



RESUMEN DEL PROYECTO

Investigador principal: Prof. Dr. Tomás Ortiz Alonso. Catedrático del Departamento de Psiquiatría. Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid

Título del proyecto / acrónimo Descripción del proyecto.

HERVAT mediante multisensorial sincronizada: *Sincronización cerebral de estímulos táctiles con visuales/auditivos y táctiles en el reconocimiento del medio para la mejora de del aprendizaje y los procesos cognitivos así como la calidad de vida de personas con discapacidad cognitiva, visual o auditiva.*

Introducción

El programa neuroeducativo HERVAT consiste en realizar ejercicios de Hidratación, Equilibrio, Respiración, Visión, Audición y Tacto. El objetivo del programa neuroeducativo HERVAT es favorecer los procesos atencionales y, consecuentemente, los procesos cognitivos, mediante un programa estimular de los procesos sensoriomotrices. En el marco de la escuela inclusiva, el sistema educativo trata de promover respuestas adaptadas a las necesidades educativas de todos los alumnos. El ámbito escolar es un entorno propicio para la detectar y estimular las capacidades de los alumnos. Ese es el motivo por el que el proyecto de investigación que desarrollamos en centros educativos de Madrid, tenga como objetivo mejorar los mapas cognitivos de los alumnos, aumentando sus resultados académicos mediante la aplicación del HERVAT: es un programa neuropedagógico de estimulación de funciones neurológicas básicas implicadas en cualquier proceso cognitivo. Se trata de organizar y estimular de manera continuada -a lo largo de la educación infantil-, el funcionamiento cerebral de las áreas implicadas en el proceso de maduración y de aprendizaje, mediante un programa basado en la neurociencia.

El objetivo del HERVAT es estimular los procesos neurológicos básicos, mediante ejercicios sencillos acordes al funcionamiento cerebral, con el fin de conseguir que los alumnos mejoren los procesos atencionales inmediatamente anteriores al aprendizaje escolar. Desde la perspectiva educativa se pretende introducir en el entorno escolar un programa neuroeducativo que mejore los procesos de aprendizaje escolar, y ayude mejorar las capacidades cognitivas de los alumnos para dar una respuesta educativa más ajustada a su desarrollo cerebral. Por último, este programa neuroeducativo promueve la cooperación entre familias, profesores y neurocientíficos para conseguir un buen desarrollo cerebral integral del alumno/a.

La neurociencia actual nos proporciona los conocimientos necesarios para diseñar programas de enseñanza que permitan un desarrollo controlado del cerebro y dirigido a mejorar la adquisición de conocimientos. Es por ello que ofrecemos un Programa neuroeducativo para favorecer el aprendizaje integral en edades tempranas. Permite a los profesionales de la educación, diseñar enseñanzas, actuaciones y sistemas de estimulación específicos, para mejorar la actividad cerebral de los alumnos y por ende su capacidad, comprensión y ejecución de las funciones más complejas del ser humano.



Para conseguir un buen desarrollo de los procesos cognitivos, necesitamos partir de procesos sencillos que son la base para llegar al cerebro cognitivo. El programa Neuroeducativo HERVAT -a través de la estimulación sistemática diaria de patrones estimuladores motrices y multisensoriales muy sencillos-, trata de mejorar e integrar los mecanismos subcorticales cerebrales, con estructuras corticales complejas responsables de las funciones cognitivas y del aprendizaje escolar. La estimulación sensorial activa el cerebro y los mecanismos cerebrales que procesan la información. Permite construir autopistas neuronales estables de aprendizaje de procesos complejos, puesto que los sistemas sensoriales contienen información necesaria para poder llegar al desarrollo del proceso cognitivo.

Los procesos cognitivos forman parte de una serie de redes subcortico-corticales ampliamente distribuidas, interconectadas y solapadas entre sí. Las redes inferiores subcorticales representan los elementos senso-perceptivos y motores más específicos, concretos y básicos de nuestro propio desarrollo. Las redes superiores corticales -más amplias, conectadas y distribuidas-, representan los procesos más complejos del ser humano. Por lo tanto la experiencia sensoriomotriz, consecuencia de la experiencia e interacción con el mundo externo e interno, va a ser la base de la formación de los procesos cognitivos. La función cognitiva viene determinada por una red formada por los grupos celulares corticales, que representan los aspectos sensoriales, motores y emocionales de una experiencia. Es sobre la corteza sensorial y motora sobre las que se van formando y organizando jerárquicamente, las memorias y conocimientos individuales, desde los más concretos a los más abstractos.

Objetivos específicos del proyecto HERVAT mediante multisensorial sincronizada y resultados esperados. Indicar en que modo contribuye la solución propuesta a la integración escolar de personas con discapacidad. Destacar el carácter innovador del proyecto y la manera en que mejora, productos, procesos o servicios ya existentes.

El cerebro está de moda, de eso no hay duda. Nuestro proyecto acude a él para intentar dar respuesta al papel que juega el tacto tanto en el reconocimiento de estímulos espaciales a distancia en sujetos invidentes como en las emociones en la conducta humana en sujetos con discapacidad auditiva y cómo se pueden potenciar las sensaciones asociadas a él. Después de unos cuantos tropiezos y muchas cabezas investigando, hoy en día se sabe que para que podamos llevar a cabo una función, es decir, para cualquier cosa que queramos realizar, pensar o hacer, el cerebro debe trabajar como un equipo, integrando varias de sus entradas sensoriales y áreas cerebrales para dar respuesta a las cuestiones que se le plantean. Sin embargo, el medio ambiente nos ha condicionado para que unos sistemas sensoriales, como son la visión y la audición, trabajen más que otros. En otras palabras, nos hemos acostumbrado a que determinados miembros del grupo hagan casi todo el trabajo. Esto ha motivado que nuestra adaptación en la vida diaria se base, principalmente, en estímulos visuales y auditivos, como sistema constante de interacción con nuestro entorno. Un claro ejemplo de ello lo encontramos en la industria del entretenimiento, concretamente en los videojuegos o el cine, donde la visión y la audición son los principales medios que se utilizan para poder interactuar con el individuo. Los seres



humanos tenemos una capacidad limitada para recibir, retener y procesar cognitivamente información tomada del ambiente. Si únicamente utilizamos una o dos vías sensoriales para analizar dicha información, lo que acabaremos haciendo es sobrecargar a ese/esos sentidos. Como en el ejemplo del equipo que mencionábamos anteriormente, una sola persona haciendo el trabajo de un equipo entero puede verse colapsada e incapaz de procesar nueva información haciéndola proclive a cometer más errores. No obstante, si utilizamos varias vías sensoriales a la vez, si más miembros del equipo trabajan, el proceso de análisis y evaluación que hagamos mejorará, no solo en la interpretación y toma de decisión, sino también en la capacidad de comprensión y recuperación de la información. En este punto nos planteamos, ¿qué sucedería si añadiésemos otro sentido, otro canal más de información en la comunicación, véase, el tacto, para ayudar a personas con discapacidad a entender el entorno que les rodea? Lograríamos potenciar la capacidad de procesado, así como de la percepción emocional que experimentamos por medio del aumento de la sensación corporal, lo que implicaría un mayor grado de comprensión, motivación y disfrute en la actividad. Esto nos lleva a pensar que la utilización del tacto en sincronización con la visión y/o la audición, haría que el cerebro no se saturase tanto, aumentaría la atención así como la capacidad de discriminación sensorial y por otro lado disminuiría el tiempo que necesitamos para procesar la información. En conclusión, mejoraría la capacidad de respuesta de nuestro cerebro al reconocimiento del medio ambiente y al aumento de la sensación emocional.

El propósito de este estudio se justifica porque: 1. Puede utilizarse como una entrada adicional e independiente para transmitir información al usuario. 2. Puede utilizarse como una fuente redundante para aumentar la importancia de la información de las modalidades auditivas y visuales y 3. puede utilizarse, junto con la visión y/o la audición, para mejorar la detección y análisis de los estímulos ambientales. Para las personas con alguna discapacidad cognitiva o sensorial, la modalidad táctil puede convertirse en una entrada sensorial imprescindible para la mejora de la recepción de los estímulos ambientales y de la interpretación de los mismos. Cabe añadir que si bien la experimentación con estímulos táctiles lleva unos años desarrollándose en distintos países, todavía no hay propuestas solventes y prácticas que puedan servir de base para potenciales productos de consumo que tanto necesitan las comunidades con discapacidad mencionadas. Crear dispositivos integrables en la ropa que permitan la transmisión de información y no sólo su sensación es algo que terminará llegando con toda probabilidad, y esta es una oportunidad de dar un paso adelante vanguardista en esta dirección.

El objetivo fundamental es desarrollar un elemento portable y vestible en la vida diaria que permita integrar el sentido del tacto a los sentidos habituales de la vista y/o el oído logrando la sincronización e integración de los mismos durante el reconocimiento de estímulos en un vídeo, película o videojuego para crear una realidad aumentada que nos permita:

1. Aumentar la sensación de las emociones, y mejorar la capacidad de detección y análisis de los estímulos, así como mejorar el desarrollo cerebral, facilitando una mejor percepción sensorial en aquellas poblaciones con discapacidad sensorial.



2. Mejorar el desarrollo emocional, atencional y cognitivo en aquellas poblaciones con discapacidad psicosocial, cognitiva o emocional.

3. Aumentar la sensación de placer que genera el estímulo.

4. Disfrutar de una mayor intensidad de cualquier película o cualquier otro estímulo audiovisual.

5.- Mejorar los procesos atencionales y de aprendizaje escolar

La primera aproximación que se propone es integrar un casco de realidad virtual con un vestible vibro-táctil que integre al usuario la experiencia de los tres sentidos y así lograr la mencionada realidad aumentada.

Población a la que va dirigido:

1. Poblaciones con discapacidad sensorial (sordos, ciegos, ...) en las que se necesite aumentar a dos estímulos sensoriales para mejorar la sensación de sus emociones durante el videojuego, o extender la experiencia en las películas de vídeo que se había perdido al faltar uno de los dos canales tradicionales. 2. Poblaciones con discapacidad psicosocial, cognitiva o emocional (depresión, autismo, trastorno por déficit de atención, trastornos del desarrollo, trastornos del lenguaje, trastornos del aprendizaje, etc.) en las que se necesite aumentar los niveles de atención o de mejora emocional mediante una integración multisensorial de los estímulos del propio videojuego o película.

Una vez validados los resultados del proyecto y experimentos planteados, nos planteamos su extrapolación a la vida cotidiana en términos de movilidad, comprensión de información pública, orientación o simplemente un aumento de la percepción sensorial y emocional. Creemos, como decíamos anteriormente, que el que personas con discapacidad deambulen por espacios públicos con diferentes dispositivos que les permitan acceder a la información que personas sin problemas de vista u oído es un escenario más que plausible, inevitable y deseable en las próximas décadas, y confiamos en poder contribuir a dichos logros.

Nuestro grupo ya ha desarrollado un sistema de reconocimiento táctil con cerca de 1000 puntos de estimulación que puede aplicarse a la palma de la mano y que permite al invidente poder reconocer objetos, siluetas, letras, números y palabras a una distancia de un metro mediante la sincronización del estimulador táctil con una videocámara.

APLICACIÓN PARA LA INTEGRACIÓN LABORAL Y SOCIAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD Describir cómo contribuye el proyecto a la integración laboral de personas con discapacidad. Indicar que colectivo se verá beneficiado de los de los resultados de este proyecto y de qué modo.

El objetivo fundamental es desarrollar un elemento portable y vestible en la vida diaria que permita integrar el sentido del tacto a los sentidos habituales de la vista y/o el



oído logrando la sincronización e integración de los mismos durante el reconocimiento de estímulos en un vídeo, película o videojuego para crear una realidad aumentada que nos permita: 1. Aumentar la sensación de las emociones, y mejorar la capacidad de detección y análisis de los estímulos, así como mejorar el desarrollo cerebral, facilitando una mejor percepción sensorial en aquellas poblaciones con discapacidad sensorial. 2. Mejorar el desarrollo emocional, atencional y cognitivo en aquellas poblaciones con discapacidad psicossocial, cognitiva o emocional. 3. Aumentar la sensación de placer que genera el estímulo. 4. Disfrutar de una mayor intensidad de cualquier película o cualquier otro estímulo audiovisual. La primera aproximación que se propone es integrar un casco de realidad virtual con un vestible vibro-táctil que integre al usuario la experiencia de los tres sentidos y así lograr la mencionada realidad aumentada.

Una vez validados los resultados del proyecto y experimentos planteados, nos planteamos su extrapolación a la vida cotidiana en términos de movilidad, comprensión de información pública, orientación o simplemente un aumento de la percepción sensorial y emocional. Creemos, como decíamos anteriormente, que el que personas con discapacidad deambulen por espacios públicos con diferentes dispositivos que les permitan acceder a la información que personas sin problemas de vista u oído es un escenario más que plausible, inevitable y deseable en las próximas décadas, y confiamos en poder contribuir a dichos logros.

CARÁCTER INNOVADOR Breve introducción al estado del arte indicando la aportación del proyecto a la mejora del estado del arte. Destacar el carácter innovador de la propuesta.

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La base de la innovación tecnológica consistiría en un vestible con actuadores táctiles, denominado Dispositivo de Inducción Somatoensorial Vestible (DISV), agrupados por parches direccionables individualmente en función de la información que se quiera estimular. Este DISV estará gobernado por un Sistema Central en laboratorio que coordinará los estímulos visuales, auditivos y táctiles. Los estímulos visuales y auditivos serán lanzados desde un ordenador, mientras que los estímulos táctiles se enviarán a un Centro de Control del vestible que hará que se transmita la estimulación táctil al usuario.

El actuador: El actuador es cada uno de los elementos individuales vibratorios que van a provocar la sensación táctil. Los actuadores se agrupan en parches vibro-táctiles que son direccionables individualmente para conseguir que actuando por separado o en conjunto las diferentes sensaciones que se quieren transmitir al usuario. Al existir una gran cantidad de actuadores por parche y, por tanto, en el DISV, es necesario tener



controlado el consumo eléctrico de los mismos para lograr la eficiencia energética necesaria para su utilización portátil.

Parche vibro-táctil: Los actuadores individuales se agrupan en parches. Debido a que puede ser necesario generar zonas de excitación amplias o distribuidas, será necesario que el DISV utilice varios parches para la generación de información compleja. Así mismo es necesario que los actuadores tengan el máximo contacto con la piel del usuario y, por tanto, estos parches serán flexibles para adaptarse a los diferentes contornos del cuerpo. Cada uno de estos actuadores será direccionable de manera individual desde el controlador central del DISV.

Los tres parámetros fundamentales en la creación de estos parches serán:

1. La densidad de actuadores por centímetro cuadrado, que dependerá de la colocación en el cuerpo.
2. La frecuencia de incidencia de los actuadores sobre la piel. En otras palabras, el número de veces que los actuadores entran en contacto con la piel por segundo.
3. La intensidad de la incidencia del actuador en la piel, es decir, la fuerza con la que el actuador toca la piel del usuario.

Estos parámetros serán delimitados durante la fase de diseño del DISV. En esta fase también se estudiará y resolverá la posible necesidad de complementar los actuadores descritos dentro de los parches vibro-táctiles con otro tipo de actuadores, como puedan ser inductores de cambios térmicos u otros. Con esta acción combinada se buscará el mejor equilibrio para lograr transmitir la información deseada.

Centro de Control: Los actuadores serán controlados desde un microcontrolador que recibe la información a ser estimulada. Dicho elemento gestionará una unidad de potencia que será la que propiamente activará los elementos vibro-táctiles.

Dispositivo de Inducción Somatosensorial Vestible: Los parches vibro-táctiles antes descritos, así como el centro de control, se integran dentro de un vestible, que el usuario portará en el tronco superior. El vestible será una camiseta o una faja en la que irán insertados los parches.

Hasta el presente no tenemos conocimiento de la existencia de un sistema de reconocimiento mediante un vestible táctil como el que proponemos nosotros. No obstante si que existen sistemas que permiten estimular táctilmente mediante vibraciones, aire o calor. Estos sistemas no están integrados ni sincronizados cerebralmente para que el sujeto reconozca e integre a otro canal sensorial una información que pueda ser interpretada por el cerebro como única.

VIABILIDAD DEL PROYECTO Análisis de la viabilidad técnica del proyecto.

Las tecnologías y la electrónica desarrollada en los últimos años posibilita un aumento drástico en las potencias de procesamiento de información a bajo coste. Microcontroladores y DSPs hoy en día son capaces de procesar con holgura la información que el presente proyecto pretende gestionar y enviar al usuario.



No resulta tan sencillo la creación de actuadores. Esta tecnología, más allá de líneas braille o costosísimos y pesados sistemas basados en piezoeléctricos, dista de estar disponible para su integración en vestibles en forma comercial y a bajo coste. Este punto, precisamente, es el que mayor carga de trabajo consumirá. Una tecnología fiable, escalable y barata para la creación de actuadores controlados eléctricamente no sólo puede resolver el mayor reto del presente trabajo, sino contribuir a un mercado incipiente cuyas posibilidades y límites aún están por explorar.

Por tratarse, por tanto, de un proyecto mayormente de investigación, existe el riesgo de no alcanzar diseños industrializables a un coste que no impida su desarrollo comercial y de consumo.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA Descripción de la tecnología empleada en el proyecto

El proyecto incorpora un alto porcentaje de dispositivos y elementos disponibles comercialmente como ordenadores, microcontroladores, prendas de ropa, monitores, impresión 3D de cajas o estructuras de soporte y electrónica básica. En dichos elementos no radica, obviamente, su carácter innovador.

El mayor reto tecnológico, cuya solución está aún por definir, consiste en el diseño y construcción de un prototipo de actuadores electrónicos de bajo coste, sobre superficie flexible, integrables en agrupaciones complejas y escalables a nivel industrial.

METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO Metodología aplicada. Duración del proyecto. Planificación de tareas, hitos y entregables. Indicar si el usuario estará involucrado en el proyecto y en qué fases (Requisitos? Diseño? Validación? Piloto?)

El proyecto se planifica para durar 12 meses desde la concesión del presupuesto, con la siguiente planificación estimada:

La base de la innovación tecnológica consistiría en un vestible con actuadores táctiles situados en él, denominado **Dispositivo de Inducción Somatoensorial Vestible (DISV)**, agrupados por parches direccionables individualmente en función de la emoción que se quiera estimular.

Este DISV estará gobernado por un Sistema Central que coordinará los estímulos visuales, auditivos y táctiles. Los estímulos visuales y auditivos serán enviados a un casco de realidad virtual, mientras que los estímulos táctiles se enviarán a un enrutador del vestible que hará que se transmita la estimulación táctil al usuario.

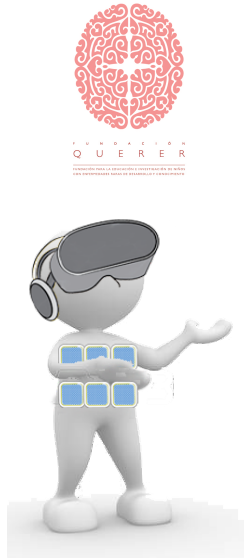


Figura 1.- El DISV coordina los parches de estimulación táctil del vestible con el casco de realidad virtual.

El actuador

El actuador es cada uno de los elementos individuales vibratorios que van a provocar la sensación táctil.

Los actuadores se agrupan en parches vibro-táctiles que son direccionables individualmente para conseguir que actuando por separado o en conjunto las diferentes sensaciones que se quieren transmitir al usuario.

Al existir una gran cantidad de actuadores por parche y, por tanto, en el DISV, es necesario tener controlado el consumo eléctrico de los mismos para lograr la eficiencia energética necesaria para su utilización

Parche vibro-táctil

Los actuadores individuales se agrupan en parches en los que todos vibrarán a la vez para conseguir transmitir la emoción adecuada. Debido a que para ciertas emociones su zona de excitación es amplia o está distribuida, será necesario que el DISV utilice varios parches agrupados o distribuidos para la generación de una misma emoción.

Así mismo es necesario que los actuadores tengan el máximo contacto con la piel del usuario, por tanto, estos parches serán flexibles para adaptarse a los diferentes contornos del cuerpo.

Cada uno de estos actuadores será direccionable de manera individual desde el controlador central del DISV.

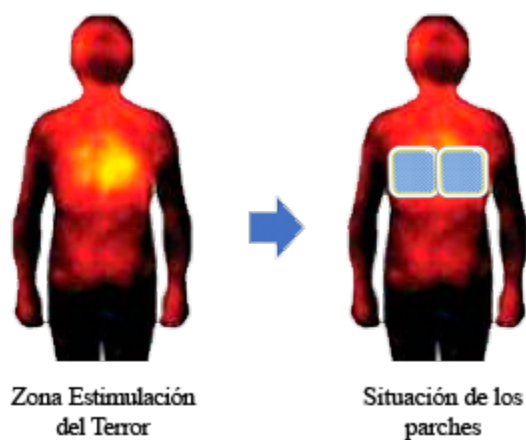


Figura 2.- Representación de la excitación de la emoción del terror. Al ser un área muy grande, necesitaría más de un parche de los descritos para su inducción.

Los tres parámetros fundamentales en la creación de estos parches serán:

- La densidad de actuadores por centímetro cuadrado, que dependerá de la colocación en el cuerpo y de la emoción a transmitir.
- La frecuencia de incidencia de los actuadores sobre la piel. En otras palabras, el número de veces que los actuadores entran en contacto con la piel por segundo.
- La intensidad de la incidencia del actuador en la piel. Dicho de otra manera, la fuerza con la que el actuador toca la piel del usuario.

Estos parámetros serán delimitados durante la fase de estudio del proyecto.



Figura 3.- Representación de uno de los parches vibro-táctiles con la vista en detalle de cómo se alinean dentro de él los actuadores.

En esta fase también se estudiará y resolverá la posible necesidad de complementar los actuadores descritos dentro de los parches vibro-táctiles con otro tipo de actuadores, como puedan ser inductores de cambios térmicos u otros. Con esta acción combinada se buscará el mejor equilibrio para lograr inducir la sensación deseada.



Dispositivo de Inducción Somatosensorial Vestible

Los parches vibro-táctiles antes descritos se integran dentro de un vestible, que el usuario portará en el tronco superior.



Figura 4.- Situación e integración de los parches vibro-táctiles en el vestible.

El vestible será una camiseta como la indicada en la figura anterior en la que irán insertados los parches. El videojuego o el contenido multimedia se reproducirá desde un pequeño dispositivo inalámbrico que se conectará por un lado con los parches de la camiseta a los que enviará la información para genera las sensaciones táctiles y por otro lado con el casco de realidad virtual al que enviará las imágenes y sonidos a reproducir.

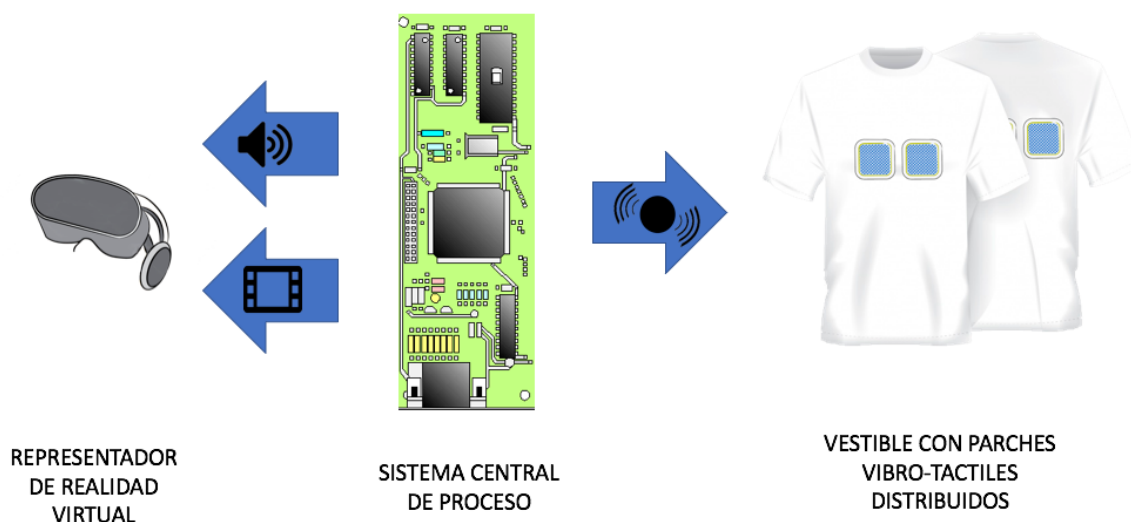


Figura 5.- Todos los elementos que integran el sistema DISV.



FASES DEL PROYECTO

El proyecto descrito se divide en dos fases diferenciadas:

- Desarrollo y perfeccionamiento del DISV: Los dos primeros años se realiza toda la inversión, con la realización del diseño y desarrollo del DISV. Esta es la fase descrita en el presente plan de proyecto. A su finalización el proyecto estará listo para entrar en producción.
- Producción: En esta fase se completan los soportes de producción definidos en la etapa anterior, pudiéndose para la campaña de Navidad del primer año de producción llevar el producto al retail.

Como se ha comentado anteriormente, en el presente plan de proyecto se detallan las dos primeras subfases de la fase de diseño y desarrollo del DISV:

- Desarrollo del DISV, partiendo de la innovación tecnológica del actuador táctil y su integración en los parches vibro-táctiles que puedan integrar otros tipos de actuadores para desembocar en el vestible para el tronco superior. Las subfases asociadas son:
 - o Creación de contenidos multimedia y de juegos de prueba.
 - o Pruebas para el perfeccionamiento de la tecnología, definiendo los parámetros libres mencionados de intensidad, localización y frecuencia de los parches vibrotáctiles.
- Perfeccionamiento del DISV y preparación para su producción industrial. Con la creación de contenidos más elaborados multimedia y de juego.

Desarrollo del DISV

Objetivos

Como punto de partida es necesario desarrollar unos prototipos del vestible que nos ayuden a determinar la mejor forma de provocar las sensaciones a través de la vía multimodal visual, auditiva y táctil.

Se plantea la batería de pruebas del vestible en desarrollo que permitirá alcanzar la mejor distribución de los parches y el contenido en actuadores de los mismos para las diferentes sensaciones objetivo.



La forma de realizar estas pruebas es mediante la toma de datos con sujetos voluntarios ajenos al desarrollo del DISV de las reacciones emocionales ante los estímulos multimodales propuestos con el casco de realidad virtual y el DISV en los que se presentan los contenidos desarrollados ad-hoc. Los test se realizan usando EEG de 128 canales en dichos individuos que permitirá confirmar el funcionamiento del DISV. Así mismo se logrará un aval con base científica del funcionamiento del dispositivo.

Duración

La duración de esta fase es de 18-24 meses. Se iniciará con la creación de los elementos del vestible y su ajuste a través de las baterías de pruebas en sujetos voluntarios y se complementará con la creación de contenidos para las pruebas que a su vez se modificarán en función de los resultados iniciales. Se divide pues en tres partes:

1. Creación del DISV de aproximadamente 6 meses.
2. Pruebas, perfeccionamiento y ajuste del DISV de aproximadamente 12 meses.
3. Creación y perfeccionamiento de contenidos de aproximadamente 6 meses

Tareas

1. Fase I: Creación del DISV:
 - a. Desarrollo de los actuadores táctiles.
 - b. Integración de los actuadores dentro del parche vibro-táctil.
 - c. Creación del Vestible.
 - d. Desarrollo del Sistema Central de control y enrutamiento de los parches vibro-táctiles y de sincronización con los estímulos visuales y auditivos.
 - e. Juegos y contenidos multimedia para las pruebas científicas.
 - f. Documentación.
2. Fase II: Creación de contenidos para las pruebas del DISV.
 - a. Diseño de los contenidos



- b. Grabación / Creación de los contenidos.
 - c. Sincronización multimodal de los contenidos.
 - d. Ajustes a los contenidos en función de los resultados preliminares de las pruebas.
3. Fase III: Pruebas de ajuste del DISV en función de estudios con EEG. Con dos subfases que se realizan en paralelo.
- a. Subfase III.1. Plan de Pruebas:
 - i. Desarrollo de los protocolos de prueba.
 - ii. Realización de las pruebas mediante EEG de 128 canales.
 - iii. Análisis de los resultados.
 - iv. Realimentación al equipo tecnológico.
 - b. Subfase III.2. Modificaciones al DISV
 - i. Modificación de los actuadores táctiles.
 - ii. Modificación y especialización en función de la sensación de los parches vibro-táctiles.
 - iii. Modificaciones en el Sistema Central.
 - c. Documentación.

Resultados

El resultado son al menos 5 prototipos de DISV y su documentación asociada.

Perfeccionamiento del DISV

Objetivos

Una vez confirmado el buen funcionamiento del DISV se desarrollarán los prototipos finales con todos los ajustes adecuados y con las características adecuadas que permitan su uso para el gran público.

Se crearán contenidos para pruebas en campo de alta calidad con todos los ajustes finales realizados. Se desarrollarán varios videojuegos y contenidos multimedia que prueben las bondades del equipo.



Se sentarán las bases para la industrialización de la fabricación del DISV.

Duración

La duración de esta fase es de 6 meses, que se iniciarán al finalizar las pruebas científicas y cuando se verifique el correcto funcionamiento de los prototipos.

Tareas

1. Perfeccionamiento del DISV:

- a. Desarrollo de prototipos finales listos para su uso por público general.
- b. Videojuegos y contenidos multimedia de alta calidad como pruebas de marketing.
- c. Esquemáticos del sistema central.
- d. Documentación.
- e. Documentos de solicitud de patente.

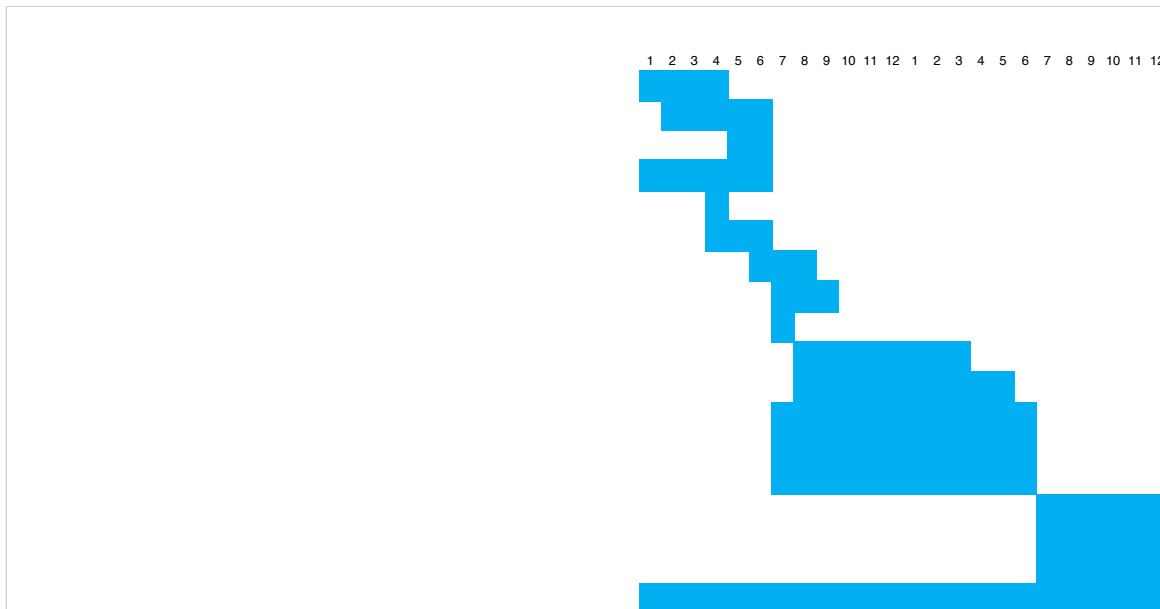
Resultados

El dispositivo DISV listo para su uso real y la documentación necesaria para iniciar la siguiente fase de industrialización.

Documentos para la solicitud de la patente de los equipos realizados si hubiera lugar a ello.



CRONOGRAMA





PRESUPUESTO

Teniendo en cuenta la necesidad de recursos indicada:

Area	Concepto	Unidades	Temporalidad	Coste	Coste Anual	Coste Total	Coste por Área
Personal	Director Proyecto	1	12	10.000,00 €	60.000,00 €	120.000,00 €	
	Técnico Pruebas	3	12	1.500,00 €	27.000,00 €	54.000,00 €	
	Ingeniero Jefe	1	12	6.500,00 €	39.000,00 €	78.000,00 €	
	Ingeniero Tecnológico	2	12	3.500,00 €	42.000,00 €	84.000,00 €	
	Doctorando	1	12	2.000,00 €	12.000,00 €	24.000,00 €	360.000,00 €
Material	Sistema EEG	1	1	10.000,00 €	5.000,00 €	10.000,00 €	
	Coste Pruebas	1	1	25.000,00 €	12.500,00 €	25.000,00 €	
	Sistema Informático	1	1	15.000,00 €	7.500,00 €	15.000,00 €	
	Casco VR	5	1	1.500,00 €	3.750,00 €	7.500,00 €	
	DISV	5	1	31.000,00 €	77.500,00 €	155.000,00 €	
	Tablets apoyo	5	1	500,00 €	1.250,00 €	2.500,00 €	215.000,00 €
Servicios Generales	Licencias	1	1	3.000,00 €	1.500,00 €	3.000,00 €	
	Material Ofimático	1	12	150,00 €	900,00 €	1.800,00 €	
	Telefonía	3	12	75,00 €	1.350,00 €	2.700,00 €	7.500,00 €
TOTAL							582.500,00 €



JUSTIFICACIÓN SOLVENCIA TÉCNICA Y TECNOLÓGICA Presentación de la entidad, en la que se deberá justificar la solvencia técnica y tecnológica de la misma para llevar a cabo el proyecto.

El laboratorio de Visión Táctil del dpto. de Psiquiatría de la facultad de Medicina de la UCM tiene ya una gran experiencia avalada por varios artículos nacionales e internacionales en el manejo de personas con discapacidad sensorial y medios para evaluar resultados tanto conductuales como de respuesta cerebral mediante potenciales evocados bioeléctricos con sistemas de electroencefalografía. 1) ORTIZ T, POCH-BROTO J, REQUENA C, SANTOS JM, MARTÍNEZ A, BARCIA-ALBACAR JA. (2010) Brain neuroplasticity in occipital areas in blind teenagers. *Rev Neurol.* Mar 3;50 Suppl 3:S19-23. 2) ORTIZ T, POCH J, SANTOS JM, REQUENA C, MARTÍNEZ AM, ORTIZ-TERÁN L, TURRERO A, BARCIA J, NOGALES R, CALVO A, MARTÍNEZ JM, CÓRDOBA JL, PASCUAL-LEONE A. (2011). Recruitment of occipital cortex during sensory substitution training linked to subjective experience of seeing in people with blindness. *PLoS One*, 6(8):e23264. 3) ORTIZ T y SANTOS JM. (2012) Generación de experiencias visuales en ciegos mediante estimulación táctil repetitiva. *Ciencia Cognitiva.* 6:1, 9-12. 4) ORTIZ T, SANTOS JM, ORTIZ-TERÁN L, NOGALES R, SERRANO-MARUGAN I, MARTINEZ JM, MINGUITO-GARCIA C, REQUENA C, POCH-BROTO J. (2013). Is the early brain organisation of spatial information conveyed by tactile stimuli performed in different ways in congenital and acquired blind children? A pilot study. *Rev Neurol.* Feb 22;56 Suppl 1:S163-9. 5) SERRANO, I., HERRERA, B., ROMERO, S., NOGALES, R, POCH, J. QUINTERO, J. Y ORTIZ, T. (2014) Estimulación táctil pasiva y su repercusión clínica y neurofisiológica (P300) en niños ciegos con sintomatología de TDA. *Rev. Neurol.* 58(sup 1),25-30. 6) ORTIZ T, POCH-BROTO J, SANTOS JM, MARTÍNEZ A, REQUENA C, ORTIZ-TERÁN, L., BARCIA-ALBACAR JA, DE ERAUSQUIN G Y PASCUAL-LEONE A. (2014). Occipital enduring neuroplasticity induced by long-term repetitive tactile stimulation: a case report. *Neurocase* 2014 Jun;20(3):273-82. 7) ORTIZ T, SANTOS JM, ORTIZ-TERÁN, L. BORREGO, M. POCH-BROTO, J. DE ERAUSQUIN, G. (2015) Differences in early stages of tactile ERP temporal sequence (P100) in cortical organization during passive tactile stimulation in children with blindness and controls. *PLoS One.* Jul 30;10(7):e0124527. 8) ANGÉLICA M. SORIA CLAROS Y TOMÁS ORTIZ. Localización de fuentes cerebrales en niños invidentes durante la discriminación táctil pasiva de letras. *Participación Educativa*, 2015, 4, 7, 143-14. 9) LAURA ORTIZ-TERÁN, TOMÁS ORTIZ, DAVID L. PEREZ, JOSE IGNACIO ARAGÓN, ALVARO PASCUAL-LEONE, JORGE SEPULCRE. Neuroplastic Reorganization Centralizes in Multimodal Integration Areas in Blind Subjects. *Frontiers System Neusosci.* 10:61. doi: 10.3389/fnsys.2016.00061. 10) LAURA ORTIZ-TERÁN, IBAI DIEZ, TOMÁS ORTIZ, DAVID L. PEREZ, JOSE IGNACIO ARAGÓN, VICTOR COSTUMERO, ALVARO PASCUAL-LEONE, GEORGES EL-FAKHRI, JORGE SEPULCRE. **Brain Circuit-Gene Expression Relationships in Neuroplasticity: An Integrative Role for Multisensory Cortices in Blind Children.** *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2017 Jun 27;114(26):6830-6835. 11) ORTIZ T, ORTIZ-TERÁN L, TURRERO, A, POCH J. DE ERAUSQUIN, G. **Left Parieto-Occipital asymmetry N400 ERP during tactile capital letters recognition after training passive tactile stimulation in blind children.** *Neural Plasticity.* En vías de publicación

Respecto a la UC3M (y su dpto. de Tecnología Electrónica), el desarrollo de ayudas técnicas ha sido una constante desde hace más de 15 años, con notables éxitos y amplia proyección internacional en algunos casos (como el premio de la revista TIME al mejor invento del año 2007 http://www.time.com/time/specials/2007/article/0,28804,1677329_1678427_1678437,00.html) y decenas de artículos científicos y técnicos publicados en revistas indexadas en este mismo campo.

El CESyA, desde su fundación hace algo más de 10 años, ha sido la referencia estatal a nivel de accesibilidad, desde investigación técnica hasta su participación en la redacción de leyes y normativas de aplicación estatal. Ha colaborado con la mayoría de las asociaciones y organismos relacionadas con la discapacidad sensorial y ha organizado numerosos congresos nacionales especializados en la materia.