

# Uso de Mindwave y diseño de una aplicación móvil como tecnología de asistencia para personas con demencia (Enero 2022)

**Julia García Flores<sup>1</sup>, Cristian Antonio Cabello Arango<sup>2</sup>**

Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Escuela Superior de Ingeniería Informática. 41012, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Autores correspondientes: Julia García Flores (e-mail: [julgarflo@alum.us.es](mailto:julgarflo@alum.us.es)),

Cristian Antonio Cabello Arango (e-mail: [cricabara@alum.us.es](mailto:cricabara@alum.us.es)).

Este proyecto ha sido consensuado y realizado con la ayuda del profesorado de la asignatura Sistemas de Rehabilitación y Ayuda a los Discapacitados perteneciente al Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática.

## RESUMEN

Hoy en día, la mayoría de las personas tenemos un familiar o conocemos a alguien que padece demencia ya que es una de las enfermedades más diagnosticadas en personas de edad avanzada. Se calcula que entre un 5% y un 8% de la población general de 60 años o más sufre demencia en un determinado momento [1]. Sin embargo, la tecnología de asistencia es muy limitada ya que hay muy pocos sistemas que se enfoquen al completo en esta enfermedad o son muy difíciles de adquirir debido a su elevado precio y, por tanto, se utilizan dispositivos enfocados en otro ámbito diferente a la demencia proporcionando una menor accesibilidad para el usuario.

Las personas que padecen demencia son personas muy dependientes, de sus familiares o cuidadores, ya que pueden sufrir situaciones de emergencia causadas por pérdidas de memoria o desorientación en cualquier momento [2]. Por ello, el objetivo principal de este proyecto es crear una tecnología de asistencia para ayudar a personas que padecen demencia, y para ello diseñaremos un sistema que favorezca la comunicación entre una persona con esta enfermedad en una situación de emergencia, y la persona que esté a su cargo, utilizando un dispositivo que registre las ondas cerebrales de la persona con demencia en dicho sistema.

**TÉRMINOS DEL ÍNDICE** App Inventor, demencia, electroencefalograma, Mindwave, ondas cerebrales, señales electroencefalográficas, tecnología de asistencia, WaveRemember.

## ABSTRACT

Nowadays, most of us know a person who suffers from dementia. That issue it is one of the most diagnosed diseases in the elderly. However, assistive technology is limited. There are very few systems that fully focus on this disease or they are very difficult to acquire due to their high price and, therefore, devices focused on another area are used providing less accessibility for the user. People with dementia are highly dependent on their family members or caregivers. They can suffer emergency situations caused by memory loss or disorientation, at any time. Therefore, the main objective of this project is to provide an assistance system for people suffering from dementia and desing a tool that favors communication between a person with this disease in an emergency situation and the person in charge using a device record the brain waves of the person who are using the system.

**INDEX TERMS** App Inventor, assistance technology, brain waves, dementia, electroencephalogram, EEG signals, MindWave, , WaveRemember.

## I. INTRODUCCIÓN

La demencia es un tipo de enfermedad neurodegenerativa, generalmente de naturaleza crónica o progresiva, que provoca la pérdida de la función cerebral más allá de lo considerado como “normal” a consecuencia del envejecimiento [1]. Esta pérdida de capacidad para procesar el pensamiento es causada por ciertas enfermedades y lesiones cerebrales afectando a la orientación, el lenguaje, el cálculo, la comprensión y otras capacidades cognitivas que provocan necesidad de dependencia por parte de las personas que padecen esta enfermedad. Hay múltiples formas de demencia como la demencia vascular, la demencia por cuerpos de Lewy o el Alzheimer que representa entre un 60% y un 70% de los casos [3].

Hoy en día, en el mundo, cada tres segundos una persona desarrolla demencia [4]. En España, según los datos de la Fundación Sanitas, más de 1,2 millones de personas sufren esta enfermedad [3].

Sin embargo, no hay ningún tipo de tratamiento que pueda curar la demencia, aunque hay numerosas investigaciones y ensayos que se están realizando para que se pueda acabar con la enfermedad. Por ello, el objetivo de muchos estudios es la aportación de apoyo, mejora y ayuda para las personas con demencia, sus cuidadores y, por supuesto, sus familias. Aquí entra en juego el papel fundamental de las tecnologías de asistencia, en concreto, de los dispositivos de control basados en señales electrofisiológicas como las electroencefalográficas, EEG, captadas a través de sensores biomédicos y que capturan el comportamiento de las ondas cerebrales principales [5].

Centrándonos en el proyecto, se realizará una primera presentación de una versión básica de un dispositivo que sea capaz de analizar las ondas cerebrales de un paciente con demencia, utilizando la herramienta MindWave, y detectar una situación de emergencia en la respuesta obtenida (electroencefalograma) que será enviada por bluetooth a una aplicación que llamamos WaveRemember. Esta aplicación actuará acorde a lo que se programe, por ejemplo, si una persona se encuentra desorientada enviará un aviso a un familiar o a su cuidador mediante una alerta sonora y un mensaje con la ubicación del paciente.

Como vamos a hacer uso de ondas cerebrales vamos a introducir una breve descripción de estas señales y su técnica de obtención, el electroencefalograma.

El electroencefalograma, EEG, es una técnica no invasiva que permite registrar la actividad eléctrica del cerebro a partir de variaciones de voltaje causadas por los potenciales eléctricos generados en las corrientes sinápticas de las neuronas en un periodo de tiempo determinado que se producen en función de los movimientos musculares (voluntarios e involuntarios), el estado mental, niveles de

concentración, estímulos y todo lo relacionado con la actividad cerebral [6].

Dichas variaciones son señales con un voltaje muy pequeño, en un rango de 5 microvoltios a 200 microvoltios, y, cuya frecuencia está contenida en el rango de 0.5 Hercios a 80 Hercios afectadas por señales de ruido y atenuación que no son de interés provocadas por las capas (cráneo y cabellera) entre la interfaz cerebro-EEG y la corteza cerebral.

Las señales obtenidas a través de un encefalograma se descomponen de la siguiente manera en función del rango de frecuencia en el que oscilan (ordenadas de menor a mayor) [7]:

### A. ONDAS DELTA:

Son las más lentas. El rango de oscilación es de 0,5 Hz a 4 Hz. Están presentes cuando la persona está dormida, sobre todo cuando el estado del sueño es profundo y no llegan a cero ya que significaría la muerte cerebral.

### B. ONDAS THETA:

Están vinculadas a la línea que divide entre estar dormido o estar despierto. Es decir, representan un estado profundo de calma, el soñar despierto, el “estar en las nubes”. En el ámbito creativo surgen cuando la persona se encuentra inspirada. El rango de oscilación permanece entre 4 Hz y 7,5 Hz.

### C. ONDAS ALPHA:

El rango de oscilación está entre 8 Hz y 13 Hz y están asociadas a la actividad cerebral relajada y a la desconexión indicando un estado relajado de conciencia, sin atención o concentración. Son lentas y también se producen en un descanso al finalizar una actividad.

### D. ONDAS BETA:

Están presentes cuando el cerebro está completamente despierto y activo, en otras palabras, cuando la actividad mental es intensa debido a una concentración enfocada como por ejemplo al resolver un problema matemático o cuando la persona sufre un estado de pánico debido a un susto o una situación de emergencia. El rango de oscilación está comprendido entre 14 Hz y 30 Hz.

### E. ONDAS GAMMA:

Son las más rápidas y las que presentan mayores frecuencias ya que el rango de oscilación al que pertenecen está entre 30 Hz y 80 Hz y presentan una amplitud de

voltaje muy pequeña. Se piensa que reflejan el mecanismo de la conciencia y que ocurren cuando la actividad mental es muy intensa, al igual que las ondas beta, sin embargo, ocurren de manera poco habitual, por lo que se piensa que se relacionan con algunas enfermedades cerebrales.

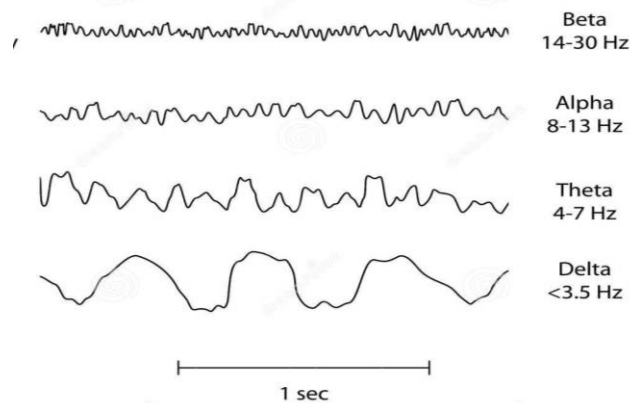


IMAGEN 1: Aspecto de las ondas cerebrales en un EEG.

Teniendo en cuenta que la enfermedad principal que abarcamos en este proyecto es la demencia, las ondas más significativas para el estudio de soluciones para personas con esta enfermedad que sufren algún tipo de urgencia como la desorientación son las ondas beta y gamma, es decir, las ondas que oscilan en rangos de frecuencia de entre 14 Hz a 80 Hz. [8] [9]

## II. ESTADO DEL ARTE

Para elaborar el proyecto hemos realizado una investigación profunda en la literatura que abarca la demencia, los signos cerebrales que la muestran y la tecnología de asistencia que se dispone comercialmente en la actualidad.

Cabe resaltar, que tanto la información que cubre este tema es muy escasa, como que los dispositivos disponibles no están orientados específicamente para cubrir al completo las necesidades de las personas que padecen esta enfermedad, y que podrían sufrir una situación de emergencia, aunque hay algunos, muy pocos, que sí la cubren.

A continuación, mostramos algunos diseños disponibles que se podrían utilizar para personas con demencia [10]. Aparecen en orden de lanzamiento. Como mencionamos anteriormente en la introducción, el enfoque principal de estos dispositivos es para personas con otras discapacidades o niños pequeños:

### A. ENEST:

Este dispositivo de bolsillo con pulsera permite que el usuario se encuentre localizable en todo momento, y en caso de encontrarse en una situación de emergencia, pueda acceder a una ayuda rápida y eficiente presionando una alarma contenida en la pulsera. Disponible por unos 200€.

El lanzamiento de este dispositivo se llevó a cabo en 2013 por lo que puede estar un poco obsoleto.



IMAGEN 2: Pulsera y dispositivo Enest.

### B. JIOBIT:

Este dispositivo, diseñado originalmente para niños, es un mini rastreador a cualquier distancia que permite llevar el seguimiento real de la persona que lo tiene, la ubicación y los lugares de confianza siempre y cuando el dispositivo esté conectado a la red Wifi o a un plan de datos no incluido en el precio principal: 115€ + 7.95€/mes por el plan de datos. Solamente disponible en EE. UU. y la fecha de lanzamiento fue en 2018.



IMAGEN 3: Zapatilla de una niña con JioBit.

### C. KERUVE:

Es un reloj GPS localizador que permite que la persona con demencia pueda pasear sin miedo a perderse. Basta con pulsar un botón de emergencia para que el familiar o el cuidador ubique a la persona que se encuentre desorientada o en situación de emergencia en cualquier momento a través de un dispositivo similar a un smartphone. Es el mejor dispositivo que se puede encontrar hasta la fecha y el más actualizado puesto que el año de lanzamiento fue en 2021, sin embargo, el precio es de 1000€ aproximadamente dando lugar a que no todas las personas puedan acceder a esta herramienta.



IMAGEN 4: Sistema Keruve formado por el reloj GPS y el dispositivo.

Como podemos observar, cada vez se están lanzando al mercado dispositivos más fiables, ergonómicos y actualizados en más países puesto que la tecnología está avanzando a pasos de gigante al igual que la investigación sobre esta enfermedad. Pero el problema principal es el alto precio y la escasa accesibilidad que presentan si nos centramos en personas que padecen demencia.

Una posible solución para la mejora de la accesibilidad de este tipo de tecnología de asistencia es la detección automática de la emergencia con el correspondiente aviso a los familiares, cuidadores o incluso a las autoridades puesto que si la persona que utiliza alguno de los disponibles en la actualidad necesita presionar una alarma cuando esté en situación de emergencia, como la desorientación. Por ello, sería más eficaz que esa situación se detectara automáticamente. Y es aquí donde entran en juego las herramientas que detectan este tipo de situaciones a través de las ondas cerebrales.

El dispositivo más conocido actualmente cuya funcionalidad se podría ubicar en el proyecto que estamos realizando es el conocido como Emotiv EPOC. El Emotiv EPOC es un sistema que permite el control de una computadora a través de ondas cerebrales, gestos faciales o movimientos de cabeza [11].

El sistema cuenta con 16 electrodos distribuidos en los hemisferios derecho e izquierdo del cerebro. Estos electrodos se adhieren a la piel mediante una solución salina permitiendo que se transmita una señal inalámbrica por radiofrecuencia a un receptor USB en la computadora y esta pueda ser representada mediante un EEG. Sin embargo, la principal desventaja es el elevado precio de adquisición de unos 1000€.



IMAGEN 5: Dispositivo Emotiv EPOC.

### III. DESARROLLO DEL PROYECTO

Como hemos comentado anteriormente, el objetivo principal de este proyecto es el diseño de una herramienta asistencial a gran escala que sirva de ayuda a personas con demencia en su día a día y cuyo fundamento principal se encuentre en las ondas cerebrales. Por ello, el proyecto estará compuesto por:

#### A. MINDWAVE MOBILE 2:

Dispositivo de la empresa NeuroSky que funciona como una interfaz cerebro-computadora que convierte las ondas

cerebrales del usuario en acciones, proporcionando así una infinidad de capacidades. Para ello, contiene varios algoritmos que permiten realizar actividades como:

- Informar el estado mental del usuario con la herramienta de algoritmos eSense.
- Representar la actividad cerebral a través de estados de atención y meditación junto con ondas sin procesar e información sobre sus frecuencias utilizando la tecnología ThinkGear.
- Jugar a videojuegos compatibles con este software, entre otras.



IMAGEN 6: Dispositivo Mindwave Mobile 2.

Para poder elaborar este sistema es necesario aclarar los requisitos principales que debe adquirir. Los requisitos del sistema son las especificaciones técnicas que debe recoger el dispositivo para satisfacer todas las necesidades que presente el usuario y son los siguientes:

- El sistema estará formado por un dispositivo que actúe como interfaz cerebro-computador conectada al software de la aplicación móvil.
- El sistema deberá tener la conexión Bluetooth activada.
- El sistema deberá tener la herramienta Ubicación activada.
- El sistema deberá registrar las ondas cerebrales emitidas por el paciente.
- El dispositivo debe ser cómodo para el paciente.
- El dispositivo deberá ser ajustable a las dimensiones de la cabeza del usuario.
- El dispositivo debe conectarse en el lóbulo de la oreja y en la zona anatómica en la que se ubica la corteza cerebral frontal.
- El dispositivo debe estar comunicado con el software de la aplicación a través de Bluetooth.
- El dispositivo debe tener autonomía suficiente y fiable.
- El software deberá procesar las señales emitidas por el cerebro.
- El software debe seleccionar las señales cerebrales que permiten detectar la situación de emergencia que padezca el paciente. Esas señales son las ondas beta y gamma.
- El software deberá registrar la señal cuyo rango de frecuencias indique una situación de emergencia, entre 25 Hz y 80 Hz.
- El software debe permitir regular el sonido de la alarma sonora.



- El software debe mandar un mensaje al familiar registrado en la aplicación para avisar que el paciente está en una situación de emergencia. Este mensaje debe contener la ubicación del paciente.
- El software debe permitir al receptor del mensaje la realización de una llamada a emergencias.
- La aplicación deberá proporcionar al usuario que la descargue una herramienta gráfica sencilla y fácil de manejar.
- La aplicación debe mostrar posibles herramientas de manejo que sean sencillas de utilizar y seleccionar. Estas herramientas son: Ubicación, Llamada de emergencia, Llamada a un familiar y Conectividad Bluetooth.
- La aplicación debe contener el software diseñado.
- La aplicación debe ser accesible para personas que padezcan demencia.
- La aplicación deberá mostrarse en pantalla en dispositivos móviles.

#### IV. DISEÑO DE TEST Y PRUEBAS

En este apartado mostraremos una serie de imágenes del sistema. Como hemos mencionado anteriormente, el sistema está compuesto por el dispositivo de registro de ondas cerebrales y la aplicación que recibe los datos del dispositivo a través del software diseñado para analizar las señales recibidas y detectar el rango de frecuencias que indique que el paciente se encuentra en una situación de emergencia.

##### A. CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO:

Para poder utilizar el dispositivo Mindwave es necesario realizar las siguientes acciones [12]:

- Instalar una pila AAA teniendo en cuenta la polaridad.
- Encender el dispositivo. Cuando se enciende, Bluetooth aparece en modo visible.
- Conectar el dispositivo con el móvil o tablet en los que se encuentre la aplicación.
- Orientar los sensores correctamente para poder captar las señales.
- Colocar el dispositivo en la cabeza.

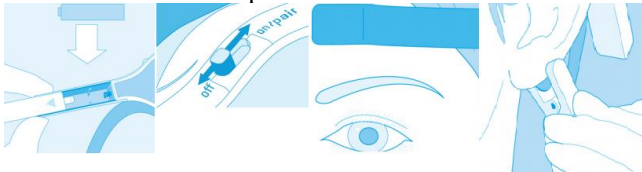


IMAGEN 7: Configuración del dispositivo Mindwave.

##### B. REGISTRO DE ONDAS CEREBRALES:

Una vez que el dispositivo esté correctamente colocado en la cabeza del usuario y conectado con la aplicación se estarán enviando los datos que queremos analizar para detectar si este usuario se encuentra en una situación de emergencia o no.

Estas ondas serán procesadas para su registro en un electroencefalograma programado para que detecte el rango de frecuencias cuyos valores muestren una situación de emergencia.

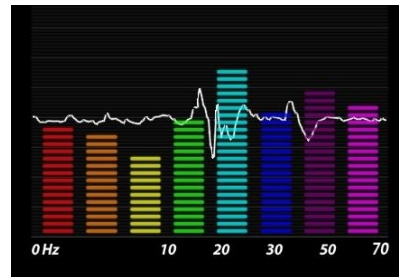


IMAGEN 8: Ondas cerebrales captadas con Mindwave.

En esta imagen, aparece un gráfico que recoge las diferentes ondas cerebrales, comentadas anteriormente, y el electroencefalograma resultante. Como podemos observar, el rango de frecuencias predominante es el que está contenido entre 20 Hz y 25 Hz aproximadamente, en concreto, la barra azul clara, ya que es la que presenta una mayor amplitud respecto a las demás. Según lo que hemos analizado en este proyecto, las señales cerebrales que comprenden este rango de frecuencias son las **ondas beta**.

##### C. APLICACIÓN WEVEREMEMBER:

Aplicación diseñada para la realización de este proyecto con software programable en lenguaje de bloques que permite manejar de forma sencilla las herramientas mencionadas en los requisitos [13]. Estas herramientas están representadas mediante una interfaz móvil que permite:

- Realizar llamadas de emergencia pulsando el botón que contiene el icono de la llamada de emergencia.
- Identificación del usuario en el botón que aparecen dos personas para poder acceder a los datos de la persona con demencia.
- Ver la ubicación en la que se encuentra el usuario pulsando el botón que contiene el icono de la flecha de ubicación. Al pulsar este botón se redirigirá a la aplicación "Google Maps".
- Analizar los datos enviados por el dispositivo en un electroencefalograma pulsando el botón que contiene el icono de un cerebro.

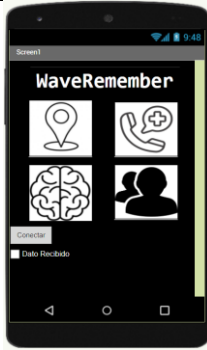


IMAGEN 9: Aplicación WaveRemember.

Esta aplicación recibirá los datos enviados por el dispositivo Mindwave a través de una conexión Bluetooth. Esos datos serán registrados en el software de la aplicación y podrán ser mostrados por pantalla.

Para la realización de esta aplicación hemos utilizado el entorno proporcionado por App Inventor. App Inventor es una herramienta elaborada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts que permite crear aplicaciones directamente desde un navegador web. Este entorno de programación proporciona un lenguaje, utilizado para el diseño del software en esta herramienta, basado en la programación en bloques. El código diseñado para la utilización de esta herramienta se encuentra disponible en el anexo de este proyecto.

## V. CONCLUSIÓN

Para finalizar el proyecto, queremos aclarar las ventajas y desventajas de esta tecnología y nuestra conclusión después de realizar el estudio.

Como decíamos anteriormente, la demencia es una enfermedad muy común, sobre todo en personas mayores, y desgraciadamente no hay muchas tecnologías que mejoren la calidad de vida de estas personas, así como las de sus familiares que al fin y al cabo son los que viven preocupados y pendientes en todo momento.

Como sabemos, que se pierda una persona con esta enfermedad es muy común, y en muchas ocasiones no se queda en un simple susto de unas horas. Por eso nuestra idea puede mejorar sus vidas ya que por una parte la persona podría vivir de una forma un poco más independiente, y al mismo tiempo siempre vigilado, para la tranquilidad de sus familiares, o cuidadores.

Las ventajas de este sistema son:

- Menor riesgo de que la persona se pierda.
- Acceso rápido a sus datos para conocer su estado.
- Rápida atención médica en caso de que sea necesario.
- Tranquilidad de los familiares.

- Detección automática de una situación de emergencia.
- Alta capacidad de diseño.
- Funcionalidad específica y únicamente para personas con demencia.
- Cumple con los objetivos de diseño universal, es decir, este producto puede ser utilizado por todas las personas que padecen demencia sin necesidad de ningún tipo de diseño especializado.
- El manejo es sencillo y fácil de entender.
- La información que proporciona es accesible independientemente de las capacidades del usuario.
- Permite al individuo completar un mayor número de tareas y, por lo tanto, aumentar su número de actividades a realizar.
- No es necesario que el usuario conozca literatura sobre el sistema y su diseño.

Por consiguiente, las desventajas de este sistema son:

- Dispositivo de gran tamaño y poco estético.
- Poca fiabilidad de la captación de las ondas cerebrales debido a las señales de ruido que puedan interferir a la hora de la detección de la situación de emergencia.
- Dificultad para establecer conexión entre el dispositivo y la aplicación.
- Poca autonomía por parte del dispositivo ya que funciona con pilas.
- La aplicación podría mejorarse a nivel estético.

Podemos decir que el sistema propuesto en este proyecto es una idea innovadora pues cumple muchos de los requisitos necesarios para poder definirlo como tecnología de asistencia para la ayuda de personas con demencia, sobre todo en casos de emergencia para que si es necesario puedan ser atendidos por un familiar, o incluso, las autoridades sanitarias si el electroencefalograma mostrado en la aplicación es preocupante.

También es muy importante resaltar que en este proyecto hemos entrado en el mundo de la actividad cerebral y su gran capacidad aún por descubrir ya que, hoy en día, cada vez hay más información sobre cómo unir la tecnología con la mente a través de sistemas que recojan datos y los modifique, transforme, clasifique, o determine, en unos parámetros que permitan diagnosticar enfermedades.

En este caso, no sabíamos qué parámetros indican que una persona con demencia está sufriendo una situación de emergencia a nivel de señales electroencefalográficas, sin embargo, al realizar la investigación para la realización de este proyecto llegamos a la conclusión de que el parámetro más importante para tratar el tema en el que nos hemos centrado son las ondas beta que oscilan entre los 25 Hz y 30 Hz puesto que son las encargadas de la actividad cerebral intensa y las demás están relacionadas con estados mentales

de relajación, como es el caso de las ondas alpha y theta, o incluso de estados de sueño en el caso de las ondas delta. También podríamos haber seleccionado las ondas gamma como posible parámetro de detección de situaciones de emergencia, pero, como aparece en la literatura, estas ondas no suelen ser muy visibles, son las más difíciles de analizar y están relacionadas con patologías y lesiones graves de la corteza cerebral.

En definitiva, pensamos que esta tecnología cuando esté completamente desarrollada podría ayudar a muchas personas. Como hemos dejado ver a lo largo del trabajo a día de hoy no hay estudios en los que se vean los parámetros de las ondas cerebrales en personas con demencia, por tanto, no sabemos exactamente cómo concretar cuanto oscilaría su frecuencia. Por otra parte, hay otros problemas, como la herramienta Mindwave, nada práctica para llevar, por su gran tamaño, y sobre todo porque funciona con pilas y solo duran un periodo de 8 horas, por tanto, sería implantable poner en práctica esta idea a día de hoy.

A pesar de todo, las tecnologías avanzan cada vez más rápido, y simplemente desarrollando un dispositivo con la misma funcionalidad que Mindwave, es decir, detectar las ondas, que sea un poco más pequeño y que se cargue con electricidad, podríamos llevar este proyecto adelante. Creemos que es algo innovador y sobre todo muy necesario, y no dudamos en que, con algunas mejoras, en un futuro podría ser una buena opción para ayudar a las personas con esta enfermedad, que por desgracia cada vez son más, para que tanto ellos como sus familiares tengan la mejor calidad de vida posible.

## REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud. (2020). *Centro de prensa*. Obtenido de Demencia: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
- [2] Walk to End Alzheimer's Team PWC. (2014). Informe "Estado del Arte de la Enfermedad del Alzheimer en España". *Dossier de prensa Envejecimiento CSIC*.
- [3] Fundación Sanitas. (2017). *Data Salud*. Obtenido de Más de 12 millones de personas en España sufren alzheimer: <https://sanitasdatasalud.es/mas-de-12-millones-de-personas-en-espana-sufren-alzheimer/>
- [4] Sanitas. (08 de Junio de 2018). *Innovación*. Obtenido de La innovación en demencia pasa por el uso de las nuevas tecnologías para el cuidado y tratamiento de las personas que viven con alzheimer: <https://corporativo.sanitas.es/la-innovacion-en-demencia-pasa-por-el-uso-de-las-nuevas-tecnologias-para-el-cuidado-y-tratamiento-de-las-personas-que-viven-con-alzheimer/>
- [5] Farias, I. (2021). *Psicoactiva. MujerHoy*. Obtenido de Las ondas cerebrales nos guían ante lo inesperado:

<https://www.psicoactiva.com/blog/las-ondas-cerebrales-nos-guian/>

- [6] Del Rocío Rosas Donoso, J. (2019). *SISTEMA DE DETECCIÓN DE PATRONES IRREGULARES EN LAS SEÑALES ENCEFALOGRÁFICAS PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DE LA ENFERMEDAD DE PARKINSON*. Ambato, Ecuador: Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicación e Industrial.
- [7] Torres, F., Sánchez, C., & Palacio-Baus, K. (2014). *Adquisición y análisis de señales cerebrales utilizando el dispositivo MindWave*. Cuenca, Ecuador: MASKANA, I+D+Ingeniería.
- [8] Jacas Cabrera, Á., Oduardo Aguilar, M. R., & Verdecia Aguilar, M. (2021). Alteraciones en el electroencefalograma cuantitativo en relación con la coherencia en pacientes con demencia Alzheimer. *Multimed*, 25(2).
- [9] Fernández, A., Gil Gregorio, P., & Maestú, F. (2011). Actividad espontánea electroencefalográfica y magnetoencefalográfica como marcador de la enfermedad de Alzheimer y el deterioro cognitivo leve. *Revista Española de Geriátria y Gerontología*.
- [10] Rover, E. (2018). Soluciones tecnológicas que pueden hacer que la vida con demencia sea más fácil. *AARP*.
- [11] Carle Rivera, C. (2012). *Emotiv EPOC: Una alternativa tipo "Avatar" para acceder la computadora*. Obtenido de PRATP: <https://www.pratp.upr.edu/blog/emotiv-epoc-una-alternativa-tipo-201cavatar201d-para-acceder-la-computadora>
- [12] Neurosky. (2021). *Guía del usuario de NeuroSky MindWave Mobile*. Obtenido de Manuales Plus: <https://manuals.plus/es/neurosky/neurosky-mindwave-mobile-user-guide>
- [13] Instituto Tecnológico de Massachusetts. (s.f.). *App Inventor*. Obtenido de MIT: <http://appinventor.mit.edu/>

## ANEXO

En este apartado mostramos una captura con el código realizado para la programación en bloques de la aplicación WaveRemember.

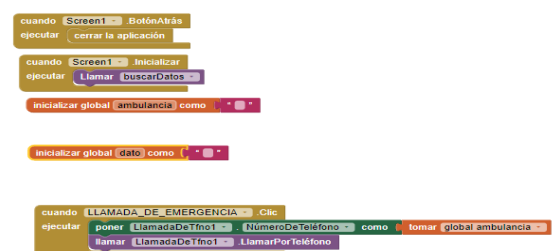


IMAGEN 10: Programación en bloques. Inicialización de variables globales, pantallas y botones.

Comenzamos inicializando las variables globales que nos servirán para definir funciones más adelante. Esas variables son “ambulancia”, cuyo objetivo es un método que permita realizar una llamada de emergencia y “dato” necesario para la conexión bluetooth.

También es necesario indicar que cuando se pulse el botón hacia atrás de la pantalla se cierre la aplicación, que cuando se inicialice comience a ejecutar la función buscarDatos y que cuando se pulse en el botón de llamada de emergencia se pueda acceder a la aplicación teléfono y llamar directamente.

bluetooth. Y el segundo, muestra que una vez se ha presionado el botón conecte el cliente bluetooth y active la función del temporizador “R\_Act” descrita anteriormente. Este es el código utilizado para la programación de la aplicación.

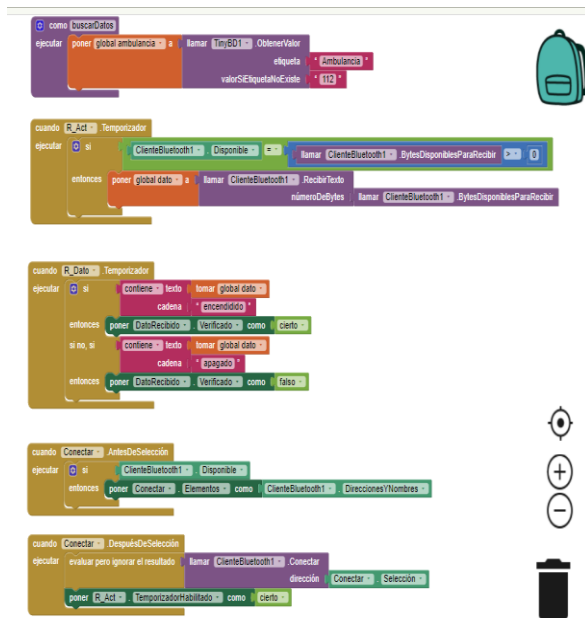


IMAGEN 11: Programación en bloques. Funciones ejecutables.

En esta imagen aparece la función “buscarDatos” accede la base de datos “TinyBD1” y obtiene el valor de la etiqueta “Ambulancia” y coloca el número de emergencias, “112” en la aplicación Llamadas.

Después de este bloque comienzan los bloques correspondientes para establecer una conexión bluetooth con un dispositivo a través de las siguientes funciones.

Lo primero que se realiza es activar el temporizador “R\_Act” para que la aplicación envíe una solicitud al dispositivo. La aplicación se identifica como “ClienteBluetooth1”, y, si está disponible, mostrará que está lista para recibir bytes. Dicho número de bytes será el dato que enviará el dispositivo a la aplicación.

Después, se activa el temporizador “R\_Dato” si se están recibiendo datos, por lo que aparecerá que el bluetooth está encendido. Si no están recibiendo datos es porque está apagado y no conectado.

Los siguientes dos bloques programan al botón “Conectar” que hay que presionar para activar la conexión bluetooth entre la aplicación y el dispositivo.

El primero muestra que antes de seleccionar ese botón el cliente bluetooth estará disponible para la conexión