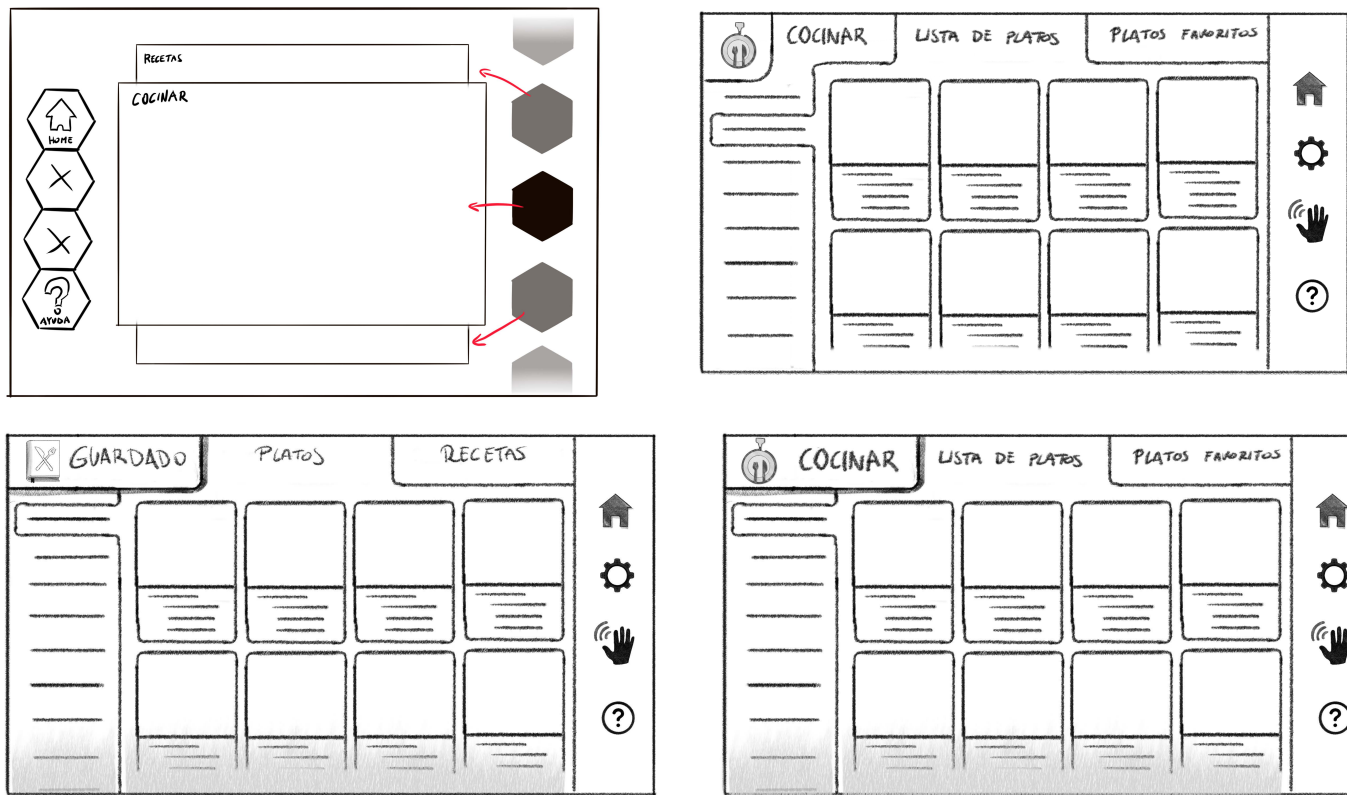
La pantalla principal nos dará acceso a los distintos apartados principales de la aplicación.



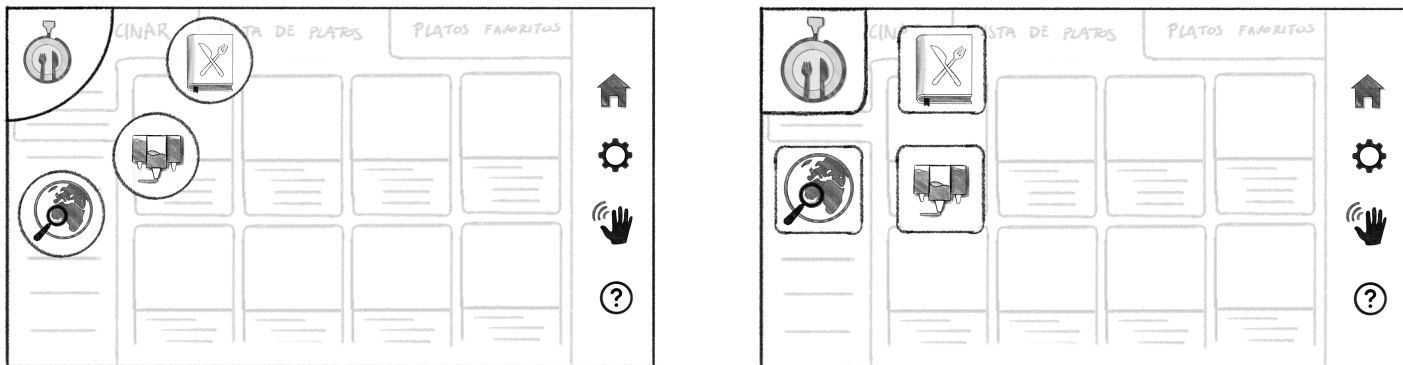
Diseño de la interfaz

SELECCIÓN DE PLATOS O RECETAS

Los distintos menús donde podremos elegir el plato a imprimir o para ver la información de los platos o de las recetas para usar en los cartuchos de la impresora.

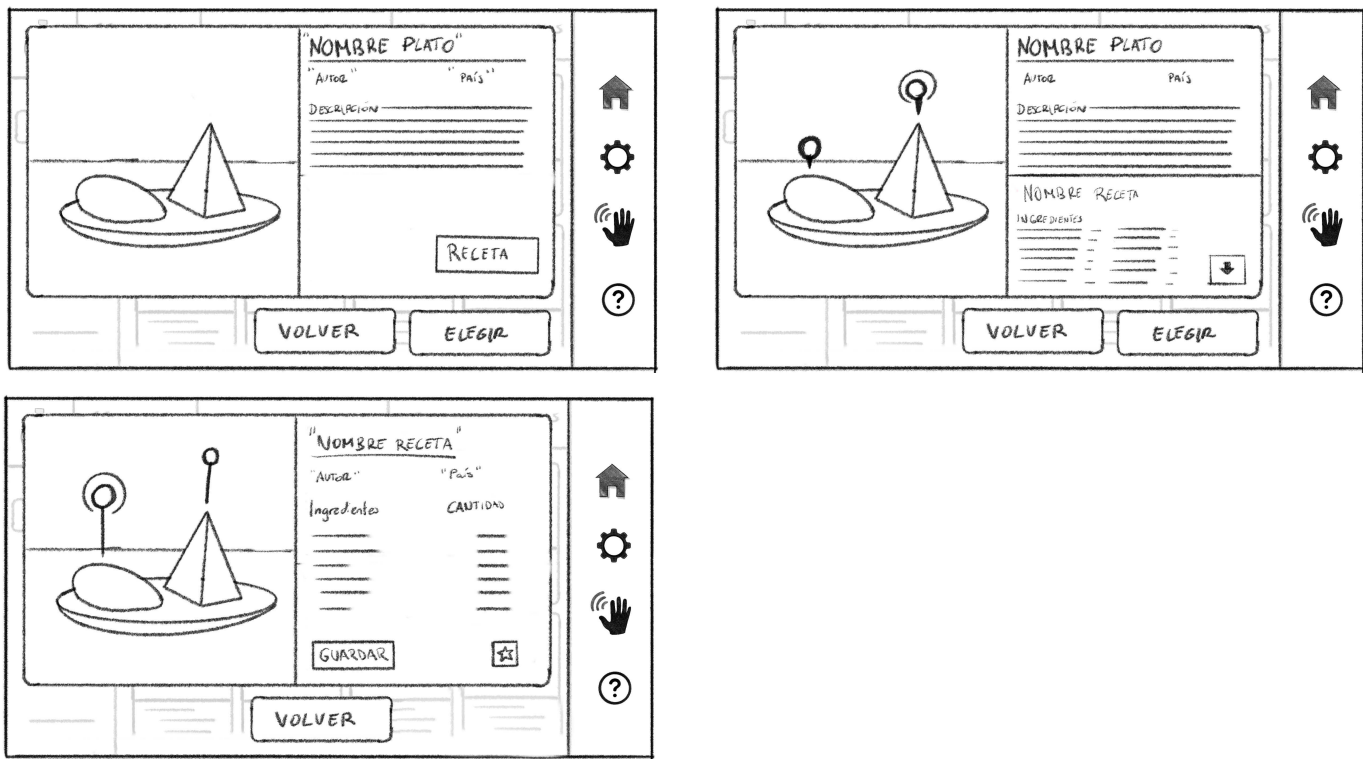


BOTÓN PARA ACCESO RÁPIDO A LAS OTRAS SECCIONES

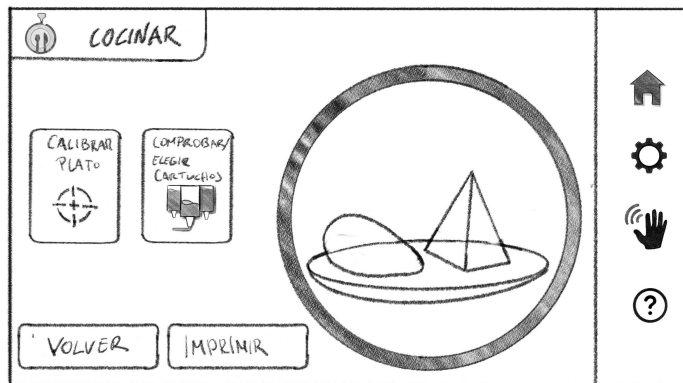


VER PLATO

Cuando se selecciona un plato, muestra su descripción, poder ver los alimentos asignados a cada elemento del plato.



PLATO SELECCIONADO



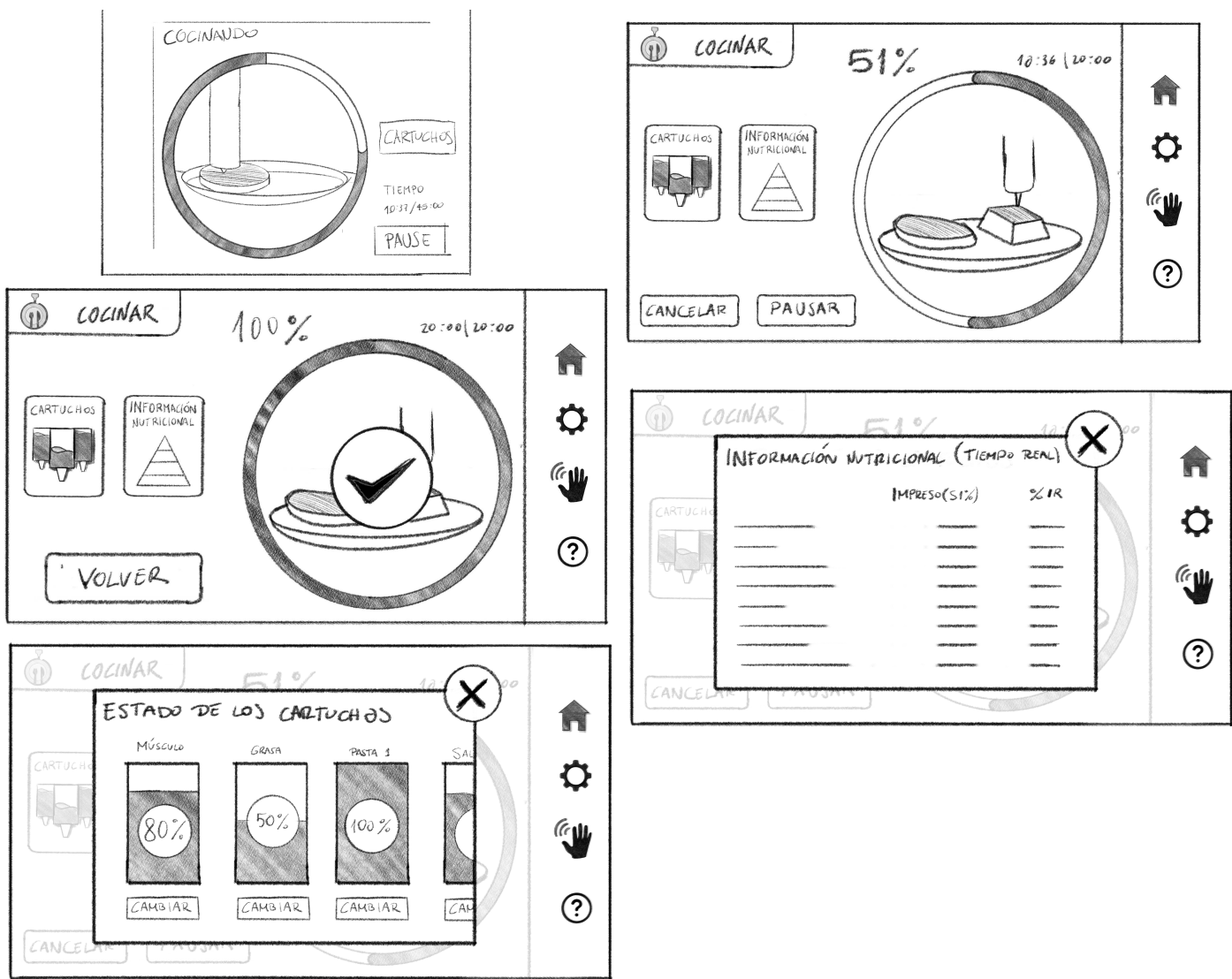
Con opciones para centrar y mover el alimento dentro del plato. La impresora analiza la superficie del plato.

Poder comprobar si los cartuchos instalados coinciden con los asignados a ese plato y poder cambiar el alimento o recargar si los niveles están bajos.

Diseño de la interfaz

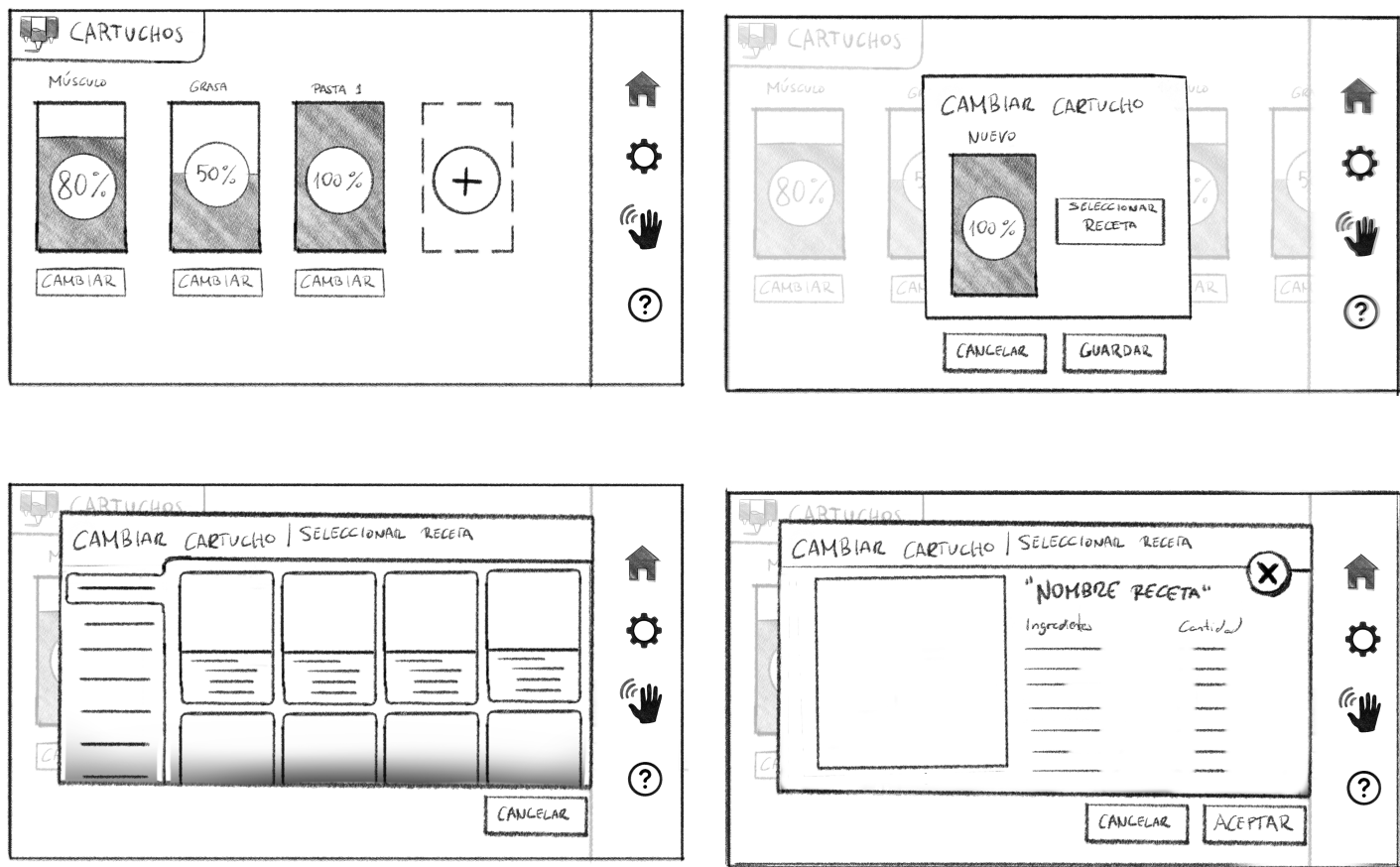
IMPRIMIENDO

Cuando se imprime un plato, se muestra tanto el porcentaje impreso, como el tiempo transcurrido/restante. Se puede ver la cantidad de alimento restante en los cartuchos y de la posibilidad de recargarlos en caso necesario. Se puede acceder a la información nutricional de lo que se lleva impreso. Durante la impresión se va actualizando en tiempo real la información, según la cantidad de alimento que se ha impreso, por si se para la impresión saber la información nutricional. Cuando se completa la impresión, se puede ver cuanto alimento hay en los cartuchos y la información nutricional final.



APARTADO DE LOS CARTUCHOS

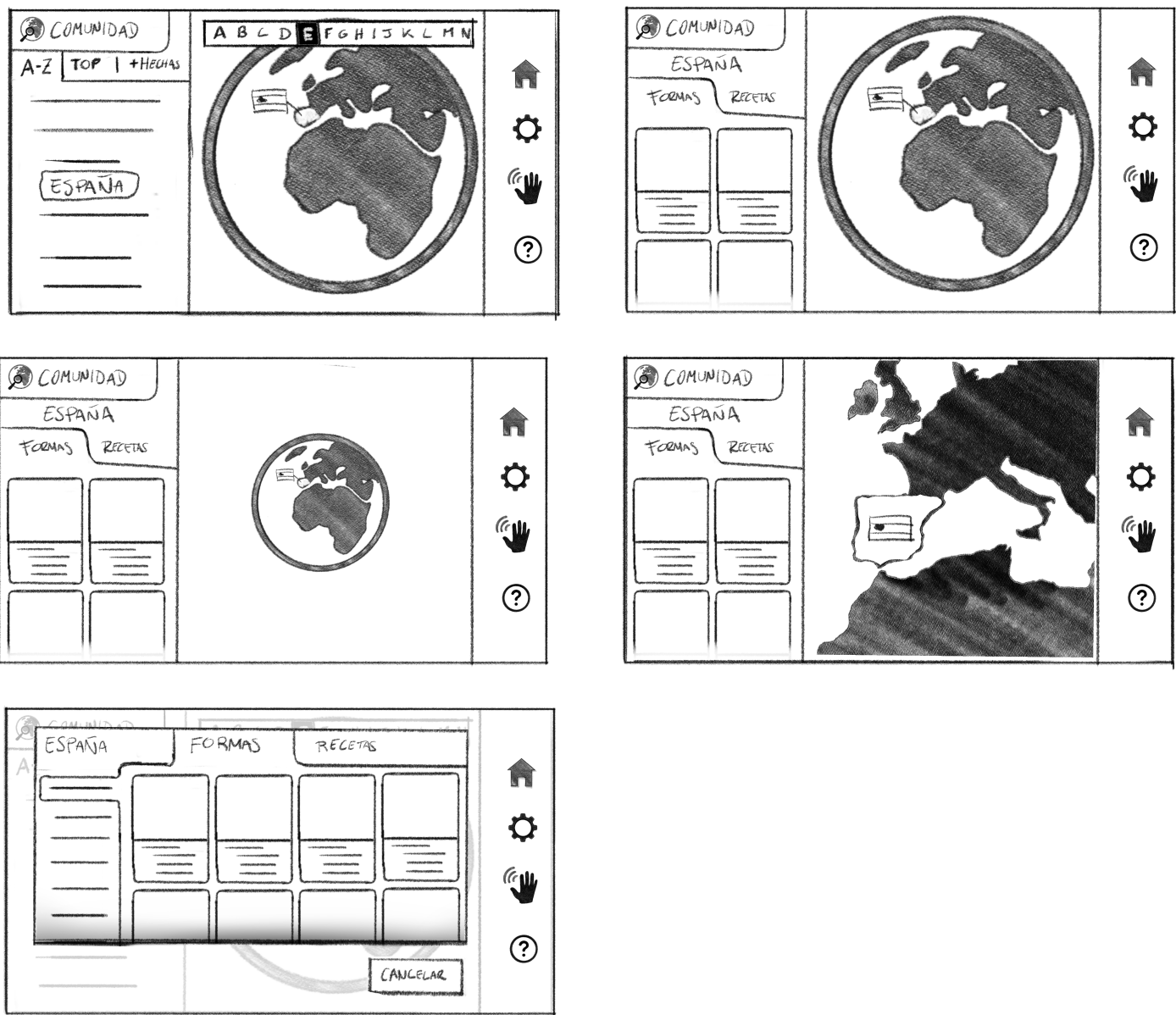
En este apartado, se pueden ver los cartuchos que hay instalados, añadir nuevos cartuchos, cambiar los existentes o quitarlos. Cuando se cambia un cartucho hay que asignar que receta lleva el nuevo cartucho.



Diseño de la interfaz

APARTADO DE COMUNIDAD

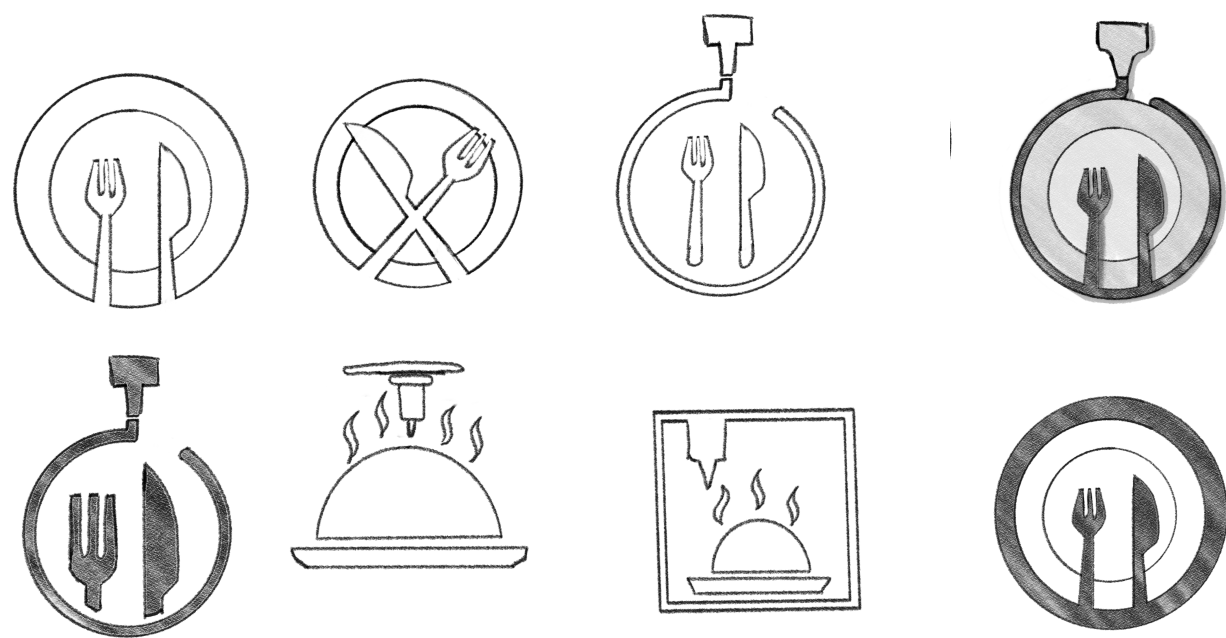
En este apartado, se podrán buscar las formas de los platos y sus recetas, por países. El planeta será táctil y se podrá seleccionar el país directamente del planeta o de los menús.



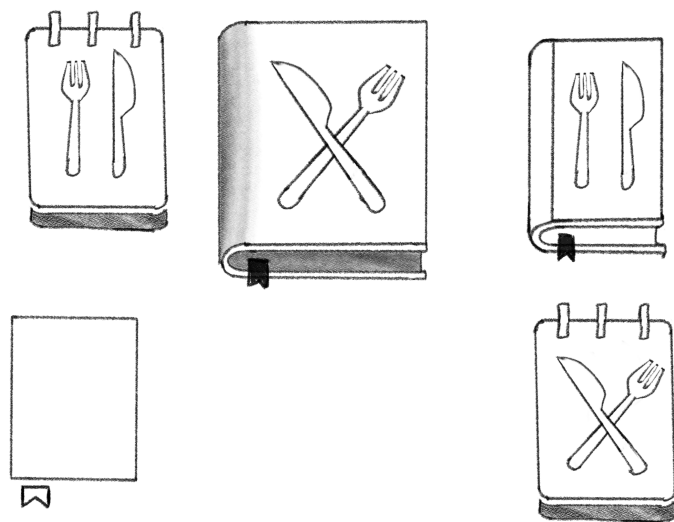
Diseño de la interfaz

Bocetos de las iconos

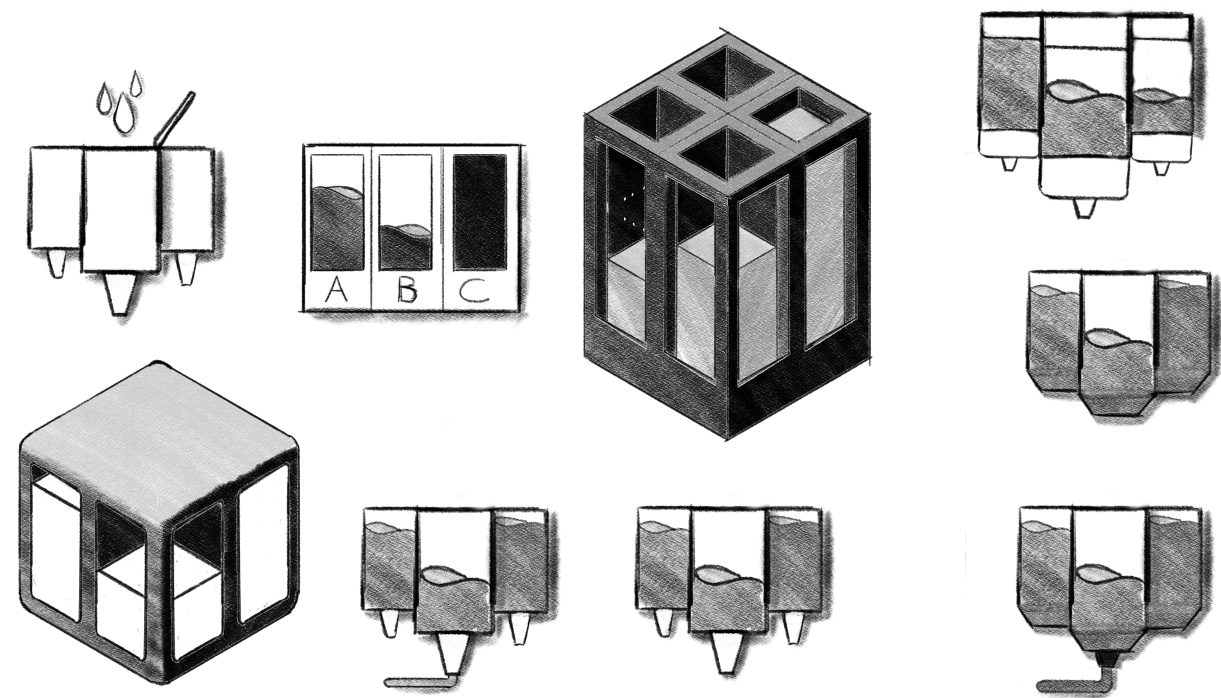
COCINAR



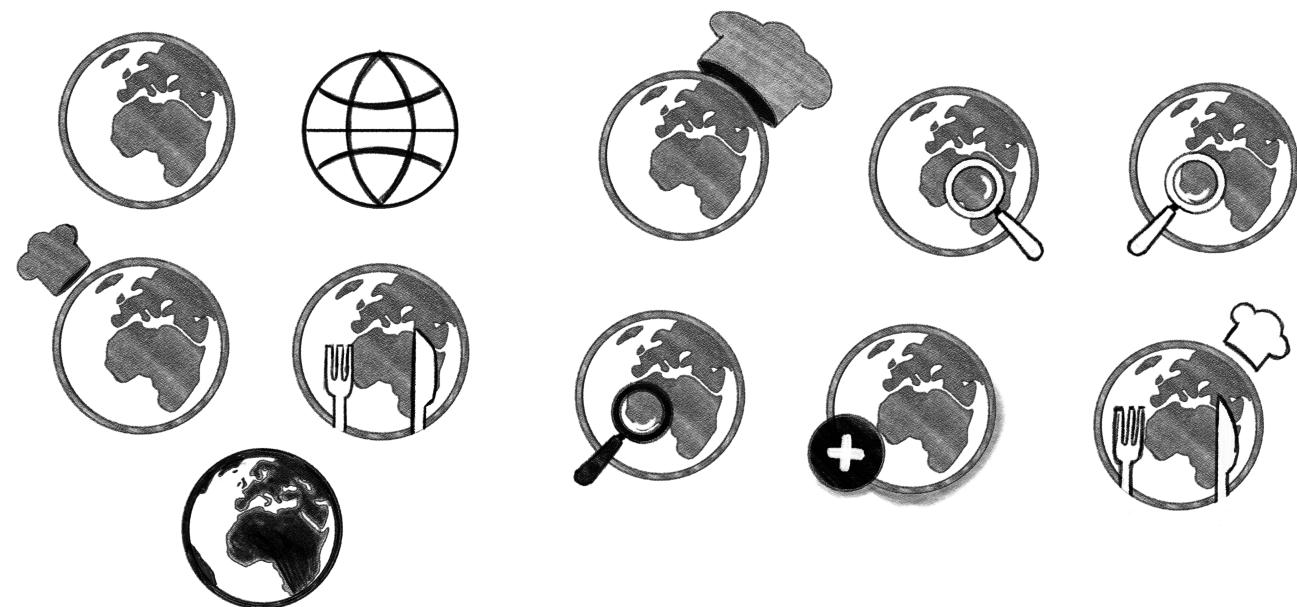
GUARDADO



CARTUCHOS

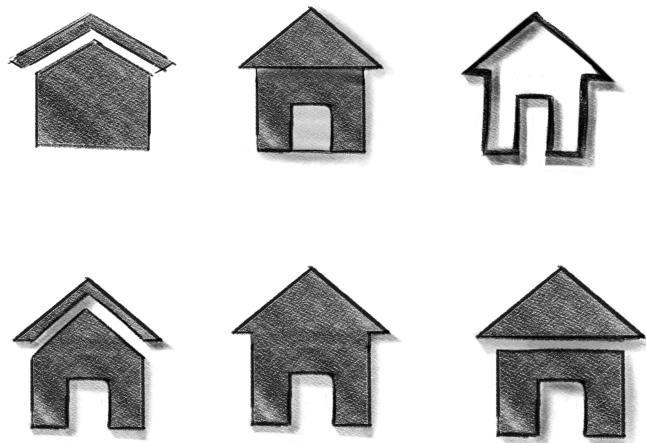


COMUNIDAD

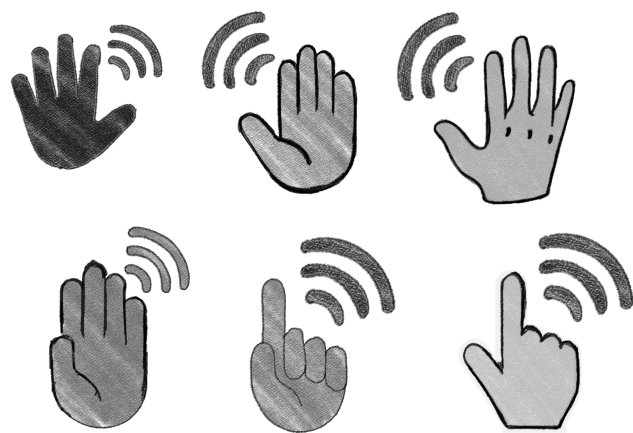


Diseño de la interfaz

HOME



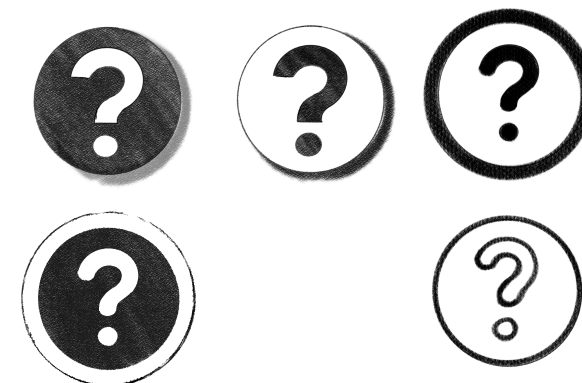
ATAJOS



CONFIGURACIÓN

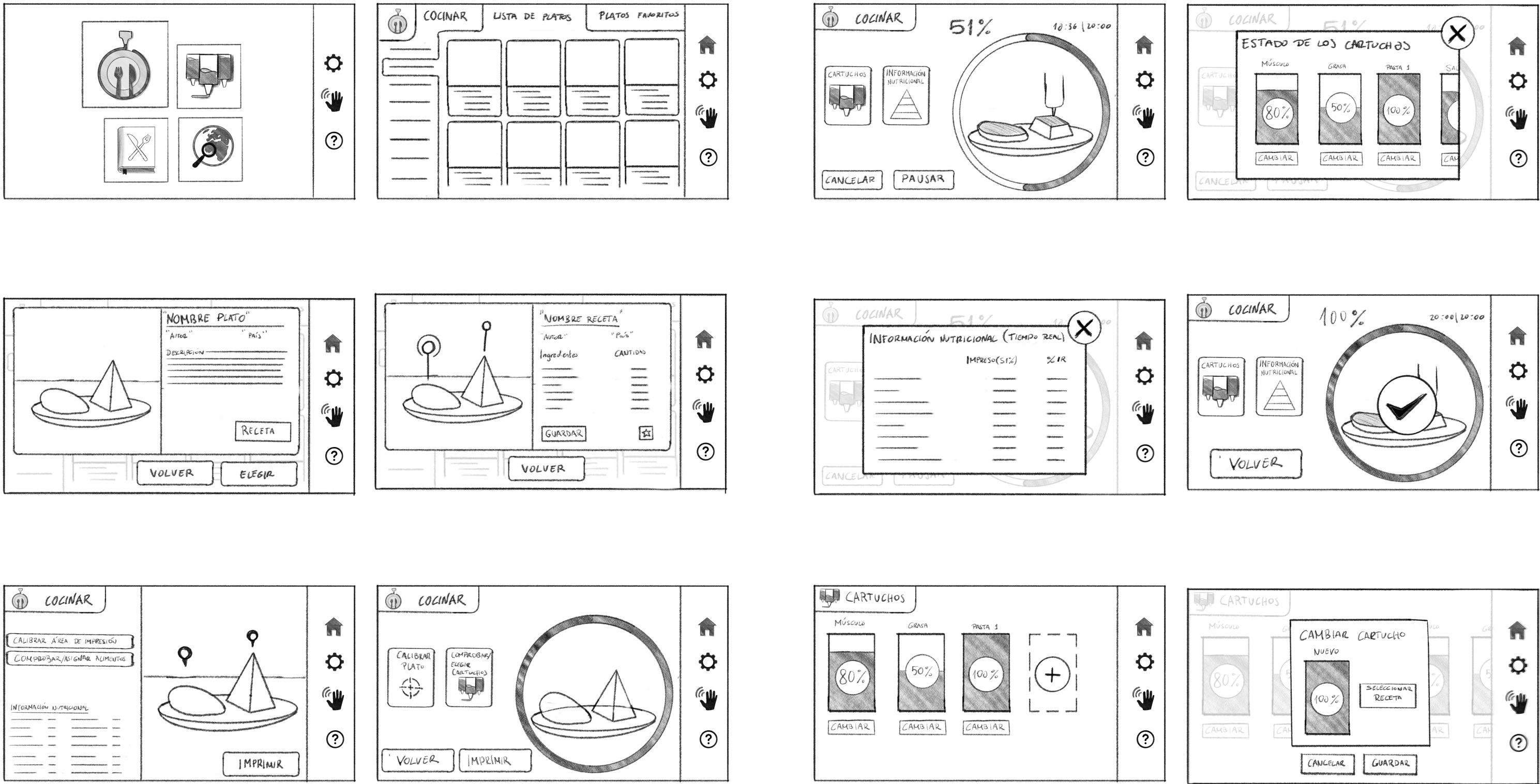


AYUDA

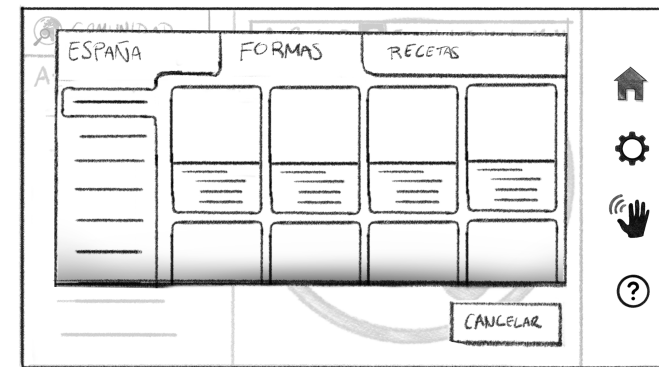
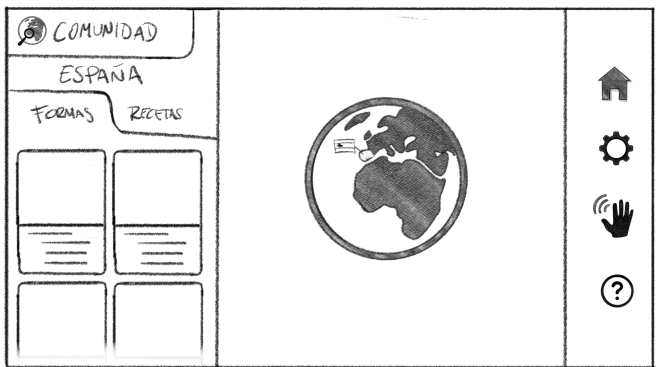
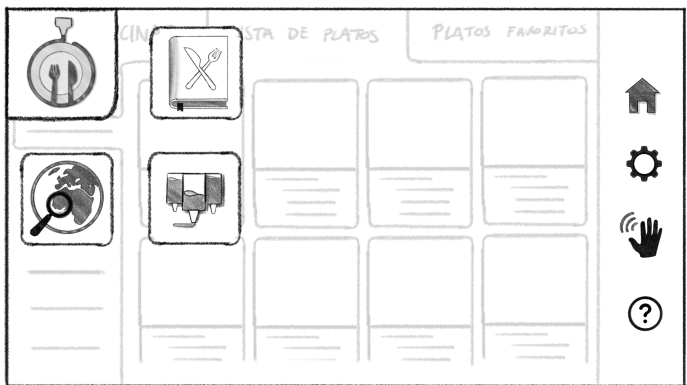
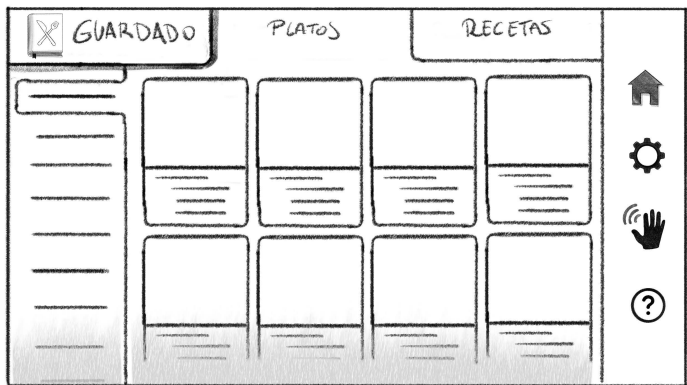
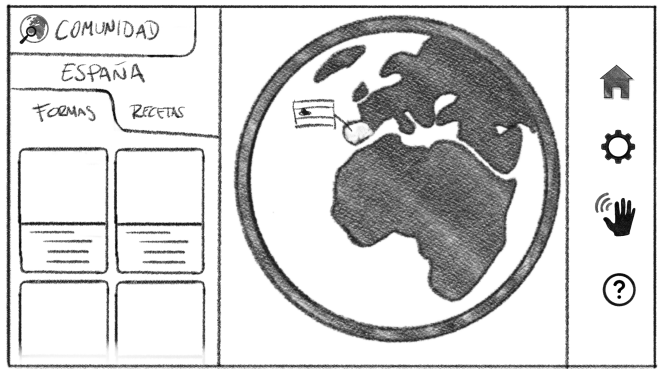
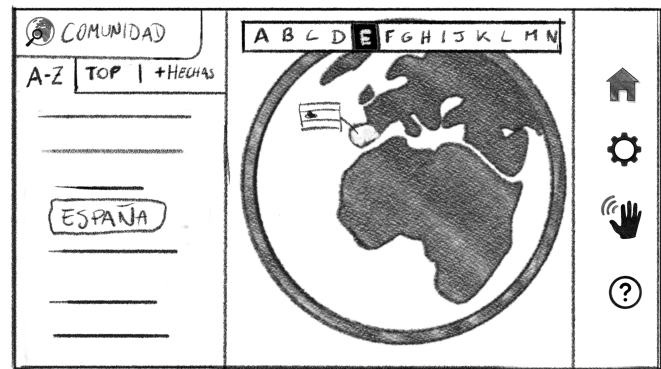
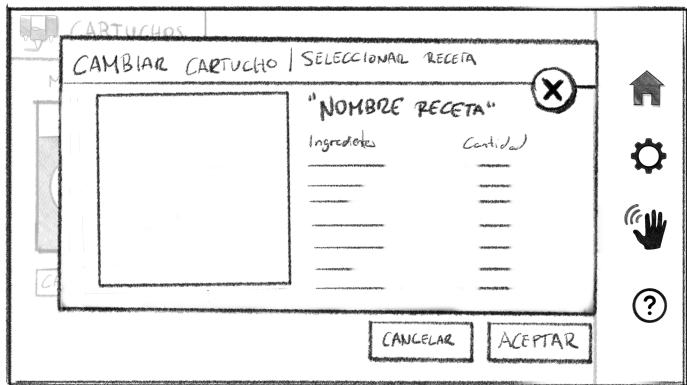
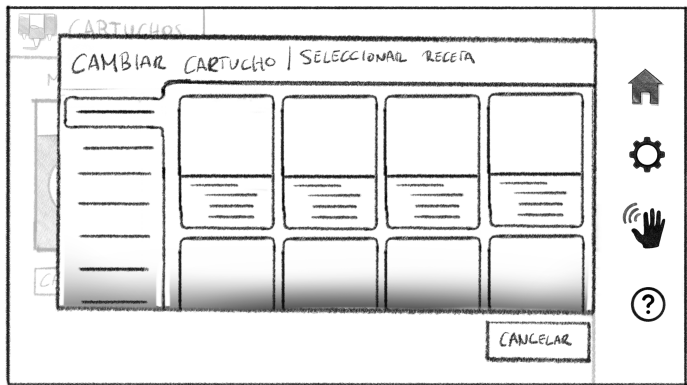


Diseño de la interfaz

Prototipo a papel



Diseño de la interfaz



Diseño de la interfaz

Prueba de usuario

- **Objetivos de la prueba**

Con esta prueba se trata de comprobar si la interfaz está diseñada de forma intuitiva y los participantes son capaces de entender su funcionamiento. Se pedirá a los participantes que realicen una serie de tareas para ver si son capaces de completarlas sin ayuda. Tras la prueba se recopilarán los posibles fallos de diseño detectados para mejorar la interfaz.

- **Participantes y fecha de la prueba**

Ismael Jaafari (24 años) - 29.06.2020 - 19:00h
Carlos Sánchez (25 años) - 29.06.2020 - 20:00h
Lucía Lázaro (27 años) - 30.06.2020 - 15:00h

- **Información aportada a los participantes**

Hola, quizá tengas una idea de lo que vamos a tratar en esta prueba, pero te voy a explicar exactamente de que se trata. Esta prueba trata de poner a test la interfaz que estoy desarrollando y quiero ver la reacción que tienes al usarla.

Quiero dejar claro desde el principio que voy a evaluar la interfaz, no a ti. Si cometes errores o no entiendes el funcionamiento de alguna parte no es culpa tuya, será un problema de diseño de la interfaz.

Quiero escuchar todo lo que vayas pensando de la interfaz, no te tienes que preocupar por que me pueda tomar a mal las críticas. Quiero probar y mejorar la interfaz por lo que quiero saber con sinceridad tu opinión.

A medida que avance la prueba te iré recordando que pienses en alto para que me digas exactamente que se te pasa por la mente mientras estás usando la interfaz. Eso me ayudará para la posible mejora de la experiencia de usuario.

Si tienes alguna pregunta házmela, no te responderé inmediatamente para ver si puedes so-

lucionar las dudas de forma individual. Si en ciertos momentos veo que en hace falta alguna pequeña explicación por que alguna pantalla no está diseñada del todo te la haré.

Antes de explicarte a qué producto pertenecerá esta interfaz, quiero que me digas de qué crees que trata por lo que estás viendo en la pantalla principal y que impresiones te surgen.

(Enseñar pantalla principal con los iconos)

Esta interfaz servirá para el manejo de una impresora de comida 3D, la cual nos permite elegir platos para imprimir y funcionará mediante unos cartuchos donde irá almacenado el alimento que se usa para imprimir. Ahora que ya sabes de que trata la interfaz quiero que intentes hacer de forma individual las siguientes tareas:

- **Tareas**

1.- Quieres imprimir un plato.

2.- Mientras estás cocinando el plato quieres saber la información de la impresión.

3.- En medio de la impresión te salta una alerta de que necesitas recargar un cartucho porque se ha acabado el alimento.

4.- Se ha acabado la impresión y quieres ir a otro apartado de la aplicación.

5.- Estas en la pantalla principal y quieres añadir un nuevo cartucho a la impresora.

6.- Estás en la pantalla principal y quieres acceder a la lista de platos y recetas guardadas.

7.- Te apetece descubrir nuevos platos y recetas que no están guardadas en la impresora.

8.- ¿Hay algo que te haya costado especialmente entender?

9.- ¿Cambiarías algo de la interfaz?.

Diseño de la interfaz

- **Método**

La prueba fue realizada con bocetos de las pantallas impresos en papel. Cada vez que el participante tocaba un elemento de la interfaz les facilitaba otro folio explicándoles que esa acción sucedería en la interfaz.

El papel no representaba el tamaño ni el entorno donde se encontraría la interfaz, sirvió para estudiar la usabilidad de la interfaz.

El método utilizado para la prueba a, fue poner en contexto al usuario y explicándole su rol.

- **Datos obtenidos de la prueba**

Los usuarios fueron grabados para poder observar sus reacciones durante la interacción con la interfaz, sus expresiones faciales se mantuvieron neutras la mayor parte del tiempo, salvo pequeñas expresiones de duda cuando había algún elemento que no entendían muy bien.

En general ninguno de los participantes reconocieron el nombre de la pantalla de la interfaz como un botón para cambiar entre las partes, en su lugar utilizaron sin ningún esfuerzo el botón “HOME” situado en las opciones de la derecha.

- Ismael Jaafari (24 años) - 29.06.2020 - 19:00h

Duda entre “lista de platos” y “platos favoritos” tras el botón “COCINAR”. Al seleccionar un plato y darle a “recetas” no reconoce los marcadores de que los elementos del plato se puede tocar para seleccionar los distintos alimentos del plato. Tras elegir el plato no entiende qué es “calibrar plato”. Imprimiendo entiende lo mostrado en “información nutricional” en tiempo real. En el apartado de “GUARDADO” no entiende la diferencia entre platos y recetas. Tras preguntarle cambios, sugiere meter el apartado “COMUNIDAD” dentro de “GUARDADO”

- Carlos Sánchez (25 años) - 29.06.2020 - 20:00h

Antes de explicarle a qué va dirigida la interfaz, reconoce el icono de “CARTUCHOS” como condimentos o salsas. Dentro del plato seleccionado reconoce los elementos del plato como táctiles. Antes de empezar a cocinar reconoce qué es la calibración del plato y que el plato es táctil. Dentro de “guardado” duda de la diferencia entre platos y recetas.

- Lucía Lázaro (27 años) - 30.06.2020 - 15:00h

Antes de explicarle a qué va dirigida la interfaz, cree que el icono de “CARTUCHOS” significa condimentos. Dentro del plato seleccionado, no reconoce las marcas táctiles para ver los distintos alimentos del plato. No entiende la diferencia entre platos y recetas.

- **Cosas a mejorar**

- Quitar el nombre táctil de la secciones para cambiar entre ellas.
- Cambiar el nombre de “platos” y “recetas” para que se entienda mejor.
- Dentro del plato seleccionado, en sus recetas, cambiar la forma de ver los distintos componentes.
- Rediseñar el icono de “CARTUCHOS”.
- Cambiar “calibrar plato” cuando se va a imprimir un plato.

A continuación se van a aplicar los cambios propuestos tras la prueba de usuario y la vez que se van a diseñar las pantallas e iconos a ordenador.

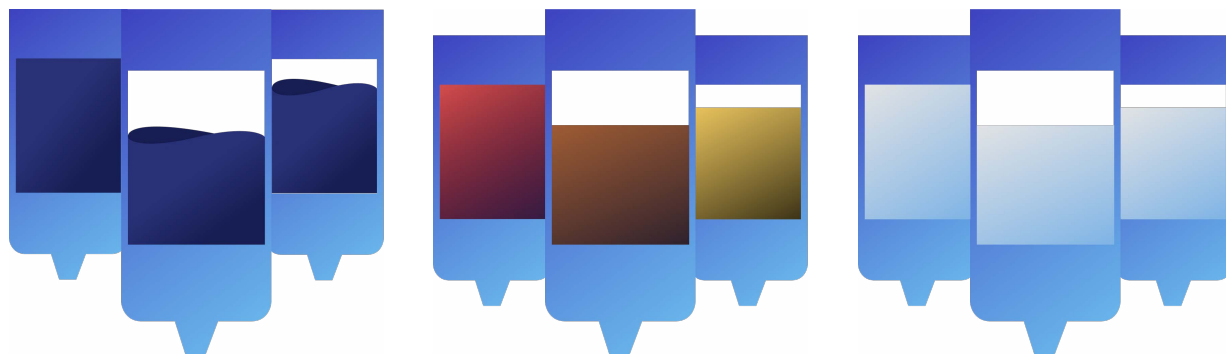
Diseño de la interfaz

Diseños a ordenador

- Evolución del icono “COCINAR”



- Evolución del icono “CARTUCHOS”



- Evolución del icono “RECETARIO”



- Icono “COMUNIDAD”



- “CONFIGURACIÓN”



- “HOME”



- “AYUDA”



- Icono “ATAJOS”



- Evolución del icono “Formas”

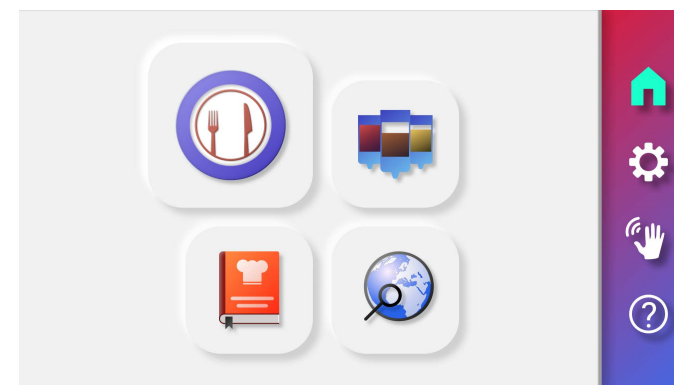
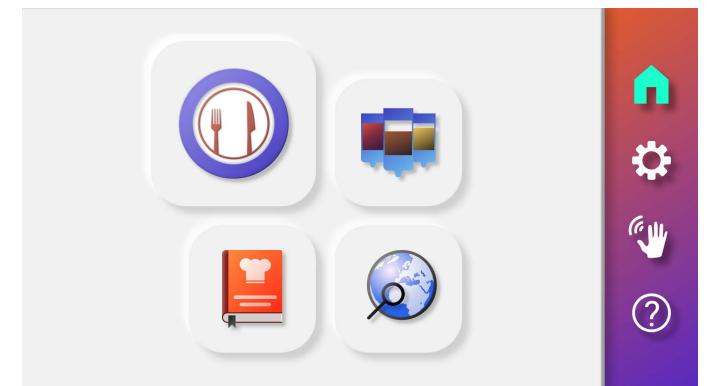
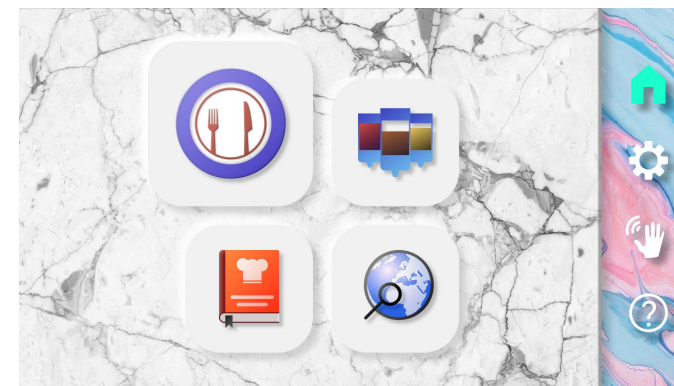
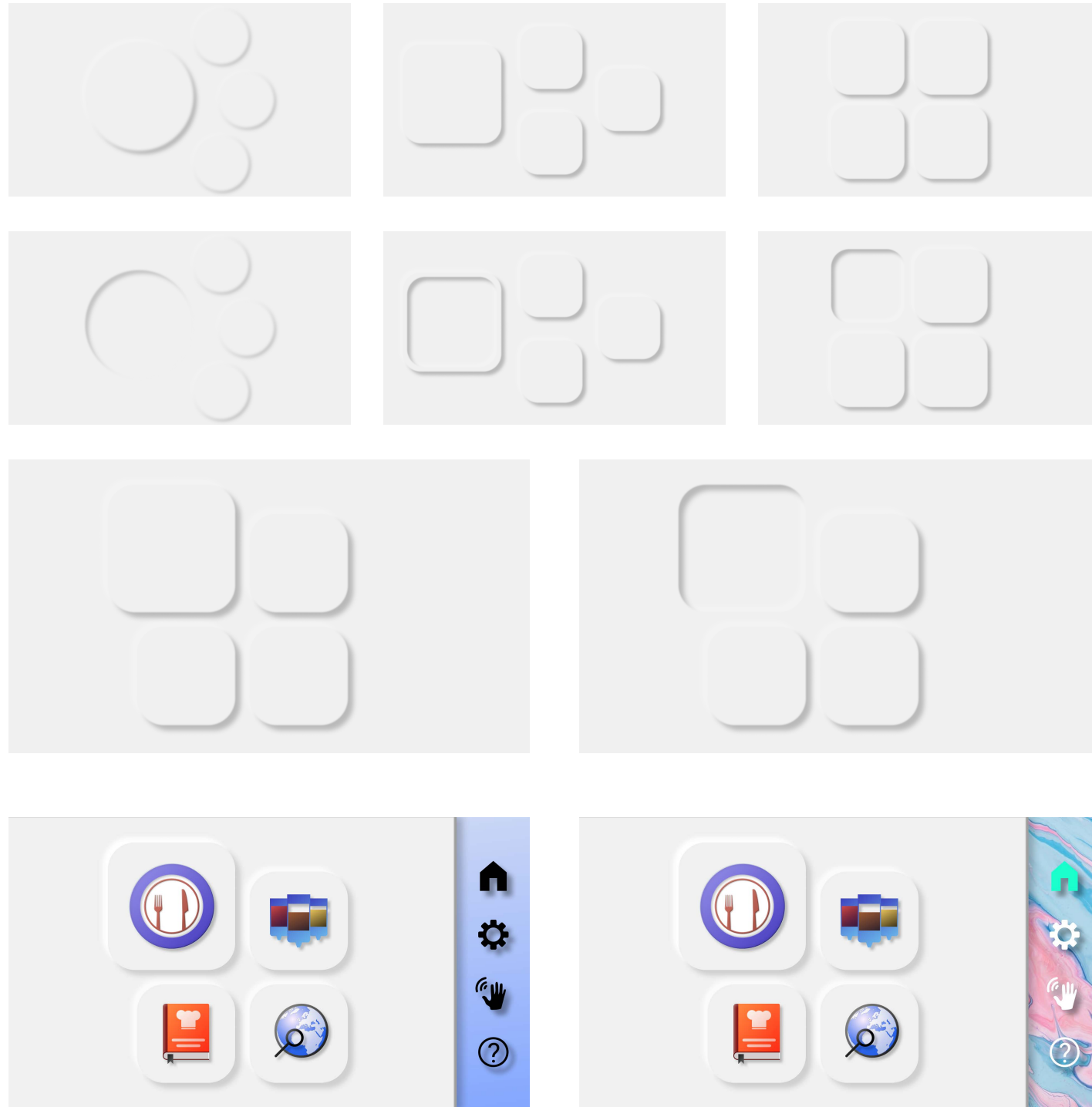


- Evolución del icono “Recetas”

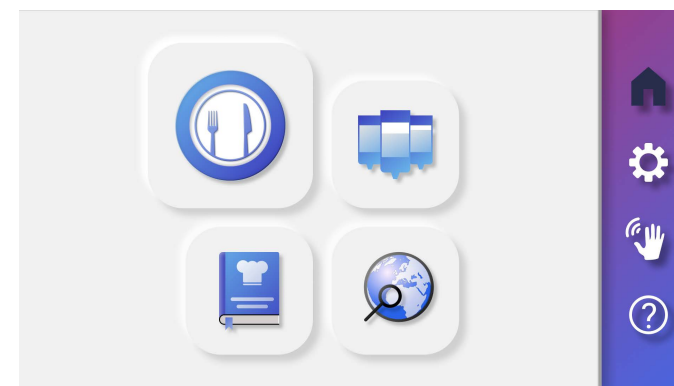


Diseño de la interfaz

- Evolución de la pantalla principal



Final:

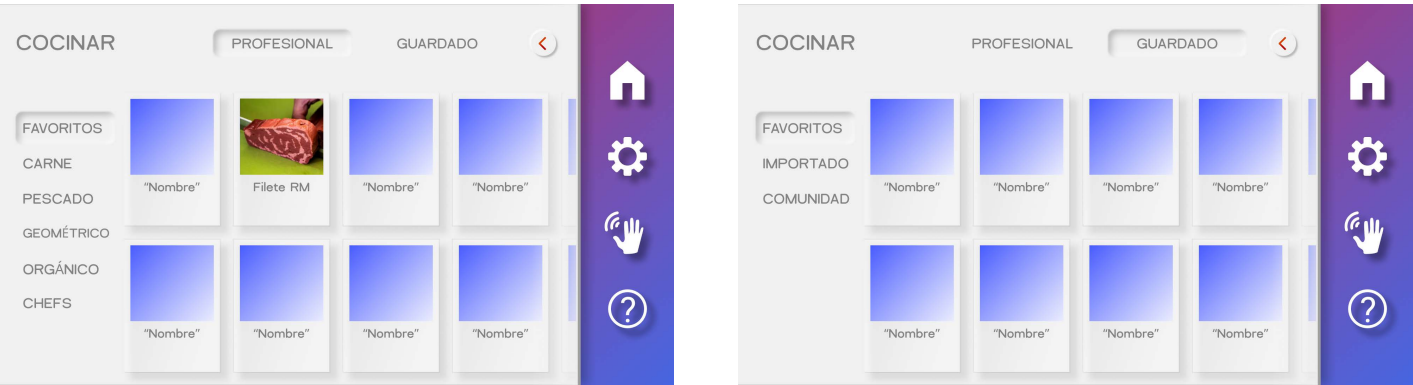


Diseño de la interfaz

- Evolución de la lista de platos en “COCINAR”



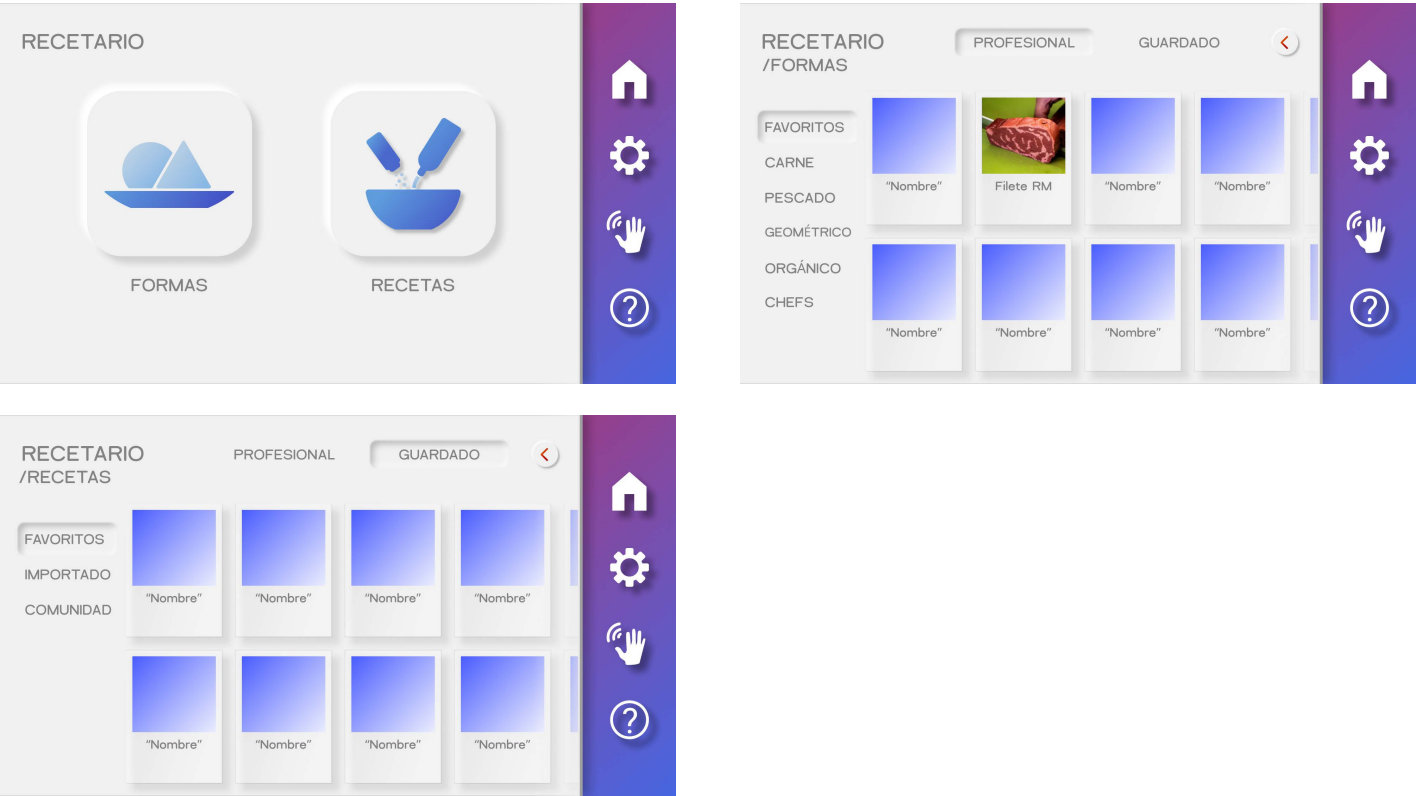
Finales:



- Evolución de la lista de platos y recetas en “RECETARIO”

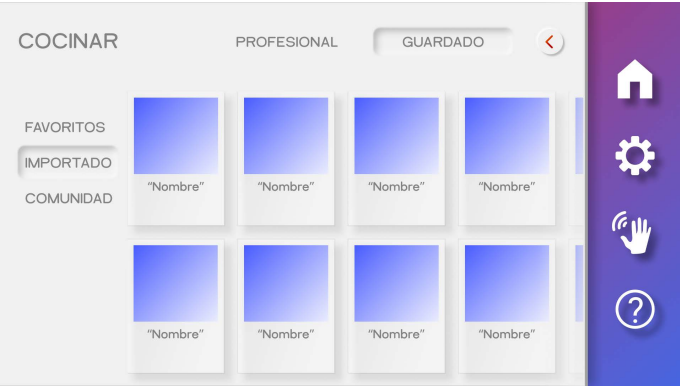
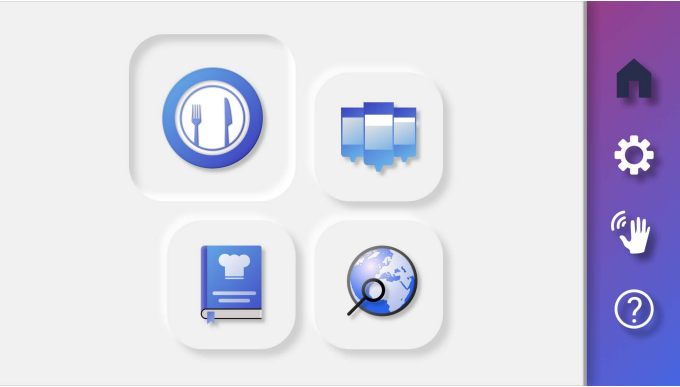
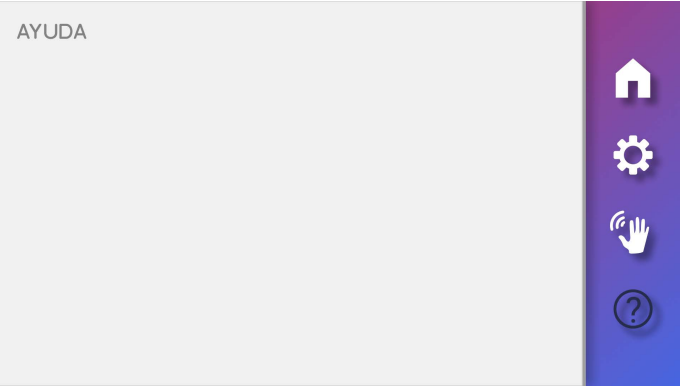
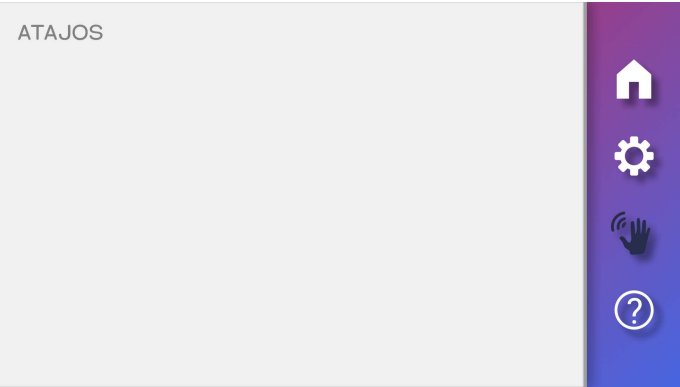


Finales:

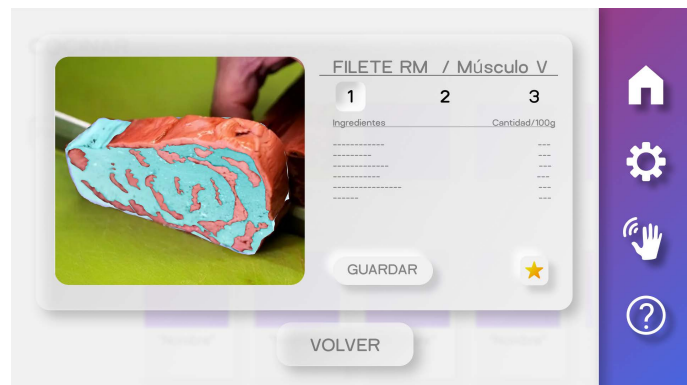


Diseño de la interfaz

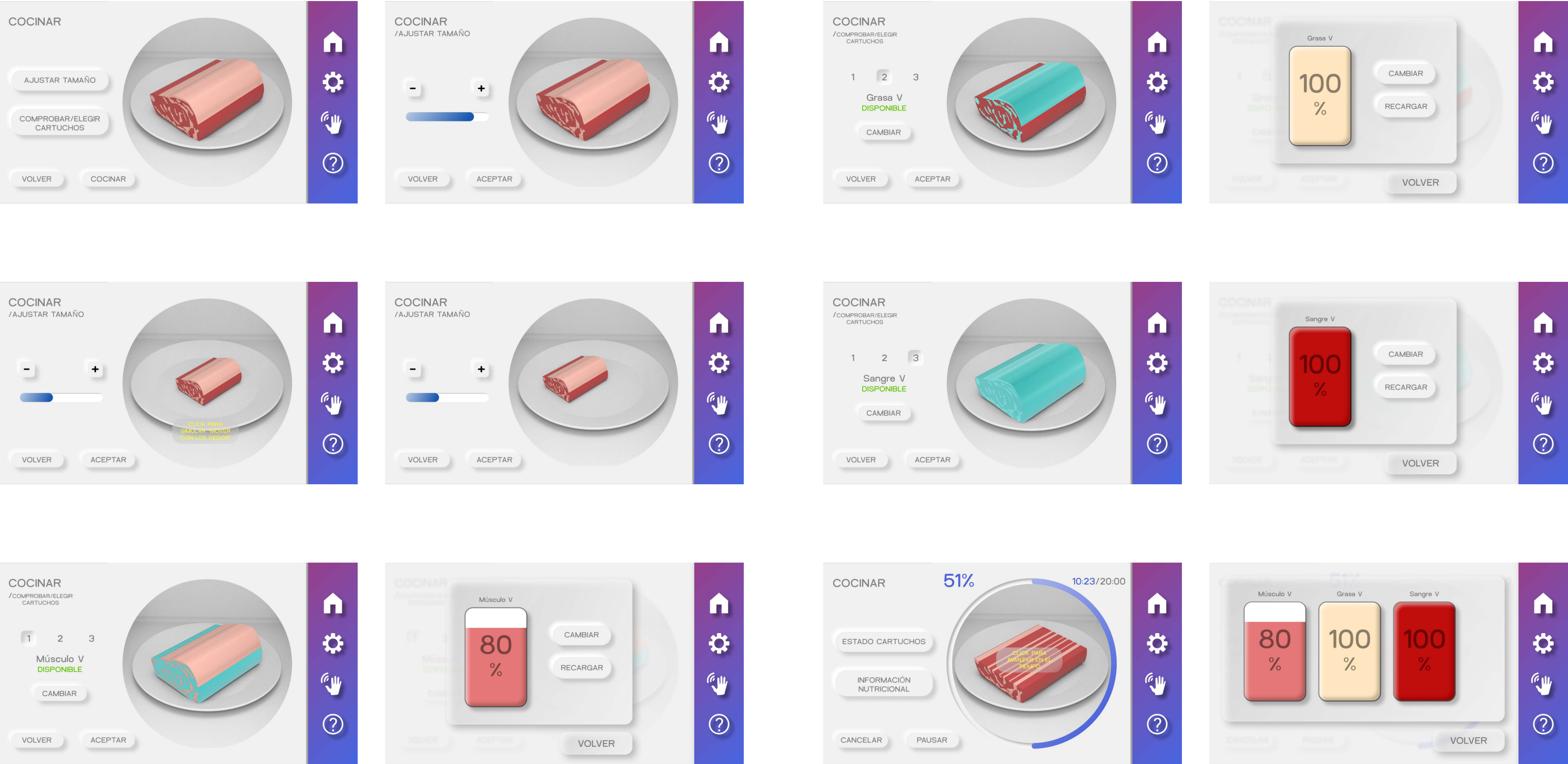
- Resto de pantallas finales sin evolución



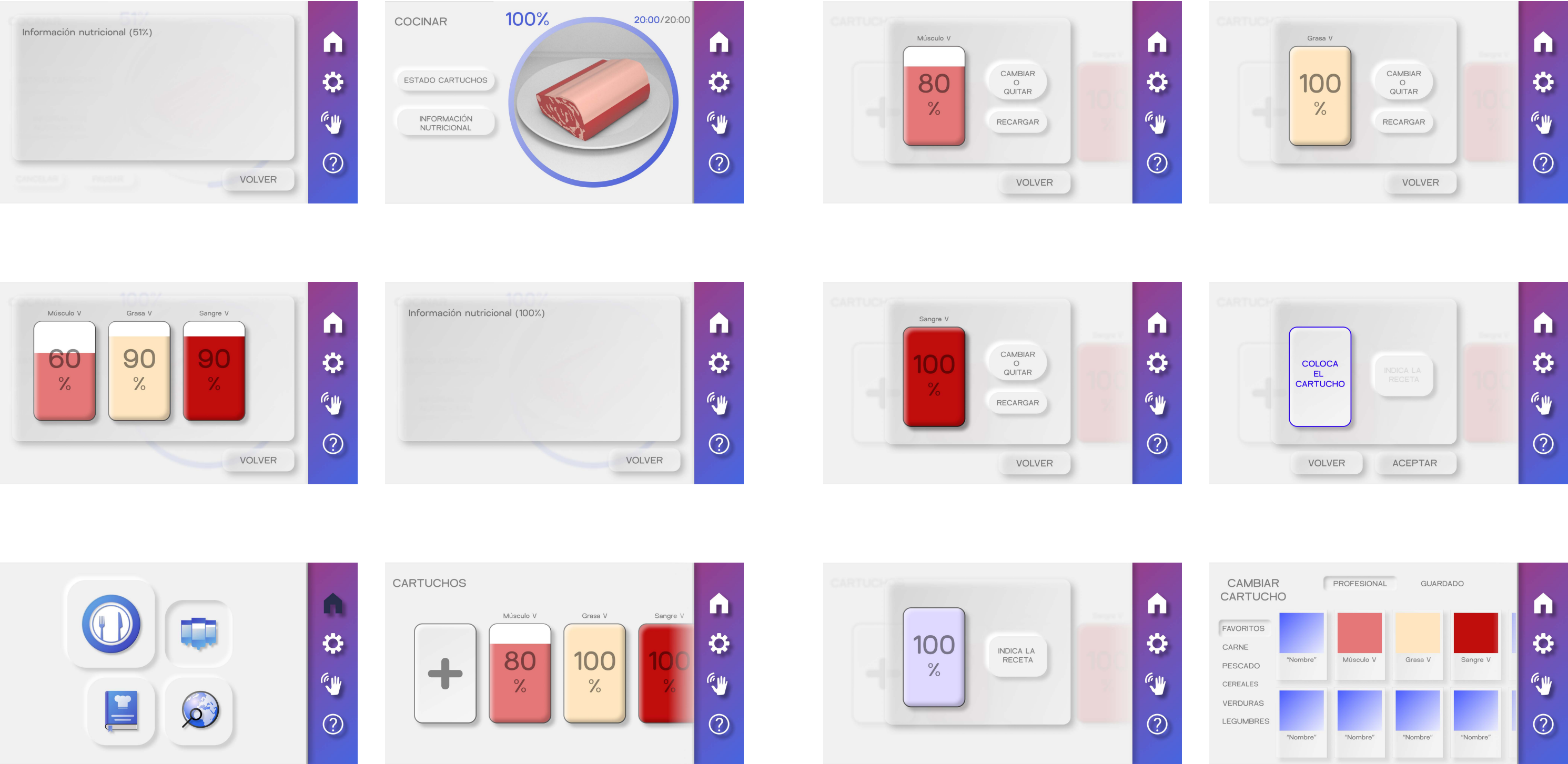
Diseño de la interfaz



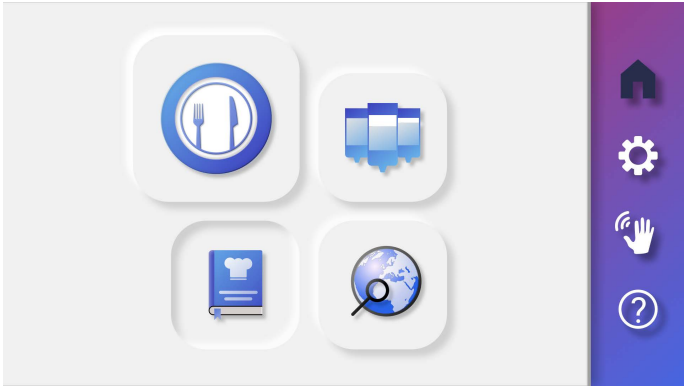
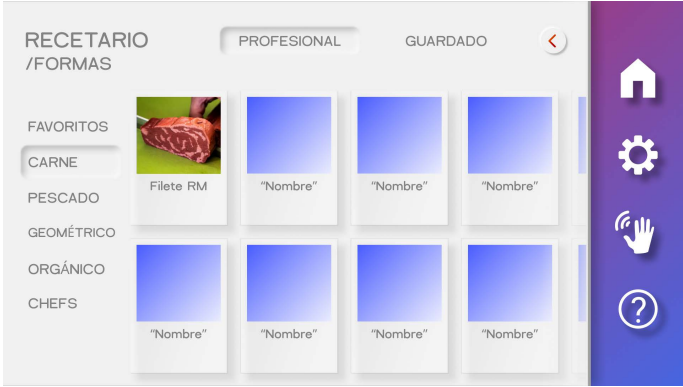
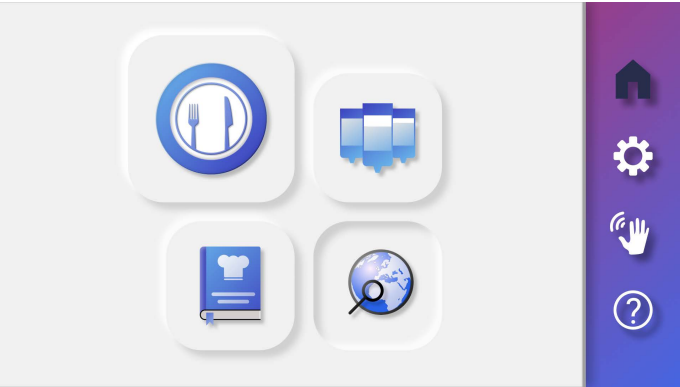
Diseño de la interfaz



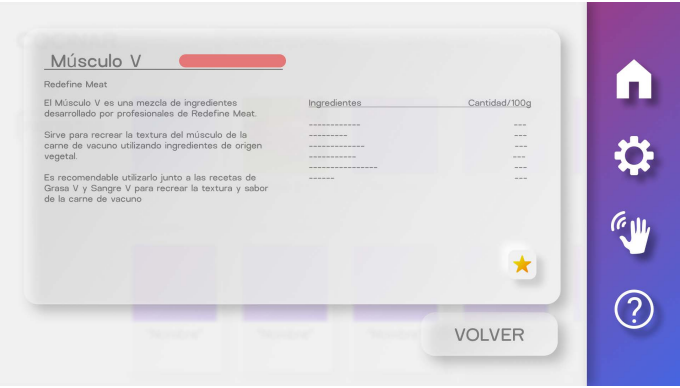
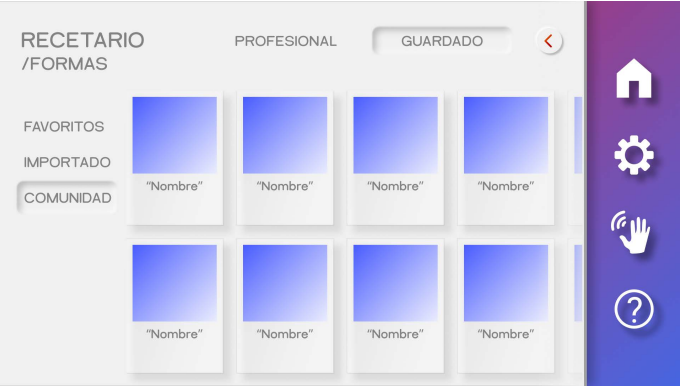
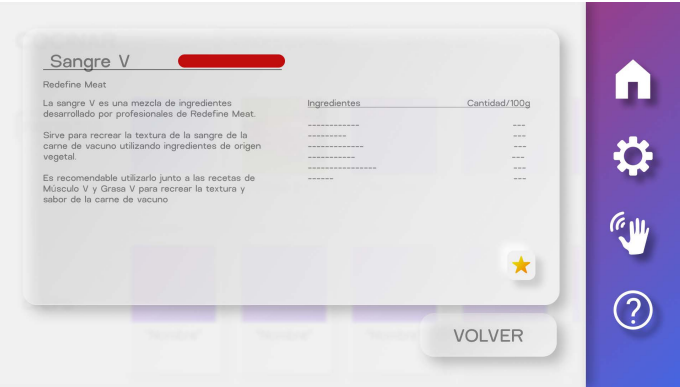
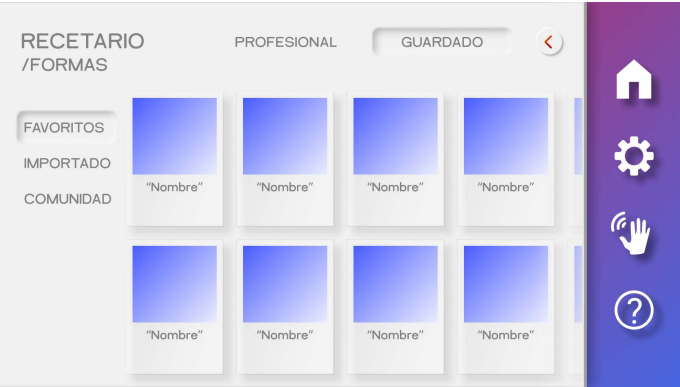
Diseño de la interfaz



Diseño de la interfaz



Diseño de la interfaz



FASE 3

Prototipo inicial

Prototipo inicial

Inventario de contenidos

ID	Nombre de la pantalla	Tipo de contenido	Objetivo/ función de la página
0.00	Home	Botones de los distintos apartados	Acceso a los distintos apartados
0.01	Configuración		Acceso a los ajustes de la aplicación
0.02	Atajos		Acceso a la creación y consulta de atajos personalizados mediante gestos
0.03	Ayuda		Acceso a la resolución de problemas
1.00	Home presionando cocinar		Animación de un botón
1.01	Cocinar/profesional/favoritos	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.01.01	Cocinar/profesional/carne	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.01.02	Cocinar/profesional/pescado	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.01.03	Cocinar/profesional/geométrico	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.01.04	Cocinar/profesional/orgánico	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.01.05	Cocinar/profesional/chefs	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.02	Cocinar/guardado/favoritos	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.02.01	Cocinar/guardado/importado	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.02.02	Cocinar/guardado/comunidad	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Seleccionar un plato a imprimir
1.03	Selección plato	Información del plato, alimentos, elegir, volver	Conocer el plato, sus recetas y poder elegirlo
1.03.00	Selección plato botón alimentos		Animación de un botón
1.03.01	Selección plato/alimento 1	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.03.01.01	Presionando botón favoritos		Animación de un botón
1.03.01.02	Alimento añadido a favoritos	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.03.01.03	Presionando botón guardar		Animación de un botón
1.03.01.04	Alimento guardado	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.03.01.05	Favorito presionando guardar		Animación de un botón
1.03.01.06	Guardado presionando favorito		Animación de un botón
1.03.01.07	Guardado y en favoritos	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.03.02	Selección plato/alimento 2	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.03.03	Selección plato/alimento 3	Botones recetas, guardar, favoritos, volver	Conocer receta e instrucciones y poder guardarla
1.04	Antes de empezar a imprimir	Ajustar tamaño, comprobar/cambiar cartuchos, volver, cocinar	Acceso al tamaño del plato y sus ingredientes, cocinarlo
1.04.01	Ajustar tamaño del plato	Control tamaño, 3D táctil, aceptar, volver	Poder ajustar el tamaño y posición del alimento

Prototipo inicial

1.04.01.01	Reducir tamaño	Control tamaño, 3D táctil, aceptar, volver	Poder ajustar el tamaño y posición del alimento
1.04.01.02	Mover en el plato	Control tamaño, 3D táctil, aceptar, volver	Poder ajustar el tamaño y posición del alimento
1.04.02	Cartucho 1 del plato	Botones recetas, cambiar, aceptar, volver	Verificar cartuchos instalados o cambiarlos
1.04.02.01	Opciones cartucho 1	Cambiar, recargar, volver	Cambiar alimento o recargarlo
1.04.03	Cartucho 2 del plato	Botones recetas, cambiar, aceptar, volver	Verificar cartuchos instalados o cambiarlos
1.04.03.01	Opciones cartucho 2	Cambiar, recargar, volver	Cambiar alimento o recargarlo
1.04.04	Cartucho 3 del plato	Botones recetas, cambiar, aceptar, volver	Verificar cartuchos instalados o cambiarlos
1.04.04.01	Opciones cartucho 3	Cambiar, recargar, volver	Cambiar alimento o recargarlo
1.05	Cocinando	Estado cartuchos, información nutricional, cancelar, pausar	Ver estado de la impresión, acceder a información nutricional y niveles de los cartuchos. Poder cancelar o pausar.
1.05.01	Estado cartuchos cocinando	Botones cartuchos, volver	Niveles de los cartuchos y poder cambiarlos
1.05.02	Información nutricional cocinando	Información nutricional en tiempo real	Se muestra la información nutricional hasta ese porcentaje
1.06	Plato impreso	Estado cartuchos, información nutricional	Acceso a la información nutricional final y nivel de los cartuchos restante
1.06.01	Estado cartuchos final	Botones cartuchos, volver	Niveles de los cartuchos y poder cambiarlos ya impreso
1.06.02	Información nutricional final	Información nutricional final	
2.00	Home presionando cartuchos		Animación de un botón
2.01	Cartuchos instalados	Botones cartuchos	Acceso al control de los cartuchos y poder añadir nuevos
2.01.01	Cartucho 1 instalado	Cambiar o quitar, recargar, volver	Ver el estado del cartucho, poder cambiarlo, quitarlo o poner otro igual.
2.01.02	Cartucho 2 instalado	Cambiar o quitar, recargar, volver	Ver el estado del cartucho, poder cambiarlo, quitarlo o poner otro igual.
2.01.03	Cartucho 3 instalado	Cambiar o quitar, recargar, volver	Ver el estado del cartucho, poder cambiarlo, quitarlo o poner otro igual.
2.02	Cambiar tipo de cartucho	Volver, aceptar	Dejarlo vacío o colocar un nuevo cartucho
2.03	Nuevo cartucho reconocido	Indica la receta	Acceso a las recetas para asignar al cartucho
2.04	Atribuir alimento al cartucho nuevo	Categorías y recetas con su imagen y nombre	Seleccionar la receta del nuevo cartucho
3.00	Home presionando comunidad		Animación de un botón
3.01	Comunidad A-Z seleccionado	A-Z, popularidad, lista países, lista letras, tierra 3D táctil	Acceso al recetario de la comunidad, varias formas
3.01.01	Alejar zoom tierra táctil	A-Z, popularidad, lista países, lista letras, tierra 3D táctil	Muestra del control táctil de la tierra 3D
3.01.02	Seleccionar la letra E	A-Z, popularidad, lista países, lista letras, tierra 3D táctil	Muestra del control por letras, al tocar la letra “E”

Prototipo inicial

3.02	País España elegido	Formas, recetas, volver	Acceso a las recetas y formas de España
4.00	Home presionando recetario		Animación de un botón
4.01	Recetario buscar forma o alimento	Formas, recetas	Acceso a las formas o recetas almacenadas
4.01.01	Recetario presionando formas		Acceso a las recetas y formas de España
4.01.02	Recetario presionando alimentos		Acceso a las recetas y formas de España
4.02	Formas/profesional/favoritos	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.02.01	Formas/profesional/carne	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.02.02	Formas/profesional/pescado	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.02.03	Formas/profesional/geométrico	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.02.04	Formas/profesional/orgánico	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.02.05	Formas/profesional/chefs	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.03	Formas/guardado/favoritos	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.03.01	Formas/guardado/importado	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.03.02	Formas/guardado/comunidad	Categorías y platos con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de los platos
4.04	Recetas/profesional/favoritos	Categorías y recetas con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de las recetas
4.04.01	Receta músculo v	Información de la receta, favoritos, volver	Ver la información de la receta
4.04.02	Receta grasa v	Información de la receta, favoritos, volver	Ver la información de la receta
4.04.03	Receta sangre v	Información de la receta, favoritos, volver	Ver la información de la receta
4.05	Recetas/guardado/favortios	Categorías y recetas con su imagen y nombre, volver	Acceso a la información de las recetas

El prototipo no está desarrollado completamente, hay botones no funcionales y pantallas sin rellenar. Se trata de una representación inicial de la interfaz.

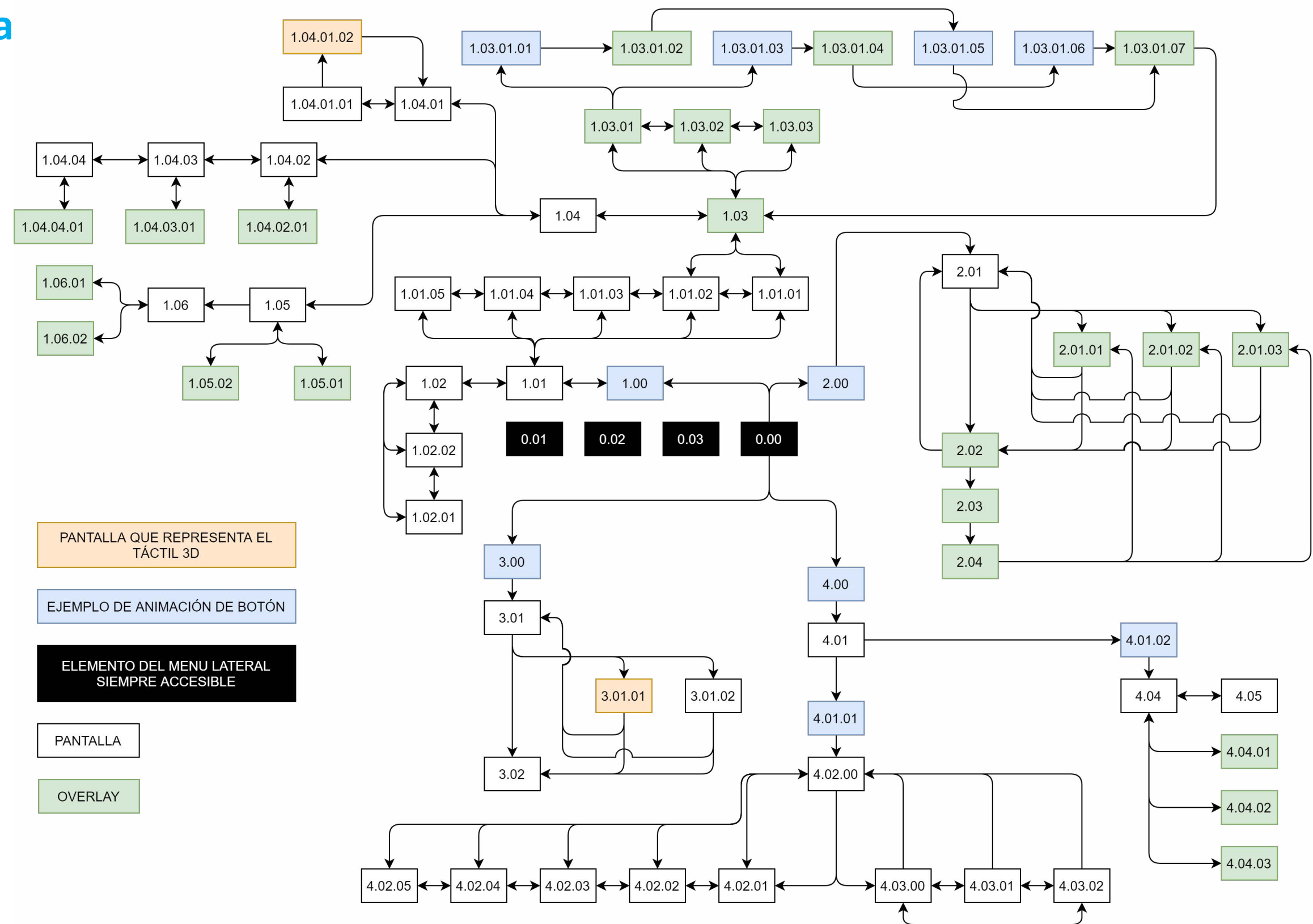
No todos los botones incluyen la animación que efectuarían en la interfaz final.

Este color indica un apartado sin desarrollar

Este color indica la animación de un botón

Prototipo inicial

Estructura




Prototipo inicial

Iconografía (funcional)



Prototipo inicial



Filete RM

Músculo V

Grasa V

Sangre V

80 %

100 %

100 %

+

COLOCA
EL
CARTUCHO

GUARDAR

GUARDAR

GUARDADO

ELEMENTOS SELECCIONABLES EN LAS LISTAS

ACCIONES

SECCIONES DE LAS LISTAS DE ELEMENTOS

RECARGAR

VOLVER

ACEPTAR

CAMBIAR

CAMBIAR
O
QUITAR

AJUSTAR TAMAÑO

INDICA LA
RECETA

COMPROBAR/ELEGIR
CARTUCHOS

PAUSAR

ELEGIR

-

+

ACEPTAR

VOLVER

FAVORITOS

CARNE

PESCADO

GEOMÉTRICO

ORGÁNICO

CHEFS

IMPORTADO

COMUNIDAD

GUARDADO

PROFESIONAL

FAVORITOS

CARNE

PESCADO

GEOMÉTRICO

ORGÁNICO

CHEFS

IMPORTADO

COMUNIDAD

GUARDADO

PROFESIONAL

1

2

3

1

2

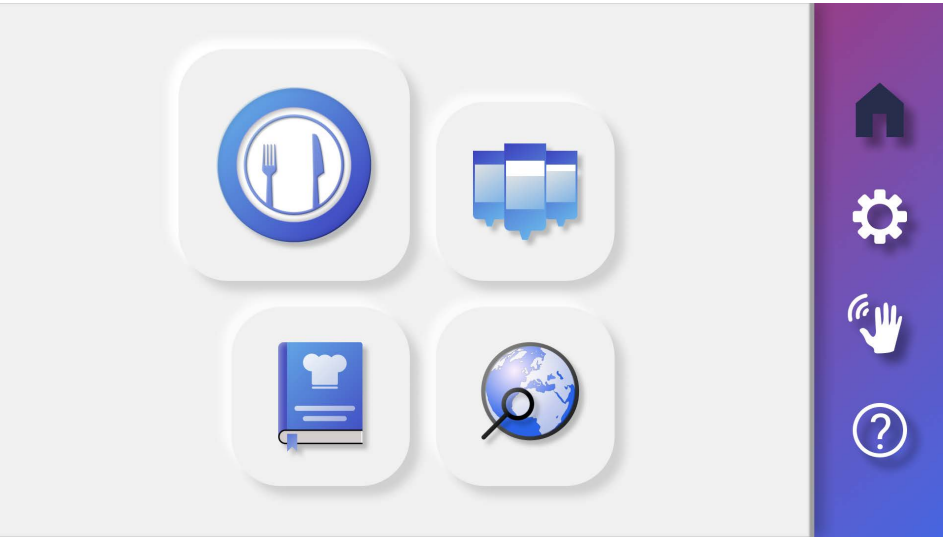
3

FASE 3

126

Prototipo inicial

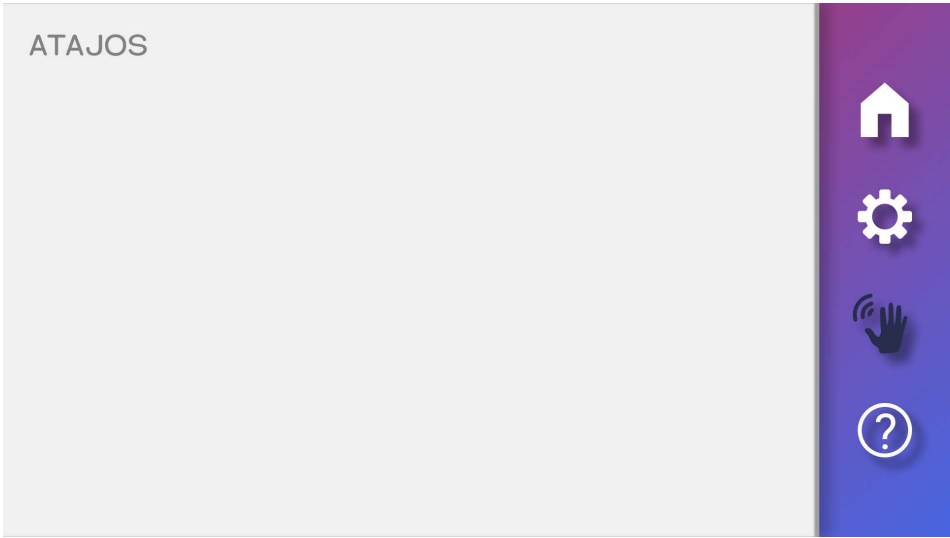
Pantallas



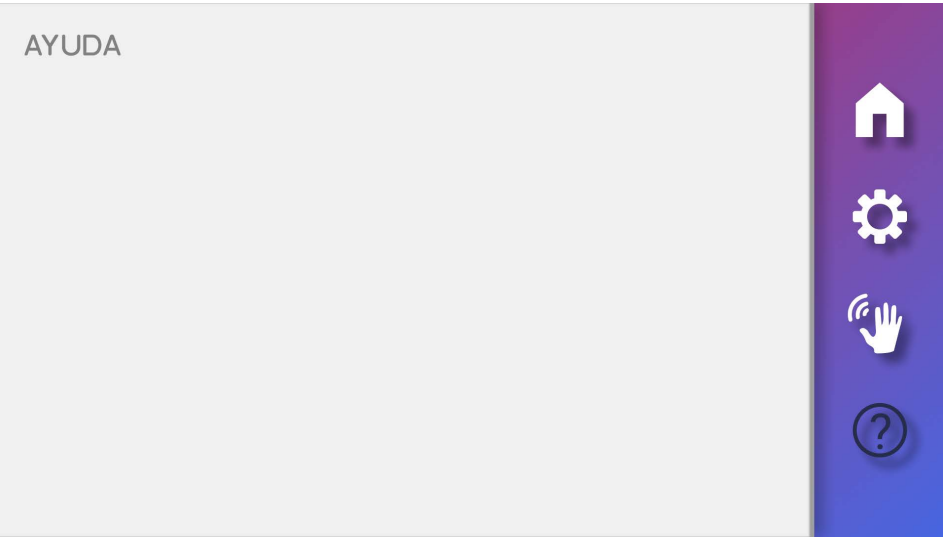
0.00 Home



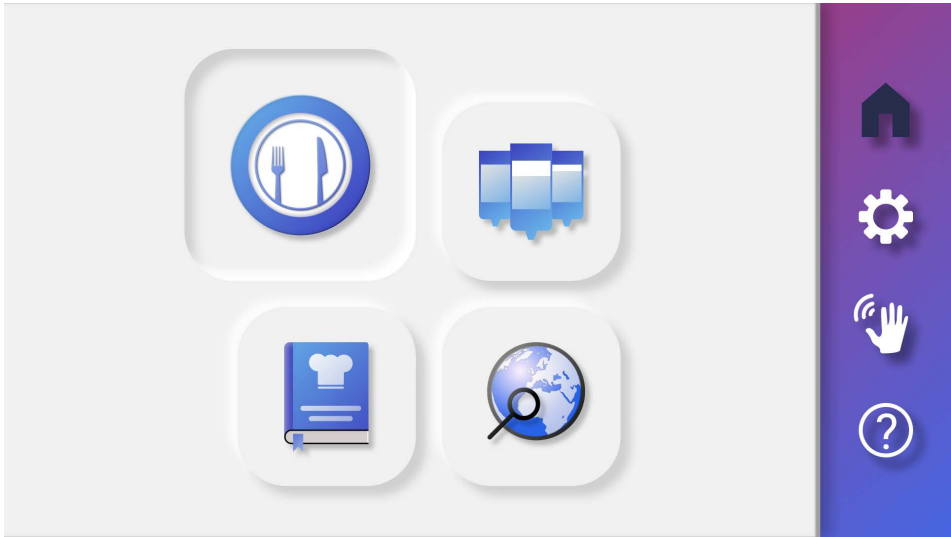
0.01 Configuración



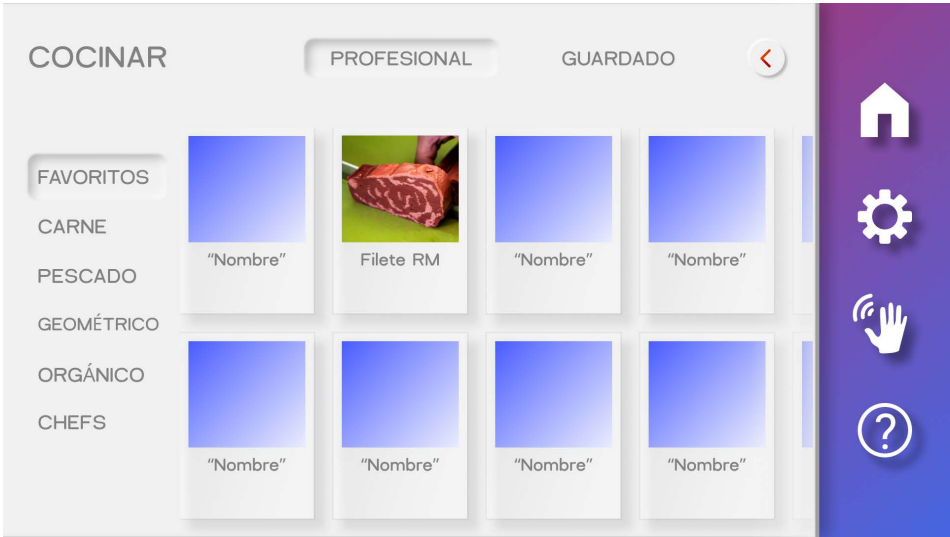
0.02 Atajos



0.03 Ayuda



1.00 Home presionando cocinar

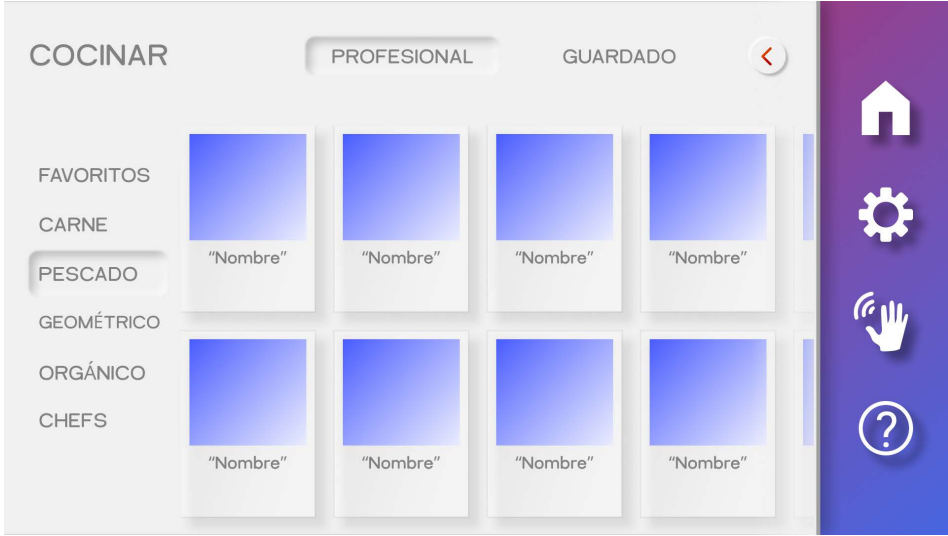


1.01 Cocinar/profesional/favorites

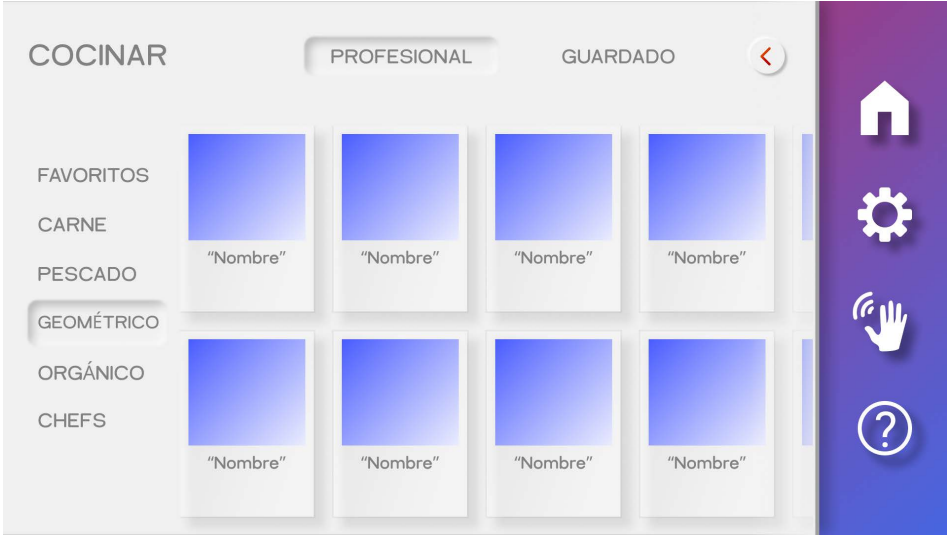
Prototipo inicial



1.01.01 Cocinar/profesional/carne



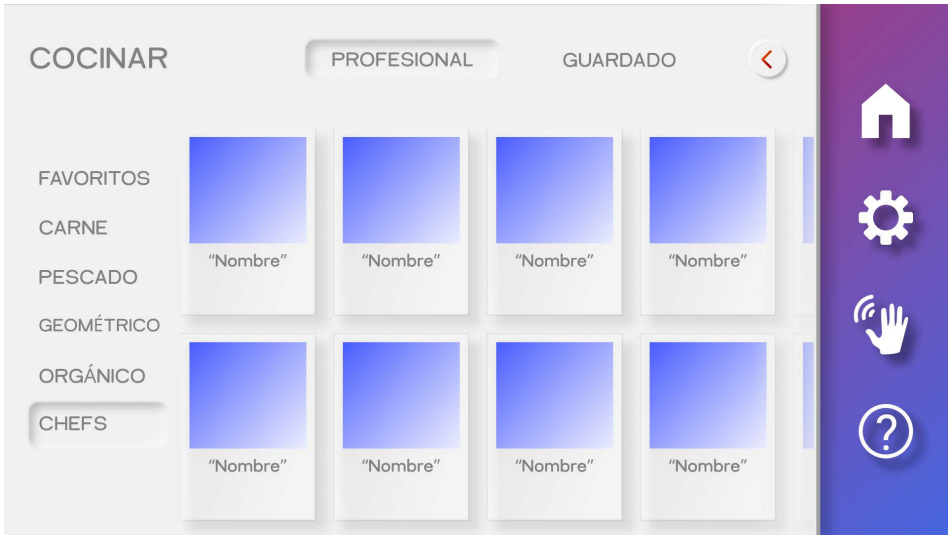
1.01.02 Cocinar/profesional/pescado



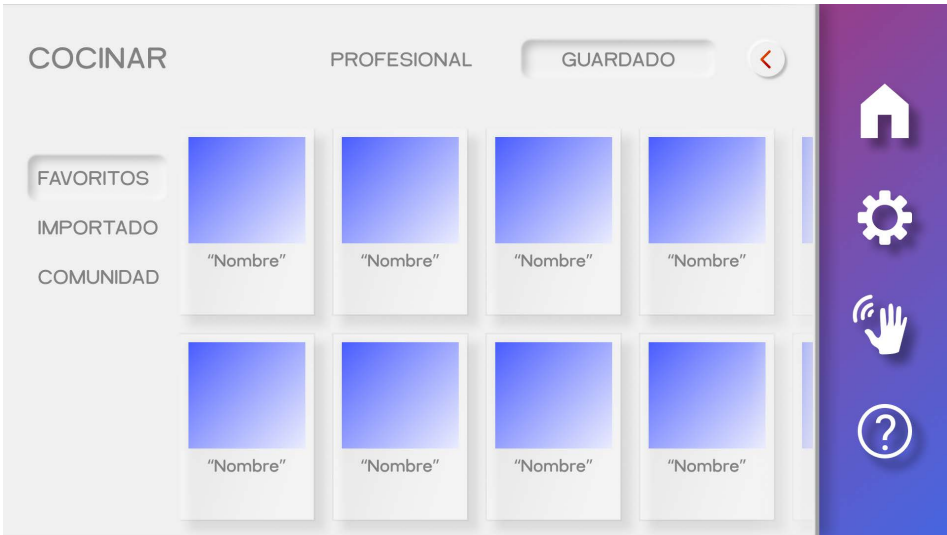
1.01.03 Cocinar/profesional/geométrico



1.01.04 Cocinar/profesional/orgánico



1.01.05 Cocinar/profesional/chefs

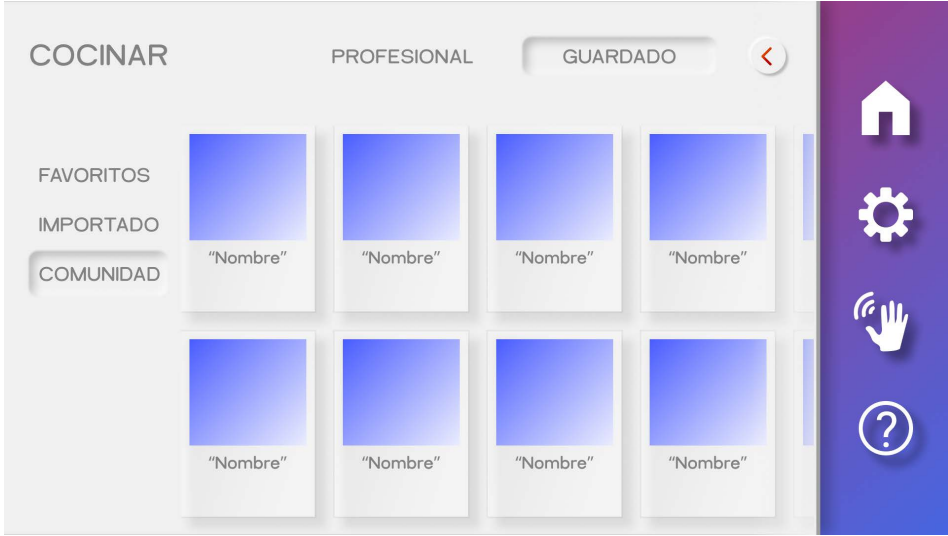


1.02 Cocinar/guardado/favoritos

Prototipo inicial



1.02.01 Cocinar/guardado/importado



1.02.02 Cocinar/guardado/comunidad



1.03 Selección plato



1.03.00 Selección plato botón alimentos



1.03.01 Selección plato/alimento 1



1.03.01.01 Presionando botón favoritos

Prototipo inicial



1.03.01.02 Alimento añadido a favoritos



1.03.01.03 Presionando botón guardar



1.03.01.04 Alimento guardado



1.03.01.05 Favorito presionando guardar



1.03.01.06 Guardado presionando favorito



1.03.01.07 Guardado y en favoritos

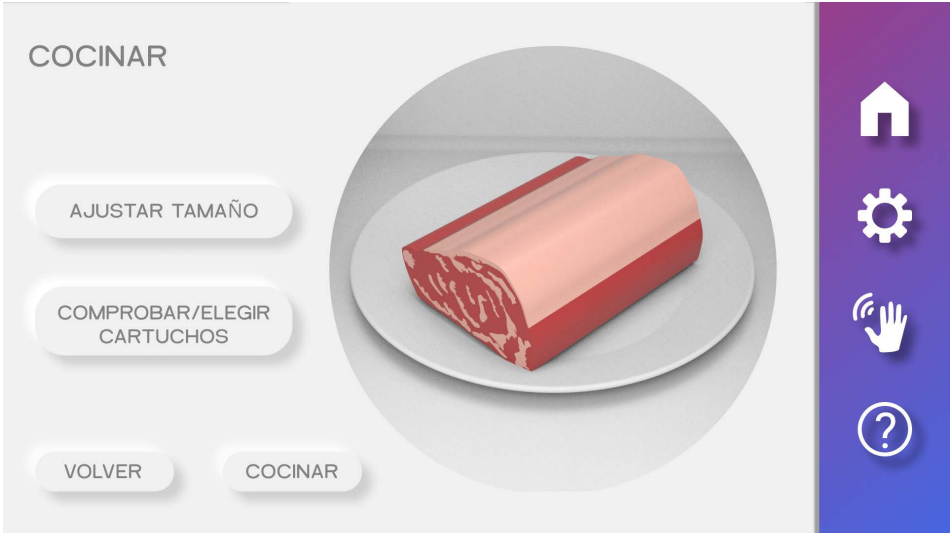
Prototipo inicial



1.03.02 Selección plato/alimento 2



1.03.03 Selección plato/alimento 3



1.04 Antes de empezar a imprimir



1.04.01 Ajustar tamaño del plato



1.04.01.01 Reducir tamaño



1.04.01.02 Mover en el plato

Prototipo inicial



1.04.02 Cartucho 1 del plato



1.04.02.01 Opciones cartucho 1



1.04.03 Cartucho 2 del plato



1.04.03.01 Opciones cartucho 2

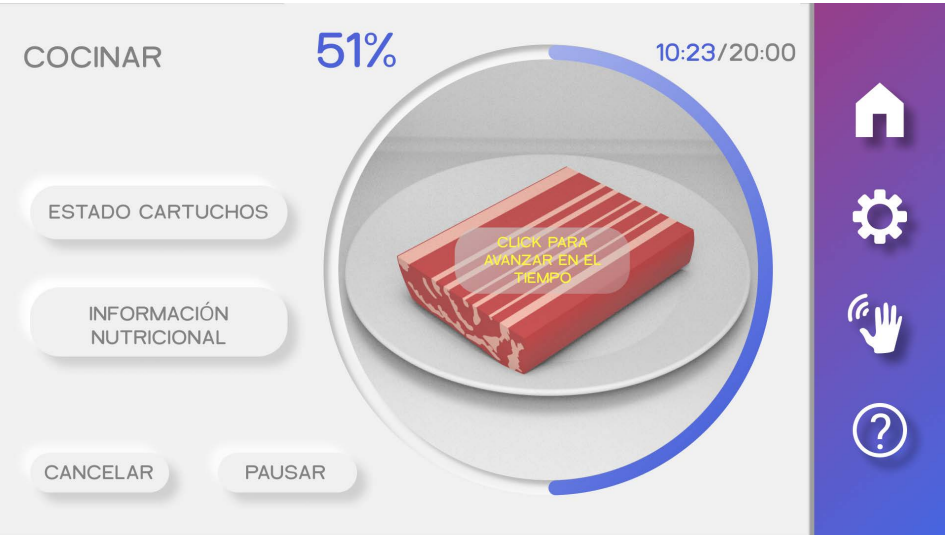


1.04.04 Cartucho 3 del plato
o



1.04.04.01 Opciones cartucho 3

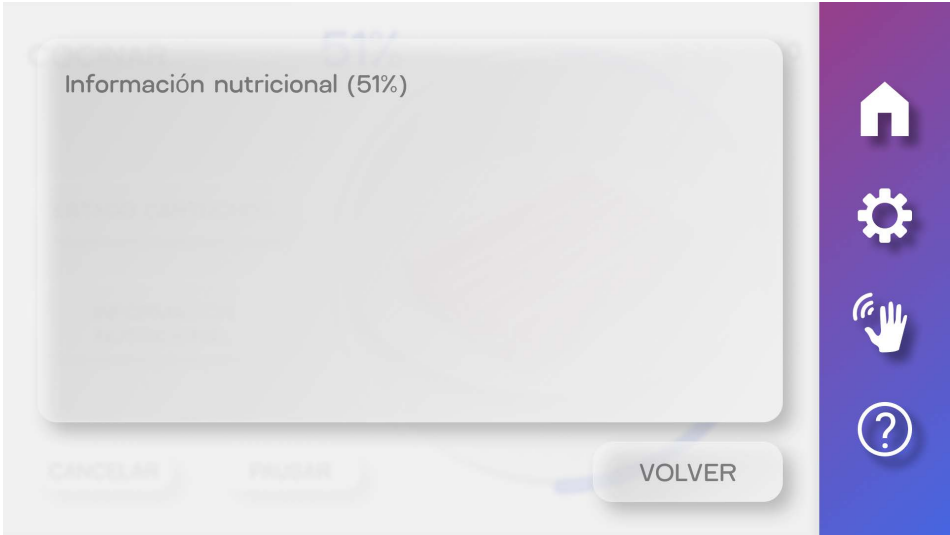
Prototipo inicial



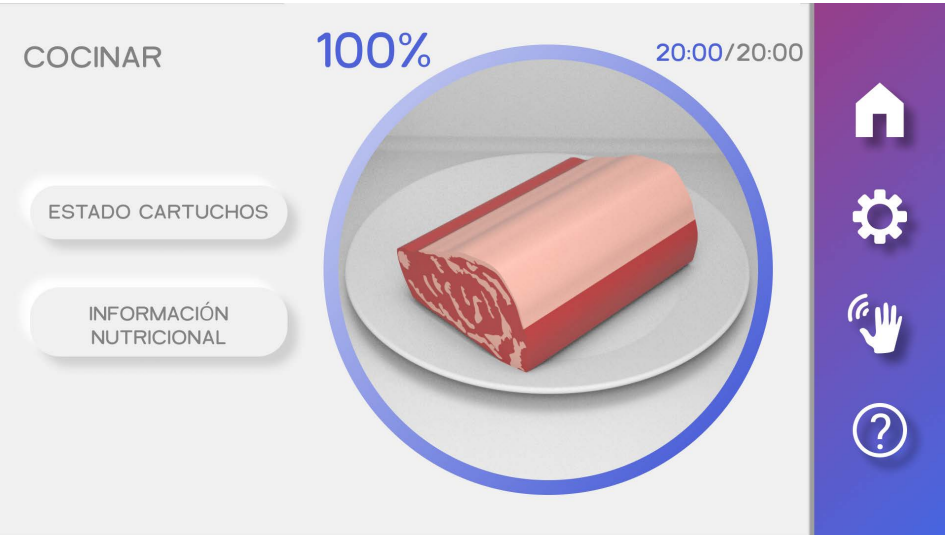
1.05 Cocinando



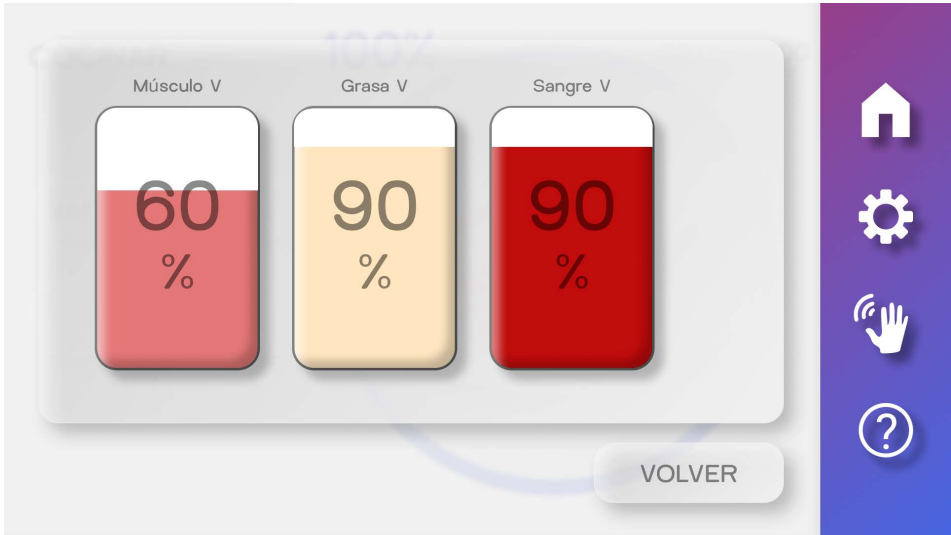
1.05.01 Estado cartuchos cocinando



1.05.02 Información nutricional cocinando



1.06 Plato impreso

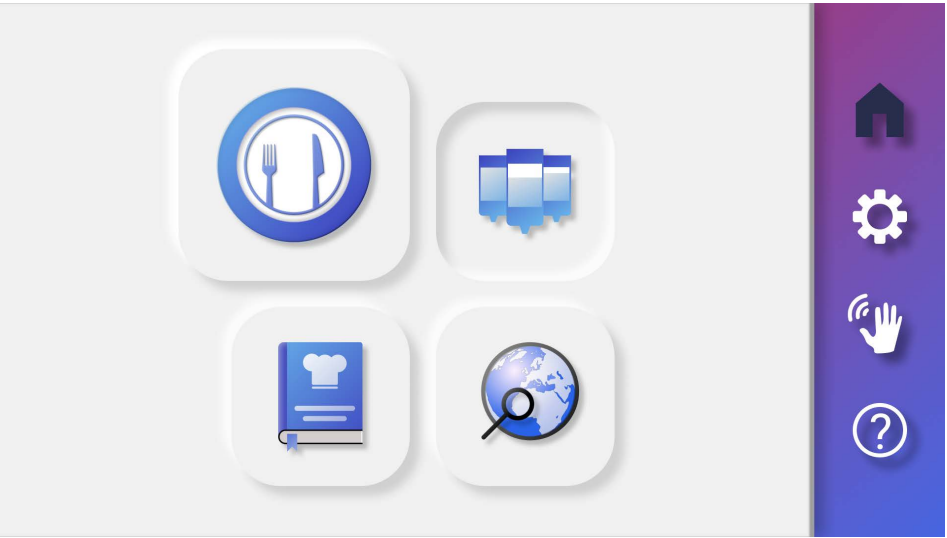


1.06.01 Estado cartuchos final

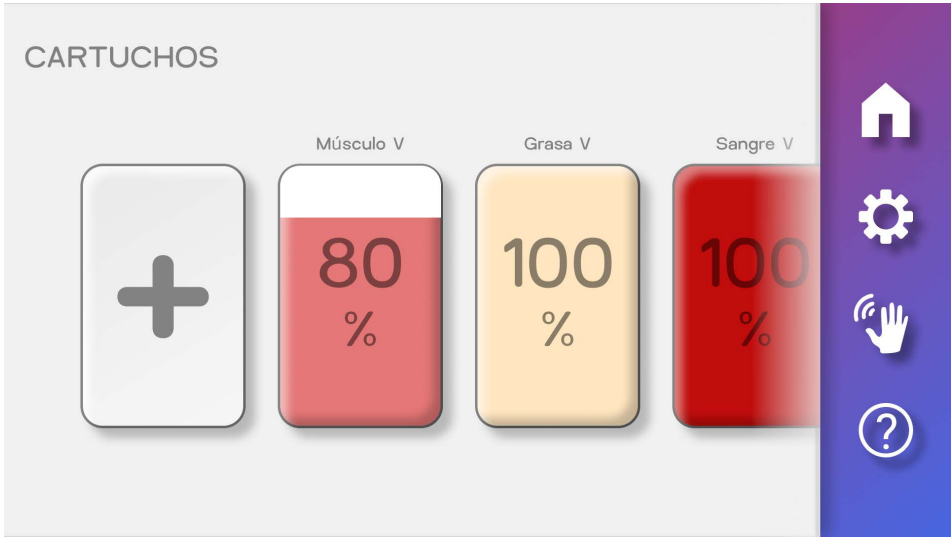


1.06.02 Información nutricional final

Prototipo inicial



2.00 Home presionando cartuchos



2.01 Cartuchos instalados



2.01.01 Cartucho 1 instalado



2.01.02 Cartucho 2 instalado



2.01.03 Cartucho 3 instalado



2.02 Cambiar tipo de cartucho

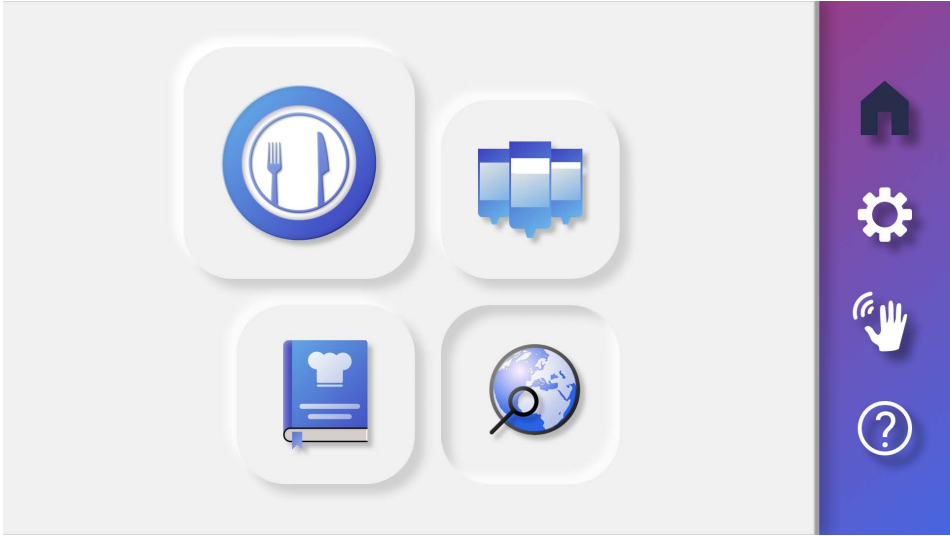
Prototipo inicial



2.03 Nuevo cartucho reconocido



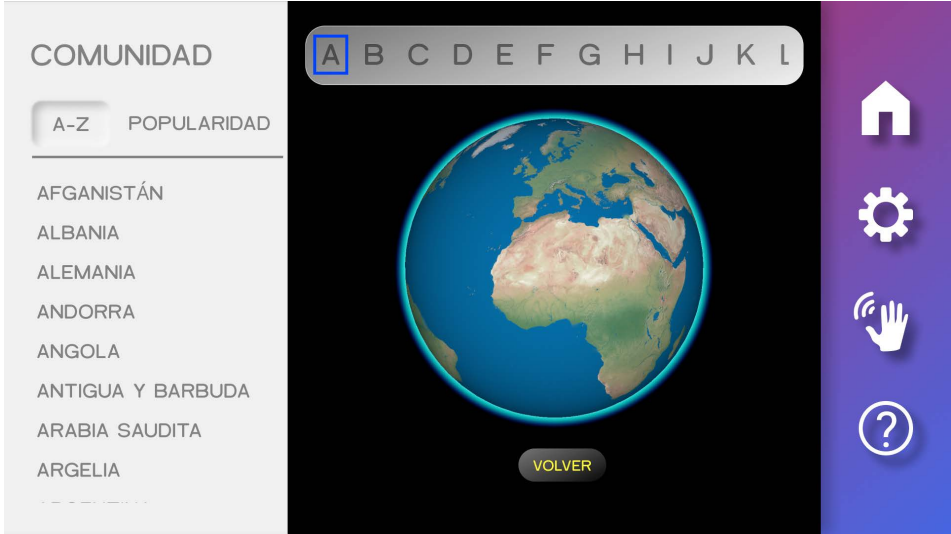
2.04 Atribuir alimento al cartucho nuevo



3.00 Home presionando comunidad



3.01 Comunidad A-Z seleccionado

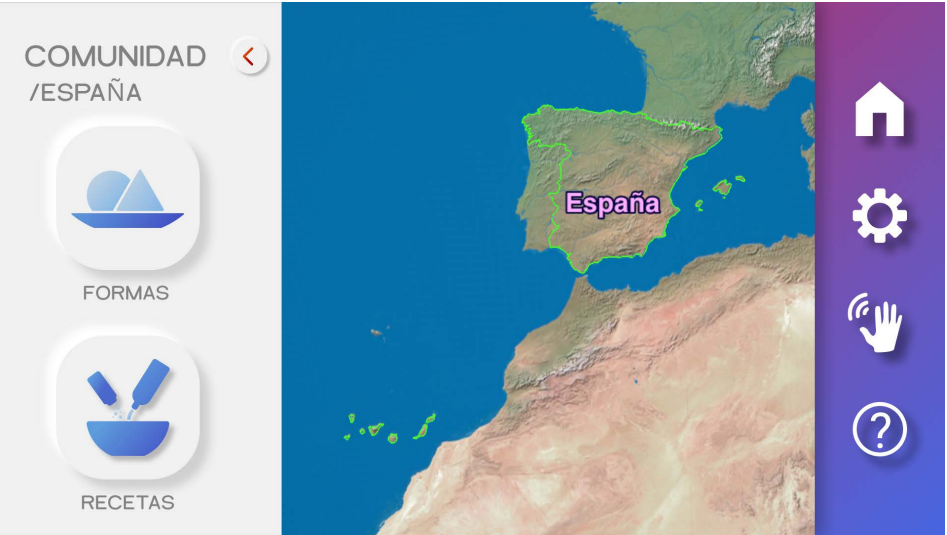


3.01.01 Alejar zoom tierra táctil

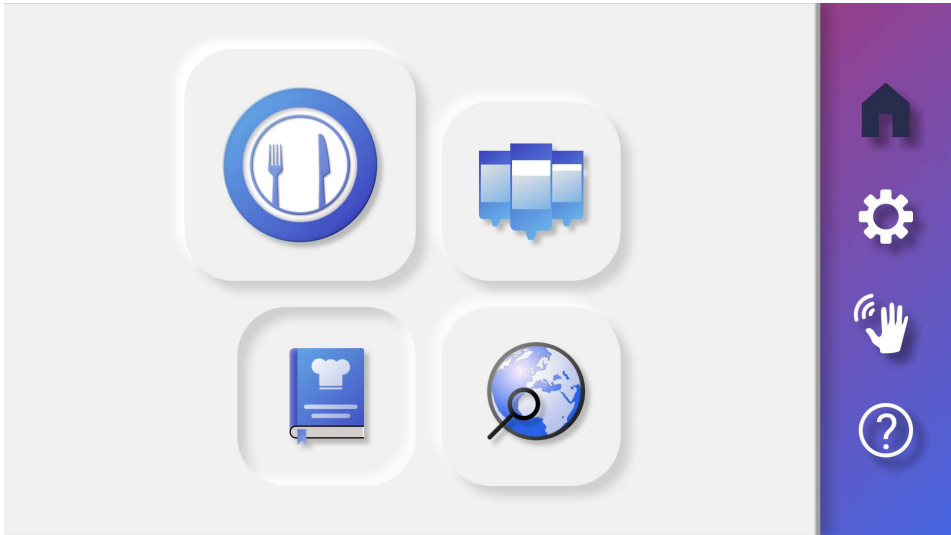


3.01.02 Seleccionar la letra E

Prototipo inicial



3.02 País España elegido



4.00 Home presionando recetario



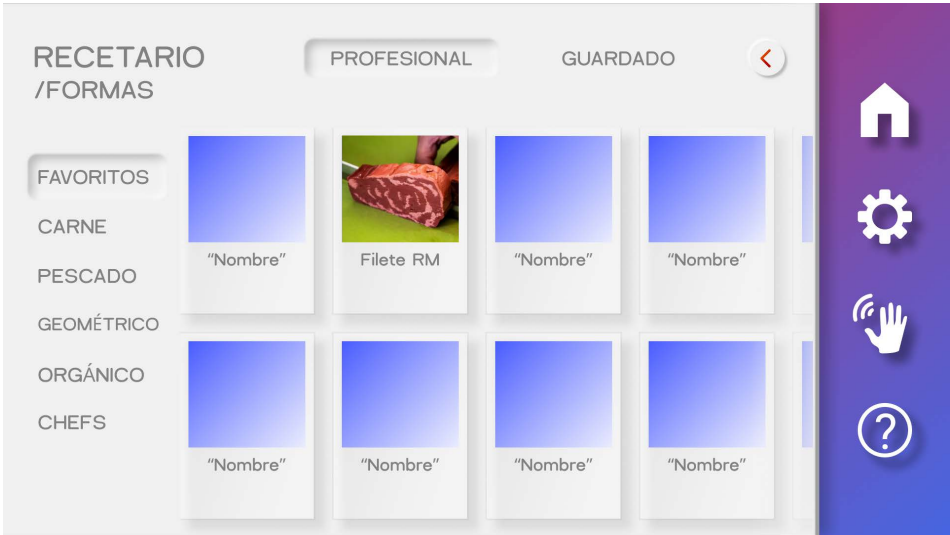
4.01 Recetario buscar forma o alimento



4.01.01 Recetario presionando formas

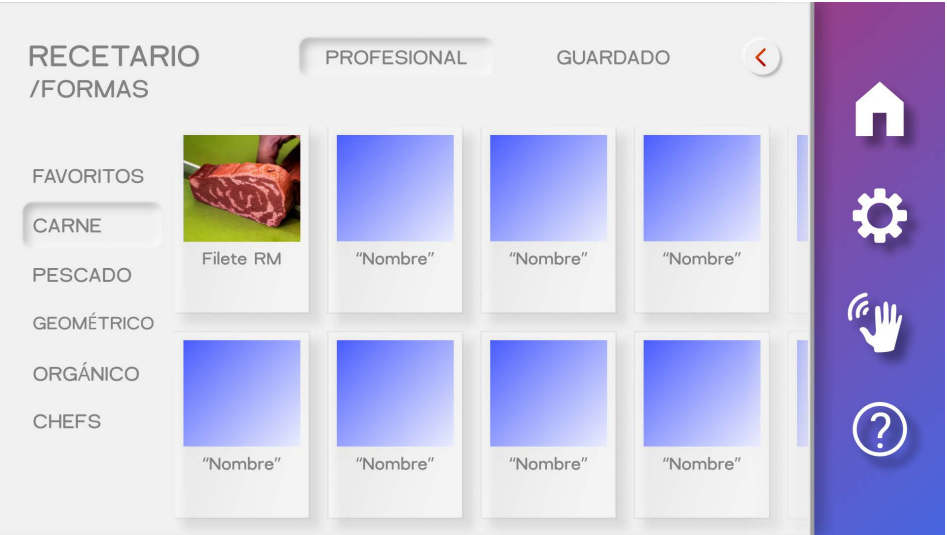


4.01.02 Recetario presionando alimentos



4.02 Formas/profesional/favoritos

Prototipo inicial



4.02.01 Formas/profesional/carne



4.02.02 Formas/profesional/pescado



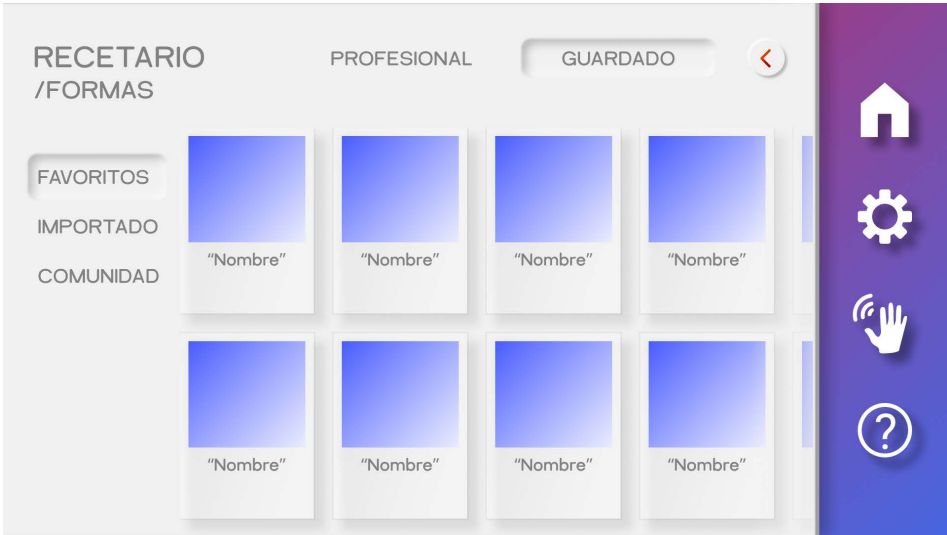
4.02.03 Formas/profesional/geométrico



4.02.04 Formas/profesional/orgánico



4.02.05 Formas/profesional/chefs



4.03 Formas/guardado/favoritos

Prototipo inicial



4.03.01 Formas/guardado/importado



4.03.02 Formas/guardado/comunidad



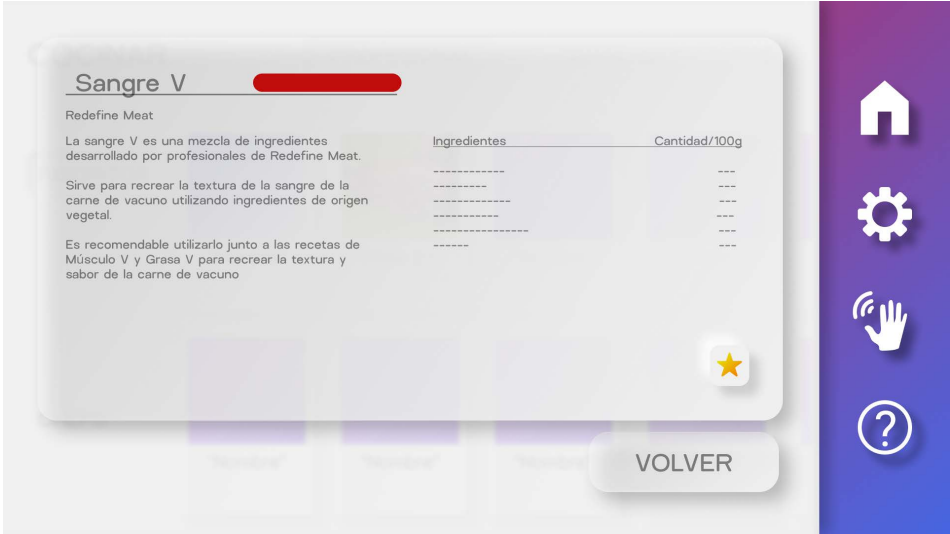
4.04 Recetas/profesional/favoritos



4.04.01 Receta músculo v

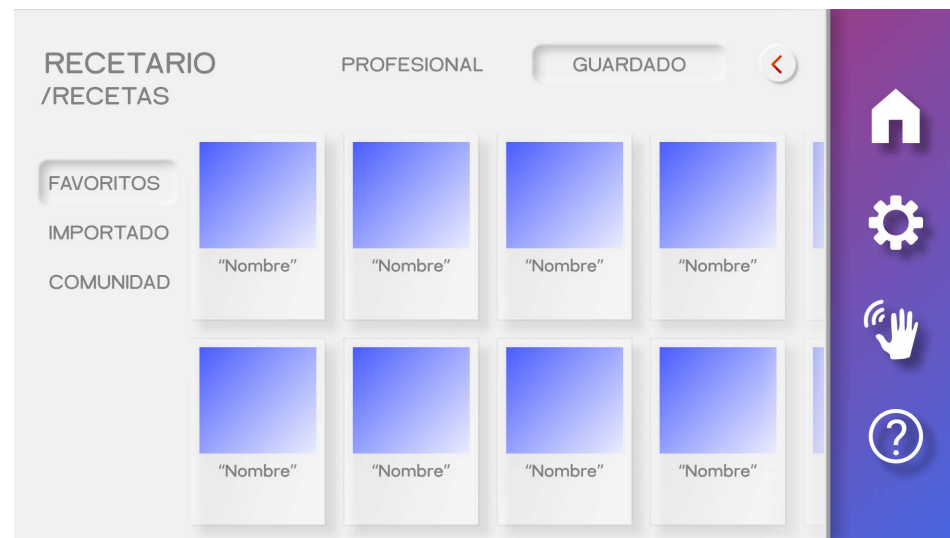


4.04.02 Receta grasa v



4.04.03 Receta sangre v

Prototipo inicial



4.05 Recetas/guardado/favoritos

Conclusiones

El prototipo es accesible a través del siguiente enlace:

<https://www.figma.com/proto/EE9OyfFw9yekEhTWLRdZvl/TFG?node-id=1%3A2&scaling=scale-down>

Tras la realización del prototipo, fue mostrado al director de mi TFG y me recomendó un rediseño de la estética general de la interfaz, así como el de la elección de palabras más claras y que perteneciesen al mismo campo semántico.

Debido a las limitaciones producidas por la situación del Covid-19, no fue posible realizar una prueba de usuario con el prototipo. De forma que para intentar compensar no haberlo podido testear con usuarios, se contactó con una diseñadora web para que probase la interfaz vía online y me diese un feedback de su experiencia usándola. A continuación, se exponen las distintas sugerencias:

Berta Pico (26 años) Diseñadora web:

- Recomienda tener un botón “atrás” en todos los apartados que se pueda aplicar.
- Detecta problemas para diferenciar el significado entre “RECETARIO” y las opciones internas de “Platos” y “Recetas”. Este fallo también había sido manifestado anteriormente por el director de mi proyecto.
- El uso del modo oscuro daría una sensación más innovadora y moderna.
- Sugiere simplificar la pantalla principal a dos opciones: una para cocinar con el recetario y la comunidad, y otra para configurar la impresora, los cartuchos y otros elementos.

En este momento del proyecto se propuso un rediseño de las pantallas básicas y se realizaron las mejoras necesarias para que fuera más comprensible.

FASE 4

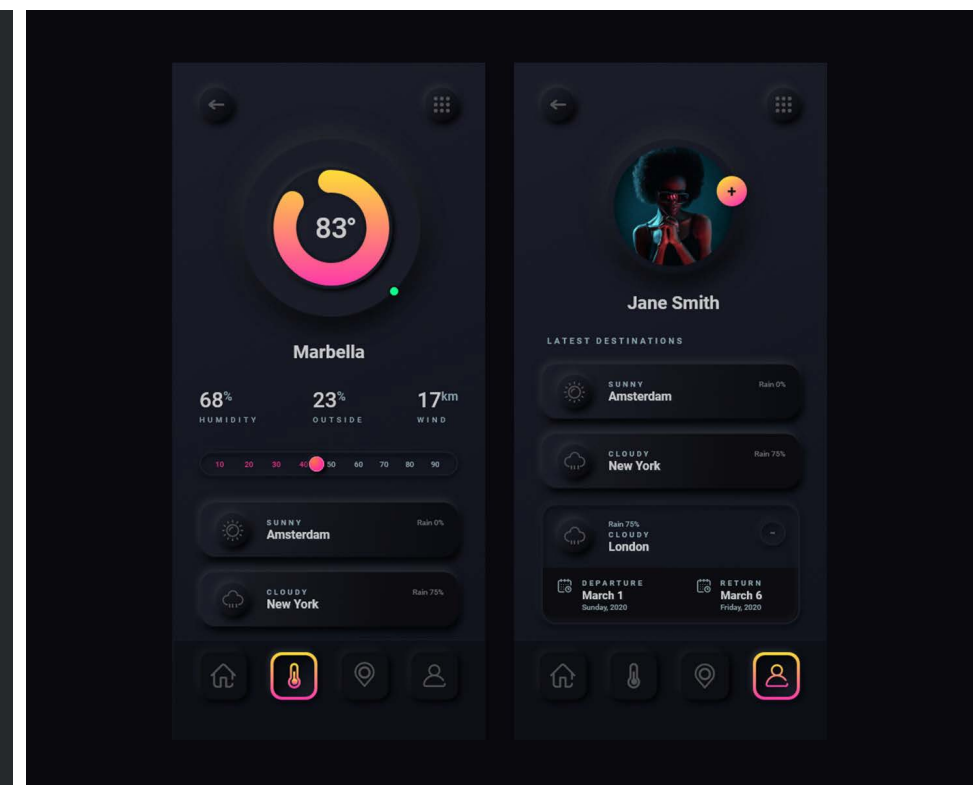
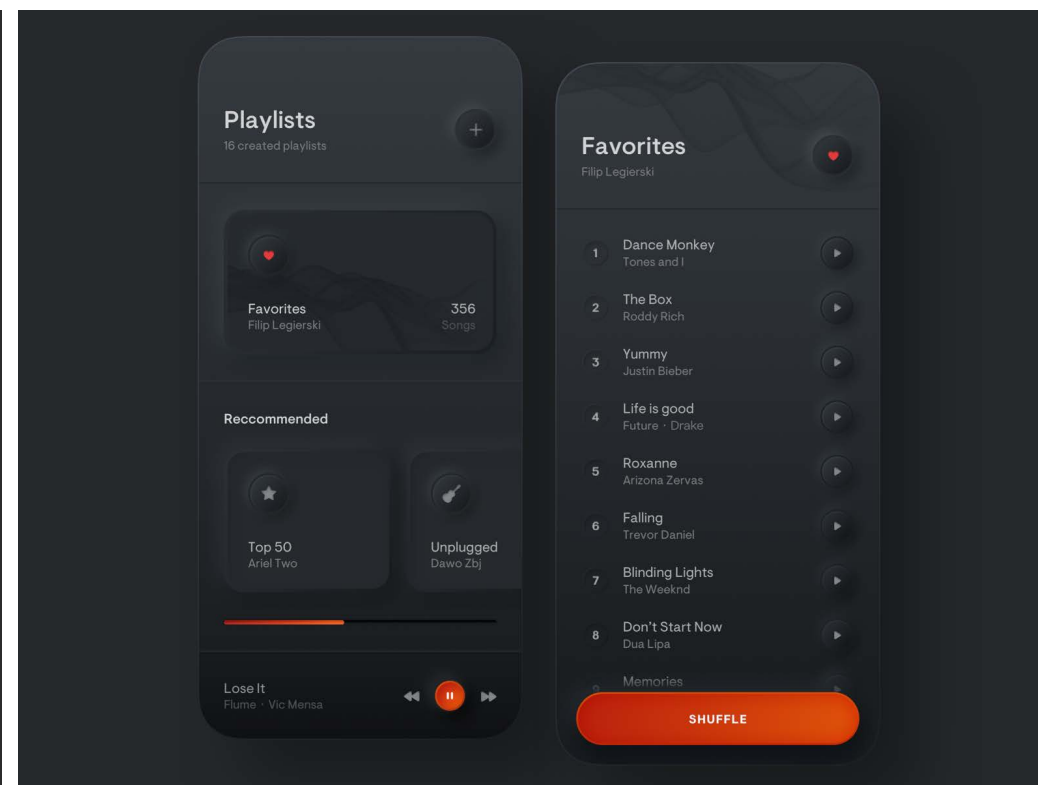
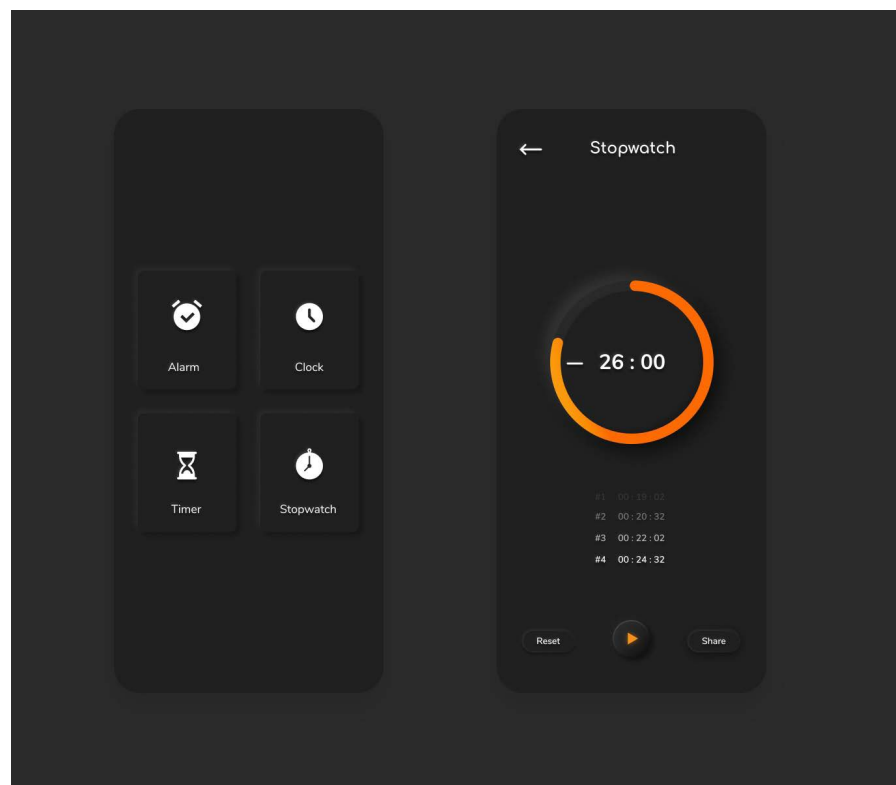
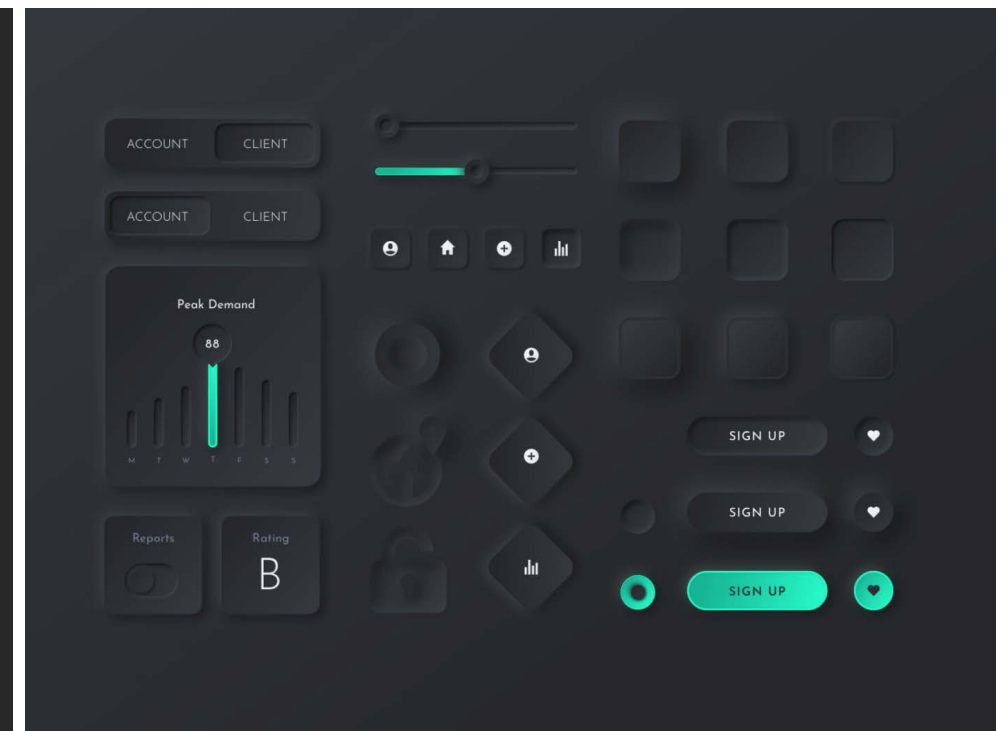
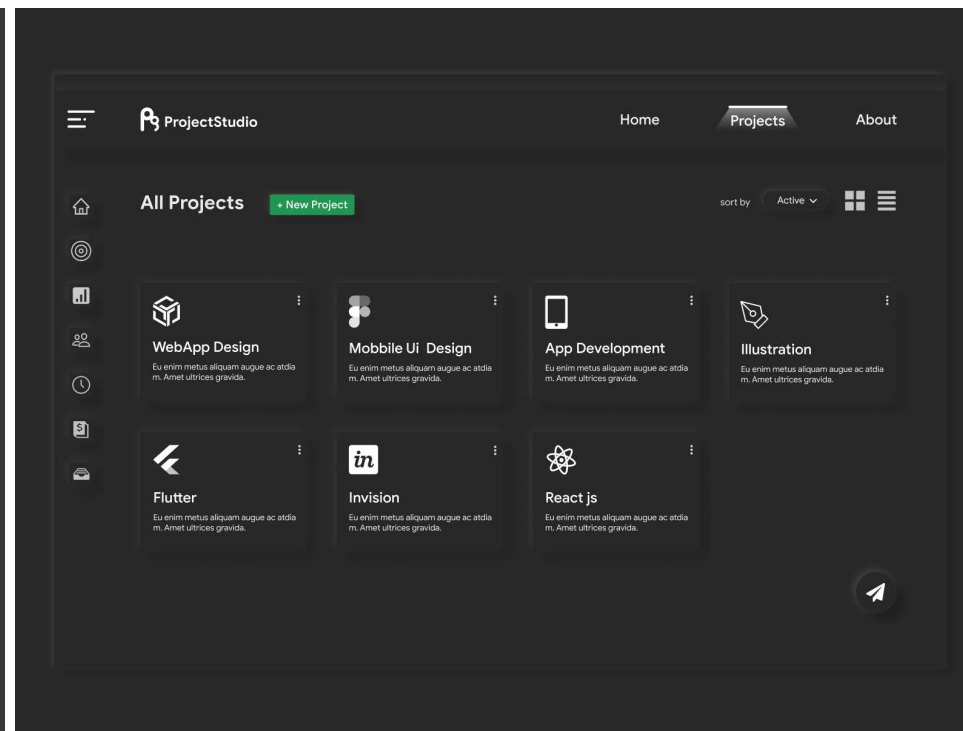
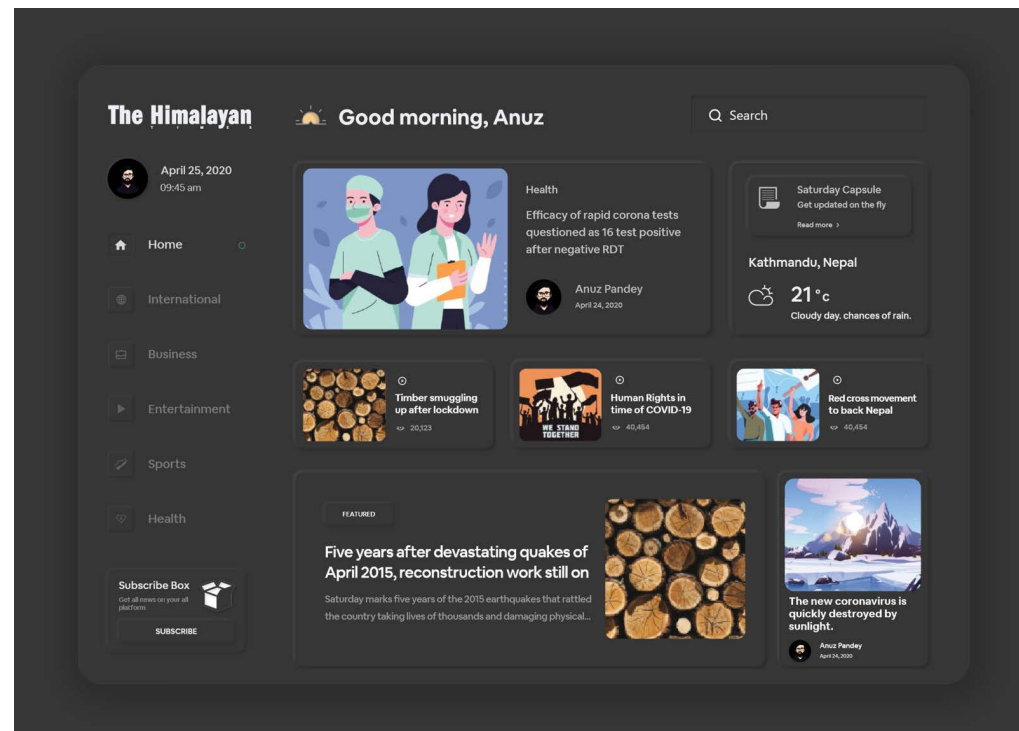
Rediseño

Prototipo Final

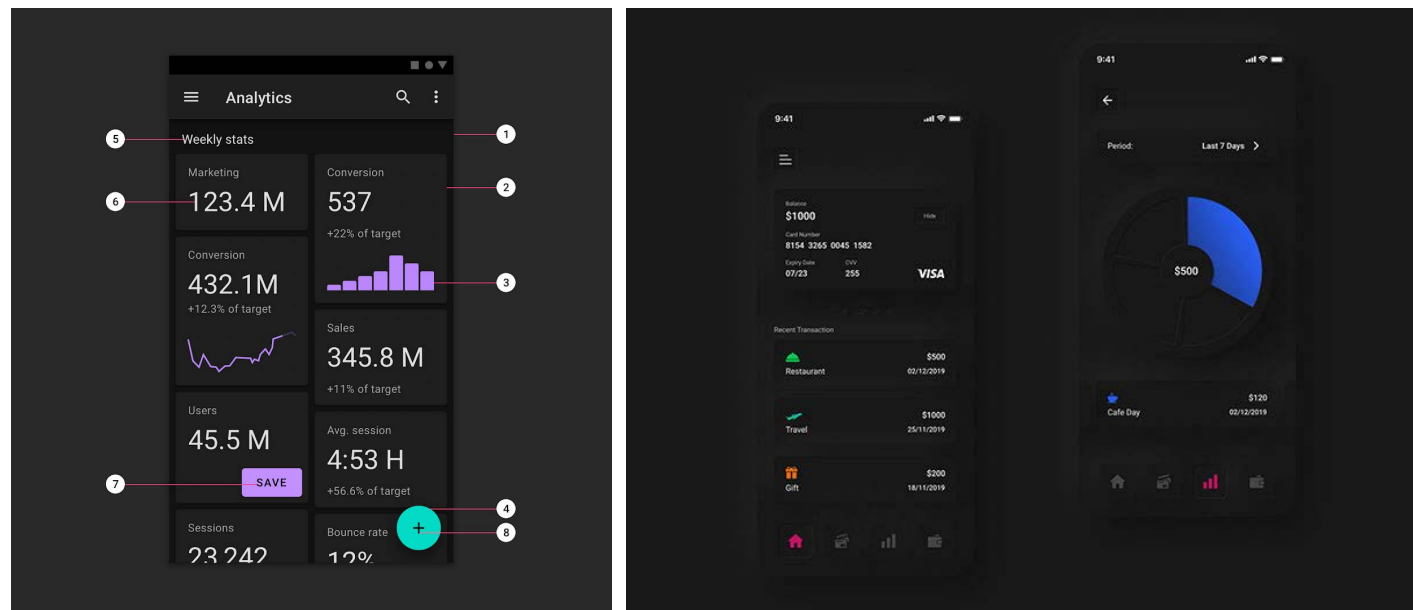
La impresora

Rediseño

Nuevo estudio visual

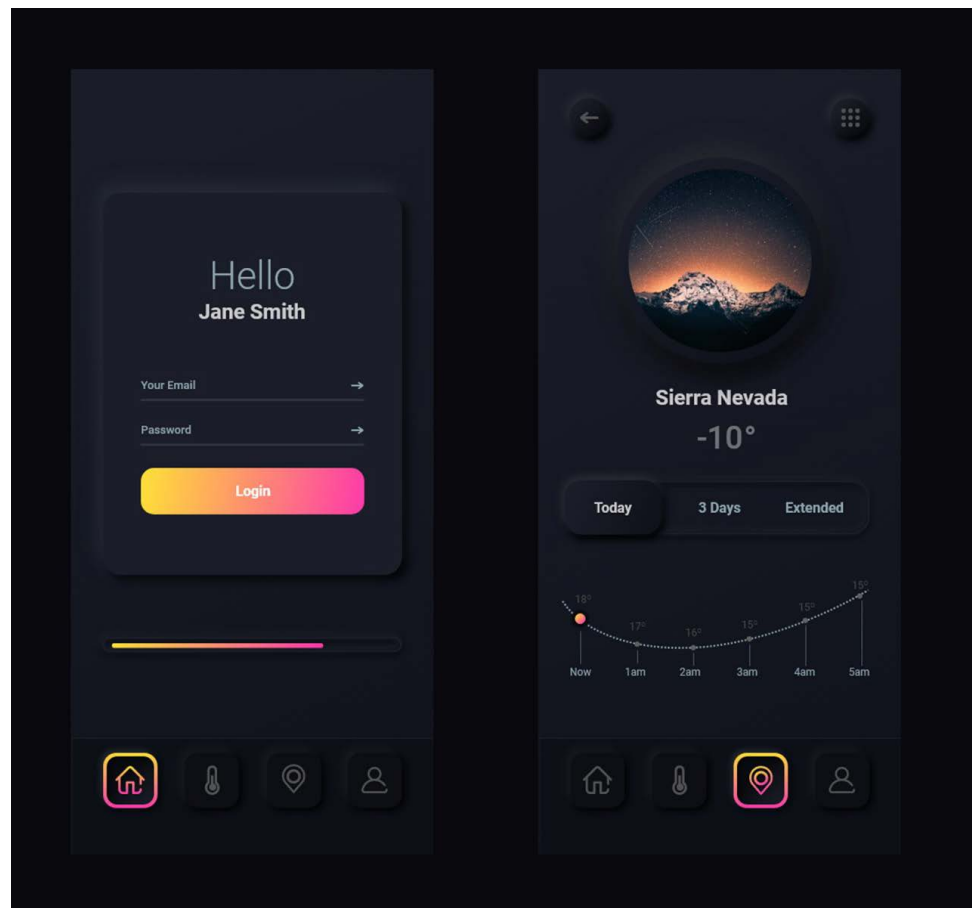


Rediseño



Esta nueva investigación para el diseño visual de la interfaz se ha hecho tras la necesidad de mejorar la apariencia y el diseño del primer prototipo. Se ha buscado inspiración en diseños únicamente en “modo oscuro”, ya que la estética es más moderna e innovadora.

El modo oscuro no solo aporta una mejor apariencia, sino que además tiene beneficios para la salud, especialmente para generar menos estrés en los ojos, en una sociedad que cada vez pasa más horas frente a las pantallas, esta opción presenta una gran mejora. Además, requiere de un menor consumo energético.



Rediseño

Problemas en la usabilidad

En el anterior diseño de la interfaz se detectaron varios problemas que generaban confusión en su uso. Gracias a la localización de estos fallos, se aplicaron cambios para intentar solucionarlos y crear un prototipo más claro e intuitivo.

Uno de los principales problemas lo hallamos en el momento de separar las formas en 3D de los alimentos para los cartuchos. A las formas 3D se podía acceder desde el apartado “COCINAR” y desde el apartado “RECETARIO”. Además, dentro de “RECETARIO” podíamos elegir entre “Formas” y “Recetas”. Esto generaba una confusión a la hora de saber cuál era la diferencia entre las palabras “recetario” y “recetas”.

En las listas de formas y recetas, las distintas categorías no pertenecían a la misma familia semántica. Lo mismo ocurría con la separación de las recetas y formas en “profesionales” y “guardado”, esta clasificación no transmitía de forma correcta la distinción que se buscaba mostrar. Para dividir los platos se plantearon distintas maneras:

- Tipo de plato: primer plato, segundo plato, postre...
- Momento del día: desayuno, almuerzo, comida, merienda, cena...
- Formas: formas cárnicas, formas geométricas, formas orgánicas, formas realistas.

Para dividir las recetas se plantearon distintas maneras:

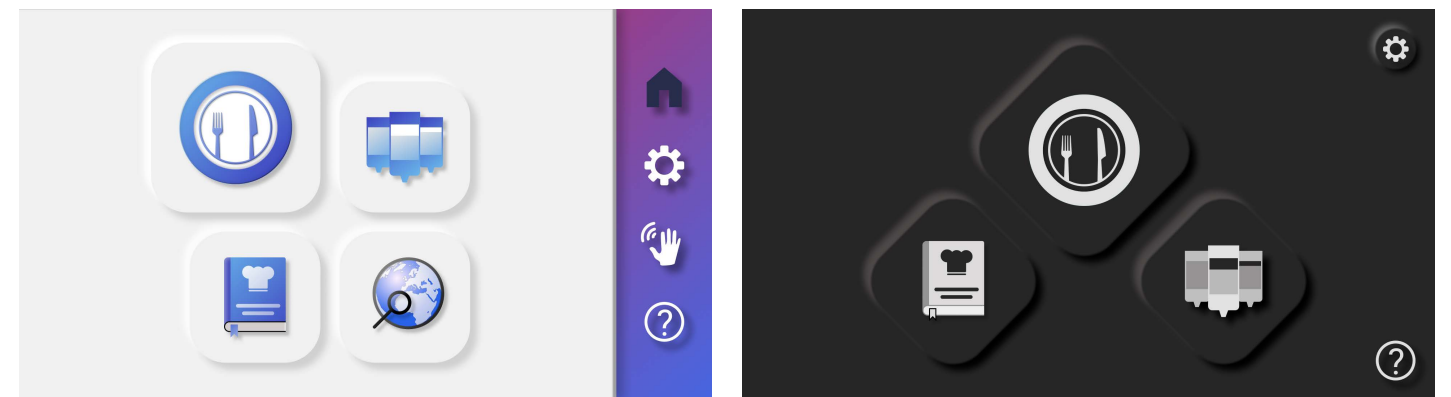
- Nutrición: proteínas, grasas, hidratos, azúcares...
- Para uso en formas: sólidas, líquidas, espesas
- Grupos alimenticios: carnes y pescados, verduras, cereales, legumbres, frutas.

Tras hacer el primer prototipo de la interfaz comprendí que no tenía la complejidad y extensión suficiente para mantener el apartado de creación de gestos personalizados para utilizarlos como atajos.

También el apartado de “COMUNIDAD”, donde se podían buscar recetas y formas de otros países, era mejor incorporarlo dentro de otros apartados. De este modo no era necesario salir de las listas en “RECETARIO” o “COCINAR” para acceder a creaciones de otros usuarios.

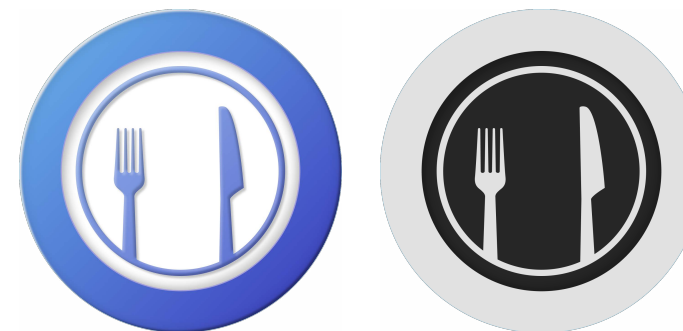
Cambios y mejoras

Se decidió quitar la función de crear atajos gestuales, además la barra lateral donde estaba el acceso rápido a “HOME”, “CONFIGURACIÓN”, “ATAJOS” y “AYUDA” se eliminó, situando esos botones en otras posiciones. El apartado “COMUNIDAD” se eliminó y se incluyó dentro de “COCINAR” y “ALIMENTOS”. A continuación se muestra el rediseño de la pantalla principal con los cambios mencionados:

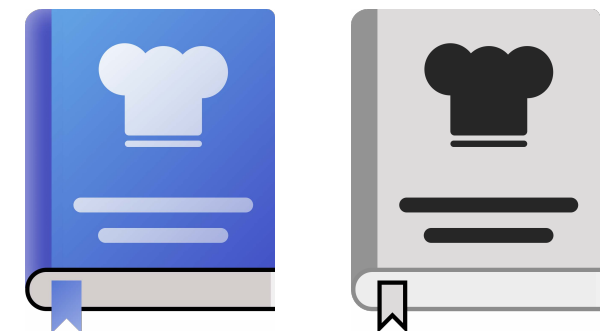


Como se puede observar, los iconos fueron rediseñados para que combinaran con el nuevo modo oscuro aplicado. No solo se cambiaron los colores, sino que también se quitaron los sombreados y los efectos de volumen que tenían anteriormente, dejando unos iconos planos. A continuación se muestra el cambio aplicado a cada uno de los iconos:

• Rediseño del icono “COCINAR”

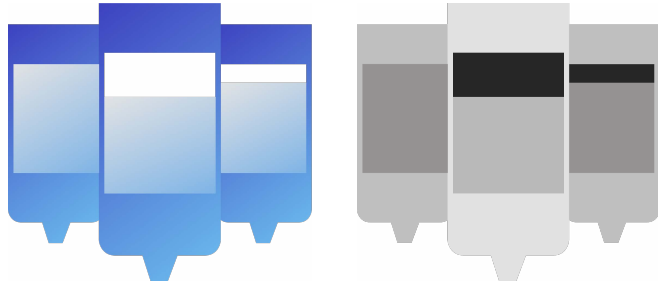


• Rediseño del icono “ALIMENTOS”



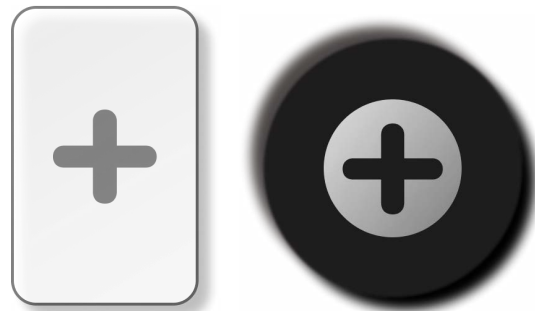
Rediseño

- Rediseño del icono “CARTUCHOS”



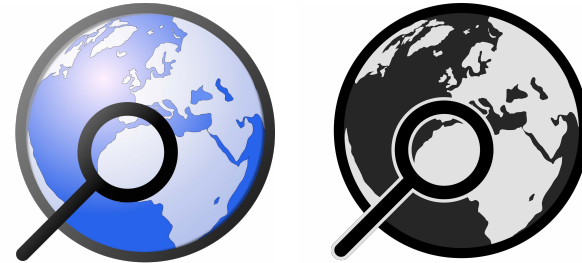
Los iconos que representan a los cartuchos dentro del apartado “CARTUCHOS” también fueron rediseñados para dar una imagen más innovadora y adaptada al modo oscuro. A continuación se muestran los cambios aplicados:

- Rediseño de “añadir cartucho”

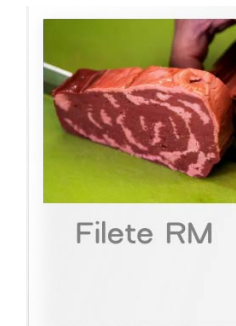


Las casillas de las formas y las recetas también se modificaron, conforme al modo oscuro, redondeando las esquinas y ofreciendo más información aparte del nombre. Ahora muestran el nombre, si son platos salados o dulces y si el resultado es caliente o frío, en el caso de los que son calientes se indica con la palabra “Caliente” en un color rojizo y en los fríos se indica con la palabra “Frío” en un color azulado. A continuación se muestran los cambios aplicados:

- Rediseño del icono “COMUNIDAD”



- Rediseño de los cartuchos



Cuando entras al apartado “COCINAR” o “ALIMENTOS” ahora en vez de estar los elementos separados en “profesionales” y “guardado”, te encuentras con la división “oficial”, “comunidad” y “mi lista”. En el apartado “oficial” te encuentras con formas o recetas desarrolladas por empresas o profesionales especializados en la impresión de comida 3D, en el apartado “comunidad” te encuentras con formas o recetas hechas por los propios usuarios y en el apartado “mi lista” se encuentran las formas o recetas que se han guardado de los otros apartados y las propias creaciones del usuario.

A su vez las formas dentro de “COCINAR” ahora están separadas por:

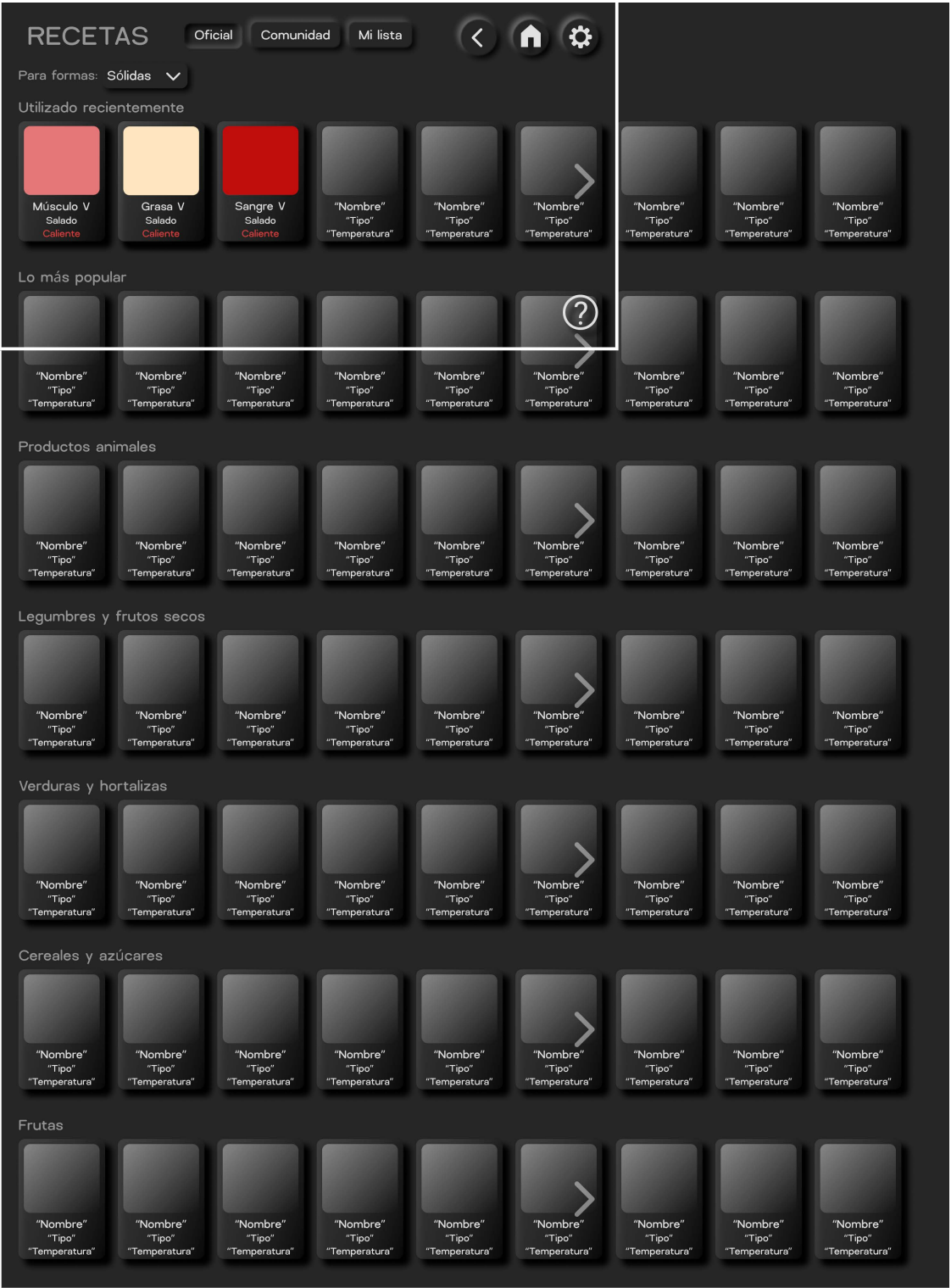
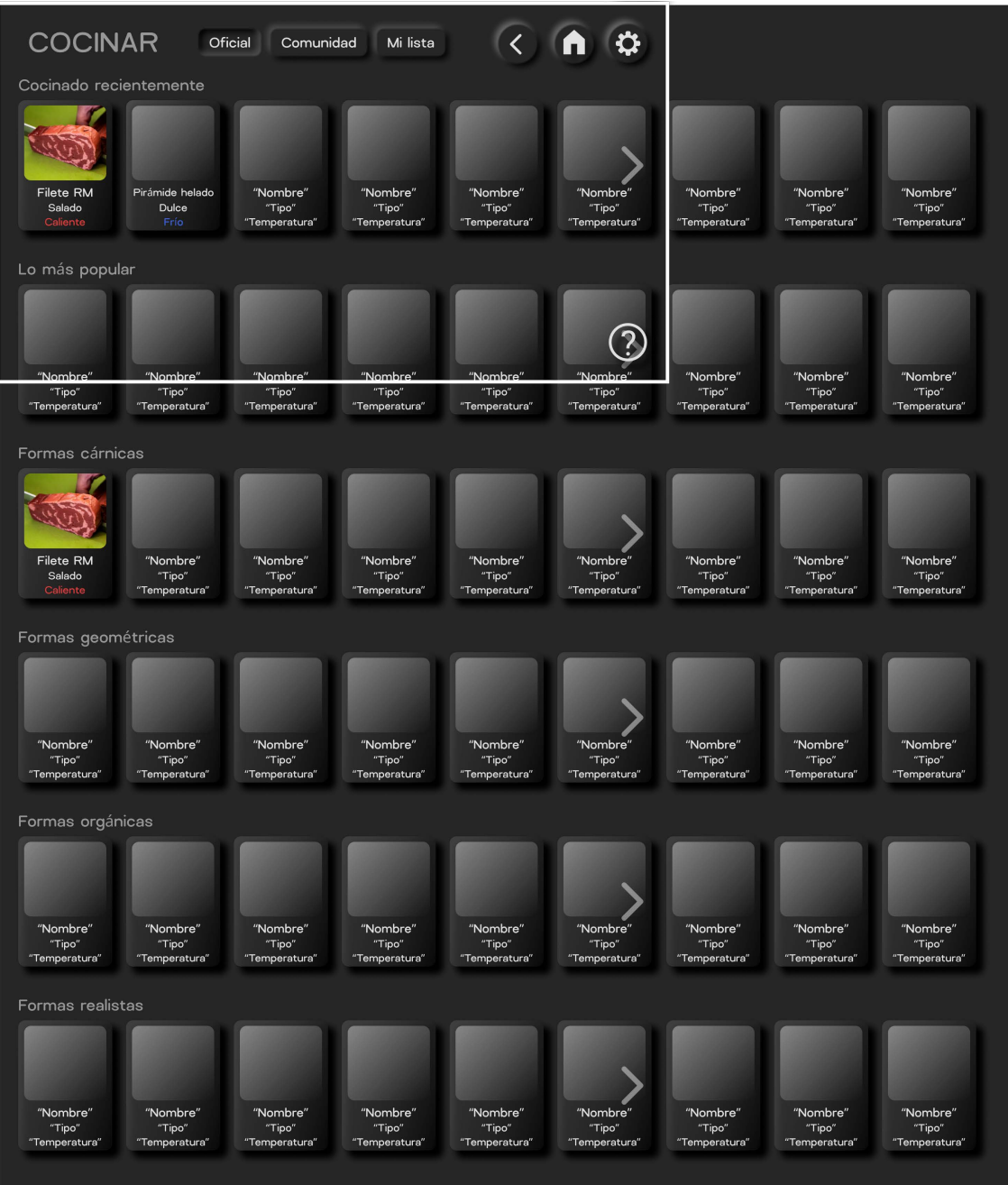
- Cocinadas recientemente
- Lo más popular
- Formas cárnicas
- Formas geométricas
- Formas orgánicas
- Formas realistas

Mientras que dentro de “ALIMENTOS” están separadas por:

- Cocinadas recientemente
- Lo más popular
- Productos animales
- Legumbres y frutos secos
- Verduras y hortalizas
- Cereales y azúcares
- Frutas

Rediseño

A continuación, se muestran los nuevos diseños de los apartados “COCINAR” y “ALIMENTOS”. En cada una de las imágenes, el rectángulo blanco indica lo que se ve en pantalla, el resto está oculto y se muestra con scroll vertical para las categorías y scroll horizontal para ver los elementos dentro de cada categoría:



Prototipo final

Inventario de contenidos

ID	Nombre de la pantalla	Tipo de contenido	Objetivo/ función de la página
0.00	Pantalla principal	Botones cocinar, recetas, cartuchos, ayuda, configuración	Acceso a los apartados principales de la aplicación
0.01	Presionando cocinar		Animación del botón “Cocinar”
0.02	Presionando alimentos		Animación del botón “alimentos”
0.03	Presionando cartuchos		Animación del botón “Cartuchos”
1.00	Cocinar	Scroll vertical para categorías, scroll horizontal dentro de cada categoría para ver formas, separación por formas oficiales de la comunidad y la lista guardada, atrás, home, configuración, ayuda	Acceso a las formas para cocinar, se dividen en oficiales, de la comunidad y las guardadas en “mi lista”. Scroll vertical muestra las categorías y en cada una se navega horizontalmente entre las formas de esa categoría
1.01	Seleccionar plato	Recetas, elegir, atrás, ayuda	Acceso a las recetas asignadas al plato e imprimirlo
1.01.01	Alimento 1 del plato	Botones recetas, información de la receta, ingredientes de la receta, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Alimento 1 seleccionado, da acceso al resto, muestra la información y da acceso a los ingredientes del alimento, permite guardar el alimento en “mi lista”
1.01.01.01	Ingredientes del alimento 1	Botones de los alimentos, información de la receta, ingredientes de la receta, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Alimento 1 seleccionado, da acceso al resto, muestra los ingredientes y da acceso a la información del alimento, permite guardar el alimento en “mi lista”
1.01.02	Alimento 2 del plato	Botones de los alimentos, información de la receta, ingredientes de la receta, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Alimento 2 seleccionado, da acceso al resto, muestra la información y da acceso a los ingredientes del alimento, permite guardar el alimento en “mi lista”
1.01.03	Alimento 3 del plato	Botones de los alimentos, información de la receta, ingredientes de la receta, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Alimento 3 seleccionado, da acceso al resto, muestra la información y da acceso a los ingredientes del alimento, permite guardar el alimento en “mi lista”
1.02	Antes de imprimir	Ajustar tamaño, comprobar cartuchos, imprimir, atrás, configuración, home, ayuda	Da acceso a ajustar la forma a imprimir, comprobar los cartuchos y empezar a imprimir
1.02.01	Ajustar tamaño	Aumentar y reducir tamaño, centrar, 3D táctil, aceptar, atrás, home, configuración	Se puede modificar el tamaño y la posición de la forma a imprimir, con cámara interior y modelo 3D táctil
1.02.01.01	Reducir tamaño	Aumentar y reducir tamaño, centrar, 3D táctil, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	Se puede modificar el tamaño y la posición de la forma a imprimir, con cámara interior y modelo 3D táctil
1.02.01.02	Mover forma	Aumentar y reducir tamaño, centrar, 3D táctil, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	Se puede modificar el tamaño y la posición de la forma a imprimir, con cámara interior y modelo 3D táctil
1.02.02	Comprobar cartuchos	Botones distintas recetas, botón cartucho, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	Muestra los cartuchos necesarios, si están disponibles y permite modificarlos

Prototipo final

1.02.02.01	Seleccionar cartucho	Botones distintas recetas, botón cartucho, cambiar, recargar, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	El primer cartucho está seleccionado y permite cambiarlo por otro con distinto alimento o recargarlo
1.02.02.02	Cambiar cartucho	Botón que simula colocar un cartucho, atrás, ayuda	Hay que colocar el nuevo cartucho para que lo reconozca
1.02.02.03	Colocar nuevo cartucho	Asignar receta, ayuda	Hay que asignar el alimento que contiene el cartucho nuevo
1.02.02.04	Asignar alimento al cartucho	Scroll vertical para categorías, scroll horizontal dentro de cada categoría para ver recetas, separación por recetas oficiales, de la comunidad y la lista guardada, botón “para formas:”, atrás, home, configuración, ayuda	Acceso a los alimentos para asignar.
1.02.02.04.01	Mostrar botón formas	Botón estado final de la receta	Animación del botón del estado final de los alimentos
1.03	Cocinando	Estado de impresión, cámara interior, información nutricional, estado cartuchos, cancelar, pausar, atrás, home, configuración, ayuda	Muestra el porcentaje y el tiempo impreso, se ve el proceso en la cámara, da acceso a información nutricional y a el estado de los cartuchos
1.03.01	Información nutricional cocinando	Información nutricional del porcentaje impreso	Muestra la información nutricional a tiempo real
1.03.02	Estado cartuchos cocinando	Estado de impresión, cámara interior, botones distintas recetas, botón cartucho, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	Permite ver el estado de los cartuchos y da acceso a recargarlos
1.03.02.01	Seleccionar cartucho cocinando	Estado de impresión, cámara interior, botones distintas recetas, botón cartucho, recargar, aceptar, atrás, home, configuración, ayuda	Selecciona el cartucho y da la opción de recargarlo
1.04	Finalizado	Información finalizado, cámara interior, información nutricional, estado cartuchos, atrás, home, configuración, ayuda	Se puede acceder a la información nutricional final y al estado de los cartuchos
2.00	Alimentos	Scroll vertical para categorías, scroll horizontal dentro de cada categoría para ver alimentos, separación por alimentos oficiales, de la comunidad y la lista guardada, botón “para formas:”, atrás, home, configuración, ayuda	Acceso a los alimentos.
2.00.01	Información del alimento	Muestra información, botón ingredientes, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Muestra la información del alimento seleccionado y permite ver los ingredientes y guardarlo en “mi lista”
2.00.02	Ingredientes del alimento	Muestra ingredientes, botón información, añadir a “mi lista”, atrás, ayuda	Muestra los ingredientes del alimento seleccionado y permite ver la información y guardarlo en “mi lista”
2.01	Seleccionar estado alimento	Botón estado final de la receta	Animación del botón del estado final de los alimentos
2.02	Alimentos espesos	Lo mismo que 2.00 pero estando en alimentos para formas espesas	Acceso a los alimentos.

Prototipo final

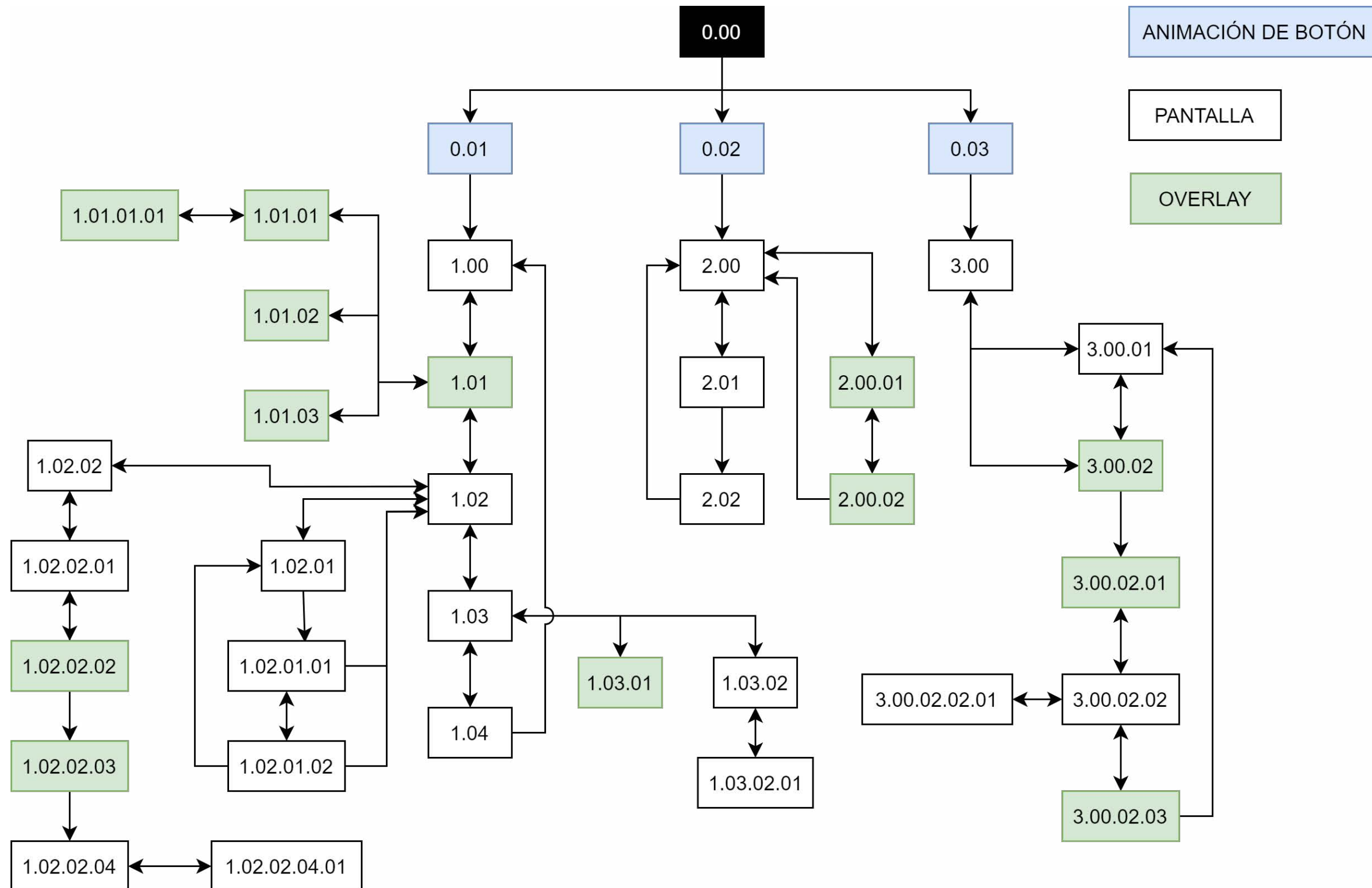
3.00	Cartuchos	Botones de los cartuchos con scroll horizontal, ayuda, atrás, configuración, home	Se pueden añadir y acceder a los cartuchos instalados
3.00.01	Seleccionar cartucho	Botones de los cartuchos con scroll horizontal, cambiar, quitar, ayuda, atrás, configuración, home	Al seleccionar un cartucho se despliegan las opciones disponibles
3.00.02	Cambiar/añadir cartucho	Botón que simula colocar un cartucho, atrás, ayuda	Hay que colocar el nuevo cartucho para que lo reconozca
3.00.02.01	Cartucho colocado	Asignar receta, ayuda	Hay que asignar el alimento que contiene el cartucho nuevo
3.00.02.02	Asignar alimento	Scroll vertical para categorías, scroll horizontal dentro de cada categoría para ver los alimentos, separación por alimentos oficiales, de la comunidad y la lista guardada, botón “para formas:”, atrás, home, configuración, ayuda	Acceso a los alimentos para asignar.
3.00.02.02.01	Botón estado del alimento	Botón estado final del alimento	Animación del botón del estado final de las recetas
3.00.02.03	Cartucho configurado	Asignar alimento, aceptar, atrás, ayuda	Cartucho ya configurado

Este color representa pantallas de animación de un botón

Como en el primer prototipo, en este prototipo final no se han desarrollado todas las pantallas, se ha llegado a un punto en el que se pueda entender el funcionamiento principal de la interfaz para la impresora de comida 3D.

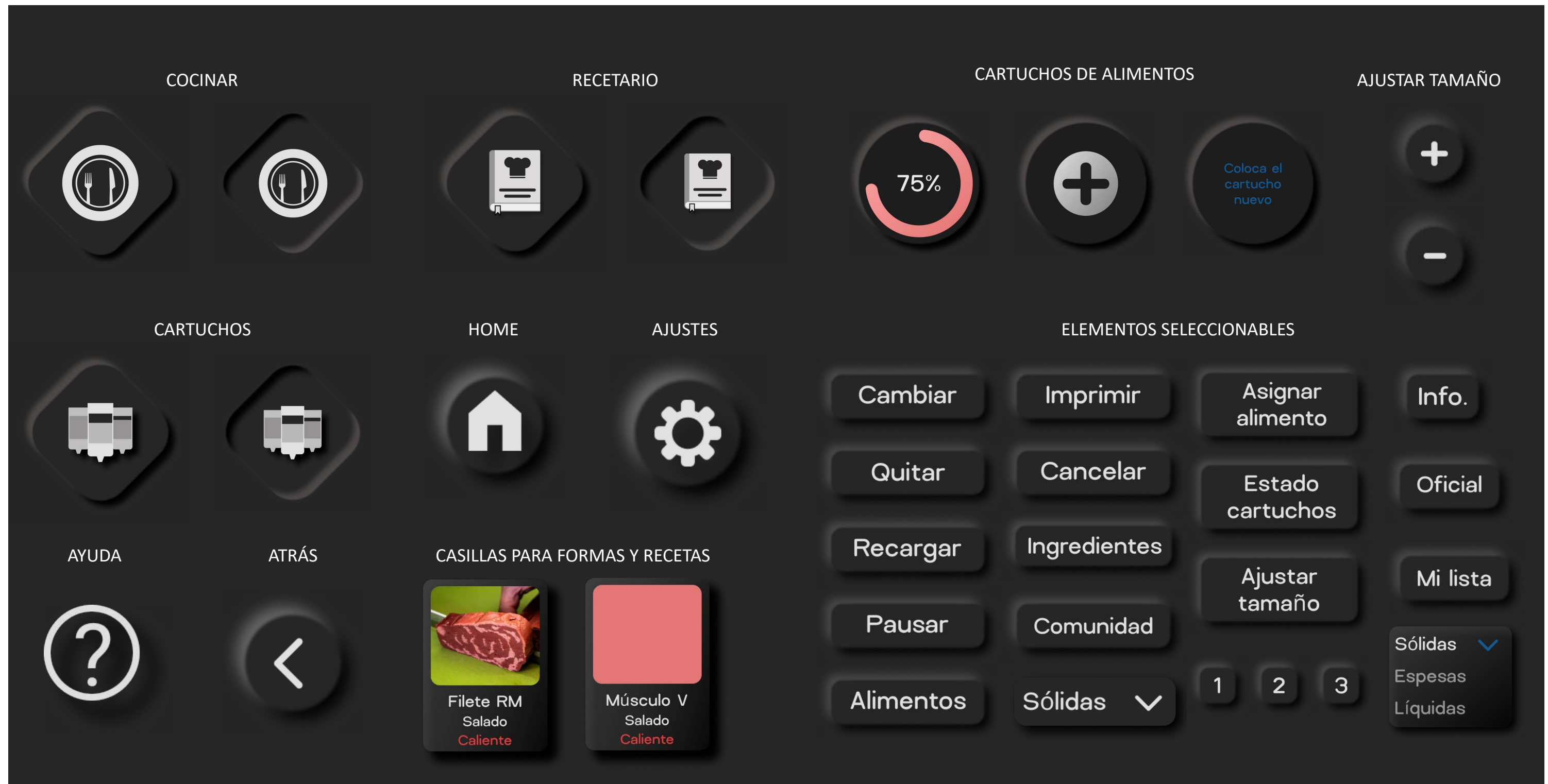
Prototipo final

Estructura



Prototipo final

Iconografía (funcional)



Prototipo final

Pantallas



0.00 Pantalla principal



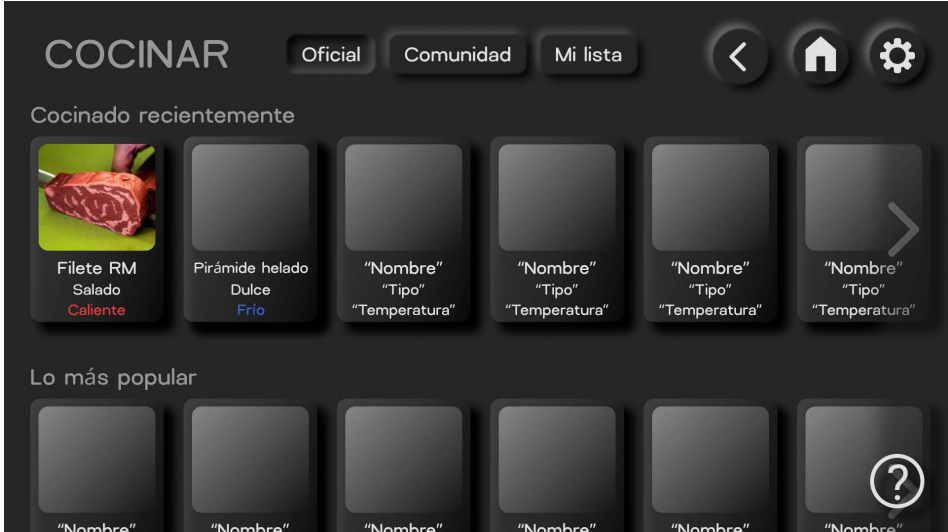
0.01 Presionando cocinar



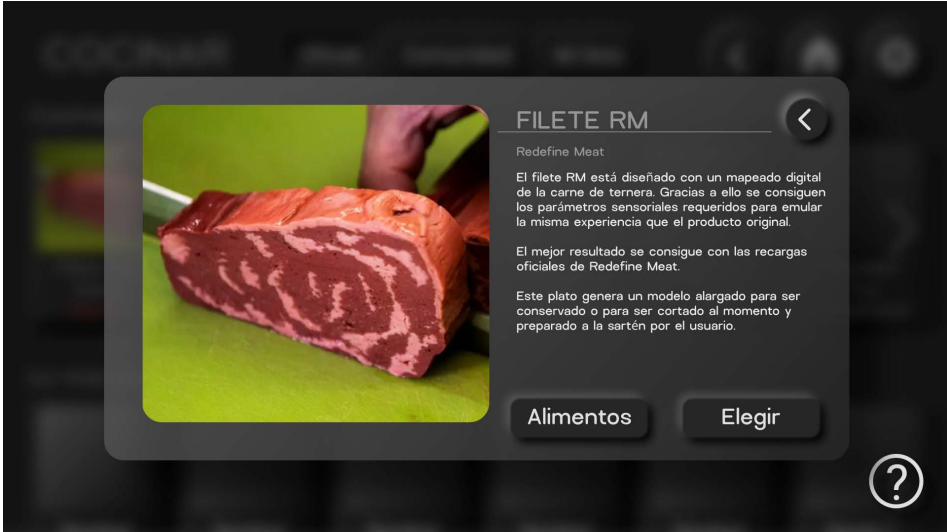
0.02 Presionando alimentos



0.03 Presionando cartuchos



1.00 Cocinar



1.01 Seleccionar plato

Prototipo final



1.01.01 Alimento 1 del plato



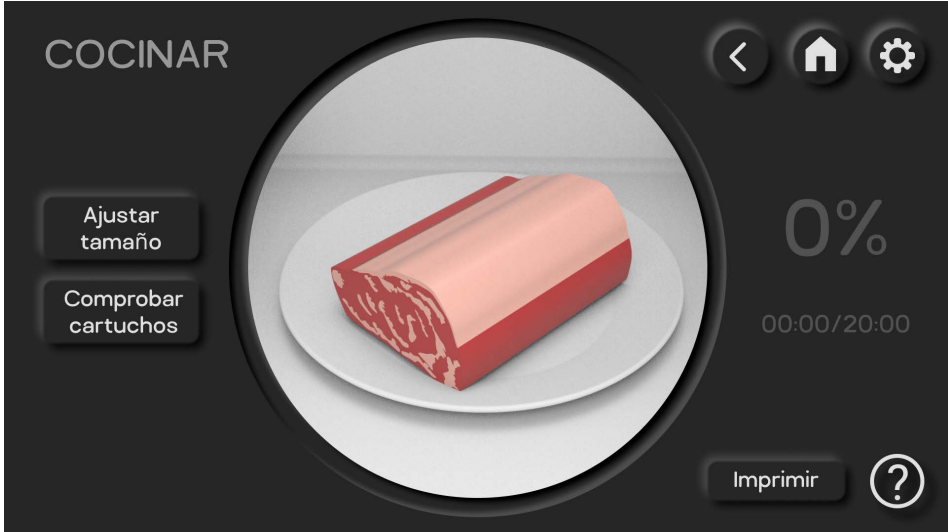
1.01.01.01 Ingredientes del alimento 1



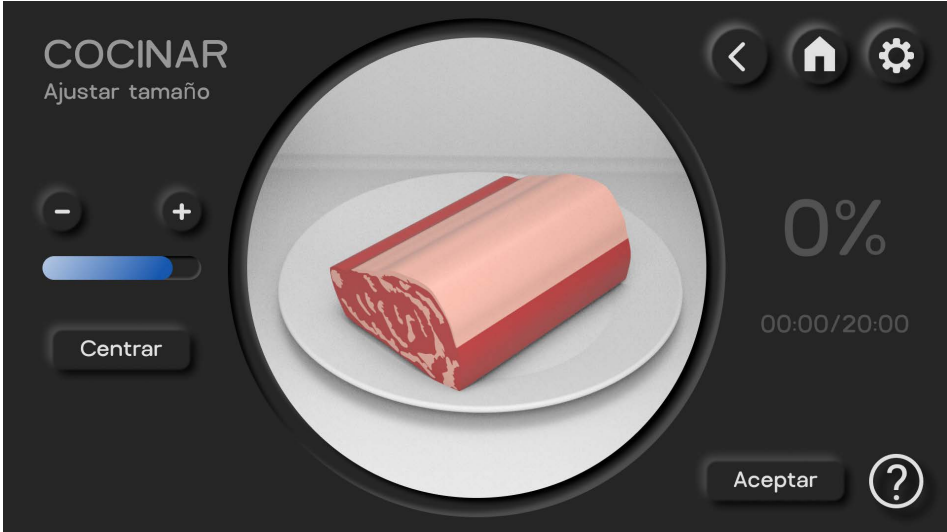
1.01.02 Alimento 2 del plato



1.01.03 Alimento 3 del plato

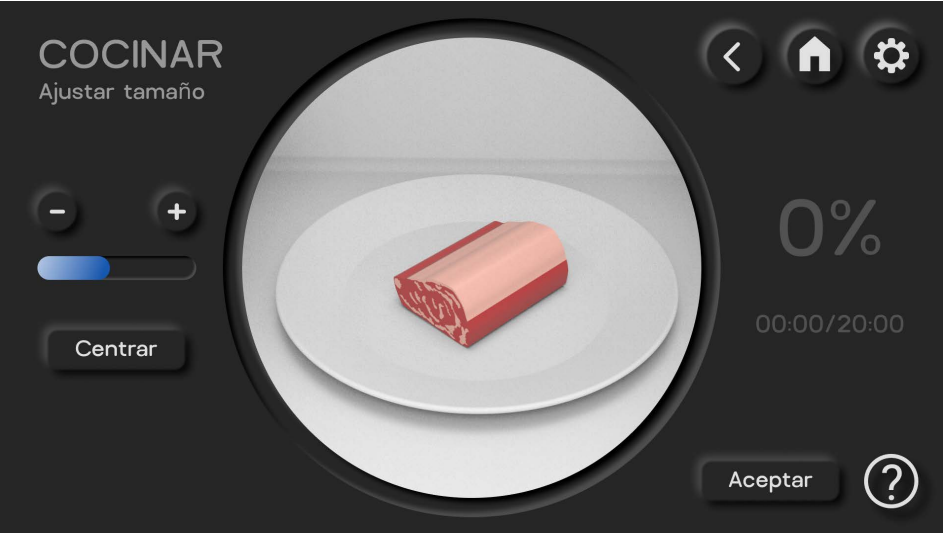


1.02 Antes de imprimir

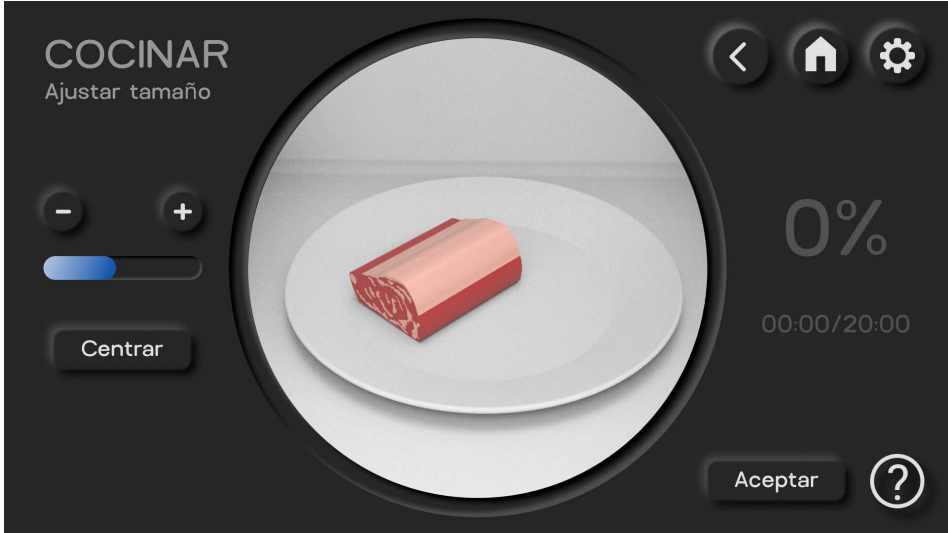


1.02.01 Ajustar tamaño

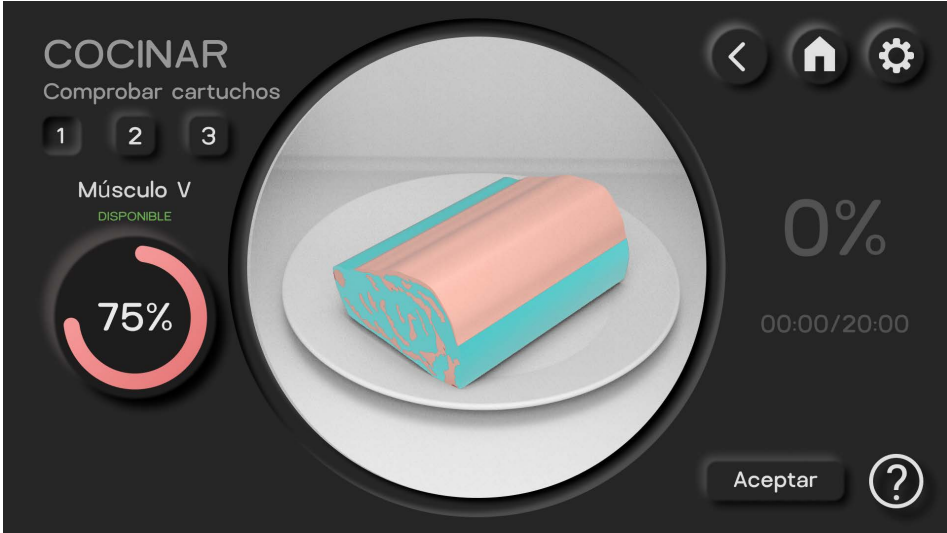
Prototipo final



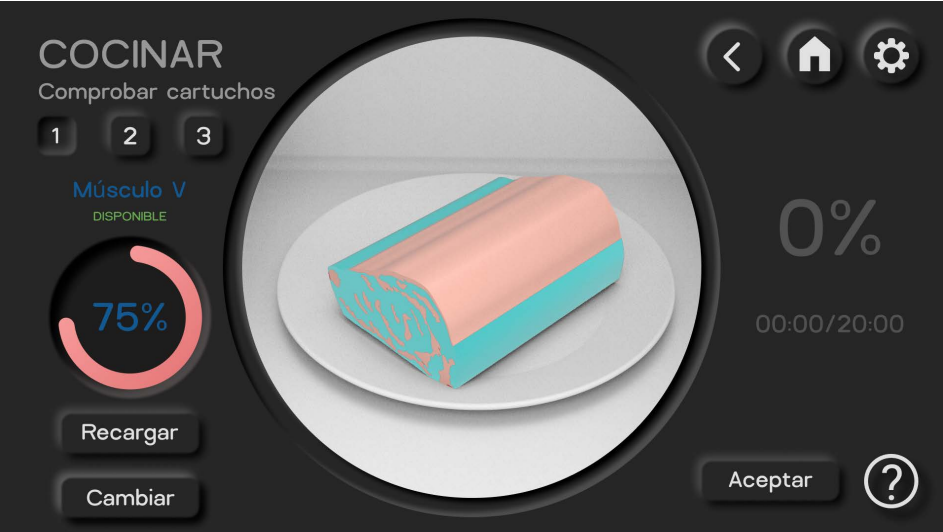
1.02.01.01 Reducir tamaño



1.01.02 Cocinar/profesional/pescado



1.02.02 Comprobar cartuchos



1.02.02.01 Seleccionar cartucho



1.02.02.02 Cambiar cartucho



1.02.02.03 Colocar nuevo cartucho

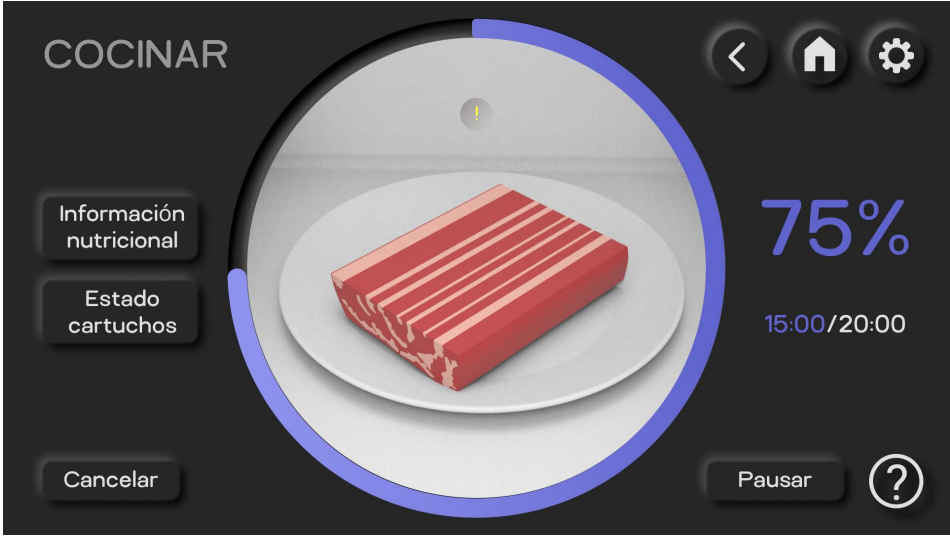
Prototipo final



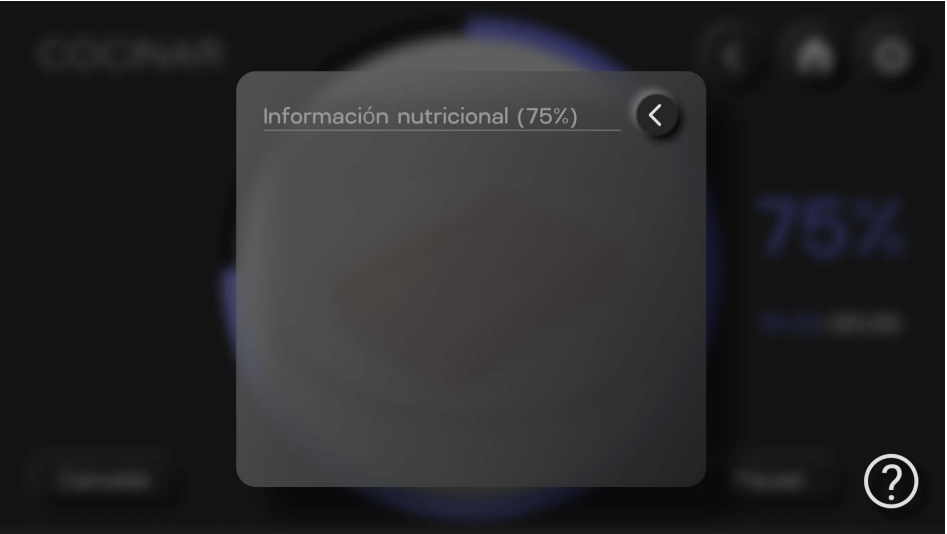
1.02.02.04 Asignar receta al cartucho



1.02.02.04.01 Mostrar botón formas



1.03 Cocinando



1.03.01 Información nutricional cocinando

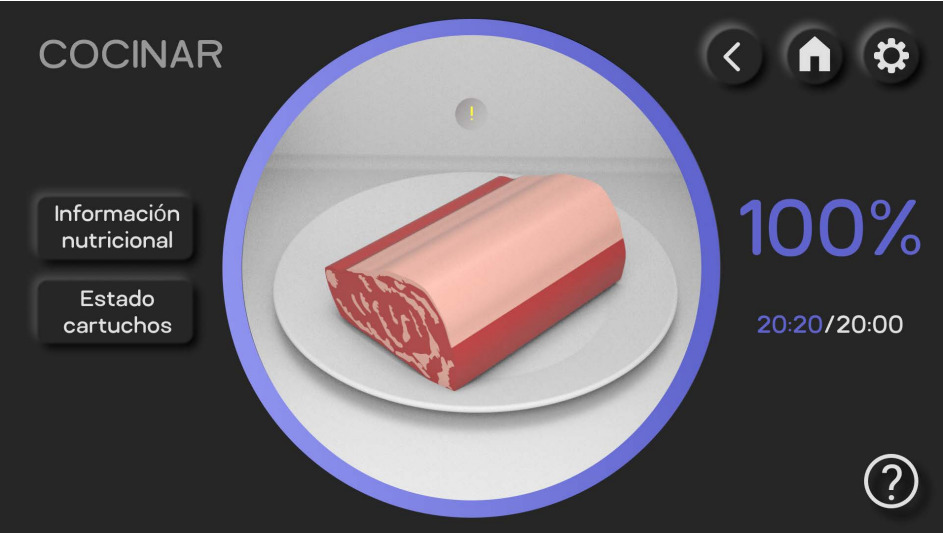


1.03.02 Estado cartuchos cocinando

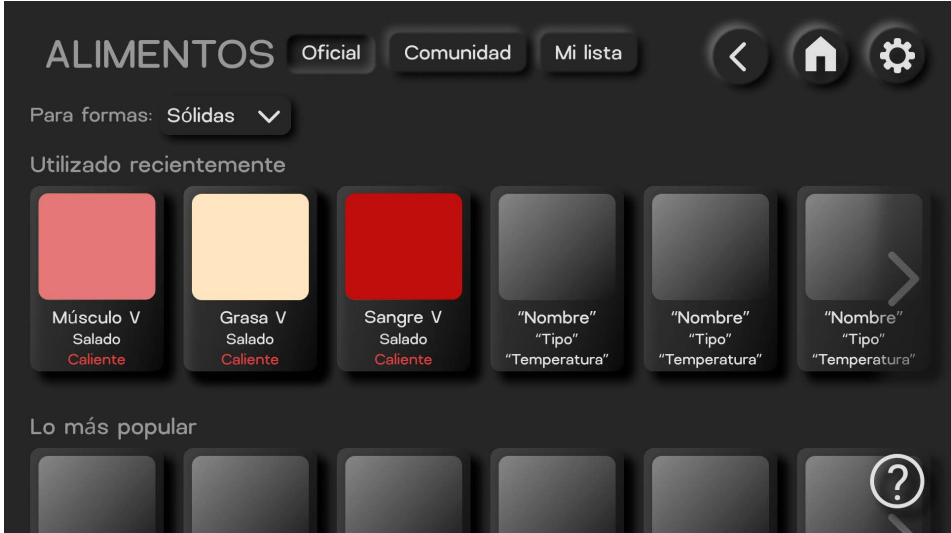


1.03.02.01 Seleccionar cartucho cocinando

Prototipo final



1.04 Finalizado



2.00 Alimentos



2.00.01 Información del alimento



2.00.02 Ingredientes del alimento

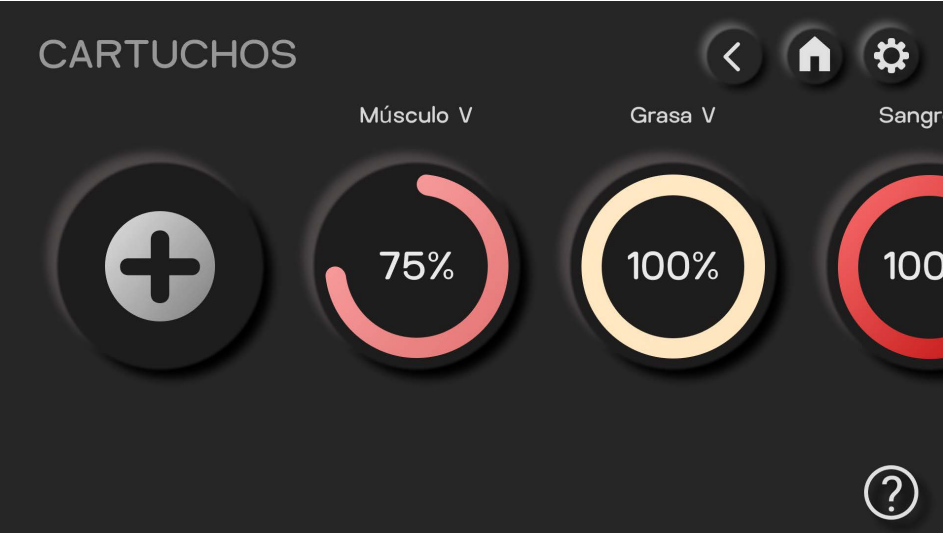


2.01 Seleccionar estado alimento



2.02 Alimentos espesos

Prototipo final



3.00 Cartuchos



3.00.01 Seleccionar cartucho



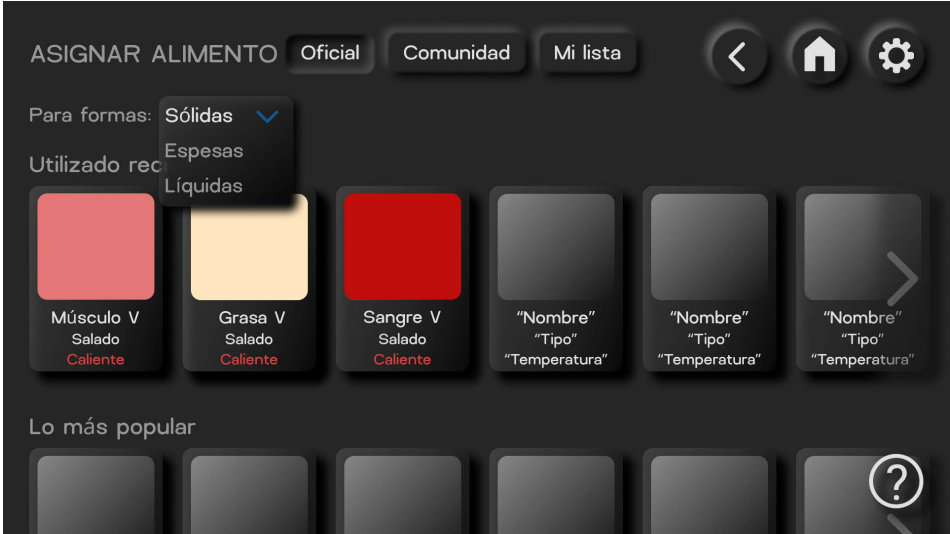
3.00.02 Cambiar/añadir cartucho



3.00.02.01 Cartucho colocado



3.00.02.02 Asignar alimento



3.00.02.02.01 Botón estado del alimento

Prototipo final



3.00.02.03 Cartucho configurado

Conclusiones

El prototipo es accesible a través del siguiente enlace:

<https://www.figma.com/proto/217FArqKjHUI3ivoCOFLIm/Prototipo-final?node-id=8%3A0&scaling=scale-down>

A través de este prototipo final, se busca corregir todos los problemas de usabilidad detectados con anterioridad y se ha mejorado el aspecto, para dar resultado a una interfaz más innovadora y con una estética más cuidada.

No se han desarrollado todas las partes de la interfaz porque se trata de un prototipo que tiene como finalidad representar las principales funciones de la impresora de comida 3D, así como su aspecto estético.

Disponemos de 3 apartados principales:

- COCINAR: En él encontramos las formas que podemos imprimir. Podemos acceder a formas “oficiales” desarrolladas por empresas y profesionales de la impresión de comida 3D y también tendremos acceso a formas desarrolladas por otros usuarios. En “Mi lista” aparecerán guardadas las formas oficiales o de la comunidad que hayamos archivado. Haciendo “scroll” vertical podemos ver las distintas categorías en las que se dividen las formas y podemos hacer “scroll” horizontal en cada categoría para desplazarnos entre las opciones. Cuando se selecciona una forma, nos aparece una descripción y nos permite acceder a los alimentos preparados para las distintas partes de esa forma. Podemos ver a qué partes de la forma hace referencia cada alimento. Además de mostrarnos información del alimento, contamos con un botón para ver los ingredientes y otro para poder guardarlo en “Mi lista”. Cuando se elige la forma para imprimir, se nos permite ajustar el tamaño y la posición de la forma sobre el plato. Todo este proceso se puede ver y controlar a través de un elemento táctil en la pantalla, que nos muestra el interior de la impresora y la forma en 3D que vamos a imprimir. También podemos comprobar si los alimentos asociados a esa forma están disponibles entre nuestros cartuchos instalados. Si no tenemos los alimentos, podemos cambiar el cartucho por uno que lo tenga o podemos elegir otro alimento. Tras configurar estos elementos a nuestro gusto pasamos a imprimir. En este momento veremos a través de la cámara interna cómo se va imprimiendo el plato. Durante todo el proceso de impresión hasta el final de la misma, se puede ver la información nutricional a tiempo real, es decir, la impresora calcula la cantidad de nutrientes según la cantidad de cada alimen-

Prototipo final

to que va extruyendo. De esta forma, tanto al final como si paramos una impresión podremos saber los nutrientes exactos. Además, podremos ver la cantidad de alimento restante en los cartuchos y tendremos la posibilidad de parar la impresión para recargarlos en caso de que sea necesario.

- ALIMENTOS: Este apartado anteriormente poseía el nombre de “RECETARIO”, pero se modificó el título para obtener una mayor claridad a la hora de diferenciar las formas de los alimentos que se imprimen en las distintas partes de las formas. A través de este apartado, podemos acceder a los alimentos “oficiales” desarrollados por las empresas y profesionales de la impresión de comida 3D. Lo ideal para conseguir el mejor resultado sería usar estos alimentos comprándolos, pero también tenemos la opción de hacerlos nosotros mismos siguiendo las recetas que facilitarían. Igualmente, tenemos la opción de “Comunidad”, donde la gente compartiría las recetas de sus alimentos y por último en “Mi lista” estarían los alimentos guardados de las dos secciones anteriores.

Los alimentos están separados también según el estado en el que se encuentran tras el cocinado, de este modo se diferencia entre formas sólidas, espesas o líquidas. En todo momento tenemos el “scroll” vertical para navegar entre las categorías de los alimentos y el “scroll” horizontal en cada categoría para desplazarnos entre los elementos.

- CARTUCHOS: Gracias a este apartado, podremos ver qué alimentos tenemos instalados en cada cartucho, con la posibilidad de añadir nuevos si hay espacios disponibles. Asimismo, permite cambiar los cartuchos o quitarlos.

La impresora

Conceptualización visual

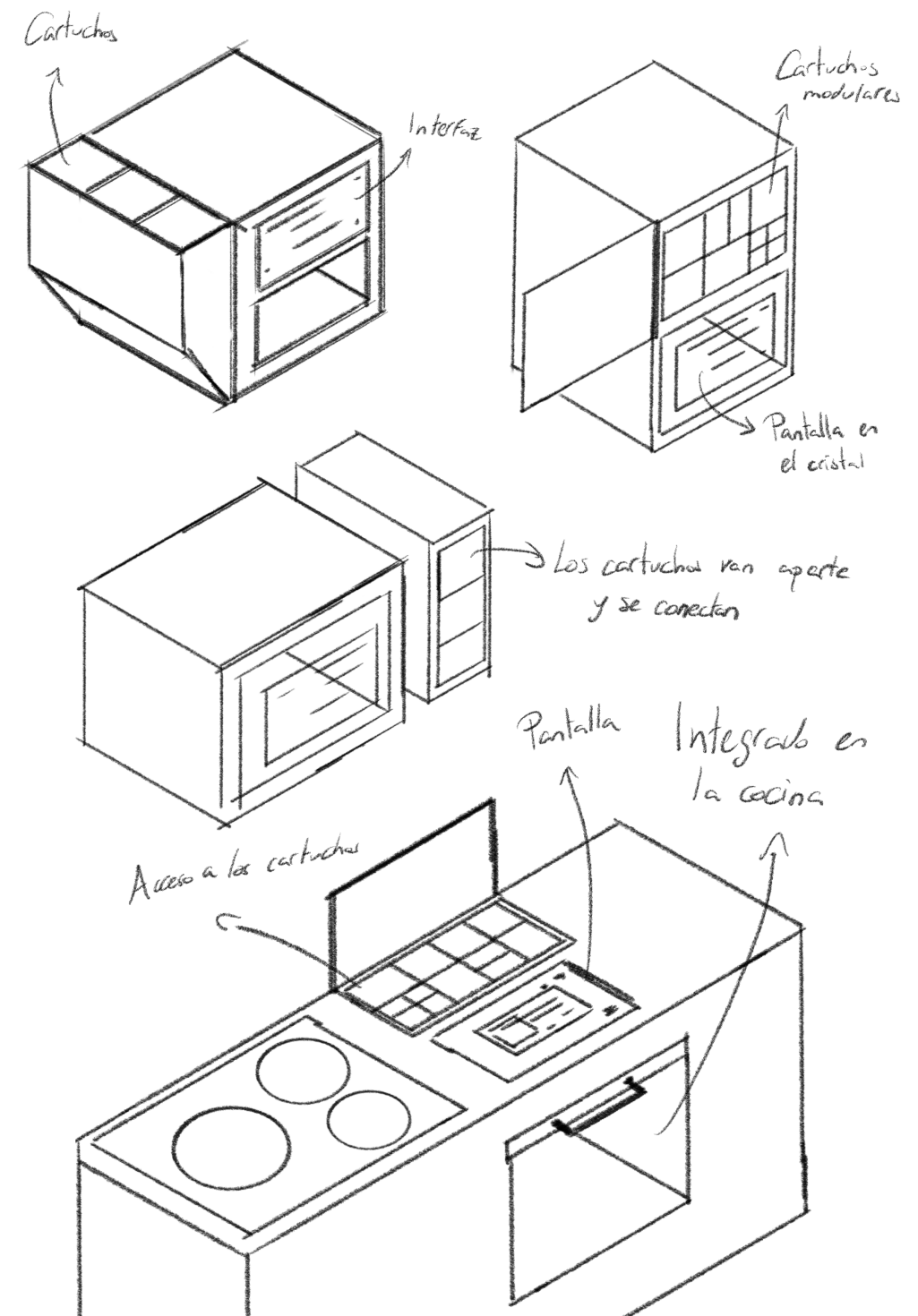
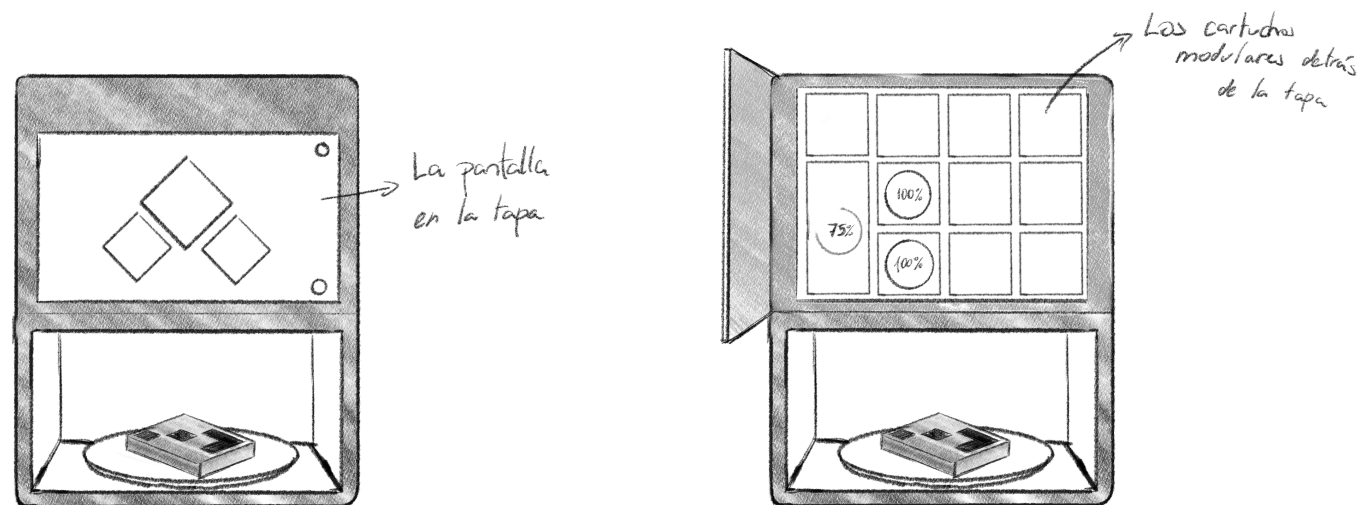
A la hora de proponer ideas para hacer una representación visual de la impresora de forma conceptual, se tuvieron en cuenta tres elementos, en mi opinión, imprescindibles en una impresora:

- La estructura básica de la zona de impresión es conveniente que sea bien cúbica o bien un prisma rectangular. De esta manera el extrusor puede cubrir toda la zona con sus respectivas guías. Además, de este modo, no solo se puede imprimir en platos redondos, sino que también permite la utilización de otras formas aprovechando mejor el espacio. Esta es una estructura común a la gran mayoría de impresoras tanto tradicionales como de comida.

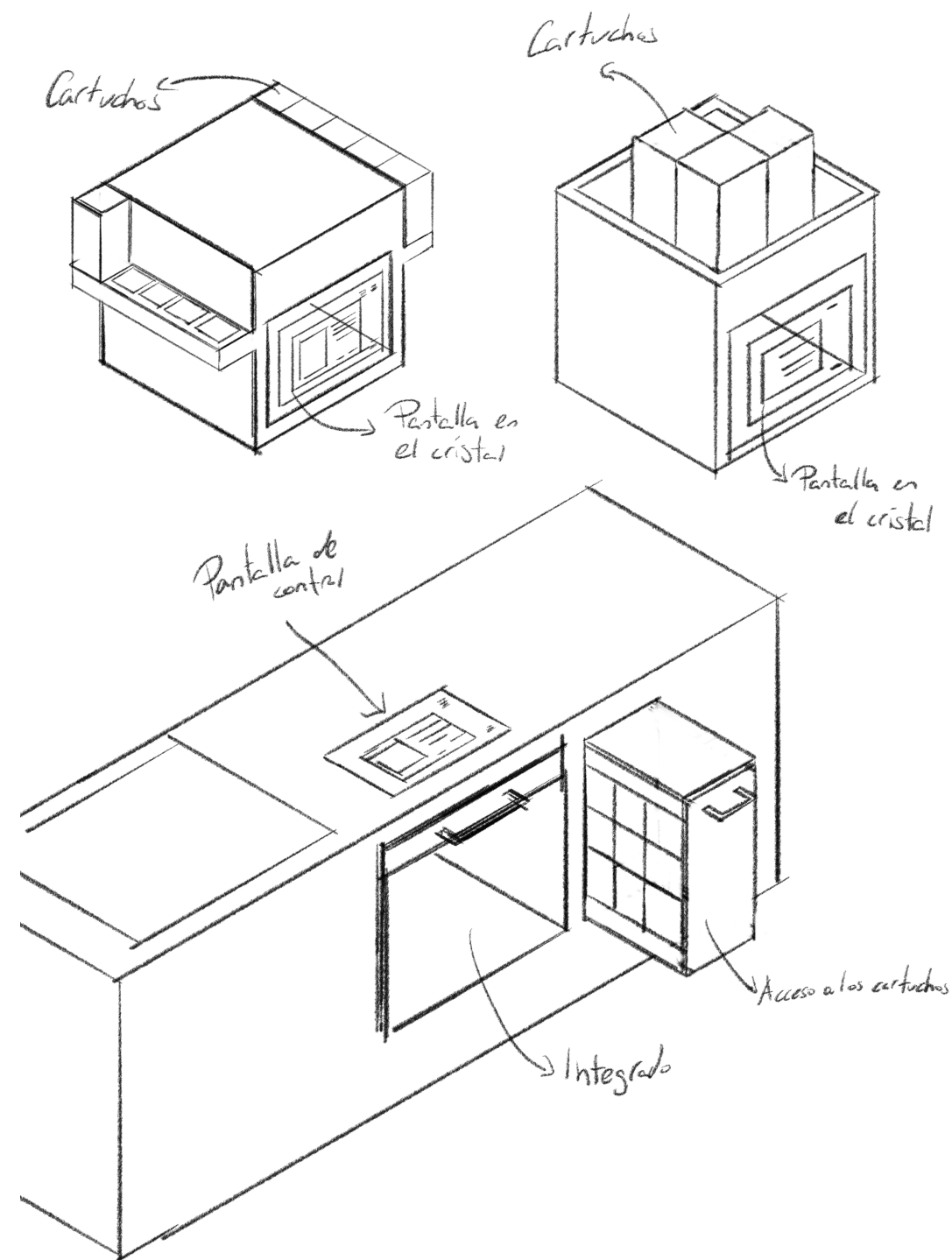
- El alimento se suministra a través de cartuchos rellenables, por lo que es necesaria una zona donde puedan ser colocados varios cartuchos. La posición de los cartuchos puede ser muy variada, por lo que esta es la parte que nos brinda más posibilidades en cuanto a su diseño.

- La pantalla en la que nos encontraríamos con la interfaz para operar con la impresora de comida tiene que encontrarse en una posición cómoda para su uso.

A partir de estos 3 puntos se van a proponer varias ideas a través de bocetos:



La impresora



En las ideas mostradas en los bocetos se pueden separar las propuestas de varias formas. Las que considero más diferentes son el proponer el producto como un electrodoméstico libre o uno integrado en la cocina. También, se propone que los cartuchos puedan colocarse directamente en la impresora o que el conjunto de los cartuchos pueda colocarse de forma individual y se conecten a la impresora.

Una idea común a todas las propuestas es la de que los cartuchos sean modulares. De esta forma los alimentos que se impriman en mayores cantidades pueden ir en cartuchos más grandes, y otros alimentos, cuyo empleo no sea tan habitual, pueden ir en cartuchos más reducidos. Tras la realización de los bocetos, se escogió el concepto que considero más adecuado para la realización de un render y su representación en la cocina.

La impresora

Concepto visual final

Tras las ideas propuestas en los bocetos anteriores, decidí representar la impresora de comida 3D de forma similar a los hornos de pared que hallamos en la actualidad. De este modo, la impresora estaría integrada en la cocina, pero contaría con un espacio propio reservado para ella.

Además, esto permitiría ajustar la altura en su instalación a conveniencia del propietario, para así poder acceder de forma cómoda a la pantalla para operar con el producto, y al interior de la impresora para colocar o retirar el plato. La pantalla se ha propuesto integrada en el cristal, de manera que no sea visible cuando no se está utilizando la interfaz y podamos observar el interior de la impresora.

Los cartuchos se proponen como un conjunto separado de la impresora. De esta forma, podrían instalarse encima, debajo o a los lados, según sea más conveniente para la cocina del usuario.

En la imagen de la izquierda se puede ver el diseño 3D del concepto integrado en una cocina, con las dimensiones de un horno de pared estandarizado. En esa imagen los cartuchos han sido colocados encima de la impresora y tienen una tapa para ocultar el contenido. La interfaz no se muestra porque representa cuando no se está utilizando.

En la imagen inferior podemos ver la representación visual cuando se está utilizando la interfaz, la cual aparece en el cristal. También podemos ver lo que serían los cartuchos de comida con formas modulares.

(En ambas imágenes no se muestran las guías o el cabezal de impresión con sus elementos, por ser un concepto sencillo que busca mostrar la idea básica del producto)



La impresora

Funcionalidades de la impresora

Guiado por las conclusiones extraídas durante el desarrollo del proyecto, a continuación, expongo las características básicas que, bajo mi punto de vista, deberían tener las impresoras de comida 3D para aportar la suficiente innovación y/o solución frente a los problemas actuales, con la finalidad de convertirse de este modo en un producto con buena acogida en el mercado:

- Que sea capaz de imprimir formas complejas y con variedad de alimentos distintos. Para llevar a cabo este proceso es necesaria una mayor inversión con el fin de que se desarrollen recetas de alimentos optimizados para su impresión. En la interfaz se propone que las formas y los alimentos desarrollados por empresas y profesionales de la impresión de comida 3D se incluyan en la sección “Oficial” dentro de “COCINAR” y “ALIMENTOS”. En el caso de los alimentos, se venderían producidos de forma industrial para conseguir mejores resultados, pero también se ofrecería la receta para poder hacer un alimento semejante de forma casera.

- Que se puedan imprimir platos calientes y fríos. En cuanto al cocinado en caliente, como se ha señalado anteriormente, ya se está probando el uso de láseres en la impresora o el empleo de un horno y calor por infrarrojos en el caso del producto de Iñaki Muñoz. Para el cocinado de platos fríos en el producto de Iñaki Muñoz usan un intercambiador de calor para enfriar el área de impresión.

- La impresión de carnes y pescados utilizando alimentos vegetales. Esta característica aparece ya en la primera fase del trabajo, donde expongo que el desarrollo de estructuras y recetas optimizadas para recrear los productos animales usando fuentes vegetales tiene un futuro muy prometedor y lo considero uno de los puntos más fuertes de la impresora de comida 3D.

- La solución a problemas alimentarios. Por ejemplo, cuando los ancianos ya no son capaces de masticar el alimento, se podría ofrecer una alternativa con el desarrollo de recetas que recreen la experiencia de comer un producto sólido utilizando purés con distintos sabores y que gelifiquen en caliente, de forma que pueda comerse con cuchillo y tenedor y se conviertan en puré en la boca. Así se podría conseguir que la población que sufra esos problemas vuelva a tener ilusión por comer. Otro ejemplo sería la impresión de modelos infantiles, gracias a la cual se podría conseguir que los niños coman alimentos saludables empleando la impresión de formas que les diviertan.

- Que se puedan imprimir platos cocinados y precocinados. Respecto a la impresión de carnes y pescados con alimentos de origen vegetal, añadiría gran valor que no solo se pudiesen imprimir piezas ya cocinadas, sino que también se pudiesen imprimir piezas más grandes sin cocinar, que pudieran ser conservadas en la nevera o el frigorífico. Un ejemplo muy claro es el caso explicado en la fase 1, donde se muestra que la empresa Redefine Meat imprime piezas grandes de “carne” que luego son cortadas y cocinadas.

- Información nutricional de los platos impresos. Como ya se incluye en la interfaz, el hecho de que la impresora calcule la información nutricional basándose en la cantidad extruida y el alimento utilizado, añade un gran valor al producto en una sociedad en la que cada vez hay más interés en alimentarse adecuadamente.

- Poder crear formas y recetas. Un gran añadido propuesto es el poder crear y compartir formas y alimentos con el resto de los usuarios.

La cocina del futuro:

Conceptualización de una impresora de comida 3D y el diseño de su interfaz.

TFG

The future kitchen:

Conceptualization of a 3D food printer and the interface design.

Hugo Ian Lázaró Lasaosa, 697276

4º Ingeniería de diseño industrial y desarrollo del producto

Universidad de Zaragoza, EINA

Curso 2019/2020