

Prototipo funcional y especulativo para *NeuraLink* Interacción mente – dispositivo



Máster Universitario en Diseño de Interacción y Experiencia de Usuario

Nombre Estudiante

Gabriel Parés Mahedero

Área del trabajo final

Tecnología y diseño UX

Director

Andrés González Fernández

Profesorado

Ferran Gimenez Prado

Enric Mor Pera

Fecha Entrega

25/05/2022

Copyright 2022 ©Gabriel Parés Mahedero.



Esta obra está sujeta a una licencia de
Reconocimiento [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

FICHA DEL TRABAJO FINAL

Título del trabajo:	Prototipo funcional y especulativo para <i>NeuraLink</i> Interacción mente – dispositivo
Nombre del autor:	Gabriel Parés Mahedero
Nombre del consultor/a:	Andrés González Fernández
Nombre del PRA:	<i>Ferran Gimenez Prado y Enric Mor Pera</i>
Fecha de entrega:	25/04/2022
Titulación:	Máster en UX
Área del Trabajo Final:	Tecnología y diseño UX
Idioma del trabajo:	Español
Palabras clave	<i>Neuralink, prototipo, interacción mente – dispositivo</i>

Resumen del Trabajo

Se ha realizado un prototipo especulativo de una aplicación móvil. Esta aplicación se construye para ayudar a los futuros usuarios de *Neuralink* a aprender una nueva interacción basada en el control mental. Los usuarios potenciales son pacientes de invalidez física en sus brazos, manos o dedos.

El diseño y prototipado es especulativo porque no tenemos las herramientas de comprobar el funcionamiento real de la interacción. Por esa razón, nos aproximamos a partir de diferentes técnicas UX como el *thinking aloud*. Empezando por un proceso de investigación, pasando por la definición, el desarrollo y la evaluación.

Después de ejecutar el trabajo y conseguir resultados positivos, confirmamos que, sí es viable el uso de la aplicación, aunque se deberían de tener en cuenta más variables a añadir al prototipo para confirmar su correcto funcionamiento, al igual que una logística totalmente articulada para la inserción del producto N1. De la misma, manera es importante mantener estudios actualizados de la competencia por los altos cambios evolutivos que puedan tener gracias a nuevas tecnologías de IA.

Abstract

We made a speculative prototype of a mobile application. This application is built to help future Neuralink users to learn a new interaction based on mind control. Potential users are patients with physical disability in their arms, hands, or fingers.

The design and prototyping are speculative because we do not have the tools to test the actual functioning of the real interaction. For that reason, we approach from different UX techniques such as thinking aloud test. Starting with a research process, going through definition, development, and evaluation.

After carrying out the work and achieving positive results, we confirmed that, yes, the use of the application is viable, although more variables should be considered to add to the prototype to confirm its correct functioning as well as a fully articulated logistics for the insertion of the N1 product. In the same way, it is important to keep updated studies of the competition due to the high evolutionary changes that may occur because off the new AI technologies.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Contexto y justificación del Trabajo	1
1.2 Objetivos del Trabajo	2
1.3 Enfoque y método seguido	3
1.4 Planificación del Trabajo	4
2. RESEARCH	7
2.1 ¿Qué es la neurociencia? – Desk research	7
2.2 ¿Qué es Neuralink? – Desk research	8
2.3 ¿Que és de “ <i>the Link</i> ”? – Desk research	9
2.4 ¿Cómo se instala “ <i>the Link</i> ”? – Desk research	11
2.5 ¿Cómo controlar el dispositivo?	12
2.6 ¿Es realista la idea de crear un sistema de interacción entre la mente y un dispositivo? – Desk research	13
2.7 Controversia – Desk research	15
2.8 Estudio de la competencia – Benchmarking	16
2.9 Hipótesis	25
2.10 Entrevistas	26
3. DEFINICIÓN	33
3.1 Ficha persona	33
3.2 Escenarios de uso	35
3.2 <i>User Journeys</i>	36
3.3 <i>Lean UX Canvas</i>	38
4. DESARROLLO	40
4.1 <i>Inventario de contenidos</i>	40
4.2 <i>Card sorting</i>	40
4.3 Árbol de contenidos	42
4.4 Diagrama de flujo	43
4.5 <i>Sketch</i>	45
4.6 Prototipo	46
5. EVALUACIÓN	58
5.1 Thinking aloud test	58
5.2 Cambios que realizar	66
5.3 Cambios realizados	66
5.4 Cambios que realizar	69
6. CONCLUSIONES	70
6.1 Conclusiones éticas	70
6.2 Conclusiones especulativas VS realidades	70
6.3 Conclusión final	71
5. BIBLIOGRAFÍA	72
6. ANEXOS	74
6.1 Documentación legal:	74
6.2 Pantallas del “pre prototipo” de <i>Neuralink</i>	75
6.3 <i>Sketches</i>	80
FIN	83



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y justificación del Trabajo

Este trabajo parte de la idea de crear una aplicación que sea controlable con la mente a partir de un chip que envía impulsos eléctricos a las neuronas de un cerebro humano y se conecta a un dispositivo electrónico vía *bluetooth*. Este chip es implantado en el cerebro del público objetivo / paciente a través de una pequeña operación. La funcionalidad principal de la aplicación es entrenar el cerebro para posteriormente poder ser usado para controlar otras aplicaciones como por ejemplo el teclado o un ratón. Por lo tanto, estamos delante de una aplicación que permitirá entrenar un nuevo tipo de **interacción**, esa que es dada entre la **mente y una interfaz**.

“Esta tecnología significa un cambio radical en esas personas que tienen problemas de movilidad.”

- *Elon Musk, fundador de Neuralink* [\[1\]](#)

En esta afirmación se afirma la idea de ofrecer una nueva dimensión y vida, con la posibilidad de utilizar su mente para volver a interactuar con un teléfono móvil u otro dispositivo, aun padeciendo una incapacidad de movimiento.

Esta no es una idea nueva o inventada por *Neuralink*. Según varias fuentes, como la *MIT Technology review*, nos explican que muchos científicos llevan más de 15 años de investigación en implantes cerebrales que permiten a los pacientes mover cursores de ordenador o brazos robóticos a partir de sus impulsos neuronales. Uno de estos científicos (Andrew Schwartz) nos afirma que la tecnología hace tiempo que se conoce. Ahora bien, también reconoce el gran avance que la empresa de Musk ha conseguido con una gran ingeniería.

“That kind of control was demonstrated more than twenty years ago.”

- *Andrew Schwartz, científico en neurobiología* [\[2\]](#)

La aplicación se basa en un simple proceso de entrenamiento del chip implementado, para abrir un nuevo horizonte de posibilidades para el usuario potencial en cuestión. Además, la empresa de **Neuralink busca tratar otro tipo de desórdenes neurológicos como la ansiedad o la depresión**, usando el mismo funcionamiento.

Ahora mismo, esta aplicación no existe en el mercado porque se trata de un proyecto aún en desarrollo de la empresa *Neuralink*. La información que la empresa nos otorga de dicha *app* no es más que la de un pequeño vídeo de simulación que encontramos en su web: <https://neuralink.com/approach/>. Por lo tanto, con todo el trabajo realizado en este proyecto cubrimos la necesidad

de realizar un producto aún no existente, que puede cambiar por completo la vida de muchas personas con incapacidad para mover o utilizar sus brazos.

Es importante comentar que bajo el contexto estudiantil que se encuentra este trabajo no es posible acceder a la tecnología y conocimiento suficiente para prototipar una aplicación que se mueva realmente con la mente. Para paliar el margen de error, se estudian también las fórmulas y técnicas más acertadas para conseguir un **diseño especulativo fiel al resultado que se podría obtener si realmente la aplicación fuera controlada con la mente**. Así pues, la funcionalidad principal de nuestra aplicación se basa en diferentes metodologías y juegos para entrar al usuario en términos de eficacia y eficiencia para dominar la interacción mental.

Esta temática es relevante por el simple hecho de ser revolucionaria. Hoy en día no existe una interfaz de una aplicación móvil para dicha funcionalidad. Aunque es posible que en la fase de investigación se descubran algunos prototipos ya existentes de otros diseñadores especulativos. *Neuralink* y otras empresas están en proceso de formular y crear alguna interfaz para esta tipología de sistema neuronal en un ámbito clínico.

Resumiendo, con algo de redundancia, se marca como hito final el poder **crear una interfaz de smartphone que sea controlada por la mente del usuario** (de manera especulativa). Por lo tanto, la hipótesis inicial se basa en la siguiente sentencia:

Es posible simular una aplicación basada en la interacción neuronal para uso móvil.

1.2 Objetivos del Trabajo

- Entender el funcionamiento del sistema de *Neuralink*, implicando un mínimo conocimiento del contexto biológico neuronal y sus conexiones. Al igual que de la ingeniería del chip creado por la empresa y su conexión con la aplicación móvil.
- Comprender que, y como siente el público objetivo, la tecnología y método planteado. Teniendo en cuenta las dimensiones éticas.
- Conseguir toda la información posiblemente útil sobre otras empresas o organismos que estudien soluciones parecidas. Teniendo en cuenta también sus dimensiones éticas.
- Entender las necesidades reales de los pacientes.
- Conseguir un prototipo funcional gracias al uso correcto de la arquitectura de la información y de un buen diseño. Así como de las correctas técnicas de testeo.

- Conseguir un prototipo fiel al diseño y estética de *Neuralink*.
- Implementar mejoras al prototipo para conseguir la versión final.
- Extrapolar conclusiones (estas serán de índole especulativa). Posteriormente, filtrarlas en conclusiones reales explicando el porqué de cada una.
- Establecer otras conclusiones, pero en perspectiva de la ética del proyecto. Teniendo en cuenta la información conseguida por los usuarios y otras empresas.

1.3 Enfoque y método seguido

Para conseguir los objetivos planteados y un buen resultado es necesario seguir el siguiente itinerario:

Primeramente, **conocer muy bien el campo neuronal y su funcionamiento**. Entender que tipos de juegos pueden ayudar al usuario a ser más rápido en su aprendizaje.

Posteriormente, tener unas **pequeñas entrevistas** con los usuarios para conocer su **opinión sobre la temática a trabajar y realizar fichas persona** de una manera orientada y definida. A través de esas entrevistas también extraer una **lista de requisitos** tanto funcionales como no funcionales. Es gracias a esta técnica que podemos profundizar, recoger información sobre comportamientos, actitudes o intenciones. Ahora bien, siempre teniendo en cuenta la imparcialidad necesaria y la importancia de saber entender más allá de los sesgos del usuario y de los personales.

Los pacientes se encuentran en un **hospital de Terrassa** que nos ha permitido la entrada y la interacción con aquellos pacientes que estén interesados en ayudar y contribuir en el proyecto.

El conocimiento plasmado en el proyecto no es extraído únicamente de la red. El **departamento de neurología de la UAB** nos abre sus puertas para explicarnos informalmente y a un nivel sencillo el funcionamiento neuronal del cerebro humano.

Con la información bien detallada, ya es posible tener claro los requisitos del usuario, para poder trabajar con este y desarrollar diferentes escenarios que dan pie a los **user journeys**. Con estas técnicas simulamos el recorrido de un usuario sabiendo como este se siente en sus diferentes pasos.

A continuación, es importante hacer un **estudio de la competencia** para entender si existe algún producto parecido y hacer la comparativa pertinente.

Teniendo en cuenta las diferentes funcionalidades adquiridas anteriormente, es ideal crear un **árbol de contenidos** y ordenar toda la **arquitectura de la información**. A continuación, para visualizar y obtener datos cualitativos se crean los **diagramas de flujo de las funcionalidades básicas**. Gracias a este paso podemos hacer un pequeño **sketching** que pasara a ser un prototipo funcional. Este debe de ser testado por el público objetivo **a través de un test** que contenga de 3 a 5 tareas que realizar y que posteriormente nos ayude a mejorar el prototipo.

Finalmente, podemos comparar los resultados obtenidos con los esperados y extrapolarlos a casos reales teniendo en cuenta y explicando las diferencias.

1.4 Planificación del Trabajo

Para realizar este proyecto son necesarios diferentes tipos de recursos.

1. Por una parte, encontramos los recursos materiales y físicos:
 - Un vehículo para la movilidad.
 - Computadora para desarrollar y escribir el trabajo.
 - Conexión a internet a través de cable o wifi.
 - Los documentos necesarios para realizar las diferentes pruebas con usuarios.
 - Grabadora de sonido y vídeo móvil para las entrevistas.
 - Utensilios de escritura.

2. Por otro lado, encontramos los recursos no materiales:
 - Información sobre los campos estudiados.
 - El tiempo necesario para cumplir todos los objetivos marcados.
 - Acceso al público objetivo por parte de una entidad médica.

Ahora bien, todo el trabajo a realizar se divide en relación con las entregas de las diferentes PEC's. Esto lo podemos ver a continuación:

Plan de trabajo – PEC 1 – Duración aproximada: 50h

Especificar y defender argumentalmente la idea del trabajo. Entender los objetivos del proyecto, cómo este se va a realizar, a la vez que marcar las pautas a seguir con los calendarios y un diagrama Gantt.

Hito final: Marcar toda la organización futura del proyecto.

Investigación, definición e ideación – PEC 2 – Duración aproximada: 80h

Extraer la información y el aprendizaje necesario sobre la temática estudiada a través de la red y del departamento de neurología de la UAB.

Preparar entrevistas para conocer a los usuarios y saber que piensan al respecto de la tecnología que va a ser testada. Además de encontrar y quedar con futuros usuarios que quieran ayudarnos en las fases venideras.

Realizar las fichas persona según la experiencia adquirida y crear los posibles escenarios de uso. Hacer los *user journeys*.

Estudiar si existe competencia y en caso positivo hacer un estudio de esta.

Hito final: Conocer todo el contexto que envuelve el trabajo a través de diferentes vías informativas, definir el perfil del usuario y cuando este puede interactuar con la aplicación.

Prototipado – PEC 3 – Duración aproximada: 80h

Crear una pequeña guía de estilo de la empresa de *Neuralink*.

Entender y desarrollar las funcionalidades de entrenamiento la *app*. Crear un árbol de contenidos para ordenar y estabilizar la arquitectura de la información.

Diseñar los diagramas de flujo de las 3 o 5 funcionalidades principales.

Hacer un *sketching* del diseño que nos lleve a un prototipo de bajo nivel que pasara a ser uno funcional.

Diseñar el prototipo teniendo en cuenta todos los puntos anteriores y el estilo gráfico de la empresa.

Hito final: Tener un prototipo listo para ser testeado.

Evaluación, fase final y memoria – PEC 4 – Duración aproximada: 50h

Evaluar el último prototipo a través de un test y realizar los cambios necesarios a consecuencia.

Redactar las conclusiones y especular de la manera más fiable posible el resultado obtenido para acercarlo a la realidad.

Repasar todos los aspectos necesarios de la memoria, para dejarla lista para su entrega.

Hito final: Terminar el proyecto.

Vídeo de presentación – PEC 5 – Duración aproximada: 20h

Estructurar toda la idea y trabajo del proyecto para ser capaz de hacer una pequeña presentación grabada.

Hito final: Adquirir la capacidad de defender todo el proyecto de una manera resumida ante la cámara.

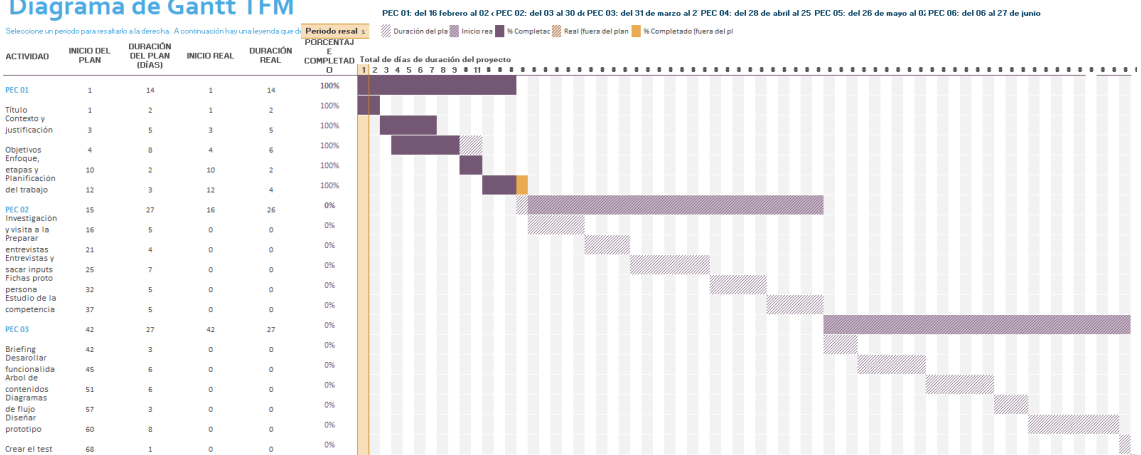
Presentación final – PEC 6 – Duración aproximada: 20h

Presentar estructuradamente el trabajo realizado a partir de una correcta presentación.

Hito final: Presentar y dar a entender al jurado la comprensión y el trabajo ejecutado durante todo el tiempo estipulado, además de mostrar correctamente las conclusiones.

Toda esta misma información ha sido transportada a un diagrama de Gantt.

Diagrama de Gantt TFM



Fuente: elaboración propia

2. RESEARCH

Para desarrollar el prototipo de la aplicación, es necesario **entender las necesidades** de la empresa (con un briefing) y del público objetivo. Aunque en este caso, se debe profundizar más por la complejidad de la temática y por un resultado mejor en producto final. Entendiendo no solo a la empresa y el usuario potencial, sino también el **producto y la ciencia** que utiliza. Como funciona este funciona y afecta al cuerpo humano brindando soluciones. Añadiendo un estudio de como el resto del mundo trabaja con esta ciencia.

2.1 ¿Qué es la neurociencia? – Desk research

Antes de entender que es exactamente la neurociencia, es necesario comprender el epicentro de dicha ciencia. Tras una pequeña charla vía *zoom*, la doctora Sonia Añor, responsable del servicio de neurología y neurocirugía de la UAB nos explica de manera sencilla, los puntos básicos sobre su profesión. Ella ha sido amable en todo momento y ha estado dispuesta a ayudar con su información al proyecto. Este contacto fue a través de su web: <https://www.uab.cat/web/serveis/servei-de-neurologia-i-neurocirurgia-1302503580893.html>.

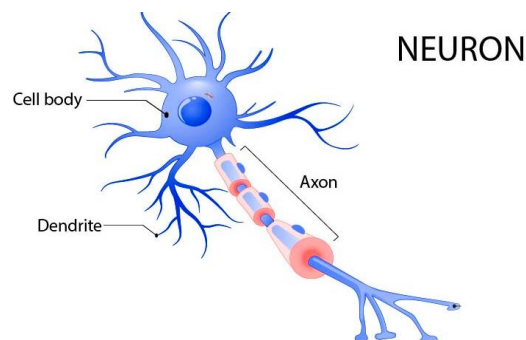
Primeramente, nos cuenta que una neurona es una pequeña célula que se encuentra en el sistema nervioso, junto a muchas otras como ella. Estas células se encargan de activar o inhibir ciertas corrientes eléctricas a través del sistema nervioso. A grandes rasgos podemos resumir que se encargan de enviar y recibir información del cuerpo. Como si fueran un teléfono, tienen la opción de “hacer o recibir llamadas”. De esta manera las células pueden comunicarse entre sí dejando pasar la electricidad. Esto lo llevan a cabo a partir de muchos estímulos eléctricos conocidos normalmente como; “potencial de acción”. Gracias a estos estímulos el cerebro humano es capaz de comunicarse con todo el organismo humano a través de estos mensajes eléctricos entre neuronas.

En su conjunto, las neuronas crean una autopista metafórica por donde viaja la información. Para formar esta autopista y que la “potencial de acción” pueda transmitirse entre neuronas, se **crea la sinapsis**.

Sonia también nos comenta que existen alrededor de **86 mil millones de neuronas** en una persona adulta. Cuanto más mayor se hace la persona, más neuronas pierde, pero si el cerebro es entrenado constantemente existe cierta regeneración neuronal. Se crean nuevas neuronas y también nuevas conexiones entre ellas (conexiones neuronales).

La doctora nos cuenta que una neurona consta generalmente de tres partes simplificadas:

1. **Cuerpo celular.** Es el centro de la neurona y donde se desarrollan las funciones metabólicas. Gracias a estas funciones son capaces de transmitir la información necesaria a otras neuronas. En esta parte también encontramos el citoplasma, lisosomas y las mitocondrias. Sin entrar mucho en detalle, estos orgánulos son de vital importancia por las proteínas que contienen y por los propios cromosomas que se hallan en su interior.
2. **Dendritas.** Podemos decir que esta parte es como los brazos de la célula. Numerosas espinas que están conectadas al cuerpo de la neurona que se encargan de alimentar a la célula y dar la posibilidad de realizar los impulsos eléctricos.
3. **Axón.** Es la parte que transporta directamente el “potencial de acción” a otra neurona. Es una parte de gran prolongación que nace del cuerpo celular.



Fuente: <https://askthescientists.com/>

2.2 ¿Qué es Neuralink? – Desk research

Neuralink es una empresa de neuro tecnología especializada en el desarrollo de *Brain-Machine Interfaces* o *BMI*. Se fundó en Julio de 2016 por el conocido Elon Musk, quien apunta de manera muy ambiciosa para los logros de su empresa.

El objetivo embrionario de la empresa era crear un dispositivo capaz de tratar a pacientes con discapacidades causadas por problemas neurológicos, logrando una cura y una simbiosis total entre la persona y la inteligencia artificial. Cómo nos explica su propia web, sus planes a largo plazo se basan en un mundo

donde el conjunto de la humanidad logre esta simbiosis y coexistencia entre el humano y la IA.

Con el paso de los años, el proyecto principal paso a centrarse en la creación de un pequeño chip biocompatible con el cuerpo humano, el cual sería insertado idealmente a través de una vena o arteria. La idea es la de diseñar el primer implante neuronal que permite controlar una computadora o dispositivo móvil con el uso de la mente.



Fuente: [¿Qué quiere hacer Elon Musk con nuestros cerebros? Claves para entender a Neuralink - Forbes Chile](#)

Para la siguiente explicación es importante aclarar que según Wikipedia un electrodo es un conductor de electricidad que se usa normalmente para la estimulación. Entonces, para poder registrar las señales eléctricas del cerebro, *Neuralink* coloca electrodos en el cráneo para detectar las potenciales de acción. El registro de actividad neuronal les permite decodificar la información e interpretarla.

Paralelamente se desarrolló **un robot capaz de realizar las operaciones de inserción** del “chip”. Durante varios años se hicieron experimentos exitosos con animales. Cómo cuenta el mismo Musk, insertaron este chip en el cerebro de un mono. Consiguiendo que jugara al *pong* telepáticamente.

Neuralink trabaja también con un Consejo Asesor de Consumidores (CAB), compuesto por trabajadores que conviven con personas con problemas de movilidad para seguir mejorando su investigación y la ingeniería para el desarrollo de soluciones.

En perspectiva de futuro, la empresa desea poder crear esta interfaz cerebral para el alcance de toda la población. A nivel económico, **la empresa capta suficiente capital como para poder financiar sus proyectos**, teniendo en cuenta la gran aportación extra de Elon Musk, quien es considerado uno de los hombres más ricos del mundo.

2.3 ¿Que és de “the Link”? – Desk research

Es el “chip” que se implanta en el cerebro para poder realizar la interacción mente – dispositivo.

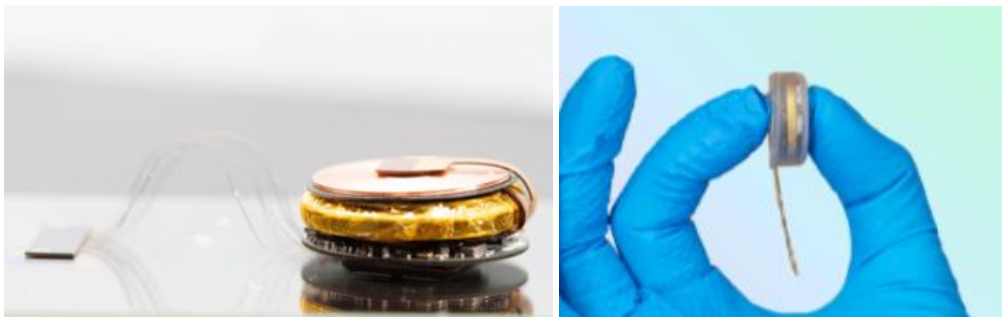
Primeramente, es importante aclarar que la empresa no utiliza el nombre de chip, sino de **“the Link”** o enlace si lo traducimos literalmente al español. Tal y como explica la revista de **MIT Technology Review**, el chip usa decenas de finos conductores para registrar las señales de un cerebro. Los hilos son de escala micrométrica (más delgados que un cabello humano). Se insertan en las diferentes áreas del cerebro para entender como las neuronas actúan en los aspectos motores y de movimiento.

Cada hilo contiene muchos electrodos que dan información directa al implante. Es decir, que cuando un usuario piensa en mover el brazo o la mano, los hilos conectados al cerebro son capaces de decodificar sus intenciones y enviar esa información al centro del enlace. Con el tiempo y gracias a la inteligencia artificial, **“the Link”** es capaz de aprender los movimientos y pasarlos a un dispositivo como una computadora, para tener interacción con ese aparato electrónico.

La colocación de este chip está pensada para estar detrás de la oreja. Parecido a un audífono, pero colocado **dentro de la piel**, mientras se conectan una decena de hilos conductores en puntos clave del cerebro. Según explico la doctora Sonia, desde hace años, se conocen bien algunas partes del cerebro y la información que están trabajan. En este caso, la parte seleccionada es la que está relacionada con los movimientos motores.

Con la evolución de esta tecnología, se tiene pensado aumentar el número de canales de comunicación con el cerebro. Atacando trastornos neurológicos, restaurar funciones sensoriales y de movimiento. Con el último fin de cambiar la interacción incluso entre personas.

El último modelo del chip se llama **“N1 Link”**. Un dispositivo de 8 milímetros de diámetro que cuenta con 1.024 canales. En las siguientes dos imágenes podemos verlo directamente.



Fuente: <https://neuralink.com/approach/>

En la presentación del producto, la misma organización admite que como estrategia de marketing, sus primeras unidades serán destinadas a gente famosa, los cuales harán buena publicidad de estos, además de un aliciente por la opción de tener un precio reembolsable.

El **precio será alto y enfocado en el ámbito médico**. Si el producto funciona y la demanda aumenta, Elon estima que los precios de la intervención más la introducción del chip puedan oscilar entre los **2.000 y 3.000 dólares**.

Para que el **usuario final sea capaz de ejecutar tareas** en un dispositivo a través de su mente, necesita entrenamiento, hasta poder lograr una mejor simbiosis con la inteligencia artificial. La solución de *Neuralink*, es desarrollar **una aplicación capaz de entrenar el cerebro**.

2.4 ¿Cómo se instala “the Link”? – Desk research

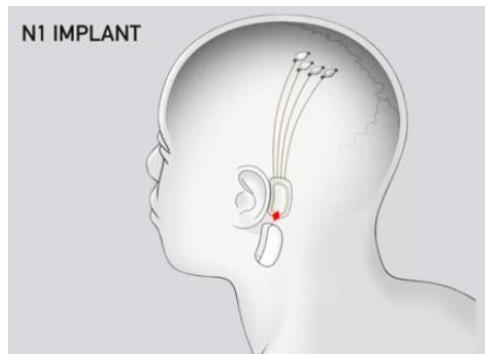
Como se comenta en el apartado de: ¿qué es *Neuralink*?; la empresa creó un **robot capaz de realizar la operación del implante**, debido a que es totalmente **imposible que la mano humana pueda insertar el chip** porque los hilos de este son demasiado finos y flexibles.

En contra parte, el robot es capaz de insertar múltiples chips para evitar problemas de rechazo. Este robot puede insertar 6 hilos por minuto, es decir, 192 electrodos por minuto. Por lo que se calcula que **la intervención puede durar unas 2 horas**. En su inserción, este evita los vasos sanguíneos, reduciendo respuestas inflamatorias del organismo. Durante todo el procedimiento el robot debe de estar controlado y supervisado por uno o dos neurocirujanos.



Fuente: <https://ecoosfera.com/destacados/elon-musk-presenta-robot-implantar-chips-cerebro-neuralink/>

En la siguiente captura podemos observar que la parte del chip se conecta detrás de la oreja y luego se conectan los hilos a las partes correspondientes del cerebro.



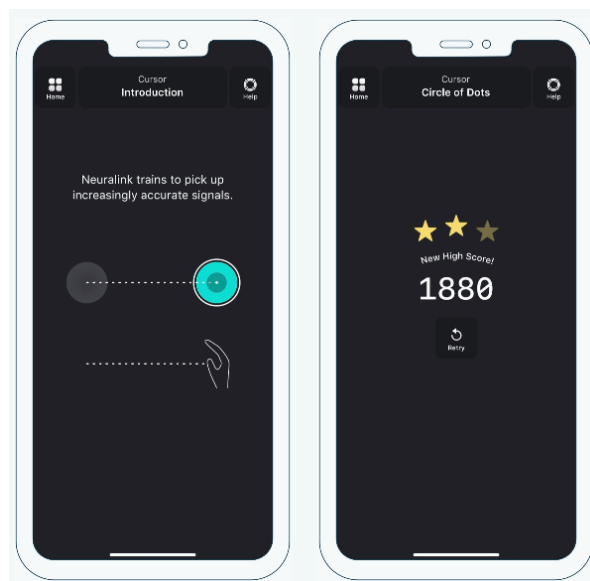
Fuente: https://www.abc.es/ciencia/abci-funciona-neuralink-sistema-elon-musk-conecta-cerebro-internet-201907290228_noticia.html?msckid=76558784b1b711ec94b7ebe56852ecd9

2.5 ¿Cómo controlar el dispositivo?

La idea es que la aplicación de *Neuralink* te permita controlar tu dispositivo iOS, el teclado y el ratón a tiempo real, con el uso de la mente.

Para poder ejecutar las anteriores funciones, el usuario debe de pasar por un proceso de aprendizaje. La aplicación contiene este proceso en un conjunto de niveles que ayudan a la persona a entrenarse para posteriormente poder manejar los dispositivos pertinentes. Cuanta más practica genere el usuario, más aprenderán los algoritmos de decodificación y mejor será la simbiosis entre la mente y la inteligencia artificial. Para **conectar** la aplicación con el implante, se **establece entre ambos mediante una conexión bluetooth**.

Actualmente las únicas imágenes que tenemos de la aplicación es la siguiente (funciona únicamente a nivel de marketing):



Fuente: <https://neuralink.com/approach/>

En estas imágenes podemos apreciar como existen 3 grandes funcionalidades de uso:

- Control para iPhone 13 pro.
- Control para ratón de computadora.
- Control para teclado.

En la demo solo es posible **ver la simulación de iPhone**. Donde vemos que el usuario se encuentra en la sesión de entrenamiento numero 7/10. En esta sesión toca “*circle of dots*”. En las siguientes podemos encontrar un juego de “*speed*”, otro de “*accuracy*” y uno final de resumen de lo aprendido.

Paralelamente tenemos información sobre el porcentaje completado (en este caso un 78%) y de las horas aproximadas que quedan para terminar. Si hacemos un cálculo rápido aproximado tenemos que si en 2 horas que le quedan al usuario va a completar un 22%, tardará 1 hora en hacer un 11%. Siguiendo esta métrica tardaría 8 horas en hacer un 88% y un poco más de **9 horas para realizar el 100%** del entrenamiento para iPhone. Es importante tener en cuenta que no es una mala métrica para una interacción totalmente nueva que realiza el paciente.

En la parte inferior de la pantalla encontramos una opción para activar el control total del iPhone, que solo esta activa cuando se termina todo el entrenamiento.

Una vez se nos muestra el click en el entrenamiento se muestran unas instrucciones que duran 5 segundos y posteriormente empieza el juego. Una vez terminado, aparece la puntuación conseguida y solo se da la opción de repetir el ejercicio.

2.6 ¿Es realista la idea de crear un sistema de interacción entre la mente y un dispositivo? – Desk research

Para crear el prototipo simulado de la app es necesario conocer su producto y tecnología, independientemente de si otras empresas (de las cuales nos nutrimos a nivel informativo) sean capaces o no de realizar la interacción cerebro-máquina. Nosotros somos inexpertos en la materia, por lo que es recomendable contrastar la información dada por la empresa con suficiente raciocino y comprender las opiniones externas, para conseguir así, una mejor visión del proyecto.

Después de recolectar información en diferentes periódicos como la razón, en revistas médicas como *Journal of Medical Internet Research* o en *pappers* y artículos científicos como los del japonés Nishio Shuichi, **es más fácil ver con una perspectiva objetiva y critica a la empresa de Neuralink**. Rompiendo así con el humo espeso que se encuentra en las redes.

Las principales críticas basadas en datos tangibles se centran en las múltiples promesas que Elon Musk (dueño de la compañía) hace en sus múltiples apariciones. Generalmente se ve con despecho el excesivo uso del marketing en sus discursos superficiales (en ciertos aspectos). Los científicos como Christian Penaloza y doctores como Jackson Ryan exponen que cosas tales como **la telepatía, almacenamiento de información de la memoria o curar la depresión, son aún inalcanzables en cortos periodos de tiempo**. Es decir, son campos que la ciencia desconoce vagamente y es poco fiable construir encima de ideas poco sólidas.

Por otro lado, estos mismos críticos no tienen reparos en reconocer los puntos fuertes que *Neuralink* presenta. Existen otros campos de la ciencia que se conocen muy bien a nivel teórico y para probarlos solo hace falta más inversión y buena tecnología (características que *Neuralink* posee).

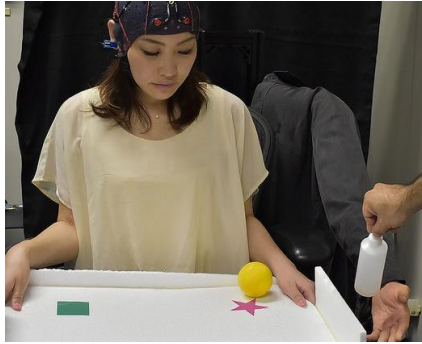
Como bien remarcan los expertos, uno de los puntos álgidos de la empresa es la ingeniería neuronal. La capacidad de diseñar electrodos especialmente finos para introducirlos en el cerebro humano y así poder estimularlo, es; “verdaderamente brillante”. O al menos así lo afirma en uno de sus vídeos dedicados a *Neuralink*, Javier Santaolalla. Un divulgador científico de la red muy respetado en el mundo de la ciencia y la física. El divulgador científico nos explica que, si el electrodo es más grueso, más agresiva será su inserción y a su vez esto provoque **que el cerebro no lo tolere bien durante periodos largos de tiempo**.

En su contraparte, esto significa que, si estos electrodos son más finos, la probabilidad de aceptación para el cerebro es mucho mayor a la vez que aumenta el tiempo de duración que el “chip” pueda estar en el cerebro humano. Además de esto, se encuentra otra ventaja. Si el grosor es menor, la facilidad en estimular y activar las neuronas deseadas es mayor. Este gran avance ha provocado **un horizonte nuevo para las limitaciones tecnológicas** general que existían hasta el momento.

Otro de los puntos fuertes que los diferentes científicos reconocen ante la empresa, es su gran posibilidad en crear una interacción con cerebro-maquina real y funcional.

Obaid Abdulmalik afirma en un artículo para el sexto volumen de *Science Advance* que existen muchos estudios sobre la zona cognitiva del cerebro y sus estructuras. Algunos de ellos evolucionados en diferentes tecnologías para permitir a gente con parálisis poder usar prótesis externas o mover un cursor con la mente. Aunque a diferencia de Musk, disponen de menos publicidad.

Un ejemplo interesante para el proyecto es el de Nishio Shuichi quien ha creado un pequeño casco con el que poder mover un brazo robótico.



Fuente: <https://unamglobal.unam.mx/desarrolla-cientifico-mexicano-en-japon-tercer-brazo-controlado-por-el-cerebro/>

Por lo tanto, **sí, es realista crear una interacción entre el cerebro y un dispositivo** y más después de ver las pruebas exitosas con los monos y cerdos.

Consecuentemente es lícito estudiar y mejorar su interacción, empezando por un prototipo simulado y ver si realmente puede ser viable en el mercado actual.

Neuralink tiene muchos frentes abiertos con su tecnológica y neurociencia, pero en este proyecto, como se ha comentado anteriormente, nos centramos en el prototipo de la aplicación que permite al usuario entrenar su mente para posteriormente poder controlar un dispositivo con ella.

2.7 Controversia – Desk research

Para el usuario puede resultar **muy invasivo** el hecho de tener **un dispositivo inteligente dentro del cerebro**. Aunque por su contra parte no existe ninguna marca o daño en el físico de la persona, a diferencia de otros mecanismos. En los procedimientos de entrevistas se averigua si realmente puede dar miedo a muchos el pasar por una pequeña operación a cambio del resultado que se espera.

Otra fuente de controversia que expone la misma organización es la posible vulnerabilidad del chip ante ataques de piratería informática, pudiendo generar lesiones adicionales al paciente. Tal y como nos explica el periodista tecnológico Jake McEvoy en su artículo; *“What Is Neuralink?”*, a raíz del problema de la vulnerabilidad, más teorías conspiradoras y la falta de información necesaria, el público general es capaz de pensar en que pueda existir un tipo de control mental a través de ese chip. Una posibilidad que es totalmente ficticia según corroboran los expertos.

“Hasta ahora, con muy poca información que se ha filtrado a los medios, gran parte de esta discusión es solo especulación. Tal vez el chip Neuralink nos haga a todos extremadamente inteligentes, o tal vez no mejore nuestro conocimiento en absoluto, (un idiota con un teléfono inteligente es simplemente un idiota más eficiente). Pero está claro que nadie podrá controlar nuestra voluntad.”

2.8 Estudio de la competencia – Benchmarking

Existen muchas empresas que trabajan en mecanismos y objetos que permitan a personas con problemas de movilidad en sus extremidades tener una ayuda.

Diferentes robots y exoesqueletos conectados a través de un casco que interpreta los impulsos neuronales para intentar simular el movimiento de dichas extremidades. Otros intentan mover esas extremidades no funcionales o suplirlas en el caso de que no existan. Otros se basan en la inteligencia artificial para crear pequeños objetos que aprendan a interpretar diferentes procesos cognitivos o neuronales.

En este estudio tenemos en cuenta que nuestro producto principal es la aplicación, pero esta forma parte de un conjunto mayor y por lo cual se engloba también a *the Link* y a su robot de inserción. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la ergonomía, distribución y logística de todo el producto y ver como lo trabajan los competidores. Obteniendo no solo información sobre la arquitectura de la información y del diseño, sino también de la tipología de minijuegos que pueden resultar interesantes para nuestro público objetivo

En general muchas de estas empresas se encuentran en fases de desarrollo, pero como se puede ver **las que más avanzan son aquellas que interactúan pro activamente con la IA**. Pero, por otro lado, **ninguna empresa plantea la idea de conectar un “chip” directamente al cerebro y a las neuronas**. Ahora procedemos a ver varios ejemplos:

2.8.1 Arnav Kapur

En el primer ejemplo, no encontramos a una empresa como tal, sino que a un investigador de la universidad de Massachusetts.

Él es Arnav Kapur, un ingeniero quien, a través de una interfaz colocada en el cuello del usuario, con una forma parecida a un micrófono, ha conseguido **interpretar las señales que se producen en la cavidad bucal** para darles múltiples usos.

Por ejemplo, que **una persona que no pueda hablar por culpa de un cáncer vocal sea capaz de comunicarse en tiempo real**, solo con el pensamiento a través de una voz salida del dispositivo, o mostrando en una pantalla el texto de la frase pensada por la persona.



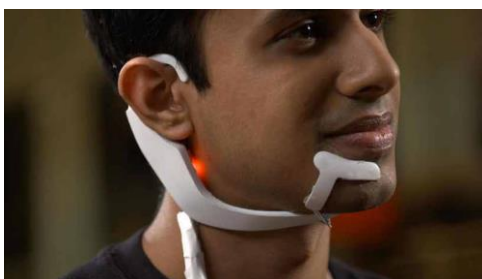
Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=38gHDi45gT4&t=6s>

Esto es gracias al entrenamiento de la inteligencia artificial leyendo las **señales que envía el cerebro al paladar y a la lengua antes de producir el sonido**. Más tarde este objeto envía una respuesta al oído del usuario a través de la conducción ósea de su cráneo. La suma de esta señal con la señal producida al principio, devuelven a la mente del usuario la sensación de estar hablando con él mismo y de poder comunicarse con el objeto. Dando no solo la opción de hablar artificialmente, sino también de poder registrar perfectamente la información pensada.

Se trata de un dispositivo que registra información específica que el usuario quiere comunicar sin tener que vocalizar, ni mover los dedos o la boca.

En este caso, Arnav tiene un pensamiento parecido a Elon Musk. Ambos quieren elevar las capacidades cognitivas del ser humano a través de una simbiosis con la inteligencia artificial. Ambos persiguen la idea de ayudar a personas con incapacidades, pero atacan a un público objetivo distinto.

Mientras Neuralink se centra personas con incapacidades motoras para darles poder delante de un dispositivo, Arnav se centra en dar voz a aquellas personas incapacitadas en tenerla. Su plan de futuro es reducir al máximo el tamaño del dispositivo y hacerlo lo menos visible posible. Donde podemos hacer una comparativa constructiva es en el diseño de la interfaz del dispositivo.



Fuente: <https://techstartups.com/2020/08/28/meet-arnav-kapur-student-mits-media-lab-can-surf-internet-mind/>

Como se observa en la captura anterior, el dispositivo es algo grande y podría llegar a ser molesto y poco agradable, teniendo en cuenta la hipótesis de que, en la mayoría de los casos, el usuario quiere disimular en la medida de lo posible aquellos aparatos externos que le ayudan con alguna discapacidad, es

posible que sea preferible para muchos usuarios a nivel de diseño en contra del chip de *Neuralink*.

La interfaz deja de ser tan intrusiva, quedando visible pero disimulada. Por lo que nace un punto interesante para averiguar en las entrevistas con los usuarios. Comprendiendo si **prefieren un dispositivo que formará parte de ellos** y podrán olvidarse de él porque funcionara de manera automática. O estar pendientes **de un dispositivo que es visible**, que requiere más atención y puede ser molesto en el día a día, pero que no necesita ser tan intrusivo y **no requiere de una pequeña operación**.

La temática económica también juega un rol importante en esta cuestión.

2.8.2 Lumosity

El segundo ejemplo se centra en el tipo de funcionalidad de la aplicación a crear. Una aplicación que requiera el uso de la mente y no de las manos necesita un diseño y una arquitectura de la información distinta a la de una aplicación estándar. Por ese motivo antes de realizar las pruebas con usuarios, es importante observar y conocer cómo las aplicaciones que están destinadas a entrar la mente. No existe ninguna, que funcione como lo intenta *Neuralink*, con el uso de la mente a partir de un “chip” implantado. Aun así, es interesante ver que tipos de dinámicas se utilizan para entrar el cerebro humano, porque nuestra aplicación tendrá que implementar algunas de ellas.

La aplicación con más descarga y renombre en la red se llama *Lumosity*. El primer punto interesante de esta *app* es que los **juegos**, nacen de estudios que **realizan los propios científicos de la empresa**. Ellos se centran sobre todo en la memoria y la atención para diseñar las mecánicas del videojuego.

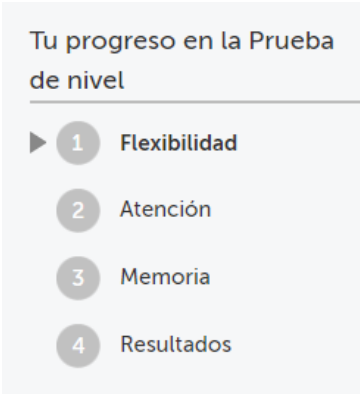
Cuando creas una sesión, la plataforma te hace responder a un seguido de preguntas sencillas como: sexo, edad, horas de sueño y ejercicio realizado a la semana. De este modo la aplicación genera sus primeros parámetros del usuario.

[1]

1. **Juega a 3 juegos cognitivos**
Calcularemos tu punto de partida.
2. **Conoce más sobre tu cerebro**
Usaremos los resultados de tu Prueba de nivel para compararte con otros miembros.
3. **Obtén tu programa de entrenamiento**
Tus puntuaciones en la Prueba de nivel nos ayudarán a adaptar nuestro programa para ti.

Primero, calibra tu Flexibilidad →

[2]



Tu progreso en la Prueba de nivel

- 1 Flexibilidad
- 2 Atención
- 3 Memoria
- 4 Resultados

Fuente: <https://www.lumosity.com/train/turbo/odp/1/start>

A continuación, y como podemos ver en la primera captura [1], la aplicación te explica los tres siguientes pasos a la vez que te explica el porqué de estos. Aunque para llegar a ellos primero es necesario una prueba de calibración. En la segunda captura [2] podemos observar en que tipologías se basa dicha calibración (flexibilidad, atención, memoria, resultados).

1. Flexibilidad



Fuente: <https://www.lumosity.com/train/turbo/odp/1/play>

Cuando empieza el juego, se dan instrucciones del funcionamiento al usuario y se explica que hacer para pasar a la siguiente pantalla. Para esta última tipología de acción (que hacer para pasar la pantalla) se muestra un texto igual que los demás, pero parpadeante. Este diseño es usado en todo el resto de las pruebas.



Fuente: <https://www.lumosity.com/train/turbo/odp/1/play>

Si el usuario comete un error, se muestra un mensaje y puede volver a intentarlo de manera infinita. Si la respuesta es correcta, se da el correspondiente *feedback* y pasa a la siguiente prueba. No existe ningún *timmer*. Después de realizar varias pantallas con el mismo juego, se presenta la misma mecánica, pero con tiempo y puntuación. Al terminarla la *app* ofrece la visualización de la puntuación final, número de respuestas correctas, la precisión y el tiempo de reacción (en milisegundos).

Una vez se ha terminado el test, se le ofrece al usuario una explicación de porque es beneficioso y da la opción de pasar a la siguiente calibración. Según el mensaje, se mejora la flexibilidad a partir de la inhibición.

2. Atención

El diseño se comporta de la misma manera en este caso. Con una presentación, una prueba de testeo y un minijuego. Las mecánicas son distintas. El control pasa del teclado, al ratón para controlar que unos trenes lleguen a las paradas adecuadas. En el resultado final, no se hace valoración positiva o negativa, simplemente se muestran los datos.

Según el mensaje del *feedback*, en este caso, se intenta dividir mucho la atención en diferentes caminos y comprobar hasta cuando puedes controlar sin error.

3. Memoria

La siguiente calibración se basa en un juego de recordar la posición de fichas específicas que se esconden tras 3 segundos. La dificultad aumenta con el aumento de fichas. El diseño se comporta de la misma manera en este caso. Aunque el juego no termina hasta conseguir x puntos. Para no bloquear al usuario, aunque se falle se le da un punto. Por lo tanto, se llega al último escenario también, pero se consigue de manera más lenta y con peores resultados.

Según el *feedback* se en esta calibración se pone a prueba la agenda visoespacial

4. Resultados

En este último paso, se enseña un resumen de los resultados en comparación con el resto de los usuarios, marcando unos %.



Fuente: <https://www.lumosity.com/app/v4/dashboard>

En general todos los pasos se realizan con animaciones suaves.

Tal y como hemos comprendido en la investigación, **el proceso de aprendizaje para la mente no es fácil ni rápido**. Es por eso por lo que estas pruebas de nivel resultan de inspiración para el proyecto. Entendiendo como dar y diseñar instrucciones sencillas para realizar pequeñas pruebas.

A la vez que se ven metodologías inspiradoras también se comprenden otras que deben probarse para comprobar su fiabilidad en este proyecto. Este sería el ejemplo de comparar resultados con los de otros usuarios.

2.8.3 BrainCo

En el tercer ejemplo vemos una compañía que se basa en el uso de **una cinta la cual es capaz de medir y evaluar a tiempo real diferentes estados del cuerpo humano a través de ondas**. Vemos también como la cinta se coloca en la cabeza y conecta con el *smartphone* a través de una aplicación y muestra los niveles de estrés del organismo que ha recibido de las lecturas de la cinta. Dichas lecturas se basan siempre en los mismos parámetros y no existe la capacidad de medir otras variables (de momento).

Una vez que la aplicación muestra los resultados, el usuario tiene diferentes opciones para relajarse como escuchar meditaciones guiadas o jugar a juegos que conduzcan a un mejor nivel de paz mental. **Estos juegos se basan en dinámicas simples, lineales y tranquilas**.



Fuente: <https://focuscalm.com/>

Gracias a una colaboración con los laboratorios de Harvard, desarrollaron en 2015 prótesis de brazos robóticos más confortables para los pacientes. Su funcionamiento es el mismo que el de otras prótesis, pero mejorando su tecnología estas buscan ser más funcionales para las tareas del día a día. Estas pueden ser capaces de controlar un ratón de ordenador, pero no escribir en un teclado o controlar diferentes funciones táctiles de un *smartphone*. Aun así, es importante saber que pueden mejorar con los años y marcar **una competencia más agresiva con Neuralink**.

La prótesis es un elemento mucho menos invasivo que el “chip”, el cual debería tener un precio mucho menor y ofrecer más funcionalidades y de mayor calidad para poder competir en el mercado.

Este producto **no está dirigido** en un principio hacia **pacientes con problemas de movilidad**.

2.8.4 Emotiv

Esta empresa ofrece la oportunidad de leer en profundidad las ondas cerebrales a partir de un objeto similar a una cinta de cabeza. Esta cinta llamada; *INSIGHT 2.0* posee cualidades más interesantes de las vistas en el ejemplo anterior. Esta no es solo capaz de conectarse a una aplicación, sino que a partir de una conexión *bluetooth* 5.0 es capaz de conectarse directamente a un *smartphone* o a un PC. A su vez, es capaz de interpretar mínimamente las expresiones faciales.



Fuente: https://emotiv.gitbook.io/insight-manual/?_ga=2.140008115.1497727114.1651008259-1884607786.1651008259

En uno de sus productos (conducción personalizada) las ondas son leídas a través de 30 sensores que disciernen en los siguientes estados anímicos del usuario: intrigado, asombrado, relajado, sereno, excitado, focalizado. Estas lecturas modificarán la experiencia del usuario para unificar la conducción con la emoción del usuario (de manera segura).

Es interesante tener en cuenta sus **múltiples funcionalidades** y posteriormente pensar si el producto de *Neuralink* sería capaz de **aumentar y/o mejorar las suyas propias**.

Al igual que *Neuralink*, la empresa provee al usuario con un software (**gratuito para el uso personal**) para entrenar la mente del usuario y poder calibrar mejor la interacción a posterior. Estas calibraciones se llevan a cabo con pequeños ejercicios. El software también es capaz de reportar y grabar los datos que a tiempo real está leyendo.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=t4b7nSWWgs0>

Tal y como nos cuenta *Neuromod Games*, un conocido *youtuber*:

“Se trata de un producto amigable, la interacción es fácil de aprender, aunque exista cierto delay”.

- *Neuromod Games, game designer* [9]

También nos comenta que la cinta puede llegar a ser molesta cuando llevas más de 20 minutos con ella y que deja ciertas marcas en la piel durante un corto periodo de tiempo.

Su **target se encuentra** en el mundo **científico**, de la investigación y parece abrirse en los últimos años al **campo educativo y automovilístico**. Este producto no está dirigido a personas con problemas de movilidad. Esto es visible en primer lugar en el proceso del entrenamiento. Este se realiza con la ayuda de elementos como el ratón o el teclado. A su vez es necesario hacer un registro de usuario y una confirmación. Procesos que un paciente discapacitado de sus manos no puede realizar por sí solo. Y aunque parezca menos importante, el usuario necesitaría la ayuda de una tercera persona para colocar, ajustar y descolocar la cinta de su cabeza.

INSIGHT 2.0 tiene un **coste de mercado bajo de 499\$** en su opción más asequible o **849\$ en la gama alta**. Un precio y una logística muy competitivo en contra de las ofertas de otras empresas.

2.8.6 Andrew Schwartz

Para finalizar en análisis, en un punto de vista más neurocientífico y económico tenemos a Andrew Schwartz, un gran científico, experto en investigación de interfaces cerebrales el cual afirma que la idea del chip de *Neuralink* es realmente buena. Evitando grandes costes para construir e instalar maquinarias robóticas con ingenierías complejas y costosas. Además de poco útiles para el usuario en su día a día. En este aspecto se entiende rápidamente que el científico nos habla de un producto que, en sus pruebas, ya parece tener un bajo nivel de usabilidad. Andrew afirma que:

“Como idea es algo genial; debemos sacar del laboratorio todo lo relacionado con el control cerebral y convertirlo en un producto básico como objeto de comercio”.

- *Andrew Schwartz* [7]

Dejando clara su opinión respecto a que, si existe una gran demanda, puede ser un objeto barato a las manos de mucha más gente. Comprendiendo que su **logística sería mucho más sencilla en comparación a grandes esqueletos robóticos con ingenierías complicadas**.



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=76lIQtE8oDY&t=253s>

En la captura anterior, vemos uno de los increíbles inventos del equipo de Schwartz. El cual aporta muchísima información a nivel teórico de como traducir las **señales neuronales en un código legible** para una inteligencia artificial y así poder mover un brazo robótico. Pero como se ha comentado anteriormente, a nivel práctico en el día a día de una persona es un objeto poco amigable, pesado y con un precio alto.

Ahora bien, Schwartz, al igual que Musk no comenta nada acerca de cómo sería la logística de las maquinas que instalan los chips de *Neuralink*. La empresa explica claramente que para la correcta inserción de estos objetos se necesitaría un robot especial, pero **no comentan como distribuir este robot, ni cuando, ni a que precio.**

2.8.7 Resumen del análisis

Como en todos los negocios, las empresas se retroalimentan de los logros y avances de la competencia y en este caso se han podido clarificar los siguientes *insights* después de realizar el estudio anterior:

- El **precio** de *Neuralink* no es alto en comparación a las prótesis, pero si en comparación de las “cintas” que se usan en la cabeza a través de ondas cerebrales.
- No existe **ningún producto** en el mercado enfocado **a las personas sin movilidad en los brazos** con las funcionalidades de *Neuralink*.
- *Neuralink* debería terminar y aplicar las **funcionalidades** que promete para posicionarse mejor en el mercado. Implementado, por ejemplo:
 - Interacción directa con un coche moderno (igual que *Emotiv*).
 - Ayudar a pacientes con depresión o ansiedad.
- *Neuralink* es el **producto más invasivo** para el usuario en contra de su competencia, por su contra parte, es el que menos afecta al “*look* del usuario”.
- La **logística** de *Neuralink* es más compleja que la de varios de sus competidores.

En relación con la **aplicación** se han sacado los siguientes puntos:

- Las aplicaciones pensadas en un público objetivo con problemas de movilidad se estructuran diferente en su arquitectura de la información de las que no. Teniendo:
 - Menos información en pantalla.
 - Botones de un tamaño grande en proporción a la pantalla.
 - Explicaciones claras y pausadas.
- El resto de las empresas menos focalizadas en estos usuarios, usan entrenamientos/juegos simples, con pocas opciones para no distraer a los usuarios del objetivo principal.
- Todas las empresas analizadas buscan un equilibrio entre el aprendizaje y la diversión (siempre dado prioridad al primero).
- *Emotiv* proporciona al usuario un apartado de los resultados a tiempo real de como su dispositivo interpreta las lecturas de su cerebro.
- Todos los ejercicios están basados en estudios científicos funcionales.
- Siempre buscan que el usuario sea eficaz y eficiente en su tarea.

2.9 Hipótesis

Según la información recolectada hasta ahora, las hipótesis formuladas son las siguientes:

1. Los usuarios tendrán **cierto miedo a la operación e inserción del “chip”**. Pero ese sentimiento puede ser contrarrestado explicando todas las ventajas que implica el producto.
2. Existirá **debate ético** en relación con el uso de un “chip” implementado en el cráneo.
3. Teniendo en cuenta la operación y el precio, el usuario deseará tener **muchas funcionalidades** con la inserción de “*the Link*”.
4. El usuario prefiere una aplicación que lleve al punto de entrenamiento de la forma más rápida posible. Para **no depender de otras manos** y que este pueda empezar a ejecutar su esperada interacción.
5. Los juegos no pueden ser muy largos a priori. El objetivo final del usuario es controlar el dispositivo en su totalidad. Por lo tanto, deben ser cortos pero **eficaces, eficientes y entretenidos**.

2.10 Entrevistas

2.10.1 Planificación

En este apartado se encuentra la entrevista realizada con el fin de conocer a los usuarios y saber que piensan al respecto de la tecnología que va a ser testada. **Resolviendo dudas e hipótesis** que se plantean anteriormente dadas tras todo el proceso de investigación. Además, este primer contacto, ofrece la oportunidad de encontrar **futuros usuarios** que quieran ayudarnos en las fases de evaluación del prototipo.

Si bien es cierto que el hospital de Terrassa concedió permiso para poder contactar con algunos pacientes con problemas de movilidad, la realidad fue más complicada al buscar una cita personal con los usuarios. Las **fechas del proyecto se vieron afectadas** intentado cuadrar las agendas con los 4 usuarios que finalmente realizaron la entrevista. Se trata de un número bajo de entrevistados, pero se aportaron datos cualitativos importantes y relevantes para los cimientos del diseño del prototipo.

2.10.2 Documentación legal

El usuario deberá rellenar una copia de la documentación necesaria [\[documentación legal\]](#).

2.10.3 Entrevista a realizar

“Buenas tardes,

Soy Gabriel Parés y estoy realizando un trabajo de final de máster acerca de la usabilidad en una interacción entre la mente y un dispositivo. Mi objetivo es crear un prototipo de una interfaz que permita recibir órdenes directamente de la mente sin tener que usar las manos. Antes de seguir, me gustaría pedirte el consentimiento de poder grabar el audio de esta conversación.

Este producto ha sido creado con fines médicos para intentar mejorar la vida de personas que no tienen movilidad en los brazos y manos.

Me sería de gran ayuda tu opinión para entender mejor al público a quien está dirigida esta aplicación y poder un diseño más adaptado a las necesidades reales del usuario. La entrevista durara entre 30 y 45 minutos aproximadamente.

Primeramente, realizaremos unas preguntas cortas para definir tus características.

1. *¿Cuál es tu nombre y cuantos años tienes?*
2. *¿Naciste con este problema u ocurrió por accidente durante tu vida?*
3. *¿Es permanente?*
4. *¿Alguna vez has usado alguna prótesis o algún mecanismo para poder ayudar a tu movilidad?*
5. *¿Cuál es normalmente tu rutina para interaccionar con dispositivos móviles o computadoras?*
6. *¿Estarías dispuesto/a a pasar por una operación de dos horas como máximo, para poder implantar un chip en tu cabeza? Suena a ciencia ficción, pero este pequeño chip te permitiría con cierto entrenamiento, poder interactuar con los dispositivos con el uso de tu mente. Permíteme aclararte que este chip no permite ningún tipo de control mental o cualquier conspiración parecida. El único hándicap que se está trabajando es el de aumentar la seguridad para evitar conexiones no deseadas. ¿Tienes alguna pregunta respecto a esta tecnología?*
7. *¿Por qué sí te convence? / ¿por qué no te convence?*

Se está desarrollando una simulación de un prototipo de una app que ayude al usuario a controlar su interacción mental. Esto se lleva a cabo a partir de un par de juegos que te permiten entrenar progresivamente. Las siguientes preguntas trataran sobre esta aplicación.
8. *Al iniciar la aplicación, ¿crees que es importante que aparezca el menú principal o que empiece directamente con un minijuego?*
9. *¿Te gustaría tener una pequeña explicación de cada minijuego antes de realizarlo?*
10. *¿Te gustaría tener un feedback de tus puntuaciones al terminar cada entrenamiento? En caso afirmativo, ¿te gustaría que este tenga datos anónimos de otros jugadores?*
11. *¿Cuántos niveles te gustaría que cada entrenamiento tuviera? ¿Por qué?*
12. *¿Tienes alguna pregunta o alguna duda de todo lo que hemos hablado?*

Esto ha sido todo. Muchas gracias por tu colaboración y por tu tiempo. Si te parece interesante el proyecto, me gustaría volver a contactar contigo para probar el prototipo de la aplicación.”

2.10.4 Pequeña descripción de los usuarios

Usuario 1

Anónimo. 27 años. Lesión grave, permanente. No tiene movilidad en su brazo derecho (el que usa para interactuar con los dispositivos electrónicos).

Usuario 2

Gloria Giménez. 23 años. Lesión grave, pasajera. Por culpa de un accidente tiene que estar 1 año en rehabilitación y con problemas de movilidad. Sobre todo, en los brazos los cuales puede mover, pero con dificultades para mover los dedos. No puede interactuar con un *smartphone*.

Usuario 3

Anónimo. 39 años. Lesión grave, permanente. No tiene movilidad ni en piernas ni brazos.

Usuario 4

Pol Pérez. 32 años. Lesión grave, permanente. Le falta el brazo derecho. (el que usa para interactuar con los dispositivos electrónicos).

2.10.5 Insights

Mientras el usuario respondía a las preguntas, se anotaron notas de sus respuestas no verbales. Representadas por su lenguaje corporal u omisiones de respuestas. La información verbal fue grabada por lo que no fue necesario tomar notas de esta.

Los resultados nos indican que:

Primer resultado

Un 75% de los usuarios estaban a favor de la implementación del chip. A sorpresa de las hipótesis iniciales, hubo poca controversia una vez entendieron su funcionamiento. Los tres usuarios con lesiones permanentes no dudaron en su respuesta. Aunque posteriormente y de manera racional preguntaron más acerca de la tecnológica y la operación.

En diferencia de los anteriores, la usuaria que recuperará la movilidad con el tiempo se negó a la posibilidad de ponerse un chip en la cabeza. Encontraba demasiado peligrosa una operación cerebral teniendo en cuenta su progresiva recuperación. En su discurso no faltaban ocurrencias

sobre el control mental o publicidades en la mente. Después de explicarle mejor las realidades positivas y negativas de esta idea de *Neuralink* de manera imparcial, ella comentó literalmente:

“Si tuviera que estar sin mejoras o muy lentas por más de dos años más, me introduciría el chip. Al menos no tienes que ir con esos aparatos gigantes que cuestan millones y son molestos”.

- *Gloria Giménez, usuaria 2*

Se comprende que los usuarios que han vivido mucho tiempo o les queda mucho tiempo de inmovilidad, tienen una dirección más decidida hacia el chip. Aun así, para los usuarios que no cumplen estas características parecen dar tanta importancia al aspecto físico, que prefieren sin dudar la operación antes que llevar un mecanismo que afecto su aspecto visual. Es importante remarcar que esta última opinión puede estar sesgada por la joven edad de los usuarios entrevistados.

También es importante tener en cuenta que en los resultados comentados los usuarios entrevistados están entendiendo que no deben implementarse el chip. Es más fácil hablar desde cierta distancia. Es posible que la opinión de alguno de ellos cambiaría si la pregunta fuera: “¿Quieres operarte el mes que viene?”.

A su vez, **alguno de ellos parecía emocionarse al ver como empiezan a salir nuevas “curas” para sus incapacidades físicas.** En general tenían poca información de las empresas estudiadas en el apartado anterior y si habían escuchado de *Nueralink*. Remarcado un buen trabajo en publicidad.

Segundo resultado

Los usuarios que aún tienen movilidad en uno de los dos brazos han aprendido a usar su mano izquierda para interactuar. Aunque literalmente comentan:

“No me acabo de acostumbrar a la izquierda, realmente no es lo mismo.”

- *Usuario 1*

“Al final no puedo sostener el teléfono y usarlo a la vez, a veces incluso necesito ayuda de otra persona.”

- *Pol Pérez, usuario 4*

Por otro lado, los **usuarios que tienen incapacitados los dos brazos han reducido casi al 100% su interacción con dispositivos como el smartphone**. Su única opción es interactuar a través de una tercera persona. Lo que les causa sentimientos de frustración e impotencia. Estos los podemos entender con expresiones (aunque no sean correctas) como:

“Realmente es una mierda, aunque te acostumbras con el tiempo”.

- *Gloria Giménez, usuaria 2*

Tercer resultado

Un 15% de los entrevistados ha usado una prótesis robótica. Esto es posible porque dicho usuario conserva ciertas conexiones neuronales que le permiten usar el brazo robótico. Dicho usuario nos deja entender que de momento ninguna prótesis ha sido realmente funcional en el día a día para él.

“Funcionan para agarrar objetos y poco más. La sensibilidad de las que yo he probado suele ser muy muy limitada. Imagínate que no puede romper un huevo correctamente con ella.”

- *Usuario 1*

Este comentario del usuario continuo con una explicación de que la respuesta de la prótesis no es inmediata y que carece de flexibilidad.

El mismo nos comenta también que está atento a las nuevas prótesis diseñadas con impresoras 3D **con mejores prestaciones y precios más económicos** (entorno a los 3.000 euros). Aun así, es consciente que, aunque estas nuevas prótesis sean lo suficientemente sensibles como para poder abrir un huevo para cocinar sin destruir la cascara, no lo son para interactuar fluidamente con un móvil. Además de la interacción en el móvil, poder trabajar con la computadora a través de la mente, en vez de hacerlo todo con una mano, fue una idea que realmente le gusto.

Estos últimos comentarios se nos dan una nueva hipótesis sobre nuestra competencia: **Aunque las prótesis avancen, su nivel de sensibilidad deberá ser muy alto antes de poder interactuar fluidamente**. Un resultado que podría no ser igualable al que ofrece la interacción de *Neuralink*.

Cuarto resultado

Un 100% de los usuarios afirma que es mejor empezar con el primer entrenamiento después de abrir la aplicación. Nos explican que prefieren tener autosuficiencia cuanto antes y no perder más tiempo pidiendo ayuda a una tercera persona para que les ayude a rellenar campos o elegir pantallas.

“Quiero ser todo lo autosuficiente que se pueda, de verdad que lo anhele”.

- Usuario 3

Dos de ellos, añadieron incluso que el orden debe ser dado y no elegible para el usuario, (dato que refuerza una mecánica que estaba dada por buena antes de realizar la entrevista). Los mismos usuarios también quieren tener indicaciones claras y simples antes de iniciar cualquier prueba.

“Yo quiero algo fácil, aprender rápido y poder usar esta maravilla”.

- Usuario 1

Quinto resultado

El **100% de los usuarios** quiere tener *feedback* después de un minijuego. Lo que implica que existan pequeños puntos o puntuaciones en los entrenamientos. **Solo el 15%** quiere que ese *feedback* sea comparado con el de otros usuarios, aunque sea de forma anónima. Textualmente el usuario argumenta:

“Bueno, puede hacer que el entrenamiento sea más divertido, incluso puedo hacer el mismo varias veces para aumentar mi récord.”

- Pol Pérez, usuario 4

Esta mentalidad de **jugador más competitiva sería más difícil de implementar**, porque la aplicación cambia automáticamente de nivel al terminar. Debe existir un camino para hacer una pausa o parar, pero sería interesante estudiar la opción de volver hacia atrás o repetir un entrenamiento ya superado para conseguir una mejor puntuación.

Sexto resultado

El **0% de los usuarios** tenía muy claro los niveles. Realmente se esperaba una respuesta parecida, pero era interesante ver qué información adicional nos podían dar las personas entrevistadas. La tendencia general es que a los usuarios les interesa que este proceso de entrenamiento sea ágil y rápido. Quieren aprender de manera divertida, pero sin perder el tiempo para aprender a interactuar con los dispositivos y poder realizar otras tareas.

Séptimo resultado

El **75% de los usuarios** preguntaron dudas propias acerca de la realidad de esta tecnología, de su implementación en el mercado y de su logística. El

15% restante pregunto que, si en un futuro se iba a testear la aplicación con él, como iba a realizar las pruebas.

A partir de aquí, nace una hipótesis. Para simular de la manera más realista con medios convencionales la interacción entre mente y dispositivo era necesario **mezclar dos técnicas. El *eye-tracking* junto con *test thinking aloud***. Esta opción es interesante, teniendo en cuenta que normalmente el ojo sigue a la mente cuando busca ejecutar una tarea. Si a esto le sumamos métricas de un test donde el usuario debe hablar todo lo que piensa, es posible “intentar seguir a la mente del usuario”, para realizar una prueba con **resultados más acurados y fidedignos**.

3. DEFINICIÓN

La entrevista fue realizada a 4 usuarios con características algo distintas, además de un pequeño *scanner* (de la pregunta uno a la cinco) para poder conocer mejor al usuario y poder crear un perfil estandarizado que ayude a englobar mejor el público objetivo. De este perfil separamos **dos arquetipos**: Usuario con **alta intensidad** de uso de la *app* y usuario con **baja intensidad** de uso *app*.

3.1 Ficha persona

Juan
32 años
Vive en Barcelona
Trabaja de informático
Clase media

Usuario con alta intensidad de uso

“Quiero recuperarme rápido, haré cualquier cosa para volver a tener una vida como la que tenía”.

Bio

El usuario 1 vive en Barcelona desde que empezó a trabajar como informático en una empresa de inteligencia artificial. Tiene una vida social activa. Le gusta salir con sus amigos, hacer fotografías o vídeos y luego editarlos. Después de un grave accidente en motocicleta es incapaz de usar su brazo derecho. Necesita dos años para recuperar la movilidad y es posible que tenga secuelas de por vida. Actualmente esta de baja en el trabajo.

Motivaciones

- Volver a trabajar y poder cumplir con sus tareas con normalidad.
- Es consciente que se recuperara de su accidente.
- Poder chatear otra vez con sus amigos vía *smartphone*.
- Volver a realizar fotografías o vídeos con su *iPhone*.
- Volver a usar los programas de edición.
- Volver a usar las redes sociales.

Miedos – *pain points*

- Tener secuelas del accidente para el resto de su vida.
- No está del todo tranquilo por la inserción del “chip” y de sus posibles efectos secundarios.
- Tener que pedir ayuda para realizar tareas que hacía solo.

Usuario con baja intensidad de uso

Laura

25 años

Vive en Barcelona

No tiene trabajo

Clase media

“Bueno, he aprendido a divertirme con cualquier cosa, me siento motivado para divertirme mientras aprendo con esté entrenamiento.”

Bio

La usuaria 2 vive en Terrassa desde que es pequeña. Padece de una enfermedad que la incapacita para mover sus piernas y brazos. Ha seguido diferentes tratamientos muy caros, pero ninguno le proporciona usos útiles para la vida diaria. Ha tenido que aprender a interactuar con otros mecanismos lentos. Es fan de las últimas tecnologías y de la ciencia ficción.

Motivaciones

- Encontrar un método que le permita realizar tareas del día a día con más facilidad.
- Fan de las últimas tecnologías.
- Tiene muchas ganas de poder usar dispositivos como un smartphone o probar de jugar a un videojuego.
- Dejar de pedir ayuda para realizar todas las tareas.

Miedos – *pain points*

- Que el precio de sus tratamientos sea demasiado caro.
- Que el sistema funcione con *delay* o no sea usable para sus características.

3.2 Escenarios de uso

Las casusas y los síntomas del paciente pueden ser muy distintas, pero el escenario de uso final es muy parecido entre los diferentes los usuarios.

Todas las personas que usen la aplicación lo harán porque anteriormente se han instalado el “chip” de *Neuralink* que les permite realizar esta nueva interacción.

Una vez dentro de la aplicación, todos siguen el mismo recorrido en mayor o menor tiempo. Esto puede hacer parecer que el escenario de uso sea el mismo para todos los usuarios, pero encontramos 3 variaciones que marcan caminos distintos.

Estás variables son:

1. Un usuario puede cansarse antes de terminar el entrenamiento y seguir en otro momento porque mentalmente se encuentra cansado o saturado.
2. Otro usuario puede acabarlo todo en las sesiones estrictamente necesarias porque tiene ganas de empezar a controlar los dispositivos y sentirse libre.
3. Otro puede hacer el mismo juego varias veces para conseguir mejor puntuación. Se vuelve competitivo y tiene tiempo para mejorar sus habilidades.

Estos escenarios se relacionan con las fichas persona que hemos creado en el apartado anterior de la siguiente manera:

Juan: Puede encontrarse con el primer o el segundo caso de uso.

Esto es así porque no le interesa ser competitivo. Su objetivo es aprender rápido para poder usar las funcionalidades con otros dispositivos. Quiere divertirse en el proceso, pero no es su meta.

De todas formas, es posible que los ejercicios le sean pesados en algún momento y necesite descansar, dando pie al primer escenario.

Laura: Laura puede encontrarse con el primer o el tercer caso de uso.

Esto es así porque esta acostumbrada a vivir con más paciencia y a disfrutar de las pocas cosas que tiene acceso. Su ilusión puede ser muy grande pero no se transforma en ansiedad para llegar al siguiente paso. Pretende divertirse como parte de su objetivo principal.

De todas formas, es posible que los ejercicios le sean pesados en algún momento y necesite descansar, dando pie al primer escenario.

A partir de aquí creamos los diferentes *user maps*.

3.2 User Journeys

Escenario 1

Contexto: El usuario supera “x” entrenamientos, pero se siente fatigado y no quiere continuar. A causa de esa mala experiencia y las emociones negativas generadas no vuelve a intentar usar la aplicación otra vez.



Fuente: elaboración propia

Escenario 2

Contexto: El usuario supera sin dificultades los diferentes entrenamientos, pero no repite ninguno, su objetivo es acabar cuanto antes para usar la nueva interacción con el dispositivo deseado.



Fuente: elaboración propia

Escenario 3

Contexto: El usuario disfruta de los entrenamientos incluso repite algunos para perfeccionar su técnica y mejorar su puntuación.



Fuente: elaboración propia

En todos los escenarios encontramos que cuando la persona termina un juego, **existe una oportunidad** para mejorar la experiencia del usuario. No solo pudiendo guardar y dejar/pausar la partida para cumplir con la heurística de Nielsen de dar al usuario control y libertad (heurísticas que examinaron el prototipo en fases posteriores). Sino también para poder repetir el juego en el caso que el usuario lo dese para obtener mejor puntuación y desarrollar mejores capacidades. Una opción mucho más orientada a un perfil de usuario como Laura.

Por otro lado, para que **el usuario no tenga emociones negativas** asociadas a la aplicación solo se mostraran sus propias puntuaciones.

Finalmente es importante recordar que durante todo el proceso el usuario está aprendiendo a realizar una nueva interacción y para que no se encuentre con emociones negativas o de frustración los entrenamientos deben ser fáciles para que no se quede obstruido. Esto implica en principio que cuando un usuario tenga un control medio sobre la interacción mental, no volverá a usar la *app* (le parecerá aburrida), pero esto es correcto, pues la **aplicación habrá cumplido con su objetivo principal**. Aunque esto no significa no crear una oportunidad de esta conclusión. Como vemos en el *user map*, se pueden crear unos niveles extra, para aquellos usuarios como Laura que quieran mejorar aún más sus capacidades mientras se divierten con la *app*.

3.3 Lean UX Canvas

Esta técnica nos permite crear un visual donde poder ver de manera sintetizada y rápida un resumen de la creación de la *app* para *Neuralink*. Se contextualiza a través del problema, o requisitos (ya que han no existe un producto previo), y define los aspectos necesarios para construir, medir y aprender.

Problema - Requisitos

Hemos observado que *NeuraLink* necesita un diseño simple para su *app*, teniendo en cuenta que la arquitectura de la información debe estar enfocada en las necesidades del paciente y en que este no debe recurrir a una ayuda externa. A su vez, las funcionalidades de la *app* deben de ser entretenidas sin ser complejas.

Transformar el procedimiento obligatorio de aprendizaje en un proceso ameno y divertido para el usuario.

Usuarios

Los usuarios serán pacientes sin movilidad en ambos brazos o en uno de ellos. Los cuales dividimos en más competitivos o menos competitivos.

Aún no ser un factor decisivo, los usuarios con lesiones a largo plazo, están en general más dispuestos a la inserción del "chip" que los que no.

Beneficios para los usuarios

Aprender a como interactuar con un dispositivo móvil a través de su mente de manera entretenida.

Hipótesis

Principal:

Creemos que la interacción mente – dispositivo se conseguirá si los pacientes consiguen pasar los entrenamientos de manera eficaz y eficiente. Gracias al cumplimiento de los requisitos y de las ideas aplicadas en los apartados anteriores.

Resultados

Los usuarios aprenderán a interactuar con su mente a través de la *app* sin sentirse frustrados por su dificultad, o su arquitectura y diseño. Evitando ayudas externas. Los más competitivos volver a usar la *app* una vez acabado el entrenamiento para perfeccionar sus habilidades.

Ideas de soluciones

Eliminar el log in.

Presentar una navegación simple para la tipología de la interacción, pero con todos los elementos necesarios.

Poder guardar en cada nivel y poder mover hacia el anterior con tal de poder repetir los que sean necesarios. Incluir sus instrucciones.

Añadir entrenamientos extras.

Qué aprender primero

¿Hasta que punto los pacientes estarán dispuestos a insertarse el pequeño “chip” en la cabeza?

¿Hasta que punto podremos extrapolar los resultados de manera fiel si los medimos a partir de un test *thinking aloud* más *eye-tracking* para que simulen una interacción mente-dispositivo?

¿Hasta qué punto un diseño simple puede provocar errores no planeados?

Mínimo que hacer para aprender

Estudiar la manera más sencilla, segura y barata para insertar el “chip”. A su vez aumentar la conexión con otros dispositivos (como, por ejemplo, un coche).

Primeramente, poder realizar los test de manera correcta. Posteriormente comprender a nivel teórico la tipología de la información exportada de cada prueba y compararla con la que aparece en una interacción real entre hombre computadora (o similar).

Realizar las pruebas pertinentes con los usuarios (como el *thinking aloud*).

4. DESARROLLO

Los primeros pasos en la etapa de desarrollo se basan en construir **una correcta arquitectura de la información** para la *app*. La información expuesta viene extraída de los procesos anteriores del proyecto. Teniendo muy en cuenta los datos extraídos de los usuarios y el diseño previo que *Nerualink* creo para su *mock up*.

4.1 Inventario de contenidos

En la siguiente lista vemos los contenidos y funcionalidades que tendrá la *app*.



4.2 Card sorting

4.2.1 Planificación

Se realiza un *card sorting* híbrido, preestableciendo todas las etiquetas, pero con la opción de cambiarlas o añadir de nuevas. De esta manera se puede organizar la información de las etiquetas, pero queda abierta la posibilidad de añadir otra categoría o funcionalidad.

La ubicación ha sido el hogar de cada usuario con todo el material necesario (boli, *posits*, una libreta y algo de merienda). Es decir que se trata de un *cart*

sorting presencial e individual. Las pruebas duraron 30 minutos de media. Sacando información cualitativa para el proyecto.

Como los usuarios tienen problemas de movilidad, se les escribió lo que ellos querían poner en las etiquetas y como las querían ordenar posteriormente, sin influir en sus decisiones.

4.2.2 Resultados

Para realizar el test se trabajó junto a los 4 participantes entrevistados en la fase anterior. No son muchos, pero sí cumplen los requisitos del público objetivo dotando al proyecto de información cualitativa más fiable.

El 15% de los usuarios añadieron un **menú de iniciar y cerrar sesión**. Curiosamente este usuario tenía movilidad en el brazo no diestro y volvería a recuperar la movilidad del brazo derecho con el tiempo. Su modelo mental entiende que automáticamente siempre es necesario tener un inicio de sesión. Punto que será revisado posteriormente pero que a priori choca con la lógica establecida.

Un 50% de los usuarios han colocado los entrenamientos en la *home* pero el 50% restante lo ha colocado en el menú. Con estos resultados se escoge la opción que respeta más los términos de usabilidad teniendo en cuenta las heurísticas de Nielsen y se probará con los usuarios posteriormente.

Un 15% de los usuarios **ha replicado las etiquetas** de: *play, pause, stop*, para cada juego. Para evitar este pequeño error, se debería de haber para al usuario en el momento y decirle que era lo mismo. Punto que el resto de los usuarios entendió e incluso pregunto:

“Esto es lo mismo para cada juego, ¿cierto?”

- *Usuario 1*

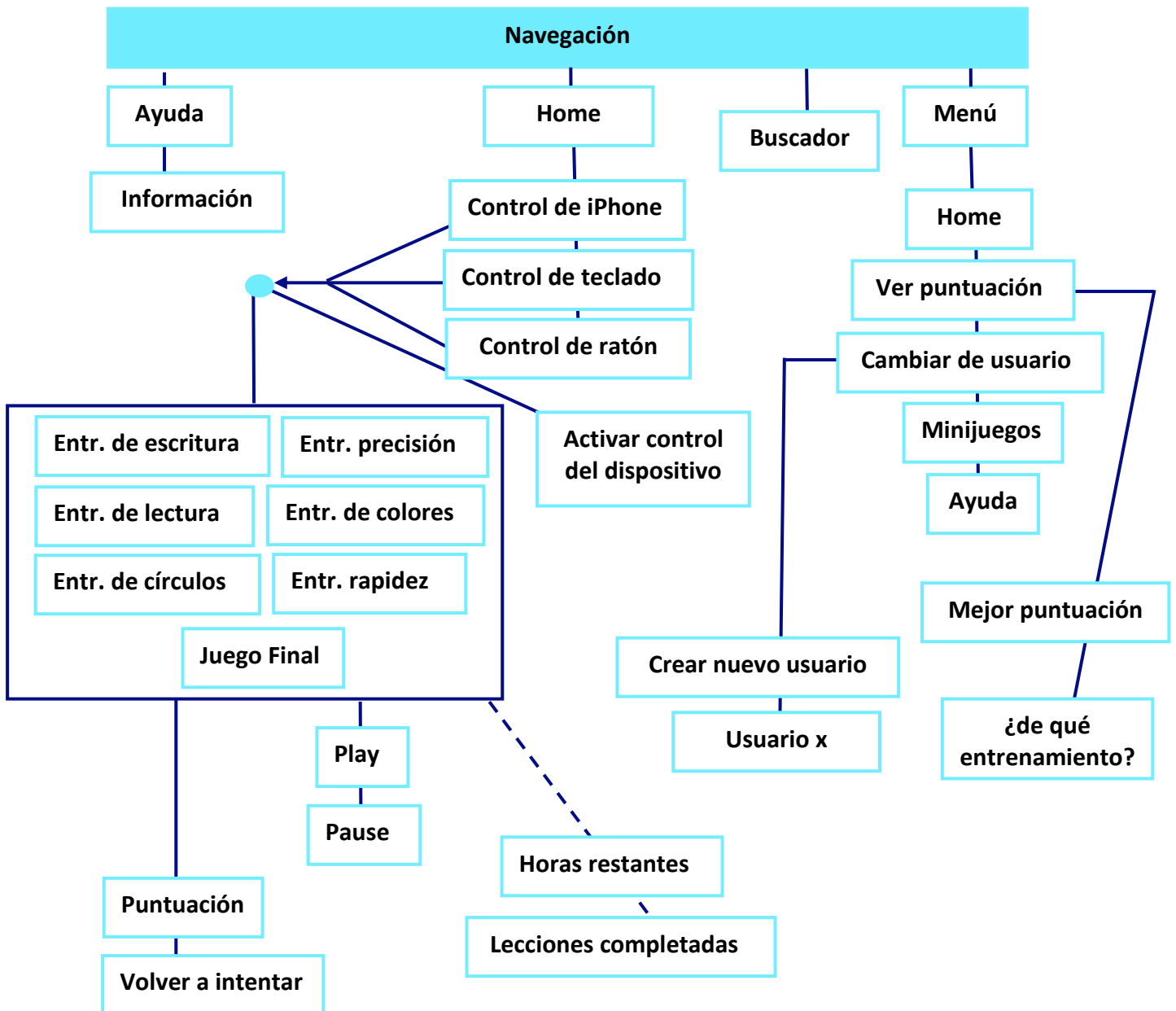
En estos mismos resultados nos hemos dado cuenta de que la **funcionalidad de “guardar” es innecesaria**. Para los usuarios paso desaparecida, pero se descubrió al realizar el análisis de los resultados. Al tener minijuegos en la *app* y no juegos estándar, tiene más sentido que se guarde automáticamente una vez se ha terminado. Además de no tener que distraer al usuario para ir guardado y causarle estrés.

Uno de los usuarios cambió **el nombre de los juegos por entrenamientos** de tal manera: Juego de lectura = Entrenamiento de lectura, Juego de rapidez = Entrenamiento de rapidez. Este cambio describe mejor la funcionalidad de la etiqueta, aunque pierda la connotación más divertida. Posteriormente se numerarán para un mejor orden en la *home*. Por lo tanto, a partir de este

punto, diferenciamos entrenamiento como los ejercicios obligatorios y minijuegos como los juegos extra que pueda jugar el usuario más competitivo. Un 75% de los usuarios ha **añadido un buscador en el menú**. Independientemente de la sencillez de la estructura de la información, realmente puede ser interesante que el usuario más experimentado sea capaz de buscar a través de un teclado.

A partir de estos resultados, se ejecuta el siguiente árbol de contenidos:

4.3 Árbol de contenidos



4.4 Diagrama de flujo

Se han diseñado cuatro diagramas en correspondencia con las funcionalidades básicas para un usuario, cumplido así con los requisitos primordiales para el prototipo (siempre en la versión smartphone).

1. Iniciar sesión por primera vez y realizar el primer entrenamiento.
2. Terminar el último entrenamiento, y empezar a jugar con un minijuego.
3. Cambiar de usuario por uno nuevo.
4. Buscar las mejores puntuaciones del entrenamiento número 2.

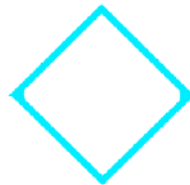
Cada diagrama se rige por la siguiente leyenda:



Inicio y fin de la interacción

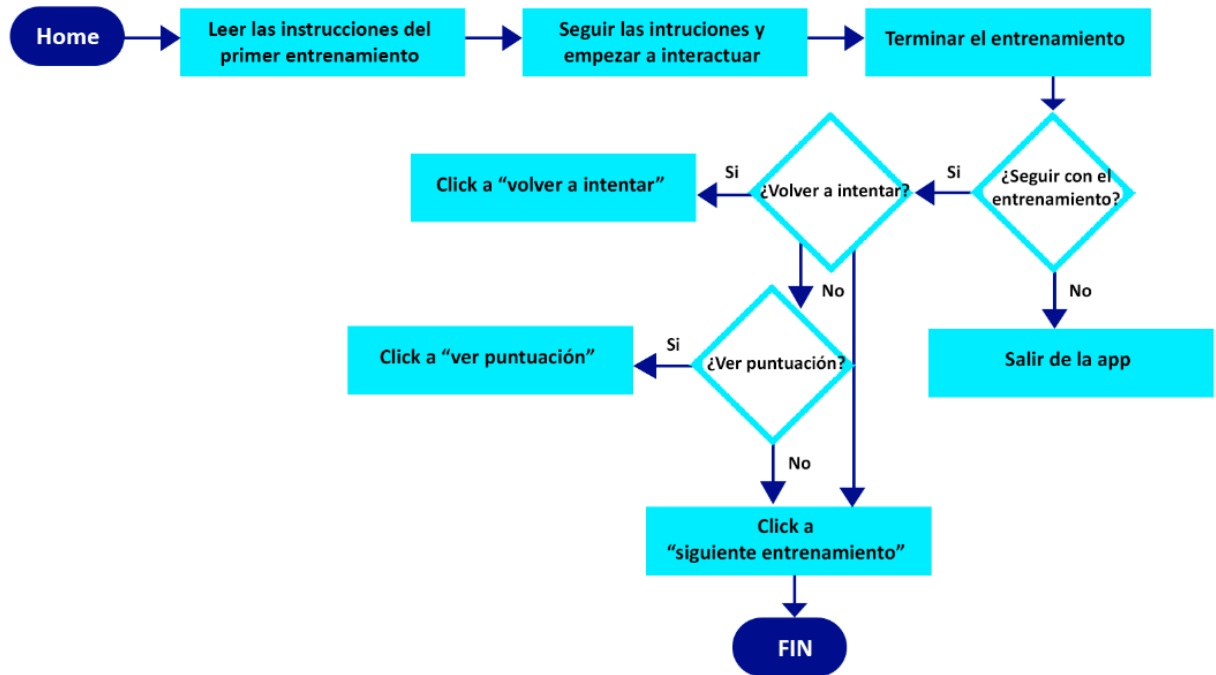


Acción

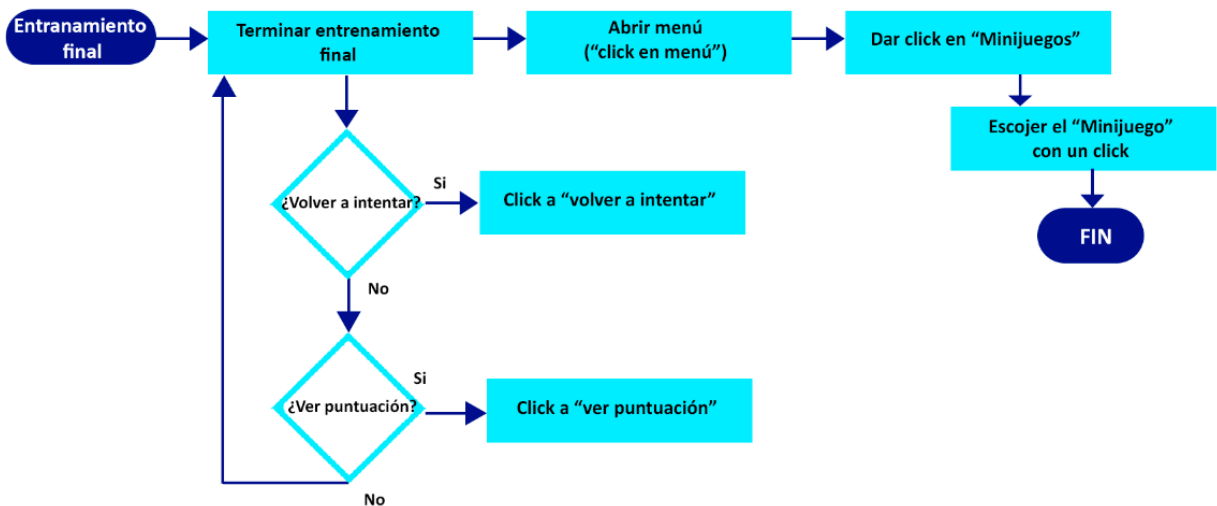


Condición

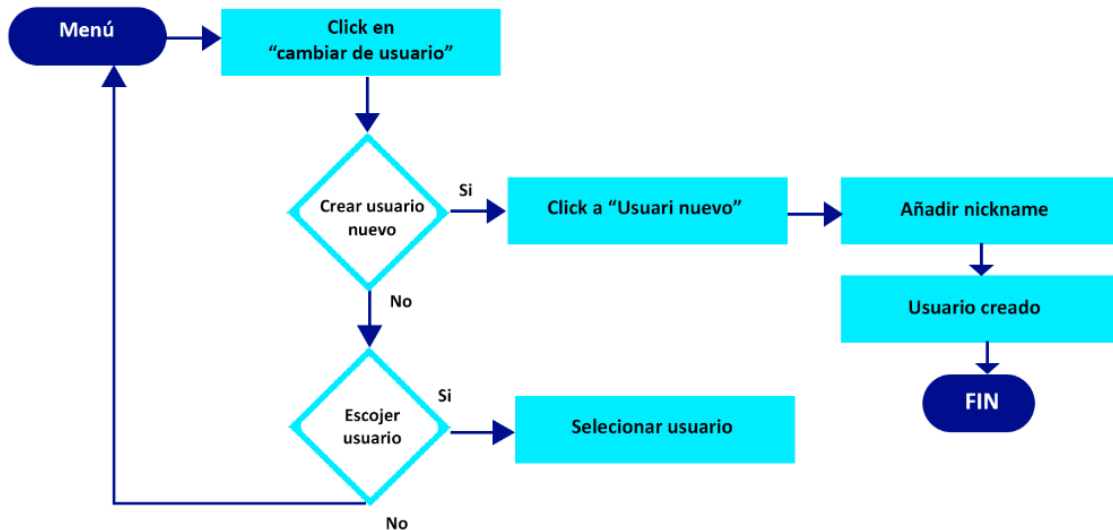
- Iniciar sesión por primera vez y realizar el primer entrenamiento



- Terminar el último entrenamiento, y empezar a jugar con un minijuego.



- Cambiar de usuario por uno nuevo.



- Buscar las mejores puntuaciones del entrenamiento número 2

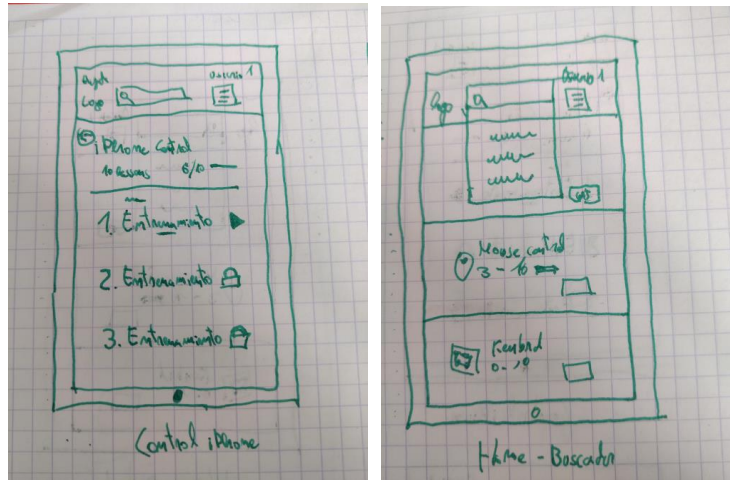


4.5 Sketch

Gracias a esta técnica podemos realizar los primeros esquemas del contenido que posteriormente diseñaremos con más detalle. Estos han sido creados a mano y se han esquematizado las siguientes páginas:

- Home (con menú abierto)
- Home (con el buscador abierto)
- Control de iPhone
- Entrenamiento 1
- Fin del entrenamiento (“ver puntuación”, “volver a intentar”)
- Página de “ayuda”
- Página de “minijuegos”
- Página de “ver puntuaciones”

A continuación, se muestran algunos ejemplos. En los anexos del proyecto se pueden encontrar todos los *sketches*.



Fuente: elaboración propia

Además, la aplicación siempre será controlable con los dispositivos estándar (teclado, ratón, táctil, etc). Para reforzamos cualquier tipo de ayuda externa, si fuera necesaria.

4.6 Prototipo

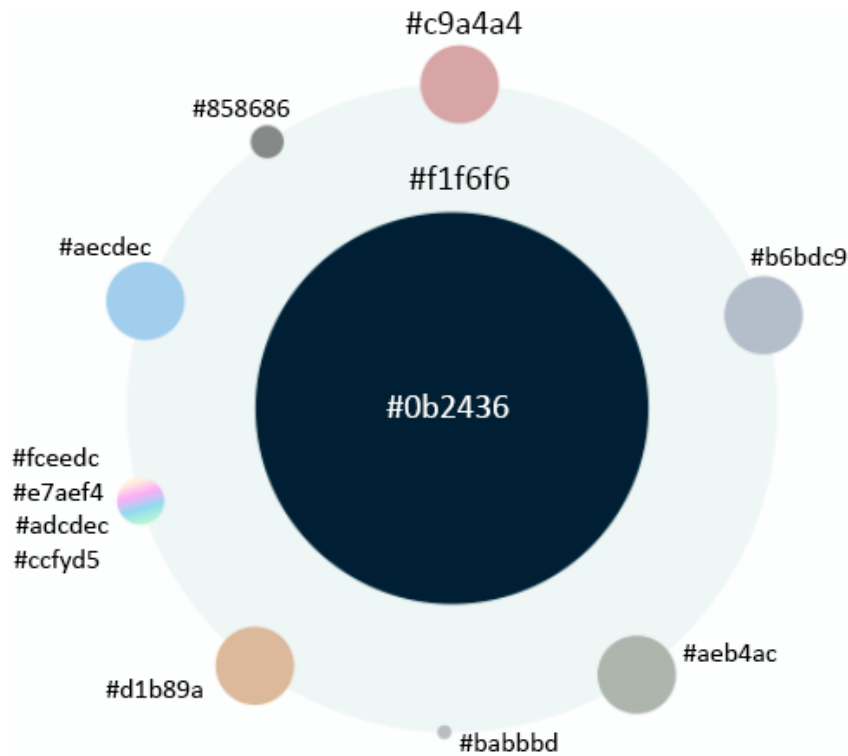
4.6.1 Guía de estilo

Es importante recordar que esta aplicación forma parte de *Nerualink* y por lo tanto se han de **respetar su identidad grafica**. En la siguiente pagina web encontramos todos los elementos gráficos necesarios para añadir: <https://www.itsnicethat.com/news/play-neuralink-visual-identity-graphic-design-220121>

La aplicación debe ser **limpia, clara** y con **mucho espacio** para que los usuarios no cometan errores en su interacción.

Paleta de colores

En la siguiente paleta se han añadido todos los colores que se usan en la web incluyendo los degradados también. Aun así, es importante remarcar que los colores principales son aquellos que tienen las redondas más grandes y viceversa. Por ejemplo, de colores principales tenemos: #f1f6f6 y #0b2436.



El resto de los colores secundarios son usables según su importancia.

Tipografía

H1 – Untitled Sans – **42px** BOLD

H2 – Tiempos Headline – **30px** - REGULAR

H3 – Tiempos Headline – **20px** – BOLD

H4 – Tiempos Headline – **20px** - REGULAR

Text – Untitled Sans – 20px Regular

Text – Untitled Sans – 16px Bold

Text – Untitled Sans – 14px Medium

Text – Untitled Sans – 14px Regular

Logotipo

En la siguiente imagen vemos el logotipo oficial de *Neuralink*. Para la aplicación este es usable para la portada principal pero dado su tamaño vertical, no es tan recomendable su uso en una aplicación móvil.



Fuente: https://www.pikpng.com/pngl/m/139-1396390_on-elon-musk-and-derren-brown-neuralink-elon.png

Para la *app* se ha creado una versión más pequeña sin perder la esencia. Como el logo completo se muestra al principio de la apertura, se relacionan ambos logos de manera más rápida.

Finalmente, el logotipo para la aplicación de móvil es el siguiente:



Iconografía principal



Justificación

En general se ha sido continuista con los elementos que *Neuralink* nos ofrecía en su pequeña demo de imágenes de la *app* así como en los elementos de su web. Algunos de cambios han sido justificados anteriormente, otros han sido añadidos siguiendo el estilo general de la empresa. Como por ejemplo los iconos de las flechas indicadoras.

4.6.2 Prototipo

Ahora podremos observar los puntos clave de las páginas creadas y su distribución dentro del software utilizado. El prototipo se ha tratado con la herramienta de [figma](#).

El tamaño del dispositivo simulado es de 390x844px (iPhone 13Pro).

En el proyecto de *Figma* encontramos la siguiente estructura:

- **Guía de estilo**
 - Vemos una pequeña guía de estilo de dónde se basa el diseño de la *app*.
- **Componentes**
 - Encontramos los diferentes elementos comunes y sus animaciones tales como botones, cambios de colores de menú, entre otros.
- **Prototipado del primer uso**
 - Encontramos el flujo de interacción con la aplicación en el escenario de un primer uso. Esto es así para poder cumplir con el objetivo de que el usuario sea autónomo y no necesite ayuda externa. Por esta razón, al pasar la pantalla introductoria automáticamente se inicializa el primer entrenamiento. A su vez, esto comporta que aún no se ha desbloqueado ningún minijuego (y así se demuestra en el prototipo).
- **Prototipado del segundo uso**
 - Vemos el flujo de la interacción con la aplicación en el escenario de un usuario que ya ha completado gran parte de los entrenamientos. Por esta razón el prototipo simula que el paciente se encuentra en el sexto entrenamiento y tiene gran parte de los minijuegos desbloqueados.

Introducción

Es la página que aparece al encender la *app*. Mientras se cargan los recursos necesarios vemos el logotipo (versión web) de la compañía.

Home

Es importante recordar que esta página se saltará en la primera inicialización de la app para pasar directamente al entrenamiento número uno.

En este apartado de la app es donde se puede escoger el tipo de interacción que se va a practicar. Aun así, estas opciones no son funcionales en el prototipo y debemos testear si debieran serlo en producto final. Teniendo en cuenta que es posible que no tenga sentido entrenar una funcionalidad en un dispositivo que carece de dicha funcionalidad. Es decir, el entrenamiento de cómo usar un *mouse* o un teclado en un smartphone puede resultar poco productivo. Esta **hipótesis** debe **ser comprobada en el test con usuarios**.

En esta página también se puede acceder al menú, al buscador y al apartado de ayuda. En la siguiente fase, será interesante testear si es necesario tener el apartado de ayuda fuera del menú o dentro de este. En el prototipo está en ambos sitios dada la dificultad que puedan encontrar los usuarios.



Presentación de los entrenamientos

En esta pantalla de introducción se muestran todos los entrenamientos ordenados por dificultad. Como el usuario debe progresar linealmente, no puede avanzarse a un entrenamiento más alto que el que le corresponda. Gráficamente, queda retratado por un candado cerrado y un color gris pastel.

En cada apartado del entrenamiento se encuentra el botón para acceder y a su vez un icono triangular con la misma función. Aunque en el diseño de *Neuralink* esta fuese la distribución, está claro que se está repitiendo información pues tenemos dos botones para acceder al mismo apartado. Este icono testado y si la hipótesis es correcta, se cambiará por un candado abierto.

Existe otro icono en forma de estrella. Este informa al usuario sobre la mejor puntuación conseguida, a través de *un pop up*.



En este apartado el usuario puede ver la mejor puntuación de cada ejercicio. Cuando el usuario realiza una mejor puntuación automáticamente será sustituida por la anterior.

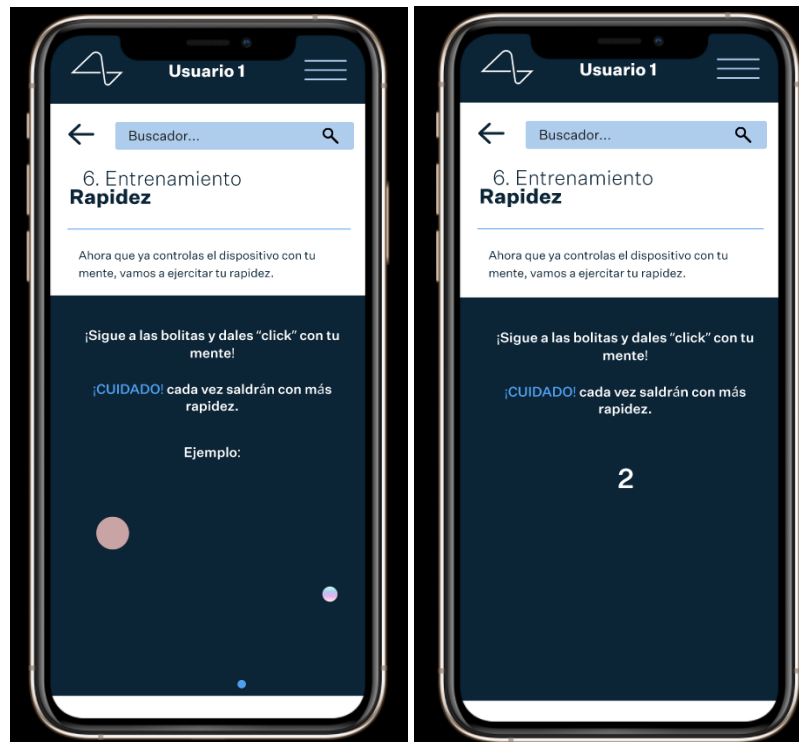
En esta pantalla también se le proporciona al usuario información acerca de su progreso total. A su vez se hace una estimación del tiempo restante total.

El menú y el buscador quedan visibles y usables tal y como sucedía en la *home*.

Entrenamientos

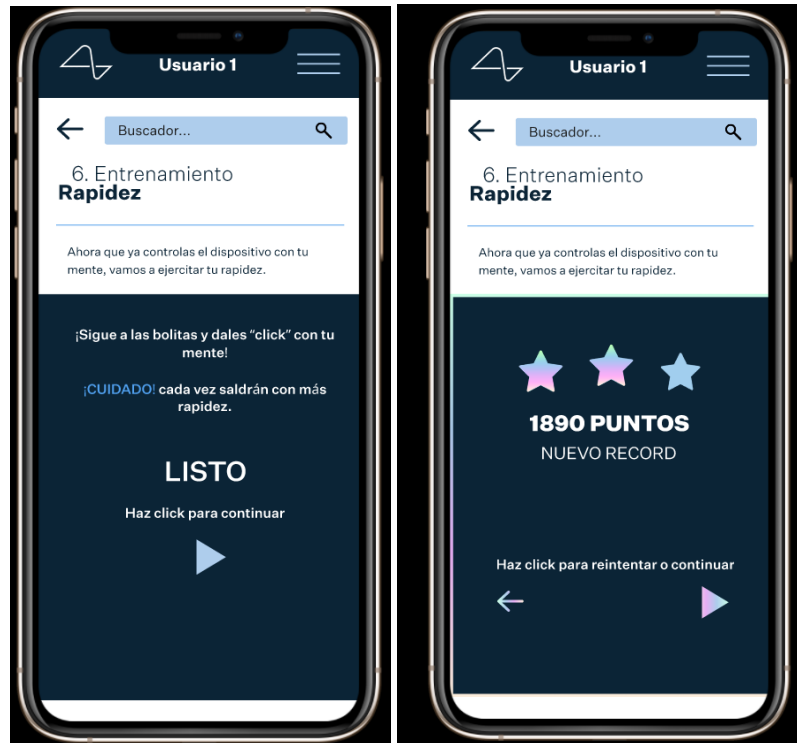
La primera vez que se abra la aplicación en un dispositivo se ejecutará directamente la primera de estas pantallas (sin pasar por el resto de los menús).

Dentro de los entrenamientos encontramos varias pantallas distintas. Primeramente, la pantalla de las instrucciones. Estas son claras, pausadas y escuetas. A continuación, con una transición automática (de 800ms) y sin perder las instrucciones se muestra un ejemplo de cómo será el ejercicio.



Posteriormente (como vemos en la imagen superior derecha) y de manera consecutiva se muestran 3 pantallas para una cuenta regresiva (empezando por el número tres).

A continuación, el usuario solo debe dar al “play” para empezar el entrenamiento. Para ganar realismo en el prototipo, existen 3 segundos de simulación del proceso antes de pasar al último *frame*.



Esta última pantalla muestra la puntuación acompañada con unas estrellas de calificación. Estas estrellas se dividen en tres los resultados:

- **Resultado nulo** = 0 estrellas. —————▶ Repetir ejercicio
- **Resultado bajo** = una estrella —————▶ Repetir o pasar de ejercicio
- **Resultado medio** = dos estrellas —————▶ Repetir o pasar de ejercicio
- **Resultado alto** = tres estrellas —————▶ Repetir o pasar de ejercicio

A partir de eso punto el usuario es libre para repetir el entrenamiento o pasar al siguiente ejercicio. En el prototipo se puede observar como después de desbloquear el sexto entrenamiento se desbloquea el séptimo. Esto significa que el único entrenamiento que se va a testear y que es funcional es el sexto. Una vez terminado el “flow”, el prototipo sigue funcionando, pero ya no avanza ni muestra nada nuevo.

En todas las pantallas se mantienen los elementos básicos del *header* (menú desplegable, buscador y logotipo).

Los ejercicios aumentan la dificultad progresivamente para que el usuario pueda acostumbrarse poco a poco a la nueva interacción.

Minijuegos

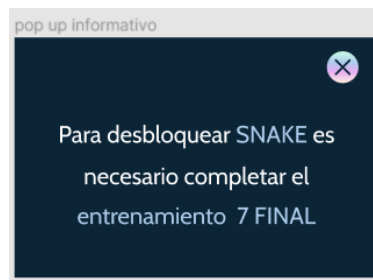
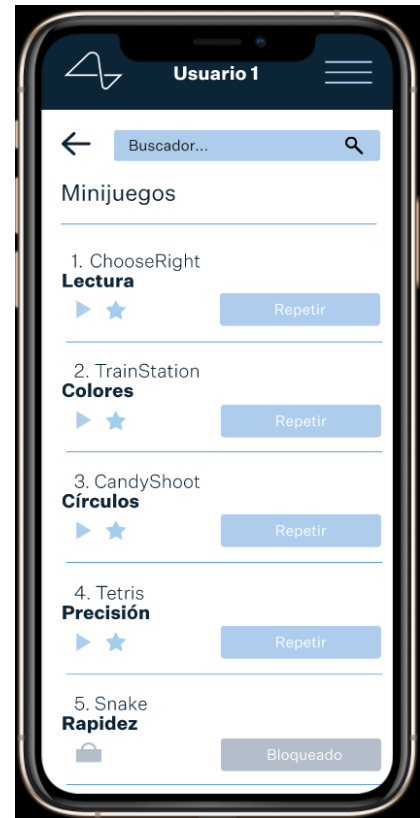
A medida que el usuario completa los entrenamientos, se desbloquean automáticamente los minijuegos correspondientes.

En total existen cinco minijuegos, pero a su vez, siete entrenamientos. Esto es así porque algunos de ellos mezclan técnicas aprendidas en varios entrenamientos.

A nivel de diseño funcionan de la misma manera que los entrenamientos.

En el prototipo los botones de los minijuegos son clicables, pero no conducen hacia ningún lado. No son necesarios de testar y tampoco es preciso hacer una réplica de un minijuego para esta prueba.

Cuando no es posible acceder a un minijuego, un *pop up* informa al usuario sobre los requisitos mínimos.



Durante el test será necesario comprobar si este mensaje fuese recomendable de ser usado también en los entrenamientos. El usuario tendría más información y la app tendría más coherencia, aunque por contraparte el funcionamiento lineal es claro y tampoco es necesario sobrecargar al usuario con información adicional.

Dentro de los entrenamientos y minijuegos se utiliza el degradado como diferenciador.

Explorador

En el explorador se pueden buscar todos los apartados de la *app*. Realmente es útil para aquellos usuarios más expertos que quieran buscar un minijuego en concreto.



Es útil también para algún usuario que no recuerde bien donde se encuentra algún otro apartado y antes de buscarlo por la plataforma y perder tiempo, decida buscarlo por el explorador. Por consecuencia es importante que este último punto suceda lo menos posible. Este objetivo solo se logra con la correcta arquitectura de la información.

Es remarcable la opción de testear la necesidad de tener visible el explorador en todas las diferentes pantallas de la *app* (cómo actualmente se encuentra en el prototipo.) Aunque debe de ser testado si es necesario que esté visible en todas las páginas.

En una aplicación con un público con dominio de la interacción ejecutada, se debería dar más prioridad a la experiencia inmersiva y ocupar menos cuota de pantalla con información que quizás ya se conoce. Estas variables entran en duda cuando el usuario no domina en absoluto la interacción. En su contra parte, necesita tener las diferentes funcionalidades a "un clic", aun así, no olvidemos que **el usuario debe de tener una elección por pantalla**. Dada la duda, añadimos este punto a testear.

Menú

En el menú se pueden encontrar todos los diferentes apartados que tiene la *app* (minijuegos, ayuda y puntuaciones).

Para desactivarlo existe tanto la opción de hacer clic en la cruz como volver a hacer clic en el icono de dicho.



Ayuda

El usuario puede encontrar información que le aclare diferentes dudas sobre el funcionamiento de la interacción y el control mental de un dispositivo. Además de encontrar información primordial sobre *Neuralink* y sus procedimientos.

La estructura del *header* y del buscador se mantienen en esta página también.



Cambio de usuario

Para que el usuario pueda ser autónomo en sus primeros usos se crea automáticamente un “Usuario 1”.

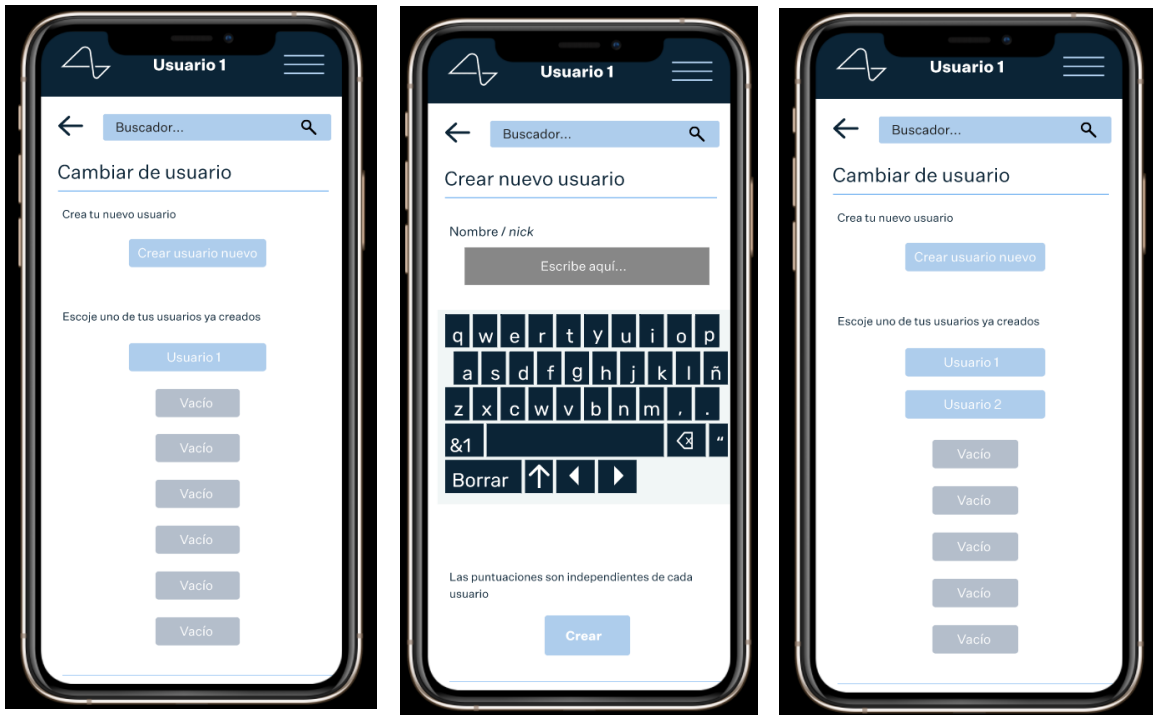
Si un paciente desea usar la misma app que otro, tiene la opción de crear un usuario nuevo y poder hacer un *switch* cuando sea requerido.

Cada usuario tendrá sus puntuaciones de manera independiente.

En la *slide* vemos cómo podemos generar un nuevo usuario o cambiar por uno ya creado. Puede haber hasta 7 usuarios distintos.

No es necesario hacer más para no sobrecargar la información y el procesamiento de la *app*. Los requisitos de los usuarios objetivos tampoco apuntan a que esa opción se pueda dar.

En la opción de crear un nuevo usuario se escribe el *nick* de este y posteriormente se crea con el botón correspondiente.



Al hacer clic en cualquiera de los usuarios, automáticamente la aplicación cambiará de usuario.

[Acceso al archivo figma.](#)

[Acceso al prototipo interactivo en el primer uso.](#)

[Acceso al archivo completo en un uso normal.](#)

5. EVALUACIÓN

Se realiza un test *thinking aloud* para obtener datos. Finalmente, la universidad del CITM no ha podido cuadrar las fechas para que podamos usar un *eye tracking* y mezclar las dos técnicas para replicar de una manera más acurada el resultado de una interacción mente - computadora.

Dada la dificultad de mitad de los usuarios para resolver el test con sus propias manos, se les ha ayudado con una mano amiga del testador. La otra mitad ha experimentado el proceso de realizar una interacción “nueva”, en el sentido que no tienen apenas experiencia a interactuar con una aplicación y su mano izquierda.

5.1 Thinking aloud test

5.1.1 Planificación

Los test se han ejecutado con los mismos usuarios que se hicieron las primeras pruebas. Después de obtener su contacto, les pareció correcto y motivante volver a participar en el proyecto.

Durante los días 17, 18 y 19 se visitó personalmente la casa de cada usuario para realizarles el test. Las horas fueron las siguientes:

- **Usuario 1:** Día 18 a las 17:30 h.
- **Usuario 2:** Día 17 a las 15:00 h.
- **Usuario 3:** Día 19 a las 15:00 h.
- **Usuario 4:** Día 17 a las 17:30 h.

El material utilizado ha sido: El móvil con el prototipo de *figma*, un amigo para ayudar a los usuarios, una libreta, boli y una grabadora.

La duración media de los test ha sido de 40 minutos.

5.1.2 Documentación legal

Se ha vuelto a rellenar la información legal para este cuestionario, aunque el usuario sea el mismo. [\[documentación legal\]](#).

5.1.3 Pretest

“¡Hola! Antes de todo, te damos las gracias por tu tiempo y por tu participación. Es un placer contar con tu ayuda de nuevo.

Vamos a llevar a cabo un test sobre la app prototipada de Nerualink. Es importante que entiendas que no te evaluamos a ti, sino a la app. No te preocupes porque no será muy largo.

Muchas gracias otra vez y empecemos.”

5.1.4 Thinking aloud test

Las tareas que el usuario completa en esta prueba para comprobar las hipótesis estipuladas en las fases anteriores son las siguientes:

Tarea 1

- **Escenario:** Se usa el primer prototipo que simula el caso de uso de un usuario que ejecuta la aplicación por primera vez. Se empieza en la inicialización de la app.
- **Tarea:** Completar el entrenamiento 1. Llegado a la pantalla donde se muestra la puntuación. Luego continuar y comprobar que el entrenamiento 2 ha sido desbloqueado.
- **Objetivos:** Completar la tarea y ver que la automatización de pasar directamente al entrenamiento sí pasar por el menú. A su vez, revisar que el espacio de pantalla utilizado para el videojuego tiene el tamaño adecuado y los *timings* son adecuadas.
- **Criterio de éxito:** Completar el entrenamiento 1 sin problemas en las automatizaciones. Acabar en la pantalla de inicio de entrenamientos con el segundo desbloqueado. El usuario no debería tardar más de un cinco de minutos en realizar la operación.

Tarea 2

- **Escenario:** Se usa el segundo prototipo. Se empieza en el menú de elección dispositivo.
- **Tarea:** Ir al menú de entrenamientos e intentar iniciar el entrenamiento siete. Posteriormente, intentar ir a minijuegos e intentar iniciar Snake.

- **Objetivos:** Comprobar que los mensajes son útiles y si estos debieran estar también en los entrenamientos o por lo contrario, en ninguno de los casos.
- **Criterio de éxito:** Que el usuario entienda por qué están bloqueados ciertos apartados y como desbloquearlos.

Tarea 3

- **Escenario:** Se usa el segundo prototipo. Se empieza en el menú de elección dispositivo.
- **Tarea:** Ver la puntuación del tercer entrenamiento (círculos). Luego vuelve al menú de entrenamientos.
- **Objetivos:** Comprobar que es fácil y sencilla la visualización de las puntuaciones en el lugar donde se encuentra.
- **Criterio de éxito:** Ver la puntuación demandada en menos de dos minutos.

Tarea 4

- **Escenario:** Se usa el segundo prototipo. Se empieza en el menú de elección dispositivo.
- **Tarea:** Realizar el entrenamiento 6. En mitad de este realizar una búsqueda.
- **Objetivos:** Verificar que el buscador puede ser más pequeño y focalizar menos atención para centrarla en el juego. Dar clic en “resultado dos”. Comprobar el camino que utiliza el usuario para completar toda la acción. Revisar su reacción cuando aparece el degradado de fondo en señal al inicio del juego.
- **Criterio de éxito:** Dar el clic correcto.

Tarea 5

- **Escenario:** Se utiliza el segundo prototipo. Se empieza en el menú de elección dispositivo.
- **Tarea:** Crear un nuevo usuario. El teclado no es funcional, pero se puede crear con el botón adecuado.

- **Objetivos:** Verificar que el procedimiento para crear un nuevo usuario funciona correctamente.
- **Criterio de éxito:** Crear un nuevo usuario sin dar vueltas por la app, de manera eficaz y sencilla.

5.1.5 Post test

Para terminar el test se efectúan unas preguntas finales que pueden ser de gran aportación si el usuario está motivado en cooperar.

Al usuario se le realizarán las siguientes preguntas:

“Muy bien, gracias por completar las tareas demandadas. Haremos un par de preguntas sobre tu experiencia del test, ¿vale?”

- “¿Ha sido difícil para ti llevar a cabo este test? ¿En qué tarea?”
- ¿Qué te parece el diseño de la web, te gusta? ¿Por qué?
- ¿Has sentido frustración en alguna tarea? ¿En cuál?
- ¿Quieres aportar algún punto no comentado?”

“Ahora si hemos terminado, muchas gracias por tú tiempo y vamos a abrir los *scnaks*.”

5.1.6 Insights

Para realizar el test se ha trabajado junto a los 4 participantes entrevistados en la fase anterior. No son muchos, pero si cumplen los requisitos del público objetivo dotando al proyecto de información cualitativa más fiable.

En general, los **resultados han sido muy positivos** y los usuarios han navegado de manera eficaz y eficiente.

Los **usuarios que no han tenido ayuda** al llevar a cabo el test (los que podían hacerlo con la mano izquierda), han tardado **más tiempo en realizar todas las tareas**. Punto que probablemente nos acerque más a la realidad de las primeras interacciones de mente – dispositivo.

Tarea 1

El **100% de los usuarios han completado correctamente la tarea**. Algunos de los comentarios destacados han sido los siguientes:

“Me parece genial que automáticamente esté en el entrenamiento.”

- Usuario 1

“¿El buscador se mantiene en el menú? ... bueno que más da”

- Usuario 2

El comentario del usuario dos ya nos da información sobre la tarea 4. Entendiendo que al menos un 15% por ciento de los participantes se le hace **extraño tener el menú mientras está entrenando**.

El mismo usuario 3 ha comentado lo siguiente acerca de la cuota de pantalla y de los tiempos de duración:

“¿Hostia el juego ha pasado ya?”

- Usuario 3

“Me gustaría ver el juego al completo...creo”

- Usuario 3

Esta idea del tiempo se refuerza con los siguientes comentarios del usuario 2 y del usuario 4:

“Creo que me he perdido algo ¿es posible?”

- Usuario 2

“¿Ese era el entrenamiento? ... no me fije”

- Usuario 4

Al parecer, la idea de no perder tiempo en el entrenamiento prototipado ha causado algo de confusión en los usuarios. Un error que es fácil de solventar añadiendo más tiempo en la transición.

El resto de los usuarios no han comentado nada más sobre la cuota de pantalla en esta tarea.

Tarea 2

El 100% de los usuarios han completado con éxito la tarea. Todos los usuarios han entendido el significado de la gama de colores entre apartados bloqueados y desbloqueados. El icono del candado ha sido relevante para reforzar la idea.

“A este botón no se le puede hacer clic, a diferencia de los azules”

- Usuario 4

El 100% de los usuarios comentó de manera extraña y confusa que en los minijuegos si era posible saber los requisitos necesarios para desbloquear el siguiente nivel y no en el entrenamiento.

“Muy bien, ya sé qué hacer para desbloquear el candado ¿pero para el entrenamiento no me ha dicho nada no?”

- Usuario 1

“Esta información extra no se encuentra en los entrenamientos, ¿cierto?”

- Usuario 4

Queda claro que **los avisos deberían estar en ambos casos** para que no existan confusiones. Independientemente de si la evolución es lineal o acumuladora.

Tarea 3

El 100% de los usuarios han completado con éxito la tarea. Todos los usuarios han entendido donde encontrar la puntuación. El 15% de ellos busco primeramente en el menú, pero a los pocos segundos encontraron el camino correcto.

“Vale aquí en el menú no está ... a pues debería estar en cada entrenamiento no?, dale clic al entrenamiento del smartphone.

- Usuario 2

Automáticamente, todos los participantes realizaron la segunda búsqueda en los minijuegos de manera correcta. Parece que su modelo mental absorbió rápidamente la estructura de la información.

La estrella ha sido un elemento claro del mensaje de puntuación.

Tarea 4

El 100% de los usuarios han completado con éxito la tarea. Todos los usuarios han podido ejecutar el clic sin problemas.

El usuario 2, quien en la primera tarea ya había comentado que se la hacía raro tener el *buscador en el header* no ha hecho más comentarios al respecto, pero el usuario 1 se ha añadido a la confusión:

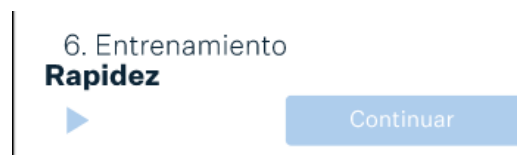
“¿No queda un poco raro que el buscador esté aquí quitando espacio?”

- **Usuario 1**

Por lo tanto, **un 50% de los usuarios muestran cierta confusión** con el diseño del buscador al empezar los diferentes entrenamientos.

Ningún usuario ha comentado nada respecto al pequeño cambio sobre el fondo del entrenamiento al empezar. Es posible que el tiempo tan rápido de transición tampoco de pie a que el usuario se fije en esos detalles.

Para completar la tarea, todos los usuarios han empezado el entrenamiento dando clic al botón de “continuar”.



Ningún usuario se ha fijado o ha comentado nada respecto al botón de “play”. Teniendo en cuenta que es información repetida (con un motivo) parece ser que **carece de sentido mantener el icono**. En su lugar y para mantener el estilo es una buena idea de cambiarlo por un icono de un candado abierto, creando un contraste directo con el cerrado que se utiliza en los elementos bloqueados.

Tarea 5

El 100% de los usuarios han completado con éxito la tarea. Aunque un 15 % no encontró el camino más rápido hasta pasados unos segundos y un clic erróneo.

“Si le doy a usuario 1...vale no pasa nada y el logo tampoco debería... voy a ver en el menú. Dale clic... ¡aquí está!”

- **Usuario 4**

Todos los usuarios han conseguido cambiar de usuario y el 50% se han aventurado en iniciar la sesión. Aunque luego han quedado confundidos al ver que el proceso era el mismo que el del usuario 1. En este punto si fue necesario explicarles que se trataba de un fenómeno normal por la manera en cómo se había creado el prototipo.

Algunos de los comentarios relevantes han sido:

“Esto tiene pinta de estar en el menú.”

- Usuario 1

“El teclado... es verdad me has dicho que no funcionaba.”

- Usuario 3

Para afinar los pequeños errores y dudas que han sucedido en la tarea, sería posible hacer un teclado funcional en la etapa de desarrollo de la *app*. Por el resto, el *workflow* de la tarea queda correctamente comprobado.

Post test

1. Para un **100 % de los usuarios el test ha sido fácil de realizar**. Aunque un **50%** de ellos indican que han tenido **confusiones en la *screen*** del entrenamiento real.
2. El **100% de los usuarios comentan que el diseño es bonito**, aunque el 75% nos indica que ha tenido dificultades para entender el icono triangular de los (“*play*”).

“No tenía muy claro si ese icono era para poner música mientras entrenaba o para jugar al minijuego de esa sección.”

- Usuario 2

3. Un **50 % de los usuarios** reconoce haber tenido **algo de frustración** al no poder ver el entrenamiento por más de 1 segundo después de un par de intentos.
4. Un **50% de los usuarios** reporta **tener ganas de probar** realmente los **entrenamientos** y los minijuegos. El mismo **50% defiende** sus ganas de querer **ver** cómo serían los apartados de **control de *mouse*** y de **teclado**.

“Me gustaría mucho ver una versión donde poder probar los entrenamientos y más si fuera con el uso de mi mente”.

- Usuario 4

“Yo quiero probar esto en la realidad y con mi ordenador, quiero el chip”.

- Usuario 1

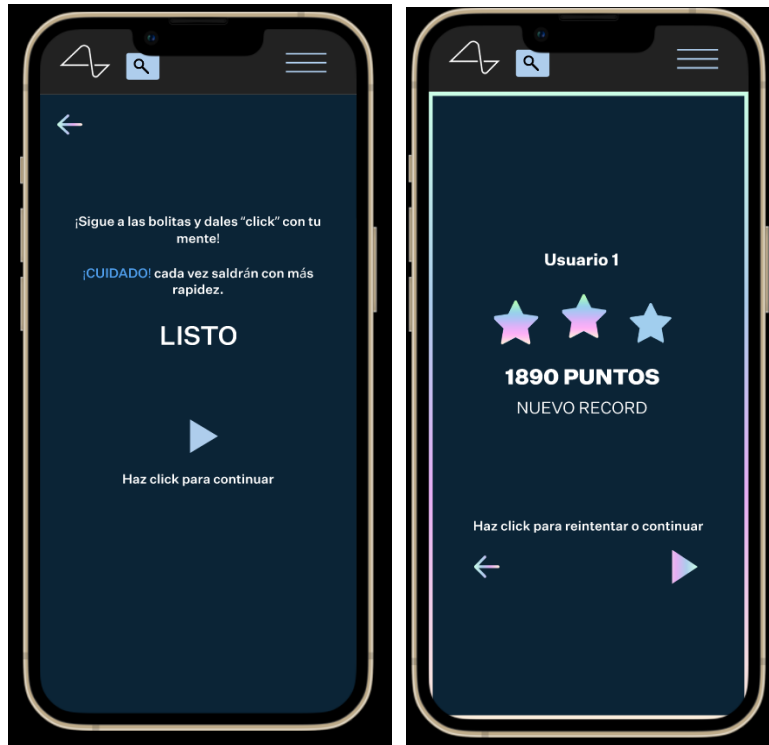
5.2 Cambios que realizar

Remarcamos los siguientes cambios de la prueba anterior:

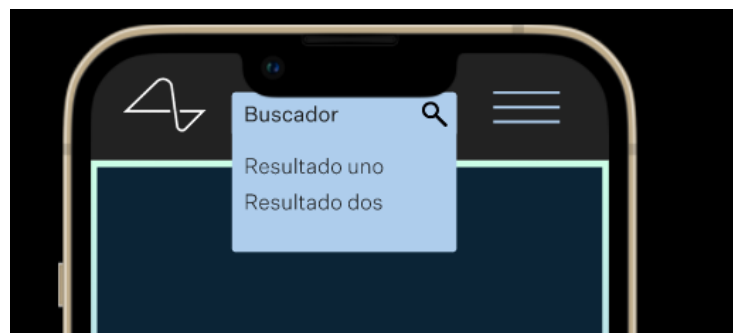
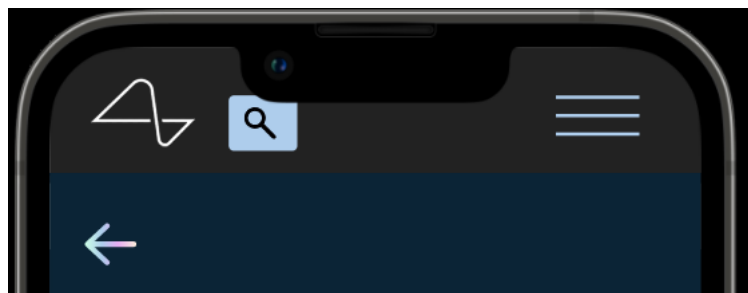
- Aumentar el tiempo de la pantalla de entrenamiento.
- Agrandar el área de entrenamiento.
- Añadir avisos de como desbloquear niveles en los entrenamientos.
- Cambiar el icono “*play*” por icono de “candado desbloqueado”.
- Encontrar un sitio funcional al buscador y a su vez hacerlo menos relevante en las pantallas de entrenamiento.
- Convertir el teclado en un teclado usable.
- Prototipar los minijuegos.
- Prototipar los entrenamientos de *mouse* y teclado.

5.3 Cambios realizados

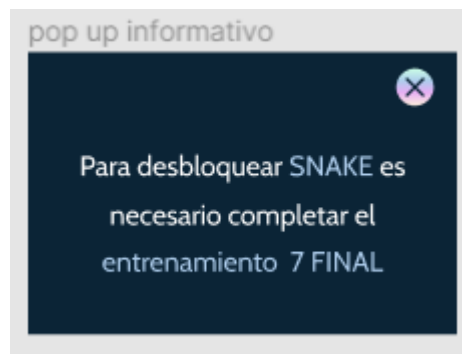
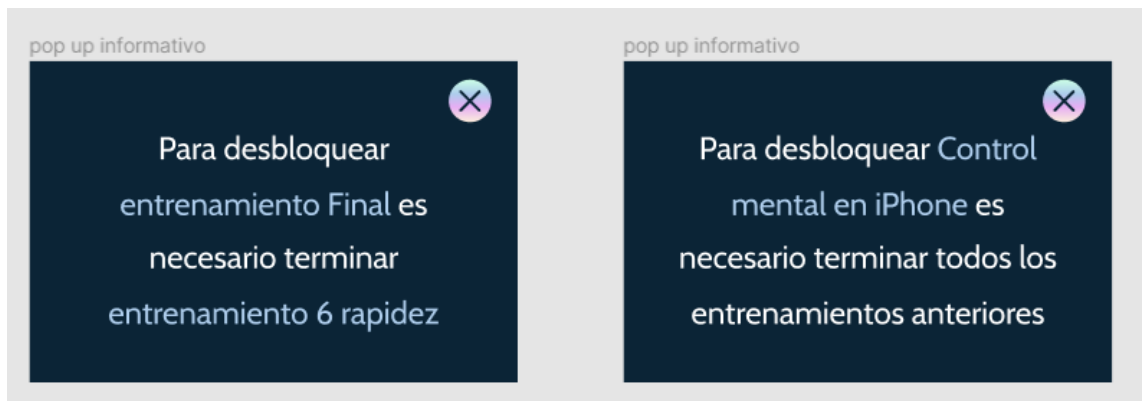
1. Aumentar el tiempo de la pantalla de entrenamiento. El *timing* ha pasado de 2000ms a 8000ms.
2. Agrandar el área de entrenamiento.



Lo que a su vez incluye encontrar el correcto posicionamiento para el buscador y el navegador para ir a la página anterior (completado el punto cinco).



3. Añadir avisos de como desbloquear los entrenamientos y los minijuegos.



4. Cambiar el icono “play” de la pantalla de inicio por icono de “candado desbloqueado”.



5.4 Cambios que realizar

Las siguientes mejoras no se han podido llevar a cabo a la vez que no son necesarias de probar en este nivel del prototipo. Es decir, las dos primeras necesitan un desarrollo importante de programación mientras que la tercera, implicaría otro proyecto en *Figma* para desarrollar a nivel web la interfaz. Sería ideal para un proyecto con un tiempo algo más largo.

Por lo tanto, han quedado pendientes los siguientes cambios:

1. Convertir el teclado en un teclado usable.
2. Prototipar los minijuegos y todos los entrenamientos.
3. Prototipar los entrenamientos de *mouse* y teclado.

Si las fechas de entrevistas no hubiesen variado tanto, hubiese existido más tiempo para realizar un pequeño test final de heurísticas que habría refinado el último diseño.

6. CONCLUSIONES

Este proyecto consolida los conocimientos adquiridos durante el Máster en experiencia de usuario.

Desde el principio del proyecto se destaca la importancia de todas las diferentes fases que el diseño centrado en las personas necesita. Desde la **investigación, la definición, el desarrollo y la evaluación**. En cada uno de estos campos encontramos metodologías que aportan información cualitativa, cuantitativa y problemas que nos acercan más a la mente del usuario final. Con el fin de desarrollar un producto que realmente pueda convertir a la persona en un usuario eficaz y eficiente en su tarea a desarrollar.

En este caso, se ha preparado un prototipo simulando la interacción; dispositivo – mente a partir del producto N1 de *Neuralink*.

6.1 Conclusiones éticas

Ha habido **poca polémica ética** con relación a la **inserción de un chip** en el interior de la cabeza. Sobre todo, en esos pacientes que nunca iban a recuperar la movilidad en sus brazos. Aun así, el resto de los pacientes parecían motivados con la idea y existió poco debate moral sobre la temática. La solución otorgada parece mucho mejor que las que ellos han tenido hasta el momento. Aun así, la logística de *Neuralink* de como distribuir los robots que realizan la operación junto a otras incógnitas siguen en el aire.

6.2 Conclusiones especulativas VS realidades

Si *Neuralink* es capaz de mantener **un precio razonablemente bajo**, solucionando los **problemas logísticos** y logrando que su **producto** sea algo **menos intrusivo** y **sumándole algunas funcionalidades**, podría **brillar** en el mercado. **Ayudando a muchas personas** a poder tener una interacción con un dispositivo.

Ahora bien, la única funcionalidad segura hoy en día es la posibilidad de controlar un dispositivo con la mente. Curar ansiedades, depresiones o controlar vehículos son de momento especulaciones.

Por lo tanto, **la aplicación podría funcionar correctamente si es programada a partir del prototipo creado**. Para transportarlo al mundo no especulativo, se debería de ejecutar el mismo proceso de técnicas, pero con pacientes que tengan el producto insertado.

Hemos de tener en cuenta que esta aplicación ha sido creada con la idea original de la empresa más el conjunto de nuestras hipótesis y teniendo muy en

cuenta las necesidades de los usuarios. Aunque la simulación hubiese sido más acertada si hubiese entrado en el test final la ayuda de un *eye tracking*.

Aun así, creemos que la comparación no sería tan distinta del resultado especulativo. Probablemente, serían los **timigs el elemento más diferenciador**. Es decir, que los usuarios tardarían más rato en realizar las tareas (un poco más de tiempo que nuestros usuarios con su mano no diestra). También hemos tenido en cuenta problemas de fatiga, aunque es posible que al usar la mente surgieran más problemáticas de cansancio de las esperadas.

En un caso real, *Neuralink* **debe tener en cuenta a sus competidores**, aunque las características de sus productos son distintas o se enfocan a públicos distintos, es posible que estas líneas se crucen y la competencia sea más directa.

6.3 Conclusión final

Hemos podido trabajar con un grupo de usuarios con características diferentes entre sí. **Usuarios** que necesitaban **ayuda**, que **deseaban ser eficaces y eficientes** en el control de las herramientas electrónicas. Herramientas que cada día son usadas por más y más gente y que son cada vez más importantes. Este factor ha dado mucha variedad y se ha podido conocer a perfiles muy distintos solo con 4 usuarios. Ahora bien, también es cierto que tener más participantes hubiese enriquecido los resultados obtenidos y podríamos haber encontrado nuevos puntos o problemáticas.

Finalmente podemos decir que la aplicación es imprescindible para aprender a usar la nueva interacción. Con este objetivo se ha creado de manera que sea simple, funcional, con un diseño claro y con una opción de poder ser algo más allá que un paso obligatorio para los pacientes. Convirtiéndose en una **primera experiencia divertida hacia un nuevo mundo de interacción**.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] “Análisis en detalle de la futura interfaz cerebro-máquina de Elon Musk”, Antontio Reglado, 23 de julio de 2019. MIT Technology Review [En línea].
[fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].
Disponible en: <https://www.technologyreview.es/s/11320/analisis-en-detalle-de-la-futura-interfaz-cerebro-maquina-de-elon-musk>
- [2] Rebecca Robbins, 16 de julio de 2019. Neuralink White Paper. [En línea].
[fecha de consulta: 13 de marzo de 2022].
[Neuralink White Paper - DocumentCloud](#)
- [3] “Arnav Kapur”, 1 de mayo de 2019. Lemelson nmit. [En línea].
[fecha de consulta: 14 de marzo de 2022].
[How AI could become an extension of your mind | Arnav Kapur - YouTube](#)
- [4] “BMI control of a third arm for multitasking”, Christian penaloza, 25 de julio de 2018. Sience Robotics [En línea].
[fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].
[BMI control of a third arm for multitasking \(science.org\)](#)
- [5] Judith Membrives. «La evaluación de la usabilidad con personas usuarias».[en línea]
[fecha de consulta: 12 de marzo de 2022].
<http://quadern-usabilitat.recursos.uoc.edu/es/6-1-introduccion/>
- [6] UOC. Apuntes del campus virtual. [En línea].
[fecha de consulta: 10 de marzo de 2022].
- [7] *Interaction Design Foundation*. «How to Conduct User Interviews» [en línea].
[fecha de consulta: 17 de marzo de 2022].
<https://www.interaction-design.org/literature/article/how-to-conduct-user-interviews>
- [8] “El FIASCO de Elon Musk - ¿Por qué no es para tanto?”, Javier Santaolalla, 2 de septiembre de 2021, Date Un Blog, Youtube. [En línea].
[fecha de consulta: 23 de marzo de 2022].
[🌐 NEURALINK 🌐 El FIASCO de Elon Musk - ¿Por qué no es para tanto? - YouTube](#)
- [9] Mike Brown. «Neuralink monkey video, rudimentary». [En línea].
[fecha de consulta: 29 de marzo de 2022].
<https://www.inverse.com/innovation/neuralink-video-shows-musk-gaming-monkeys>

[10] *“Monkey MindPong”*, Neuralink, 09 de abril de 2021. Youtube. [En línea].
[fecha de consulta: 11 de marzo de 2022].

[Monkey MindPong - YouTube](#)

[11] *“Elon Musk's Neuralink brain-computer: Watch 'working' demo replay”*, Jackson Ryan, 28 de agosto de 2021. Cnet Scienc. [En línea].

[fecha de consulta: 16 de marzo de 2022].

[Ryan, Jackson. “Elon Musk’s Neuralink Brain-Computer: Watch ‘Working’ Demo Replay”. CNET, 2020,](#)

[12] *“Paralysed woman moves robot with her mind”*, Nature Video, 16 de mayo de 2012. Youtube. [En línea].

[fecha de consulta: 14 de marzo de 2022].

[Paralysed woman moves robot with her mind - by Nature Video - YouTube](#)

[13] *“How AI could become an extension of your mind | Arnav Kapur”*, TED, 6 de junio de 2019. Youtube. [En línea].

[fecha de consulta: 16 de marzo de 2022].

[How AI could become an extension of your mind | Arnav Kapur - YouTube](#)

[14] Web de Lumosity [en línea]

[fecha de consulta: 19 de marzo de 2022].

<https://www.lumosity.com>

[15] Web de Neuralink [en línea]

[fecha de consulta: 25 de febrero de 2022].

Disponible en: <https://neuralink.com/>

[16] *“First Impressions from a Game Designer”*, TED, 18 de agosto de 2021. Youtube. [En línea].

[fecha de consulta: 25 de abril de 2022].

<https://www.youtube.com/watch?v=t4b7nSWWgs0>

[17] *“Neuralink te hace más inteligente”*, Jake McEvoy, KYM, 11 de febrero de 2021. [En línea].

[fecha de consulta: 25 de abril de 2022].

<https://www.knowyourmobile.com/es/news/does-neuralink-make-you-smarter/>

6. ANEXOS

6.1 Documentación legal:

Finalidad del estudio

TFM para el máster en UX de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), en marzo del 2021. Realizada por Gabriel Parés Mahedero.

Tu participación en este estudio es voluntaria

Usted recibirá no recibirá ninguna compensación económica.

Información que recolectar

Se pretende conocer mejor al usuario objetivo de un producto prototipo. Entendiendo sus necesidades y gustos.

Como aseguramos tu privacidad

La reunión la realizaremos en el hospital de Terrassa. Esta sesión será grabada por audio. Dicha será tratada de manera confidencial y no será usada fuera del estudio de la UOC.

Es posible que existan publicaciones con tus datos, pero lo harán de manera anónima. Es decir que tu implicación en este estudio será totalmente anónima si así lo deseas.

Si después de este test se arrepiente de la información que nos ha proporcionado, puede contactar con nosotros para eliminar sus datos. Sino esto no sucede, en un término de 18 meses eliminaremos personalmente los datos.

Tu consentimiento

Por favor si está en acuerdo con todo lo comentado anteriormente, signe:

Doy mi consentimiento:

- Para la gente que me observe durante la entrevista.
- Para que la sesión sea grabada en formato de audio.
- Para que el estudiante Gabriel Parés estudie mis datos a posterior.

Nombre: _____

Signatura: _____

Fecha: _____

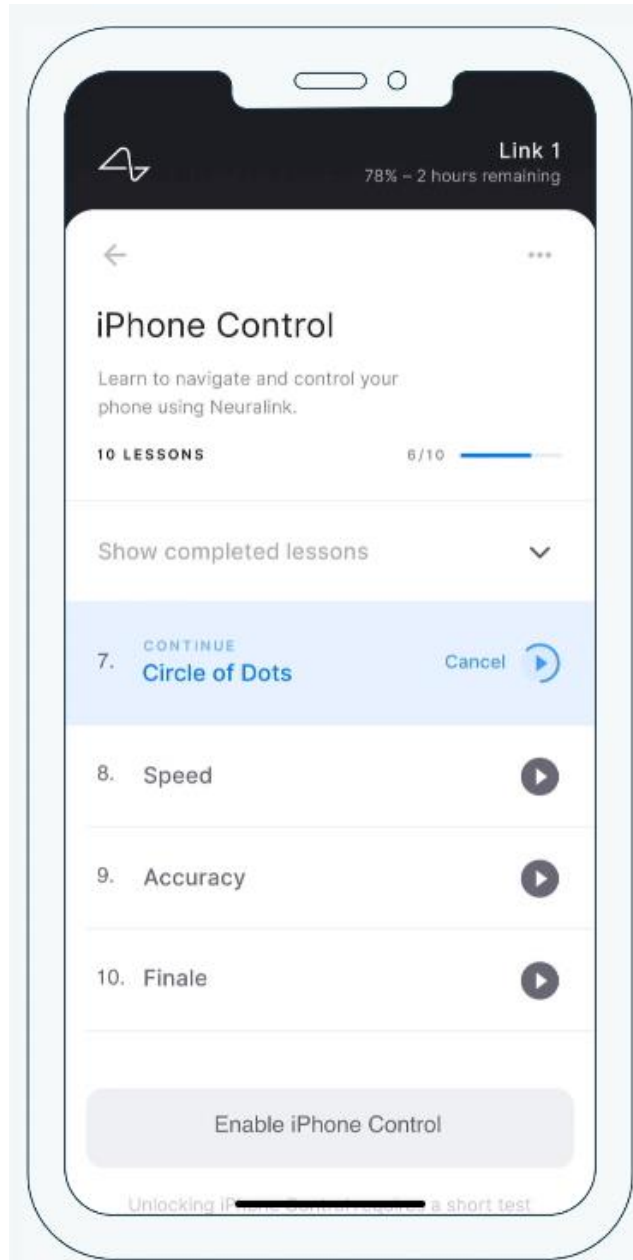
Signatura estudiante que se compromete a cumplir los términos propuestos:

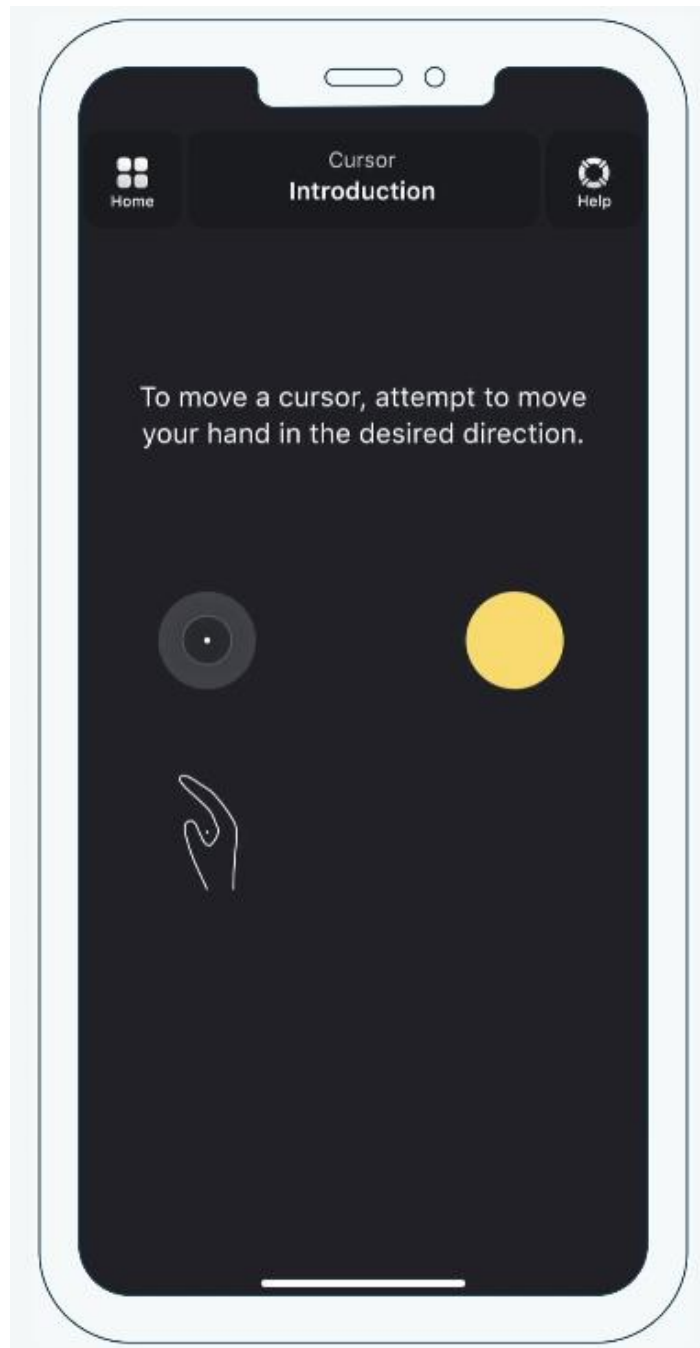
EL estudiante da su consentimiento:

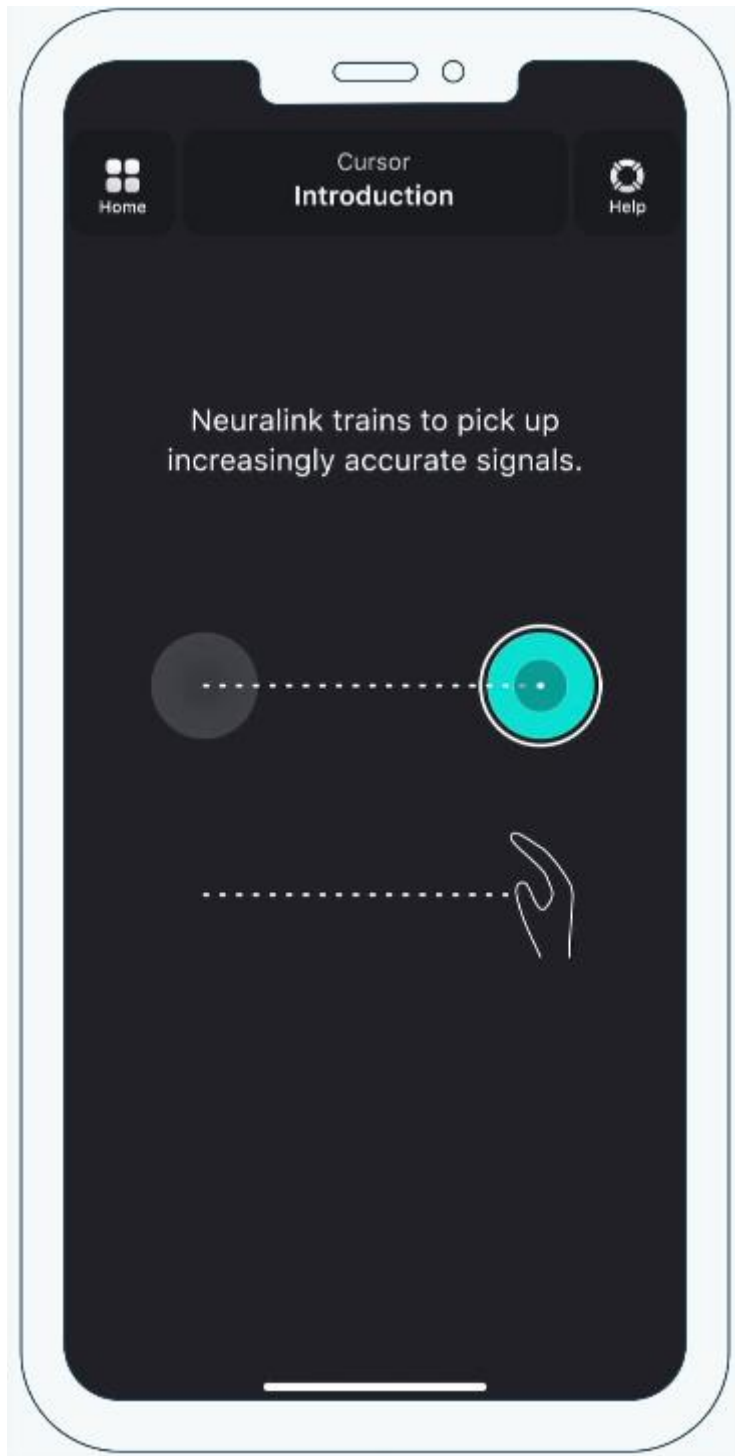
- Si la información otorgada por el participante sale del estudio estudiantil o deja de ser anónima, nos comprometemos a compensar económicamente al participante en cuestión.

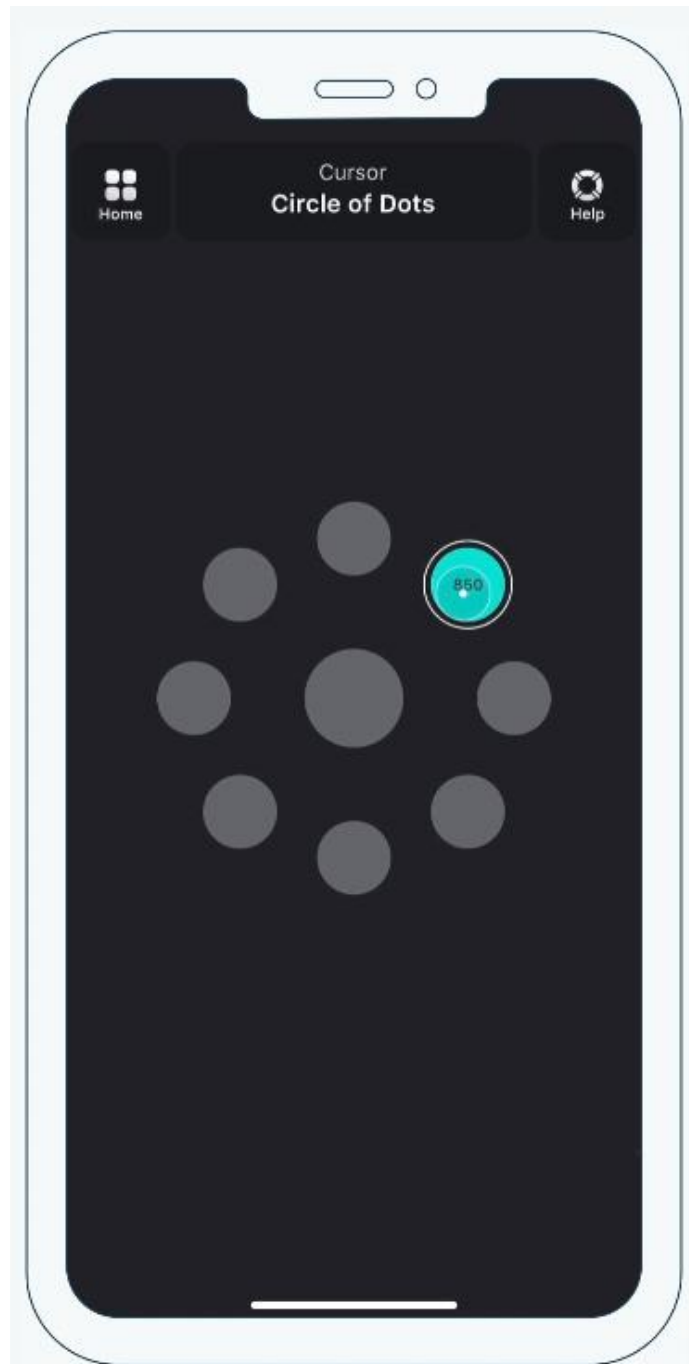
Basado en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.

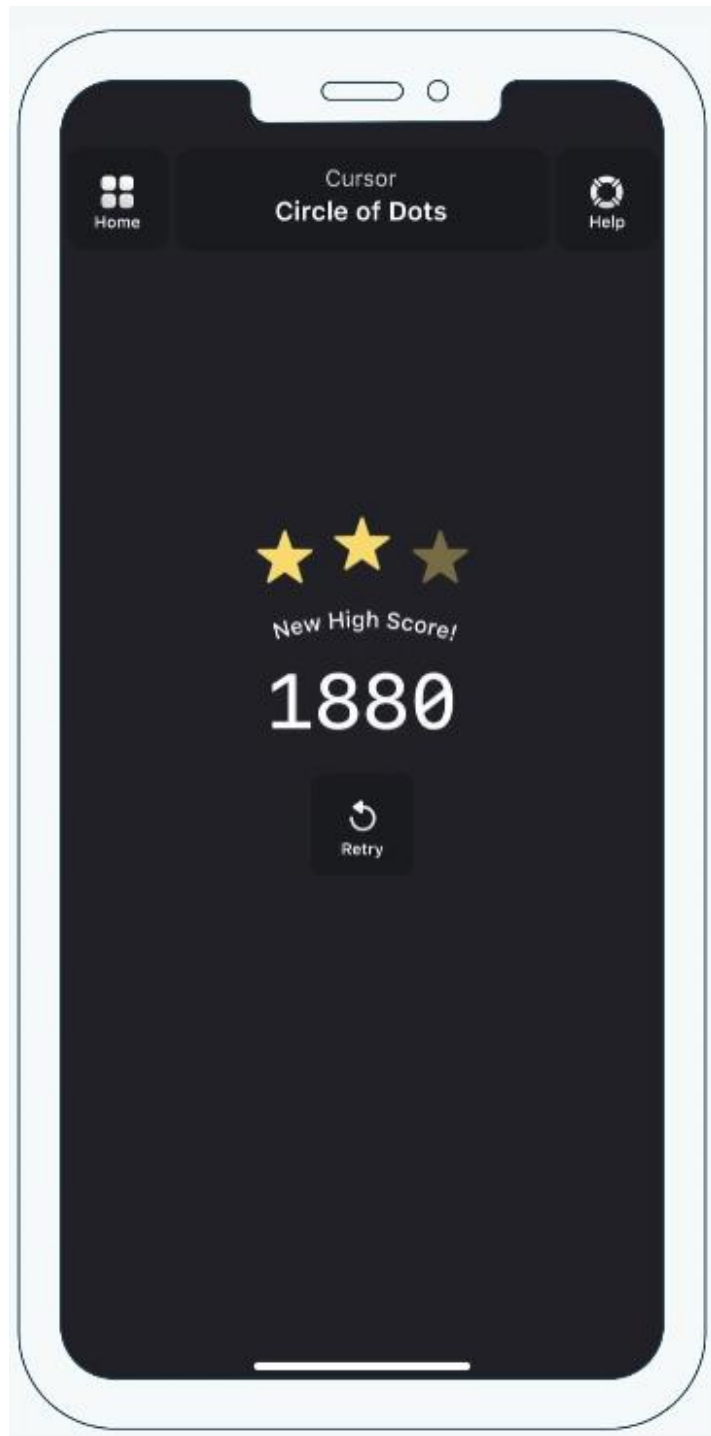
6.2 Pantallas del “pre prototipo” de *Neuralink*





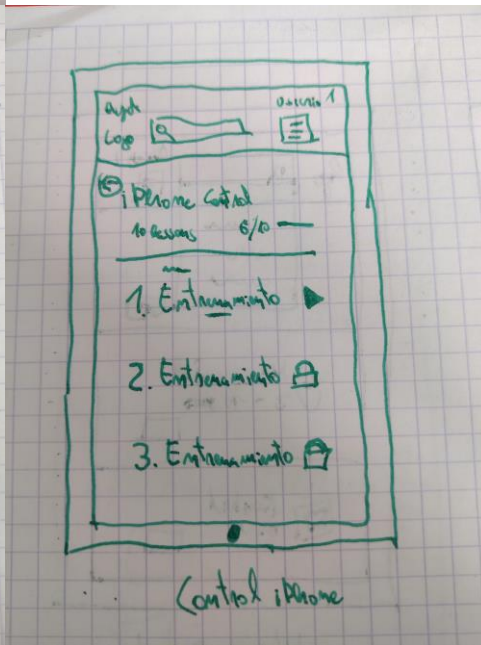
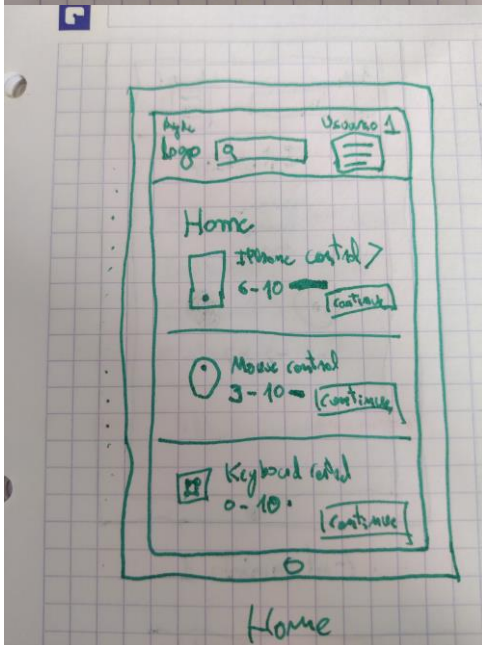
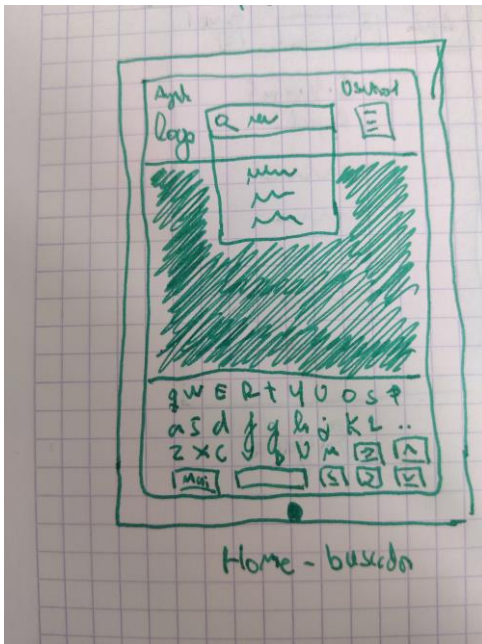


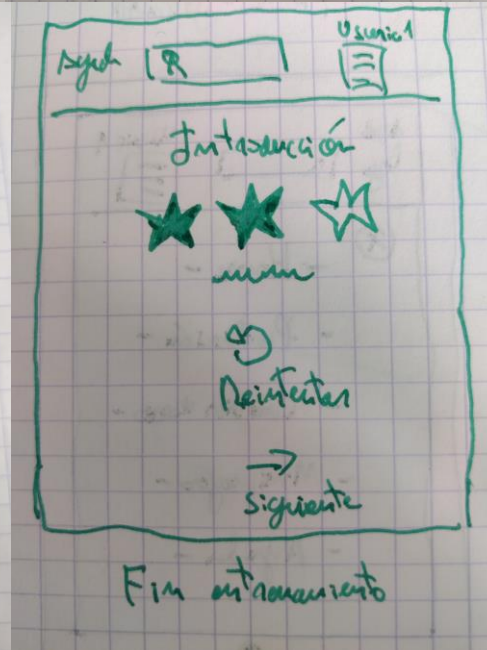
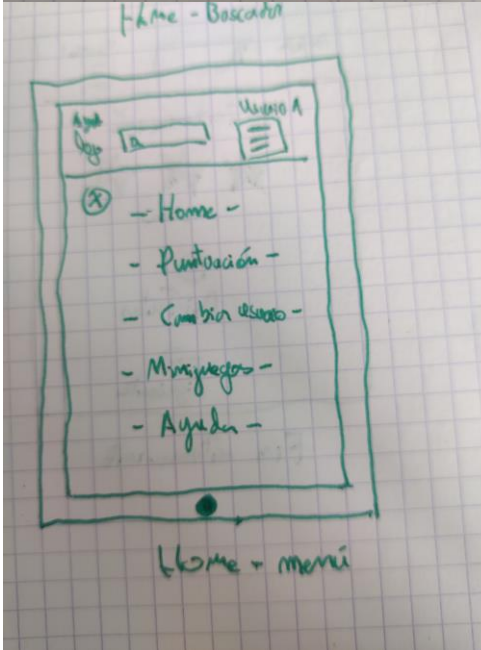
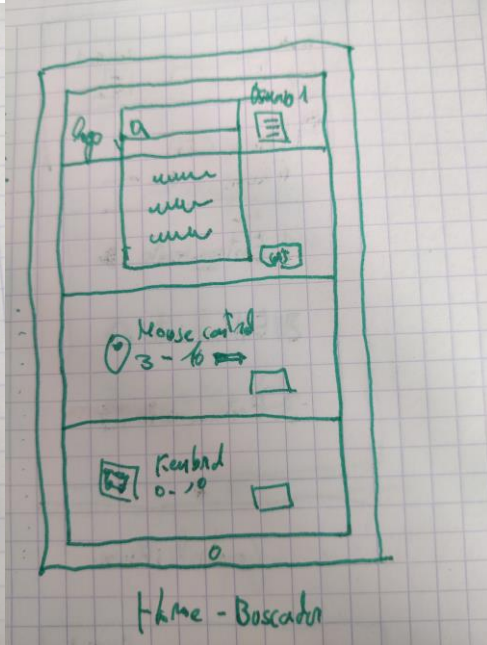
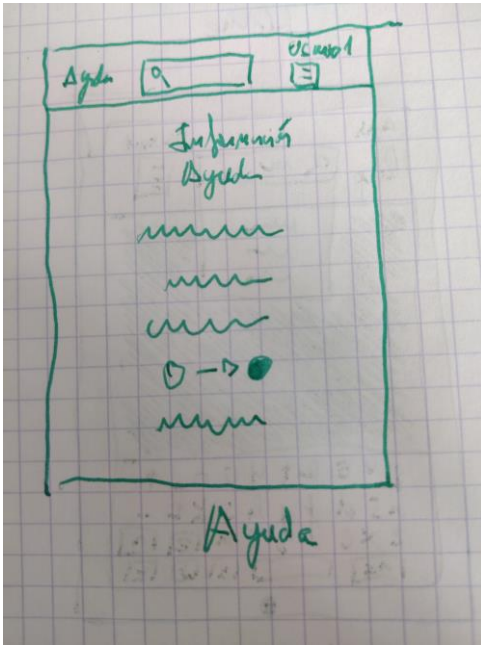


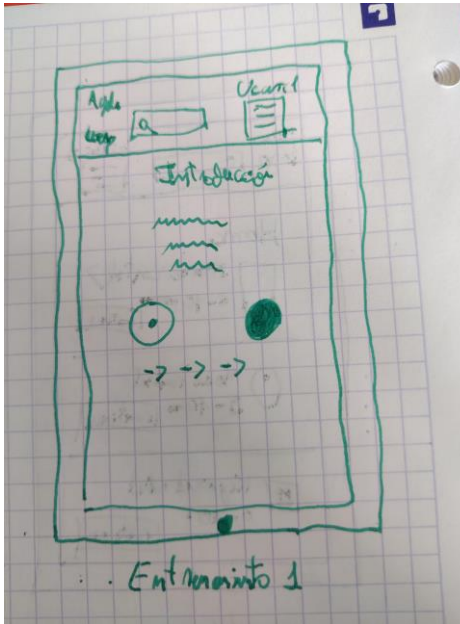


Fuente de las imágenes: <https://neuralink.com/approach/>

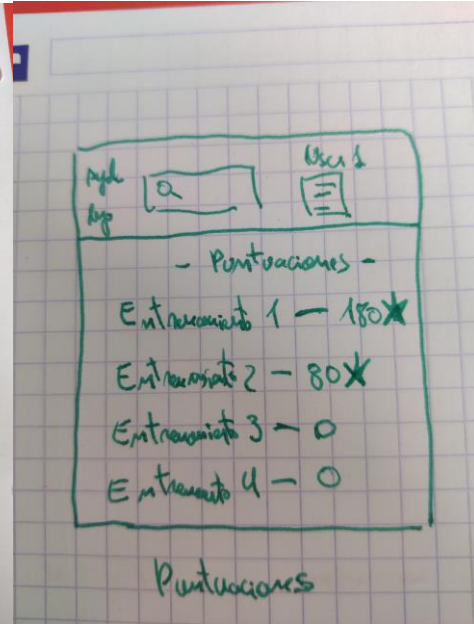
6.3 Sketches







Entrenamiento 1



Puntuaciones

FIN

Gabriel Parés Mahedero

Trabajo de final de máster en diseño de interacción y experiencia de usuario

