

Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Huelva

Master de Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Master

Ayuda a la relajación mediante canciones.

Ángela Ortega Gabarro
10/06/2017

Índices

Ayuda a la relajación mediante canciones.....	0
Índices.....	1
Índice de ilustraciones.....	2
Índice de tablas.....	3
1. Introducción.....	4
1.1. Tecnología de Interfaz Cerebro - Computador.....	4
1.1.1. Aplicaciones.....	7
1.2. Salud mental.....	12
1.2.1. ¿Cómo afecta el estrés mis emociones?.....	12
1.3. La música y el estado de ánimo.....	12
1.3.1. Patrones que influyen sobre nuestro estado de ánimo.....	14
1.3.2. Efectos que produce las escalas en nuestro estado de ánimo.....	16
1.3.3. ¿Qué es la Musicoterapia?.....	16
1.3.4. ¿Cómo trabaja la Musicoterapia?.....	17
1.3.5. Utilidades de la Musicoterapia.....	17
1.3.6. Razones por las que usar la Musicoterapia.....	17
1.4. Justificación.....	18
1.5. Objetivos.....	19
2. Material.....	20
2.1. Mindwave.....	20
2.1.1. ThinkGear y eSense.....	21
2.1.2. MindSet Development Tools (MDT).....	23
2.2. Visual Studio.....	25
2.2.1. WMPLib.....	26
3. Metodología.....	27
3.1. Especificaciones de la aplicación.....	27
3.2. Diseño de la aplicación.....	27
3.2.1. Modo reproducción.....	29
3.2.2. Modo concentración.....	31
3.2.3. Modo relajación.....	31
3.2.4. La conexión.....	32
3.3. Explicación del código.....	34

3.3.1. Conexión al Mindwave.....	34
3.3.2. Reproductor multimedia	37
3.3.3. Relación entre funcionalidades.....	40
3.4. Resultados y pruebas	40
4. Conclusión.....	48
5. Bibliografía.....	49
Anexo I	50
Encuesta de satisfacción	50
Anexo II.....	51
MusicMind. Manual de uso	51
Mindwave. Manual de uso	52

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 – Esquema de procesado de señal al registro de EEG, desde la adquisición de la señal hasta la generación de comandos de control de las aplicaciones finales.	7
Ilustración 2 - Videojuegos (prototipo de gorro de Emotiv).	8
Ilustración 3 - Robótica orientada a la rehabilitación (exoesqueleto robótico de Cyberdyne).....	9
Ilustración 4 - Interacción con dispositivos (Mindwave Neurosky).....	9
Ilustración 5 - Telepresencia.....	10
Ilustración 6 - Biometría.....	11
Ilustración 7 - Mejora de capacidades humanas o tratamiento de trastornos (neurofeedback).	11
Ilustración 8 - Casco Mindwave.	20
Ilustración 9 - Conexión básica.....	24
Ilustración 10 - Logo de Visual Studio.	25
Ilustración 11 - Interfaz gráfica Visual Studio.	26
Ilustración 12 - Caso de usos.....	28
Ilustración 13 - Interfaz general de nuestra aplicación.	29
Ilustración 14 - Interfaz de modo reproducción.....	30
Ilustración 15 - Interfaz reproduciendo canciones.	30
Ilustración 16 - Interfaz modo concentración.	31
Ilustración 17 - Interfaz modo relajación.....	32
Ilustración 18- Interfaz de la aplicación en modo concentración.....	32
Ilustración 19 - Distintas fases de la conexión.	33
Ilustración 20 - Aplicación conectada y midiendo nuestras señales cerebrales.....	33
Ilustración 21 - Diagrama de flujo de la función conexión.	35
Ilustración 22 - Botones conectar y cancelar.....	36

Ilustración 23 - Diagrama de flujo de la reproducción.....	38
Ilustración 24 - Foto de un voluntario realizando la prueba.	40
Ilustración 25 - La aplicación presenta una estructura clara e intuitiva.....	42
Ilustración 26 - Aspecto de la interfaz de usuario.	43
Ilustración 27 - La aplicación es fácil de usar.....	43
Ilustración 28 - El manual de ayuda de la aplicación es claro y de utilidad.....	44
Ilustración 29 - Facilidad de instalación de la aplicación.....	45
Ilustración 30 - La aplicación es viable para su puesta en práctica.	46
Ilustración 31 - ¿Utilizaría la herramienta en un entorno profesional?.....	46
Ilustración 32 - Valoración de la aplicación en general.	47
Ilustración 33 - Manual de uso.	51
Ilustración 34 - Mindwave conectado.....	51
Ilustración 35 - Partes fundamentales de Mindwave.	52
Ilustración 36 - Colocación de la pila.	52
Ilustración 37 - Botón de encendido.	53
Ilustración 38 - Colocación del casco.	53
Ilustración 39 - Ajustes del casco.	54
Ilustración 40 - Ajustes del casco (II).....	54
Ilustración 41 - Sensor de la frente.....	55
Ilustración 42 - Sensor de la oreja.....	55

Índice de tablas

Tabla 1 - Tipo de ondas cerebrales.	21
Tabla 2 - Resultado Global de la encuesta facilitada a los voluntarios.....	41
Tabla 3 - Encuesta de satisfacción.....	50
Tabla 4 - Cuadro de luces del casco.	53

1. Introducción

En una sociedad dominada por el estrés y falta de tiempo, tendemos a descuidar nuestra salud. En estos tiempos, ya nos hemos mentalizado en cuidar nuestro cuerpo mediante ejercicio físico, pero ¿qué pasa con nuestra mente?

Una algunos de los problemas médicos más comunes son provocados por el estrés para prevenirlos es importante mantener unos niveles de relajación aceptables, además de ellos también deberíamos estar atento a nuestro niveles de concentración y así evitar las situaciones de baja productividad.

Para ello se utilizara una interfaz Mindwave para medir los niveles de relajación y concentración, y poder actuar en consecuencia. El aumento o disminución de la relajación será implementado a través de canciones de diferente ritmo.

1.1. Tecnología de Interfaz Cerebro - Computador

La Tecnología de Interfaz cerebro-computador es un sistema de interacción hombre-máquina capaz de traducir nuestras intenciones en interacción real con un mundo físico o virtual. El funcionamiento básico de una BCI es medir la actividad cerebral, procesarla para obtener las características de interés, y una vez obtenidas interaccionar con el entorno de la forma deseada por el usuario. Desde un punto de vista de interacción hombre-máquina, esta interfaz tiene dos características que la hacen única frente a todos los sistemas existentes. La primera de ellas es su potencial para construir un canal de comunicación natural con el hombre, la segunda su potencial acceso a la información cognitiva y emocional del usuario

Desde que, en 1929, Hans Berger aplicó por primera vez la técnica de la electroencefalografía, esta ha sido usada fundamentalmente por médicos y científicos para investigar el funcionamiento del cerebro. También se ha especulado sobre la posibilidad de usar el electroencefalograma (EEG) para descifrar intenciones, de forma que una persona pudiera controlar determinados dispositivos a partir de su actividad cerebral. Así, se define *Brain-Computer Interface* (BCI), o interfaz cerebro-computador, como un sistema de comunicación que monitoriza la actividad cerebral y traduce determinadas características, correspondientes a las intenciones del usuario, en comandos de control de un dispositivo. Bajo esta definición, los sistemas BCI pueden resultar muy útiles para las personas dependientes de avanzada edad o con grave discapacidad, ya que suponen un nuevo canal de comunicación.

Desde un punto de vista de interacción hombre-máquina, esta interfaz tiene dos características que la hacen única frente a todos los sistemas existentes. La primera de ellas es su potencial para construir un canal de comunicación natural con el hombre, la segunda su potencial acceso a la información cognitiva y emocional del usuario. Los interfaces actuales como los ratones, teclados o seguidores de ojos, etc; son sistemas que permiten convertir las intenciones de control del usuario en acciones. Sin embargo, no son formas naturales de modelar y ejecutar la interacción, y a su vez carecen del potencial de acceder a información cognitiva como puede ser la carga de trabajo, la percepción de errores de los sistemas, la información afectiva, etc. La BCI tiene la capacidad de construir un canal de comunicación natural para el hombre con la máquina dado que traduce las intenciones directamente en órdenes. En otras palabras, el resto de los interfaces no son naturales en el sentido de que el pensamiento debe de ser traducido de forma que se adapte al tipo de interfaz. Por ejemplo, durante el uso de un teclado, el pensamiento de escribir una letra A se traduce en una pulsación de uno de los dedos sobre una tecla dada. Aunque es eficiente y sirve para cumplir la tarea, no es una interacción natural para el usuario. De hecho, si no se recibe formación para ello, no se debería de saber utilizar. En segundo lugar, los interfaces cerebro-computador por principio tienen acceso a la información cognitiva humana, dado que la BCI está basada en medir la actividad cerebral, la cual se asume que codifica todos estos aspectos. El reto científico-tecnológico está en decodificar esta información de todo el volumen de datos. Desde un punto de vista de ingeniería, la BCI tiene por principio la capacidad de realizar una comunicación natural y tiene acceso a información cognitiva como ningún otro interfaz tiene. Esto la dota de una gran capacidad y diferencia tecnológica y hace que todos los estudios en interacción hombre-máquina coincidan en que el **futuro** de la interacción del hombre con las máquinas pasaría por este tipo de interfaces.

La BCI vista como máquina que traduce intenciones humanas en acciones tiene al menos tres partes bien diferenciadas:

- **Sensor:** es el encargado de recoger la actividad cerebral. La gran mayoría de modalidades sensoriales utilizadas en BCI provienen de aplicaciones clínicas, como son el electroencefalograma, la imagen por resonancia magnética funcional, etc.
- **Motor de Procesamiento de Señal:** este módulo recoge la señal resultado de medir la actividad cerebral y aplica unos filtros para decodificar el proceso neurofisiológico que refleja la intención del usuario.
- **Aplicación:** es el módulo de interacción con el entorno y da forma a la aplicación final de la BCI. Puede ser mover una silla de ruedas o escribir con el pensamiento en una pantalla de ordenador.

Existen diferentes métodos para registrar la actividad cerebral:

- Electroencefalograma (**EEG**). Es el método más usado para más empleado para el registro de la actividad cerebral en sistemas BCI, ya que se trata de una técnica sencilla, no invasiva, portátil y de bajo coste
- Electrocorticografía (**ECoG**). Una técnica invasiva, es decir, requiere de una intervención para la colocación de electrodos en la superficie cortical
- Magnetoencefalografía (**MEG**). Requiere de instalaciones y equipos de alto coste.
- Tomografía por emisión de positrones (*Positron Emission Tomography*, **PET**). Requiere de instalaciones y equipos de alto coste.
- Imágenes de resonancia magnética funcional (*functional Magnetic Resonance Imaging*, **fMRI**). Requiere de instalaciones y equipos de alto coste.

De todas las modalidades la más extendida por su gran adaptabilidad a la problemática de la BCI es el **electroencefalograma** o EEG, dado que tiene una gran resolución temporal, fácil uso, portabilidad y tiene gran abanico de posibilidades proporcionadas por su extendido uso clínico. El montaje de un sistema de EEG requiere de un gorro que se coloca sobre la cabeza y usualmente lleva unos sensores integrados para medir diferencias de potencial eléctrico. Todos los sensores se conectan a un amplificador que digitaliza la señal y la envía a un PC por ejemplo via USB o Bluetooth. Por lo que en este proyecto nos centraremos en el método EEG (Electroencefalograma) para la el registro de nuestra actividad cerebral.

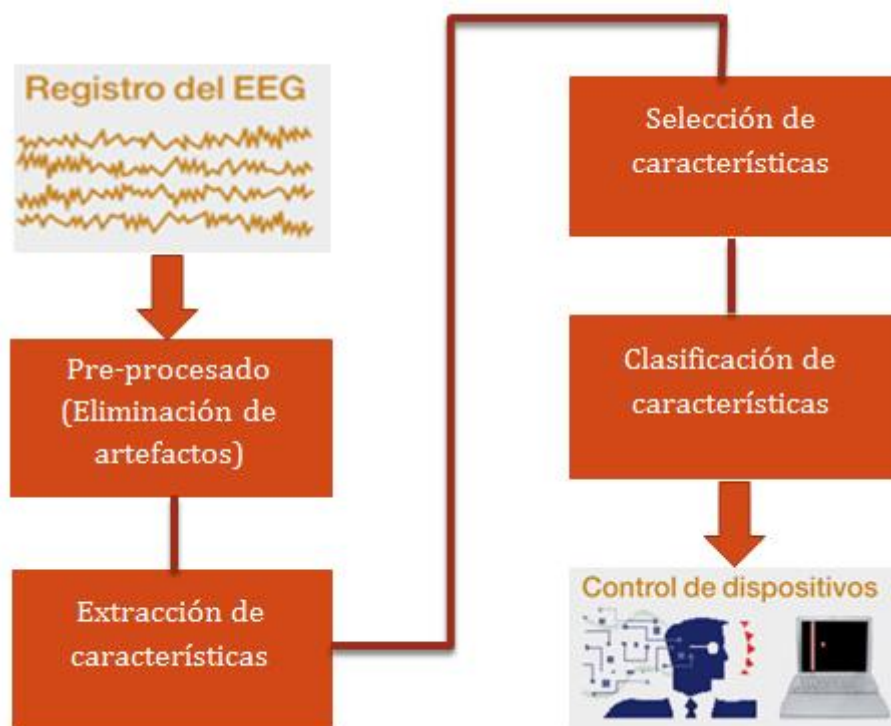


Ilustración 1 – Esquema de procesamiento de señal al registro de EEG, desde la adquisición de la señal hasta la generación de comandos de control de las aplicaciones finales.

El procesamiento de la señal en sistemas BCI se divide habitualmente en cuatro etapas como podemos ver en la Ilustración 1.

- I. En primer lugar, se realiza una etapa inicial de pre-procesado en la que se filtran las señales EEG y se eliminan algunos de los posibles artefactos que se encuentran superpuestos a la señal de interés (parpadeo, movimiento de los ojos, electrocardiograma, movimientos musculares, etc.).
- II. Después, se realiza una segunda etapa que consiste en la extracción de determinadas características específicas de la señal EEG.
- III. A continuación, se aplican métodos de selección de características que escogen las más significativas dentro del conjunto extraído, que codifican la intención del usuario.
- IV. Finalmente, los algoritmos de clasificación traducen el conjunto de características seleccionado en un comando concreto, relacionado con la intención del usuario.

1.1.1. Aplicaciones

Muchas son las aplicaciones en las que uno puede pensar en relación con esta tecnología. Una de las primeras que aparece es el **control de videojuegos** por medio de la BCI y así por medio del pensamiento. El salto cualitativo obtenido por

el uso de la BCI en estas tecnologías es enorme, por lo que se espera un gran retorno por el volumen de negocio que maneja este mercado. Además, los primeros prototipos comerciales de interfaz cerebro-computador (Emotiv y NeuroSky) están persiguiendo de forma muy agresiva este mercado.



Ilustración 2 - Videojuegos (prototipo de gorro de Emotiv).

Recuperar o sustituir funciones humanas motoras ha sido uno de las áreas más fascinantes pero frustrantes de investigación del último siglo. La posibilidad de interconectar el sistema nervioso humano con un **sistema robótico o mecatrónico**, y usar este concepto para recuperar alguna función motora, ha fascinado a los científicos durante años. Uno de los aspectos que ha permitido estos desarrollos ha sido el avance en tecnología BCI dado que son sistemas que permiten traducir en tiempo real la actividad eléctrica resultado del pensamiento en órdenes para controlar directamente dispositivos. Esto ofrece un canal de comunicación directa desde el sistema nervioso central con los dispositivos, evitando el uso de los caminos neuronales que ya no pueden ser utilizados normalmente debido a la presencia de enfermedades neuromusculares graves, tales como la esclerosis lateral amiotrofia, infarto cerebral, parálisis cerebral o lesiones en la columna vertebral. Por otro lado, la robótica ha avanzado enormemente en los últimos años en diferentes materias como los sensores, actuadores, capacidad de procesamiento y autonomía. Esto ha proporcionado entidades físicas con diferentes grados de inteligencia embebida en un escenario concreto; preparadas para percibir, manipular, explorar, navegar e interactuar con el entorno. La sinergia de ambos campos ha abierto un amplio abanico de posibilidades en términos de investigación para la recuperación o sustitución de capacidades humanas en contextos asistenciales y de rehabilitación.

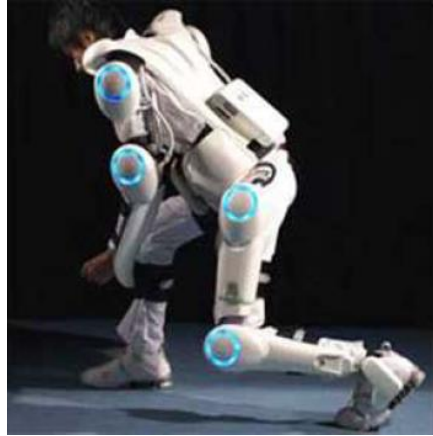


Ilustración 3 - Robótica orientada a la rehabilitación (exoesqueleto robótico de Cyberdyne).

Actualmente, se está realizando mucha investigación en lo que se ha denominado los **ambientes inteligentes**. Estos involucran una inteligencia empotrada en el mismo entorno capaz de interactuar con el usuario de una manera autónoma, con el fin de facilitar la vida a las personas en diferentes campos. Uno de los aspectos clave de esta interacción son las interfaces hombre máquina que incluyen dispositivos vestibles o presentes en el propio entorno, y que miden aspectos que después se reflejan en la adaptabilidad del mismo entorno. Entre ellos se incluyen modificar la iluminación, calefacción, alarmas o subir/bajar persianas, etc. La BCI en este contexto proporciona un canal de comunicación directo con el ambiente para realizar órdenes de control sobre el mismo, y a su vez podría proporcionar información sobre el estado cognitivo y emocional de los usuarios, con lo que el entorno podría tomar decisiones más inteligentes adecuadas a cada persona. Este tipo de dispositivos están muy enfocados hacia la domótica pero también hacia las personas con discapacidad, en donde el uso de este canal de comunicación con la vivienda es más necesario.



Ilustración 4 - Interacción con dispositivos (Mindwave Neurosky).

La suplantación de la propia persona es una dirección lógica a la que se tiende en el mundo de internet, el cual permite estar presente en cualquier sitio con la única necesidad de tener disponible un ordenador y una conexión a la red. Internet está plagada de salas de usuarios de chats en las que uno puede ser quien quiere o puede sin la necesidad de estar presente. La suplantación de la propia persona en entornos virtuales es un paso lógico hacia la **telepresencia** tanto lúdica como laboral. Sin embargo, todos los sistemas de control de telepresencia virtual comparten la misma característica: son fríos. Es decir, no tienen ninguna información ni cognitiva ni afectiva del usuario que los está usando. Si la persona está triste activa el icono que representa este estado, pero no hay ninguna forma de que el sistema deduzca esta información de la persona en sí. En principio, la BCI puede tener acceso a ese tipo de información con lo que permitiría cambiar totalmente la forma en la que interactuamos con las personas en cualquier entorno virtual.



Ilustración 5 - Telepresencia.

La **biometría** es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de humanos basados en uno o más rasgos conductuales o físicos intrínsecos, es decir identificación. En un contexto informático, se realiza mediante la aplicación de técnicas matemáticas y estadísticas sobre los rasgos físicos o de conducta de un individuo, para verificar identidades o para identificar individuos. Dentro de las características están las físicas (las huellas dactilares, las retinas, el iris, los patrones faciales, de venas de la mano o la geometría de la palma de la mano) y las de comportamiento (la firma o el paso). Los desarrollos en tecnología video digital, infrarrojos, rayos X, tecnologías inalámbricas, ADN, dotan al sistema con nuevos métodos para buscar e investigar bastas bases de datos individuales y colectivas de información sobre la población en general. Una de estas nuevas tecnologías es la identificación y uso de las ondas cerebrales por medio de una BCI para reconocimiento único de rasgos humanos, denominado autenticación. Muy relacionado con este aspecto está la seguridad y almacenamiento de la información, cuyo acceso se realiza previa autenticación (muchas de la información que manejamos diariamente está protegida con una contraseña). Una

aplicación de la BCI que se ha comenzado a explorar recientemente está en la autenticación, en donde la contraseña personal es un conjunto de pensamientos.



Ilustración 6 - Biometría.

El **neurofeedback**, también denominado neuroterapia, es una técnica que se basa en medir la actividad cerebral y enseñar a las personas su propia regulación por aprendizaje condicionado.

Los fundamentos del neurofeedback están en la neurociencia básica y aplicada, y en la práctica clínica. El principio básico que rige esta aplicación es el de medir la actividad cerebral e identificar, gracias a un procesamiento del EEG, los patrones a potenciar del usuario. Si los patrones que reflejan la actividad cerebral son los adecuados, al individuo se le da un feedback positivo (visual, auditivo o somatosensorial), mientras que si no son los adecuados el feedback positivo se inhibe. De esta forma, por aprendizaje condicionado, se entrena el cambio en la actividad cerebral en la dirección que desea el terapeuta.

El objetivo final es que los cambios en los patrones de actividad cerebral se reflejen en una mejora del comportamiento (en el caso de trastornos neurológicos) o una mejora de las capacidades personales (en el caso de neurofeedback dirigido a personas sanas).



Ilustración 7 - Mejora de capacidades humanas o tratamiento de trastornos (neurofeedback).

1.2. Salud mental

La salud mental incluye nuestro bienestar emocional, psíquico y social. Afecta la forma en como pensamos, sentimos y actuamos cuando lidiamos con la vida. También ayuda a determinar cómo manejamos el estrés, nos relacionamos con otras personas y tomamos decisiones. La salud mental es importante en todas las etapas de la vida, desde la niñez y la adolescencia hasta la edad adulta.

Las personas que emocionalmente son sanas tienen control sobre sus pensamientos, sentimientos y comportamientos. Se sienten bien consigo mismas y tienen buenas relaciones interpersonales. Pueden poner los problemas en perspectiva.

Es importante recordar que personas que tienen buena salud emocional algunas veces tienen problemas emocionales o enfermedades mentales. La enfermedad mental con frecuencia tiene una causa física tal como un desequilibrio químico en el cerebro. El estrés y los problemas en la familia, trabajo o el colegio a veces pueden desencadenar una enfermedad mental o hacer que esta empeore. Sin embargo, las personas que emocionalmente están sanas han desarrollado maneras de hacerle frente al estrés y los problemas. Ellas saben cuándo necesitan buscar ayuda de parte de su médico o de un asesor psicológico.

1.2.1. ¿Cómo afecta el estrés mis emociones?

Su cuerpo responde al estrés produciendo hormonas de estrés. Estas hormonas le ayudan a su cuerpo a responder a situaciones de necesidad extrema. Pero cuando su cuerpo produce demasiadas de esas hormonas durante un período de tiempo largo, las hormonas agotan su cuerpo y sus emociones. Las personas que están continuamente bajo los efectos del estrés (tensionadas) con frecuencia son emocionales, ansiosas, irritables e incluso depresivas.

Si es posible trate de cambiar la situación que está causando su estrés. Los métodos de relajación tales como la respiración profunda y la meditación, y el ejercicio, también son útiles para afrontar el estrés.

1.3. La música y el estado de ánimo

Los efectos beneficiosos de la música sobre la salud mental se han sabido por miles de años. Los filósofos antiguos desde Platón hasta Confucio y los descendientes de Israel cantaban las alabanzas musicales y las usaban para calmar la tensión. Las bandas militares utilizan la música para desarrollar confianza y coraje. Los eventos

deportivos proporcionan música para incitar el entusiasmo. Los niños en la escuela usan música para memorizar el abecedario. Los centros comerciales ponen música para atraer a los consumidores y mantenerlos en la tienda. Los dentistas ponen música para calmar a los pacientes nerviosos. La investigación moderna apoya la sabiduría convencional de que la música beneficia el estado de ánimo y la confianza.

Debido a nuestras experiencias únicas, desarrollamos diferentes gustos y preferencias musicales. A pesar de estas diferencias, hay algunas respuestas comunes a la música. A los bebés les encantan las canciones de cuna. El canto de la madre es particularmente sosegador, sin importar cuáles sean los talentos o entrenamiento musical formal de una madre. Ciertas clases de música hacen que casi todos se sientan peor, incluso cuando alguien dice que lo disfruta; en un estudio de 144 adultos y adolescentes que escuchaban 4 tipos distintos de música, la música "grunge" inducía a aumentos significativos en la hostilidad, tristeza, tensión y fatiga entre todo el grupo, incluso en los adolescentes que decían que les gustaba. En otro estudio, estudiantes de la universidad reportaron que la música pop, rock, la música vieja y la clásica les ayudaban a sentirse más felices y más optimistas, amigables, relajados y tranquilos.

Todos los que han aprendido el abecedario saben que es más fácil memorizar una lista si va con música. La investigación científica respalda la experiencia común que dice que aparear la música con el ritmo y el tono mejora el aprendizaje y la memoria. La música ayuda a los niños y adolescentes con problemas de atención de varias maneras.

Muchas personas encuentran que la música familiar es reconfortante y tranquilizante. De hecho, la música es tan eficaz para reducir la ansiedad, que a menudo se usa en entornos dentales, preoperatorios y de radioterapia para ayudar a los pacientes a enfrentar sus preocupaciones acerca de los procedimientos. La música ayuda a disminuir la ansiedad en los adultos mayores, mamás primerizas y en los niños también.

Cualquier tipo de música relajante, tranquilizante puede contribuir a estados de ánimo más tranquilos. La música tranquilizante puede combinarse con terapia cognitiva para reducir la ansiedad incluso más eficientemente que la terapia convencional por sí sola.

Algunos estudios sugieren que la música especialmente diseñada, como la música que incluye entonaciones que inducen intencionalmente ritmos para los dos oídos que ponen las ondas del cerebro en ritmos delta o zeta relajados, puede ayudar a mejorar los síntomas en pacientes ansiosos aún más que la música sin estas entonaciones; escuchar esta música sin otra distracción (no mientras conduce, cocina, habla o lee) promueve los mejores beneficios.

Un análisis de 5 estudios sobre la música para la depresión concluyó que la terapia musical no solo es aceptable para los pacientes deprimidos, sino que en realidad ayuda a mejorar sus estados de ánimo. La música ha demostrado ser útil para ayudar a los pacientes con enfermedades médicas graves como el cáncer, quemaduras y esclerosis múltiple que también están deprimidos. Si puede ayudar en estas situaciones, es posible que pueda ayudarle a usted y a sus seres queridos a experimentar estados de ánimo más positivos.

Desde los tiempos antiguos, se ha sabido que ciertos tipos de música pueden ayudar a calmar el estrés. La música tranquilizante de fondo puede reducir significativamente la irritabilidad y promover la calma en pacientes de asilos de ancianos con demencia. La música, elegida ampliamente, reduce los niveles de la hormona del estrés.

Puede resultar sorprendente para algunos ver cómo determinados ritmos y estilos que no se asocian a estados de relajación llegan a relajar a muchas personas y cómo otros, que aparentemente parece que deberían relajar, les ponen de los nervios.

Lo cierto es que no es prudente afirmar que determinados tipos de música son para algo concreto.

Proponemos a las personas que se graben (en CD, MP3... o en el soporte que consideren más adecuado) diferentes músicas que estimulen en ellas determinados estados, para utilizarlas cuando les haga falta.

- Músicas que les relajan para cuando se quieran relajar.
- Músicas que levantan su ánimo para cuando se sientan bajos anímicamente.
- Músicas que estimulan las ganas de moverse para bailar cuando tengan ganas de expresarse con el movimiento desde el baile...

Desde ahí empezaremos a entrar en la auténtica musicoterapia personal.

1.3.1. Patrones que influyen sobre nuestro estado de ánimo

¿Hay patrones generales que influyan sobre nuestro estado de ánimo?

Claro está que hay unos patrones generales, en todos los tipos de música, que influyen sobre el estado de ánimo de todos de manera parecida. Por ejemplo, los timbres agudos tienden a excitar y tonificar más que los graves, por una cuestión puramente física.

Las células que reciben las vibraciones sonoras y que transmitirán el sonido al cerebro a través del nervio auditivo, están agrupadas más densamente en el área

receptora de los sonidos agudos, por lo que la cantidad de impulsos nerviosos que llegan al córtex es mayor.

De manera que para activar, tonificar, estimular movimiento... es más lógico utilizar sonidos agudos y para relajar sonidos graves. Pero incluso así, en la práctica cada persona puede necesitar ser estimulada de una manera o de otra dependiendo de su realidad vital y existencial en cada momento. Y, además, un abuso de agudos, sobre todo en niños con el sistema nervioso alterado o con hiperactividad podría ser causa de problemas.

Influencia de cada una de las tres partes elementales de la música

El ritmo, la melodía y armonía, de los diferentes tipos de música, ejercen una influencia muy concreta sobre nuestro estado de ánimo:

- **El ritmo:** a nivel físico, por estimular el movimiento, sobre todo si se trata de percusiones. Los tambores en particular pueden incluso llegar a hacer vibrar el cuerpo y ponerse en resonancia con los latidos del corazón, influyendo en la frecuencia cardíaca. Por esto, parece ser que une más a la Tierra, a la existencia gracias a la pulsación evidente.
- **La melodía:** sobre los sentimientos y las emociones. Y es que la frase melódica tiene su analogía con la frase hablada en la que se vehicula el sentimiento.
- **La armonía:** actúa más allá de lo exclusivamente emocional, incidiendo de una manera más potente en el desarrollo intelectual y en el Mental Superior. Porque la armonía lleva en sí misma el ritmo y la melodía, potenciados por la unión de sonidos simultáneos, lo que favorece una mayor amplitud mental.

Sin embargo todo esto, teniendo su parte de verdad (que la tiene), es también relativo porque, por poner algún ejemplo:

En ciertas tradiciones se practican rituales donde los tambores con ritmos más primarios y que se asocian a sencillas melodías de tipo repetitivo (por lo tanto más rítmicas), hacen entrar en estados de trance a los oficiantes e incluso a los espectadores del ritual. El estado de trance es un aspecto de Mental Superior.

Personas que cantando melodías llegan a conectar con una esencia que va más allá de lo exclusivamente emocional, favoreciendo el trascender de su consciencia, o sea, de nuevo el estímulo de Mental Superior.

Para que una pieza de predominio rítmico, melódico o armónico ejerza su influencia debe haber unos mínimos de receptividad por parte de quien la escucha. De lo contrario es como enviar información a una pared.

1.3.2. Efectos que produce las escalas en nuestro estado de ánimo

Se dice que las escalas ejercen efectos concretos. De manera que una escala mayor podría estimular más la dinámica, la alegría, la apertura hacia el exterior... y una menor la tristeza, la profundidad...

Esto también tiene su parte de verdad en la música, pero vuelve a ser relativo, porque dependiendo del sentido que se le dé a la interpretación, la velocidad, la tesitura donde se toca, el tipo de instrumento, el contexto, la situación interna del intérprete... el efecto puede cambiar mucho.

Una escala menor tocada alegremente con un violín y a cierta velocidad puede resultar muy alegre. De la misma forma que una escala mayor tocada triste y lentamente puede llegar a resultar muy triste. La tendencia natural de las escalas no siempre es un condicionante.

La música afecta al cerebro y también al cuerpo, ya que activa ciertas áreas cerebrales relacionadas con el humor y el estado de ánimo.

1.3.3. ¿Qué es la Musicoterapia?

La *Musicoterapia* es una terapia que utiliza la música para mejorar el estado de salud y bienestar del paciente. Estimular la mente es esencial ya que es el centro operativo donde se procesan, se comprenden y se juntan todas las sensaciones y emociones que los seres humanos percibimos y expresamos.

La música es una experiencia sensorial que puede activar todas las áreas cerebrales simultáneamente. Por tanto, es útil en terapia porque dispara el funcionamiento del cerebro en el sentido emocional, cognitivo y físico. Con las nuevas investigaciones que surgen sobre la Musicoterapia, se ha demostrado que es útil tanto en rehabilitación, educación y en programas para la mejora del bienestar.

Este tipo de terapia es efectiva para tratar ciertos trastornos o mejorar la calidad de vida del paciente, y actúa de dos maneras: activa (tocar instrumentos, cantar, interpretar la música) y receptiva (usar la música para inducir estados de relajación). También se utilizan otras técnicas y formas artísticas de forma simultánea a la música, como el arte dramático, la danza o la pintura.

1.3.4. ¿Cómo trabaja la Musicoterapia?

El Musicoterapeuta trabaja sobre diferentes aspectos de la persona, como pueden ser:

- **Aspectos sensoriales:** trabajando la habilidad de respuesta ante los estímulos sensoriales recibidos.
- **Aspectos motrices:** la coordinación, el equilibrio y la movilidad del paciente.
- **Aspectos cognitivos:** memoria, aprendizaje, imaginación o atención.
- **Aspectos socio-emocionales:** trabaja la inteligencia y el control de las emociones, así como la expresión emocional o el autoconocimiento de las propias emociones.

1.3.5. Utilidades de la Musicoterapia

Ya que la música es un estímulo accesible y atractivo, tiene gran influencia sobre los pacientes y éstos reciben la terapia de manera agradable. Los profesionales de la Musicoterapia seleccionan y aplican la música de manera que aporte beneficios psicológicos y físicos.

Este tipo de terapia funciona a la perfección para resolver problemas psicológicos, rehabilitar a drogodependientes, reducir el dolor en enfermedades terminales, mejorar la autoestima, o tratar dificultades de aprendizaje.

1.3.6. Razones por las que usar la Musicoterapia

- **La música es una función básica de nuestro cerebro.** Ya en edades tempranas las madres suelen calmar a sus hijos con “nanas” (canciones de cuna). Esto demuestra que el cerebro de los niños pequeños ya tolera muy bien la música y sus beneficios.
- **La música entretiene a nuestro cuerpo.** Nuestro cuerpo se entretiene con la música de manera natural, y es fácil realizar movimientos rítmicos. Cuando escuchamos música, entra en nuestro cerebro para procesarla, pero también tiene un efecto en nuestro sistema motor. Por eso los musicoterapeutas utilizan esta herramienta para ayudar a las personas que han tenido un infarto cerebral a recuperar la movilidad.
- **Tenemos reacciones fisiológicas cuando escuchamos música.** Cada vez que se acelera la respiración, la tasa cardíaca aumenta y uno siente que la música recorre la espina dorsal. La Musicoterapia puede ayudar a estimular

a una persona que está en coma o puede ayudar a una persona consciente a relajarse.

- **Los bebés y los niños responden a la música.** Cualquier padre sabrá que ya en edades tempranas es natural que los niños y los bebés respondan a estímulos musicales. Desde pequeños bailan y disfrutan de los sonidos musicales. Por otro lado, los niños aprenden fácilmente a través del arte y la música, por lo que es una gran herramienta educativa.
- **La música penetra hasta las emociones.** Ya que la música estimula la amígdala, puede hacerte sentir triste, feliz, energético, motivado, etcétera. La manera como la música accede a las emociones es muy útil para los musicoterapeutas.
- **La música ayuda a mejorar el aprendizaje.** Muchos profesores de infantil utilizan métodos como el de aprender el abecedario o los colores a través de canciones. La música es efectiva para memorizar y para evocar recuerdos pasados.
- **La Musicoterapia es una terapia no invasiva y motivante.** A todos nos gusta la música, y esta es una de las razones más importantes de porque la Musicoterapia funciona.

1.4. Justificación

En esta sociedad donde toda va tan deprisa y las enfermedades fomentadas por el estrés debido a exámenes, trabajo o actividades similares aumentan. Y habiendo pasado por esas situaciones de estrés tiempo atrás, queríamos quitar esa carga de estrés o por lo menos aliviarla.

Como según el dicho “la música amansa a las fieras” se nos ocurrió que este problema podría verse solucionado con la música adecuada al estado de ánimo del usuario. Esta música adecuada podría tener dos vertientes, una que reforzara el estado de ánimo y otra que disminuir ese estado.

Para esta idea necesitábamos de una tecnología que pudiera para determinar en qué estado anímico se encontraría el sujeto y encontramos el casco Mindwave con el que podríamos desarrollar nuestra idea.

Por eso, se pensó en crear una aplicación al principio que emitirá música relajante cada vez que los niveles de relajación estuvieran muy bajos. Madurando la idea, pensamos en añadir otro modo para ayudar a la productividad ya que esta también depende de estos niveles relajación y atención.

Dado a estas situaciones se creó este proyecto, para ayudar a las personas a pasar esos momentos claves de estrés, ayudando a la productividad o simplemente relajarse escuchando música observando sus señales de atención y meditación.

Además de poder indagar e investigar más sobre la tecnología del Mindwave de la que nos resulta muy interesante.

1.5. Objetivos

El principal objetivo de este proyecto es crear una aplicación donde el sujeto pueda cuidar su salud mental y mejorar su productividad en el ámbito intelectual.

Para ello la aplicación deberá cumplir estos puntos:

- Deberá medir en todo momento los niveles de relajación y concentración de la persona.
- Deberá ofrecer un modo en el con música refuerce la meditación para así conseguir relajar al sujeto si así lo desea.
- Deberá ofrecer un modo que refuerce con música los niveles de concentración y en caso de una pérdida de concentración avisar de esta.

2. Material

A continuación, enumeraremos los materiales que harán falta para la realización de nuestra aplicación.

2.1. Mindwave

Mindwave es un casco de encefalografía, es decir, se trata de un preciso instrumento de observación cuya función es medir la frecuencia de nuestras ondas cerebrales para monitorizarla y mostrarla en la pantalla de nuestro ordenador. En pocos segundos es capaz de medir nuestros niveles de Atención, Relajación y Meditación. No capta pensamientos concretos. Una cosa es medir el estado de calma de una persona y otra muy diferente averiguar que le gusta el color azul. No genera ningún tipo de corriente o interferencia con la actividad cerebral ni la condiciona.



Ilustración 8 - Casco Mindwave.

La medición del casco se realiza mediante un innovador sensor seco que capta y digitaliza las frecuencias de las ondas cerebrales. El sensor se coloca en la frente, concretamente, en la zona que los neurocientíficos denominan FP1. Una pequeña pinza colocada en el lóbulo de la oreja sirve como referencia eléctrica neutra para medir con más precisión. El casco se comunica con el ordenador mediante un adaptador inalámbrico, conector USB o bluetooth de forma que los resultados se puedan ver en pantalla. De esta manera es posible obtener una medida inmediata

de biofeedback que nos permite medir como nunca antes nuestros niveles de Atención, Relajación y Meditación.

El siglo pasado de la investigación de la neurociencia ha aumentado enormemente nuestro conocimiento sobre el cerebro y en particular, las señales eléctricas emitidas por las neuronas en el cerebro. Los patrones y las frecuencias de estas señales eléctricas se pueden medir colocando un sensor en la cabeza. Con las herramientas de MindTools, el casco Mindwave que contiene la tecnología NeuroSky ThinkGear, que mide las señales eléctricas analógicas, comúnmente llamadas ondas cerebrales, y las procesa en señales digitales. La tecnología ThinkGear hace posible que estas mediciones y señales estén disponibles para juegos y aplicaciones. El cuadro a continuación ofrece un resumen general de algunas de las frecuencias comúnmente reconocidas que tienden a ser generadas por diferentes tipos de actividad en el cerebro:

Tipo de onda	Rango de frecuencia	Estados mentales y condiciones
Delta	0,1Hz a 3Hz	Sueño profundo, sueño sin sueños, sueño no-REM, inconsciente.
Theta	4Hz a 7Hz	Intuitivo, creativo, rememorando, fantasioso, imaginativo, somnoliento.
Alfa	8Hz a 12Hz	Relajado pero no somnoliento, tranquilo, consciente.
Low Beta	12Hz a 15Hz	Relajado pero atento.
Midrange Beta	16Hz a 20Hz	Pensamientos, consciente de su alrededor.
Hight Beta	21Hz a 30Hz	Alerta y agitación

Tabla 1 - Tipo de ondas cerebrales.

2.1.1. ThinkGear y eSense

ThinkGear es la tecnología dentro de NeuroSky o que permite que un dispositivo interactúe con las ondas cerebrales de los usuarios. Estas ondas se leen gracias a que incluye un sensor situado en la frente y el clip de la oreja donde procesa todos los datos, tanto las ondas cerebrales sin tratar como los eSense Meters (medidores de atención y meditación) que se calculan en el chip ThinkGear.

ESense es un algoritmo exclusivo de NeuroSky para caracterizar estados mentales. Para calcular eSense, la tecnología NeuroSky ThinkGear amplifica la señal de ondas cerebrales sin procesar y elimina el ruido ambiental y el movimiento muscular. El algoritmo eSense se aplica entonces a la señal restante, dando como resultado los

valores interpretados del medidor eSense. Tenemos que tener en cuenta que los valores del medidor de eSense no describen un número exacto, sino que describen intervalos de actividad.

Los medidores de eSense son una manera de mostrar con qué eficacia el usuario está atrayendo la Atención (concentración) o la Meditación (relajación).

Al igual que el ejercicio de un músculo desconocido, puede tomar algún tiempo para obtener la proactividad completa con cada uno de los medidores eSense. En muchos casos, eSense tiende a ir mejor cuando se empieza a usar con frecuencia, así que se debemos intentar diferentes tácticas hasta que tenga éxito con una.

Para cada tipo diferente de eSense (es decir, Atención, Meditación), el valor del medidor se informa en una escala eSense relativa de 1 a 100. En esta escala, un valor entre 40 y 60 en un momento dado en el tiempo se considera "neutral" y es similar a "valores por defecto" que se establecen en técnicas convencionales de medición de ondas cerebrales.

Un valor de 60 a 80 se considera "ligeramente elevado", y puede interpretarse como niveles que tienden a ser más altos de lo normal (niveles de Atención o Meditación que pueden ser más altos de lo normal para una persona determinada). Los valores de 80 a 100 se consideran "elevados", lo que significa que son fuertemente indicativos de niveles elevados de ese eSense.

Del mismo modo, en el otro extremo de la escala, un valor entre 20 y 40 indica niveles "reducidos" del eSense, mientras que un valor entre 1 a 20 indica niveles "fuertemente reducidos" del eSense. Estos niveles pueden indicar estados de distracción, agitación o anormalidad.

El motivo por el que los rangos de interpretación son tan amplios se debe a que el algoritmo eSense aprenden dinámicamente y a veces emplean algunos algoritmos de "adaptación lenta" para ajustarse a las fluctuaciones y tendencias naturales de cada usuario, explicando y compensando el hecho de que las ondas cerebrales en el cerebro humano están sujetas a rangos normales de varianza y de oscilación. Esto es parte de la razón por la cual los sensores de ThinkGear pueden operar en una amplia gama de individuos bajo una amplia gama de condiciones personales y ambientales, a la vez que ofrecen una gran precisión y fiabilidad.

El medidor de atención eSense indica la intensidad del nivel de "concentración" o "atención" mental del usuario, como la que ocurre durante la concentración intensa y la actividad mental dirigida (pero estable). Su valor oscila entre 0 y 100. Distracciones, pensamientos errantes, falta de concentración o ansiedad pueden reducir el nivel del medidor de atención. Generalmente, la Atención puede ser controlada a través de un enfoque visual. Concéntrese en una idea única.

El medidor de meditación eSense indica el nivel de "tranquilidad" o "relajación" mental de un usuario. Su valor oscila entre 0 y 100. Teniendo en cuenta que la Meditación es una medida de los estados mentales de una persona, no de los niveles físicos, de manera que simplemente relajar todos los músculos del cuerpo puede no resultar inmediatamente en un nivel de Meditación más elevado. Sin embargo, para la mayoría de las personas en la mayoría de las circunstancias normales, relajar el cuerpo a menudo ayuda a la mente a relajarse también. La meditación está relacionada con la actividad reducida por los procesos mentales activos en el cerebro.

Durante mucho tiempo ha sido un efecto observado que el cierre de los ojos apaga las actividades mentales que procesan las imágenes de los ojos. Así que cerrar los ojos es a menudo un método eficaz para aumentar el nivel del medidor de meditación. Las distracciones, los pensamientos errantes, la ansiedad, la agitación y los estímulos sensoriales pueden reducir los niveles de meditación.

2.1.2. MindSet Development Tools (MDT)

Las herramientas de desarrollo de MindSet de NeuroSky (MDT) son una colección de controladores, código de ejemplo y documentación que describen cómo desarrollar aplicaciones para varias plataformas de software, incluyendo PC, Symbian e incluso plataformas de bajo nivel como microcontroladores como Arduino. La MDT está disponible y ofrece todas las herramientas y recursos necesarios para crear y publicar juegos y aplicaciones capaces de aprovechar la nueva y excitante tecnología Brain-Computer Interface (BCI) del casco MindSet o MindWave de NeuroSky.

Los lenguajes soportados directamente incluyen C/C++, C#, Java (a través de JNI) y J2ME. Además, el MDT proporciona el conector ThinkGear Connector (TGC), un software tipo daemon que se ejecuta en Windows o Mac OS X y abre un puerto TCP en el equipo local del usuario para que las aplicaciones puedan conectarse a él y recuperar los datos emitidos por MindSet o MindWave. Siempre y cuando el TGC se ejecute en una de las plataformas soportadas y conectado a un MindSet, cualquier aplicación escrita en cualquier lenguaje que pueda comunicarse a través de sockets TCP (como ActionScript3 de Flash y lenguajes de script en general) puede conectarse al TGC para leer Datos del MindSet.

En esta herramienta de desarrollo viene un código de ejemplo de la conexión que debemos realizar para conectarnos al Mindwave, la conexión básica se realiza de la siguiente manera (Ilustración):

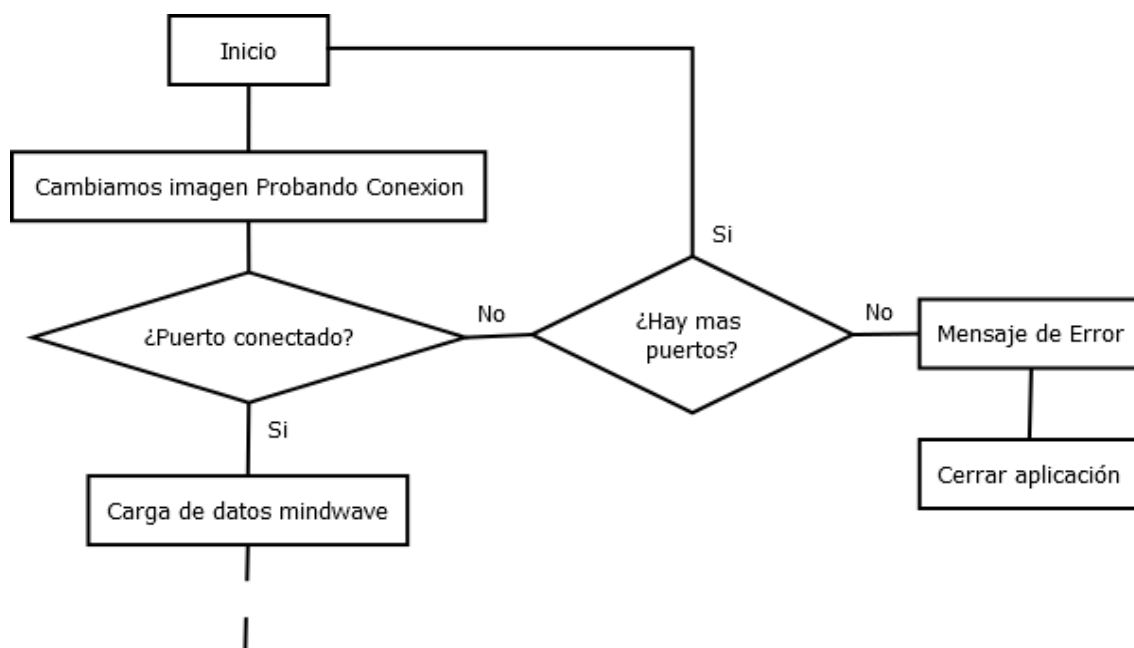


Ilustración 9 - Conexión básica.

Lo primero que se hace para establecer una conexión con el casco Mindwave es instanciar e iniciar el objeto *connector* de la librería Thinkgear, ya antes mencionada, que se encarga de conectar al puerto serie COM del equipo y leer el flujo serie de datos del puerto como *DataRowArrays*.

A continuación, crearemos los *EventHandlers* para manejar cada tipo de evento del conector y vincular esos manejadores a los eventos de *connector*.

```

connector = new Connector();
connector.DeviceConnected += new EventHandler(OnDeviceConnected);
connector.DeviceConnectFail += new EventHandler(OnDeviceFail);
connector.DeviceValidating += new EventHandler(OnDeviceValidating);

```

- DeviceValidating, Ya que debemos validar cuál de los puertos COM está conectado el Mindwave.
- Si el escáner de puertos falla, se desencadena el evento DeviceNotFound.
- En el controlador para el evento DeviceConnected que se activa cuando nos hemos conectado al Mindwave, se debe crear otro EventHandler para manejar DataReceived (el stream de datos que nos envía el casco).

A continuación, llamaremos al conector instanciado para este ejecute el barrido de puertos. Para hacerlo, el handler de conector que se activa es *DeviceValidating* que se encargara de validar los puertos COM en busca de nuestro casco Mindwave. Si el puerto no es válido busca el siguiente, el handler sigue de esta forma hasta que encuentra el puerto o se le acaban los puertos.

En este punto nos podemos encontrar con dos situaciones:

- Que no haya encontrado el puerto valido, por lo que el handler `OnDeviceFail` se dispara haciendo que se cierre la conexión abierta de connector y que aparezca por pantalla un aviso de error en la conexión y cierra la aplicación.
- Que se haya encontrado el puerto valido para realizar la conexión con el casco. En ese caso el handler que se dispararía sería `OnDeviceConnected` donde nos indica que se ha establecido la conexión y añade el Handler de `OnDataReceived` que se encargara de recoger y tratar con el flujo de datos que nuestro casco Mindwave conectado nos enviará.

Una vez conectados a nuestro casco, este nos enviará un flujo de datos al que debemos tratar. Este flujo de datos los trataremos con el handle `OnDataReceived`. Dentro de este handle instanciaremos un objeto de la librería ThinkGear llamado `TGParser` donde traduce de `DataRowArray` (tipo de datos que recibimos del connector) a un tipo de datos que nuestra librería ThinkGear reconozca y en la que podamos trabajar.

Esta función mostrará por pantalla los datos ya tratados que queremos (`PoorSignal`, `Attention` y `Meditation` que son las señal de conexión, atención y meditación).

La función de `OnDataReceived` seguirá activa hasta que se cierre la conexión.

2.2. Visual Studio

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Java, Python, Ruby y PHP, al igual que entornos de desarrollo web, como ASP.NET MVC, Django, etc., a lo cual hay que sumarle las nuevas capacidades online bajo Windows Azure en forma del editor Monaco.



Ilustración 10 - Logo de Visual Studio.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión .NET 2002). Así, se pueden crear aplicaciones que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos y consolas, entre otros.

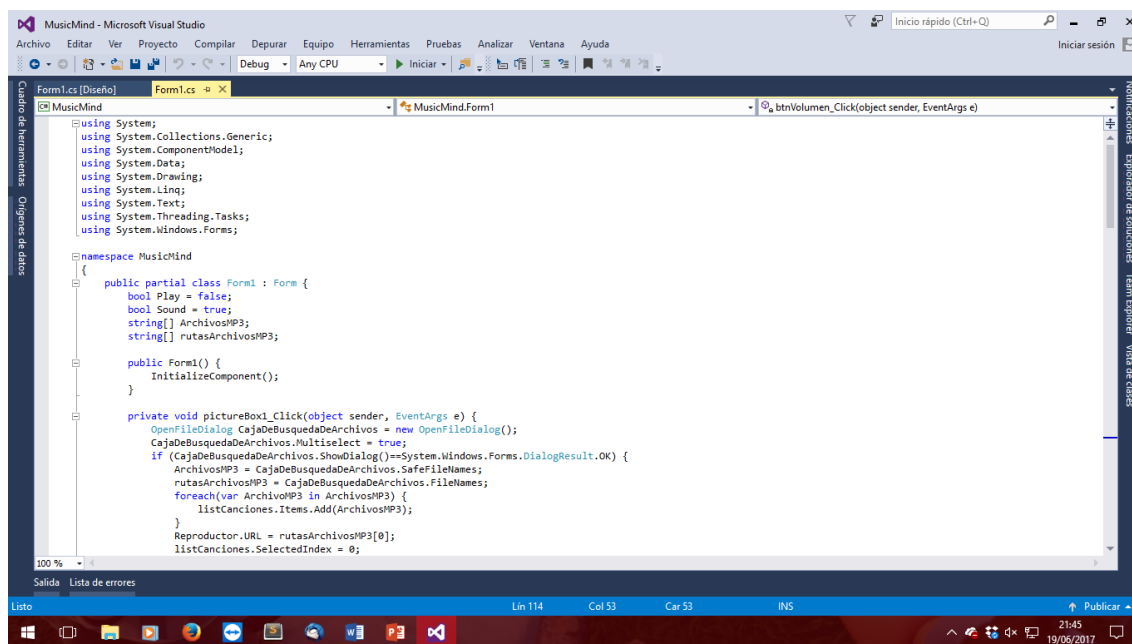


Ilustración 11 - Interfaz gráfica Visual Studio.

Para nuestra aplicación usaremos el lenguaje de C#, con las librerías gráficas y multimedia como WMPLib (Windows Media Player Library) necesarias para la realización de la misma.

2.2.1. WMPLib

WMPLib (Windows Media Player Library) es una librería de Visual Studio para la integración de un reproductor multimedia. Donde te dará acceso a un componente de reproducción que sirve como reproductor básico desde el que partiremos para hacer nuestra aplicación.

Para usar esta librería tenemos que tener activado el reproductor media player de window y activarla en el cuadro de herramientas de visual studio.

3. Metodología

En este apartado nos centraremos en el proceso de creación de nuestra aplicación y todos los pasos que hemos seguido para terminar la misma.

3.1. Especificaciones de la aplicación

Para empezar el proceso de creación nuestra aplicación debemos empezar por saber cuáles son los requisitos que queremos que esta cumpla, por lo que en este apartado se dedicara a la recolección de requisitos que necesitamos.

Tras un exhaustivo proceso de extracción de requisitos, nuestros requisitos serán:

- El usuario podrá seleccionar toda la música que desee escuchar y guardarla en una lista de reproducción.
- La función de conexión del Mindwave deben de poder activarse y desactivarse por el usuario.
- Las dos funcionalidades de la aplicación, deberán funcionar independiente la una a la otra, es decir, se puede estar solo midiendo las ondas de atención y relajación o solo escuchando música y también poder trabajar juntas.
- La aplicación tiene que tener un modo que ayude a la concentración y otro modo que ayude a la relajación.
- Se podrá controlar la música como un reproductor multimedia, es decir podemos pausarla, pararla cambiar de canción si se pudiera y subir y bajar el volumen.
- La conexión con casco, tanto si está apagado o encendido debe mostrarse en todo momento.
- Siempre que nuestro Mindwave esté conectado debemos mostrar las lecturas de las señales de atención y meditación, diferenciando si son altas o bajas visualmente.

3.2. Diseño de la aplicación

Una vez recolectado los requisitos nos dispondremos a diseñar nuestra aplicación, para ellos realizaremos tanto el diseño de la interfaz como los casos de usos de la misma.

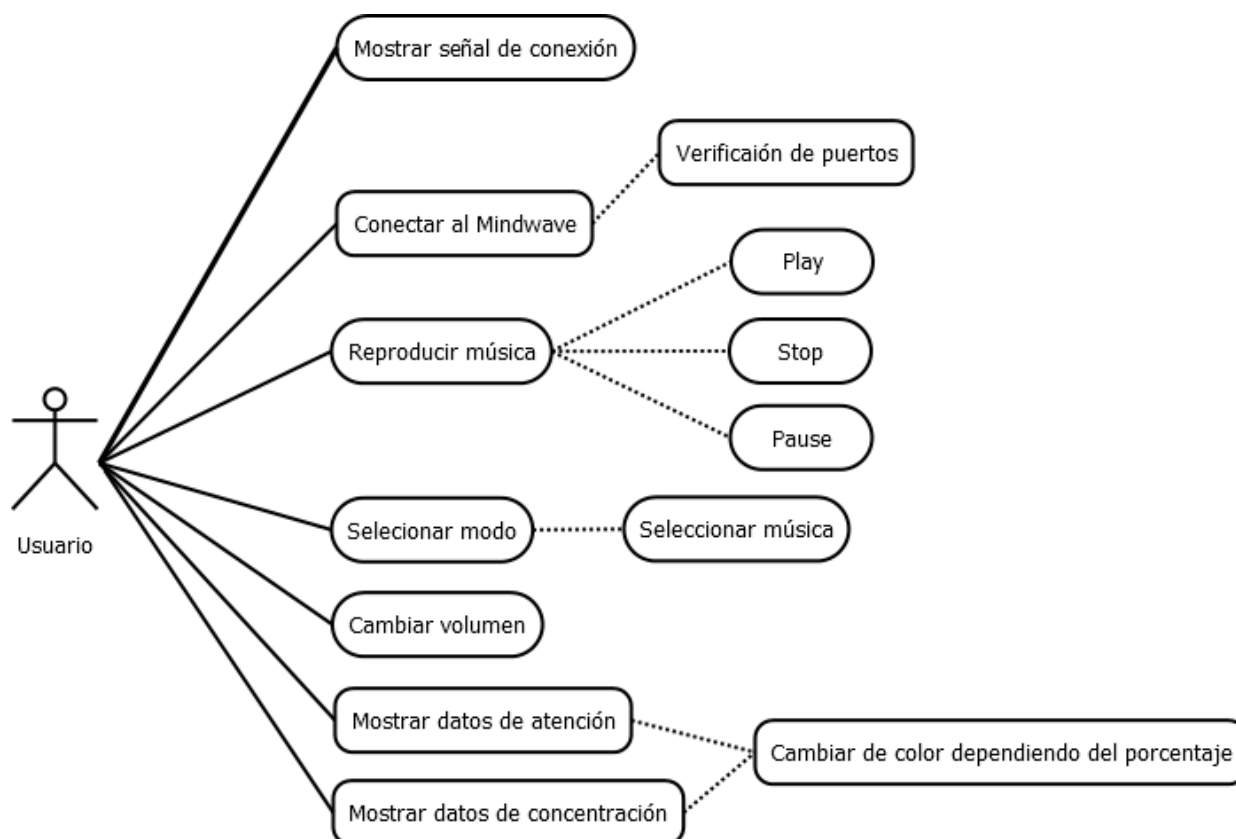


Ilustración 12 - Caso de usos.

Como podemos observar en nuestro diagrama de casos de uso (Ilustración 11), lo primero que deberemos que implementar en nuestra aplicación será el reproductor multimedia. Este reproductor tendrá que tener las funciones típicas: play, pausa, stop, el control sobre el volumen y una barra para saber la duración de la canción. Además de esto se contará, dependiendo del modo en el que se encuentre la aplicación, que se explicará más adelante, tendrá un selector de canciones donde el usuario podrá elegir una o más canciones para añadirlas a la lista de reproducción y ser reproducidas en consecuencia.

También incluiremos un botón de conexión y desconexión en el que se gestionará la conectividad con el casco, este al pulsarlo hará un barrido de puertos para conectarse al casco ya sea por bluetooth o por USB y recibirá los datos proporcionados por este, que serán las señales de conexión, atención y meditación.

Además de eso contará con unos porcentajes e imágenes donde se le informara del estado de conexión con el casco y las señales de atención y meditación recibidas por este. Se añadirá un botón que cambie de modo en la aplicación que serán modo de reproducción, modo de concentración y modo de relajación.

De esta forma, y teniendo en cuenta todos los casos de uso, hemos creado una interfaz como la que se muestra en la Ilustración 12:



Ilustración 13 - Interfaz general de nuestra aplicación.

Como hemos comentado anteriormente, nuestra aplicación tiene 3 modos de uso en los que dependiendo de cada modo se reproducirá y se realizarán acciones distintas de un modo a otro. Esos modos son:

3.2.1. Modo reproducción

Este modo la aplicación actúa como un reproductor normal, es decir, el usuario puede reproducir cualquier canción que tenga en el PC creando una lista de reproducción a su gusto y reproduciéndola en el orden que le apetezca. De ese modo, el usuario podrá ver su reacción de sus señales cerebrales al escuchar sus canciones favoritas.

En este modo para poder escuchar una canción debemos pulsar el botón *Examinar* que podemos ver en la Ilustración 13. Una vez pulsada se nos abrirá una pantalla para buscar las canciones que queremos escuchar y cuando las seleccionemos se añadirán a la lista de reproducción.

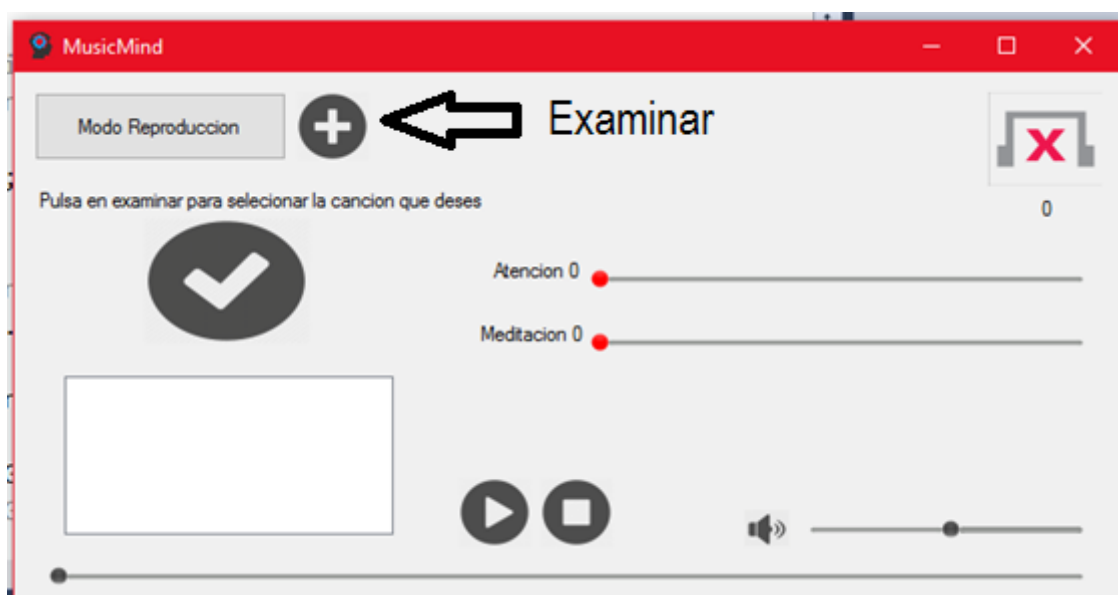


Ilustración 14 - Interfaz de modo reproducción.

Una vez con la lista de reproducción ya cargada, la primera de la lista empezara a reproducirse automáticamente. Si queremos cambiar de canción de la lista solo tenemos que pulsar encima del nombre de la canción. El nombre de la canción que se reproduce actualmente se encuentra debajo del botón Cambio de modo. Todo esto lo podemos ver en la Ilustración 14.

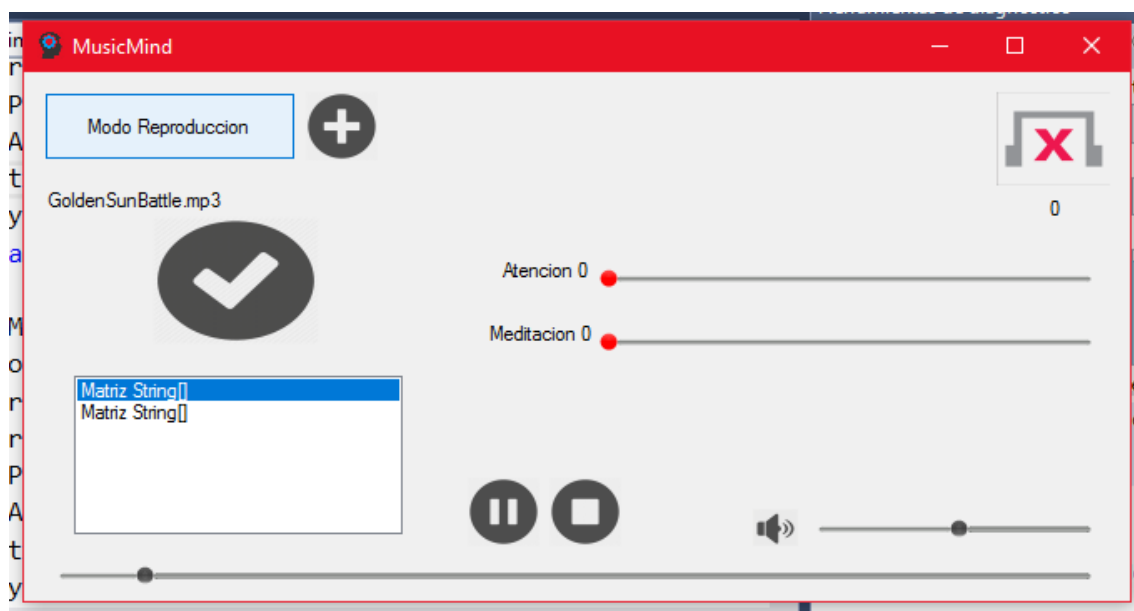


Ilustración 15 - Interfaz reproduciendo canciones.

3.2.2. Modo concentración

En este modo sonara una música propuesta por un estudio de psicología donde recomienda esta música para mejorar la concentración en un ambiente laboral y estudiantil. En este modo podemos comprobar que la lista de reproducción y el botón *Examinar* se han ocultado.

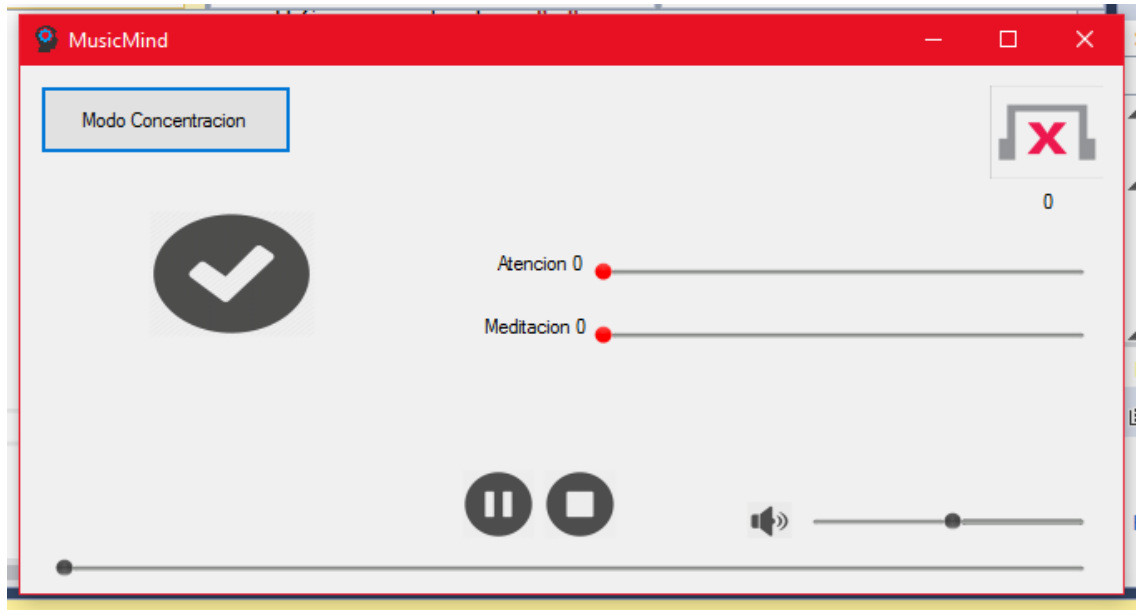


Ilustración 16 - Interfaz modo concentración.

3.2.3. Modo relajación

En este modo sonara una música propuesta por un estudio de psicología donde recomienda esta música para la meditación y relajación de la mente. En este modo podemos comprobar que la lista de reproducción y el botón *Examinar* se han ocultado.

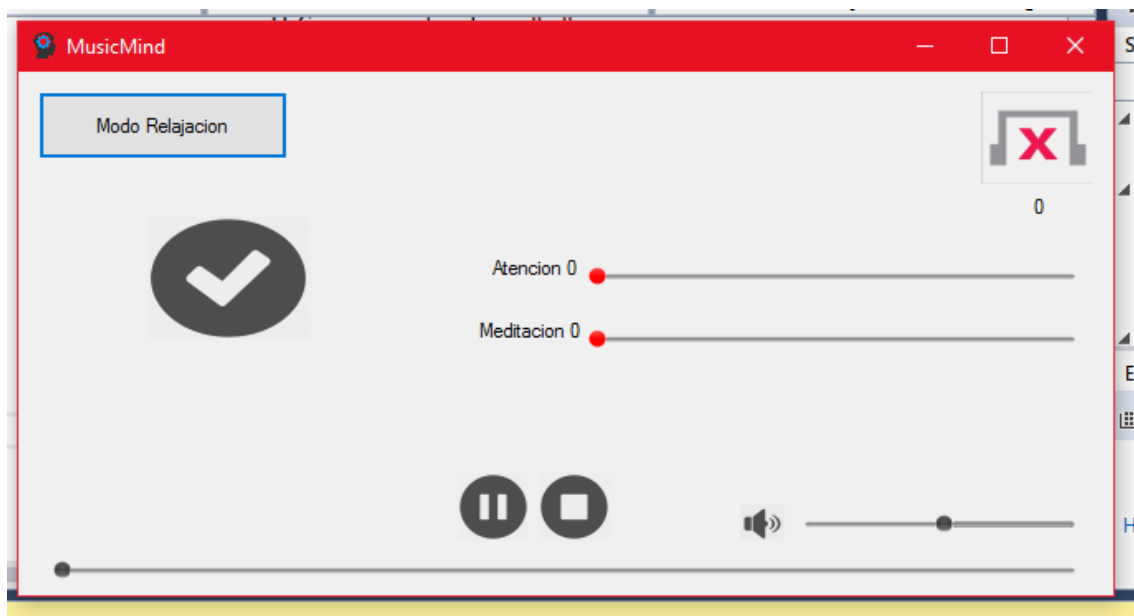


Ilustración 17 - Interfaz modo relajación.

3.2.4. La conexión

Para la conexión de la nuestra aplicación con el casco Mindwave, utilizaremos el botón de *Conectar* que podemos ver en la ilustración 17. Una vez pulsemos dicho botón debemos esperar a que nuestra aplicación haga un barrido de puertos para saber cuál es el que está vinculado con nuestro casco Mindwave. Justo en este momento la imagen del indicador de conexión pasa de ser *desconectado* a *probando conexión* (estas imágenes las podemos encontrar en la ilustración 18).

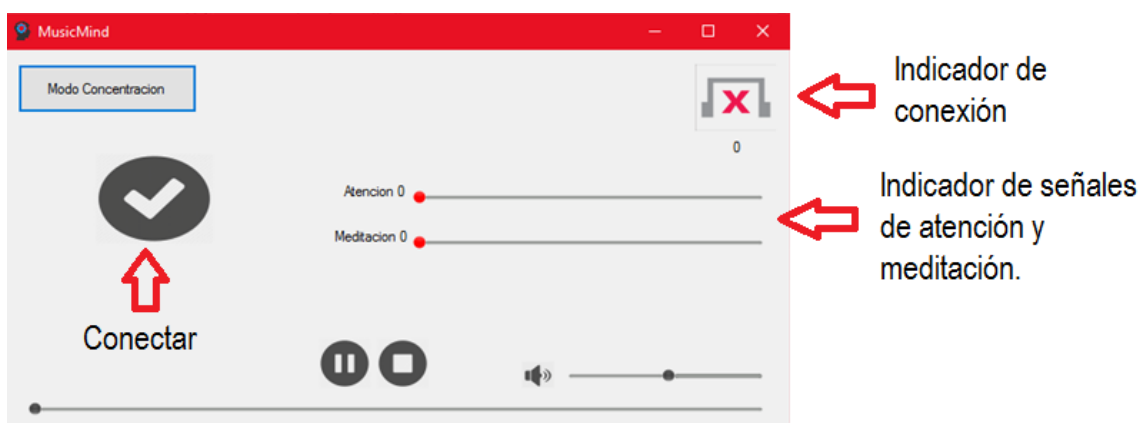


Ilustración 18- Interfaz de la aplicación en modo concentración.

Una vez el casco se haya conectado el identificador de conexión cambiara su imagen a *conectado* (Ilustración 18). Además que su imagen, una vez conectado empezara la cambiar el porcentaje de conexión, a la vez que las señales de atención y meditación. Estos porcentajes de las señales se irán modificando conforme vayamos recibiendo los datos del Mindwave al que estamos conectados. Además de eso, las barras de porcentaje de las señales de atención y meditación cambian de color dependiendo del porcentaje en el que se encuentre. Por ejemplo, si la onda está por encima de un 75% la barra se volverá verde, si esta entre 25 y 75 no cambiará de color y si está por debajo de 25 se coloreara de rojo.

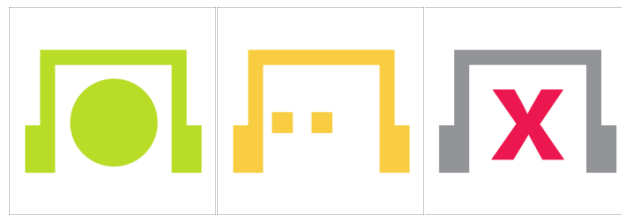


Ilustración 19 - Distintas fases de la conexión.

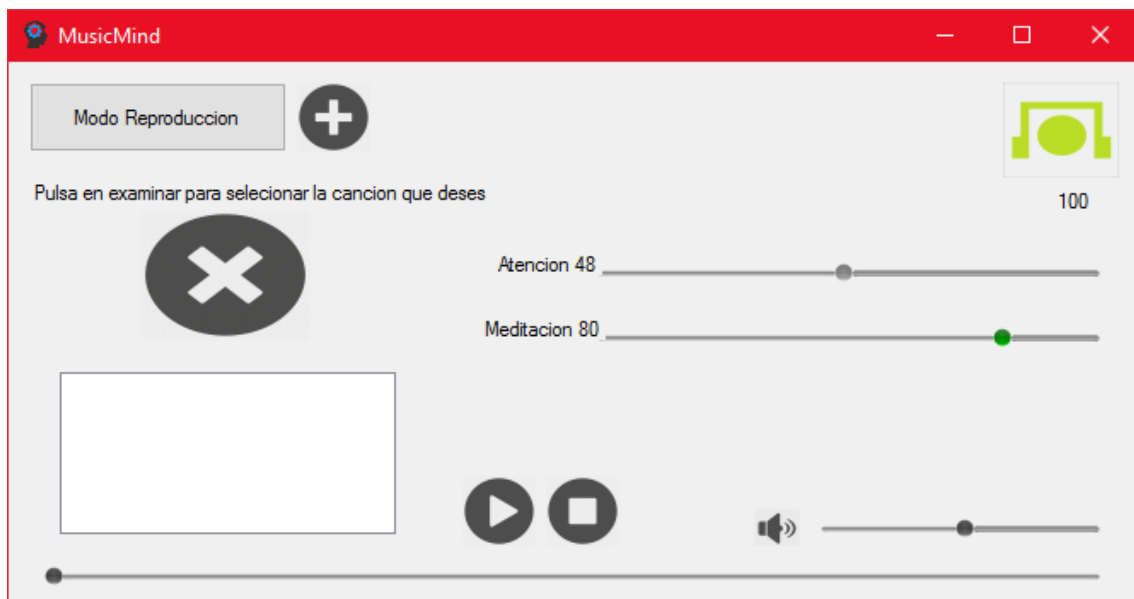


Ilustración 20 - Aplicación conectada y midiendo nuestras señales cerebrales.

Esta conexión al casco Mindwave será totalmente independiente al reproductor de nuestra aplicación, es decir, podemos simplemente escuchar la música sin necesidad del casco Mindwave conectado (ilustración 14) o al contrario, podemos escanear nuestro estado de ánimo sin tener que activar el reproductor (ilustración 19).

3.3. Explicación del código

En este apartado vamos a centrarnos en explicar el código desarrollado de nuestra aplicación y su diagrama de flujo.

Lo primeros que se ha de saber es que tenemos dos funcionalidades totalmente diferentes, como se ha dicho anteriormente, tenemos la parte del reproductor multimedia y por otra parte la conexión y recepción de datos del casco Mindwave.

Previo al inicio de estas funcionalidades hemos instanciado e iniciado el objeto *connector* de la librería Thinkgear, ya antes mencionada, que se encarga de conectar al puerto serie COM del equipo y leer el flujo serie de datos del puerto como *DataRowArrays*.

A continuación, crearemos los *EventHandlers* para manejar cada tipo de evento del conector y vincular esos manejadores a los eventos de *connector*.

```
connector = new Connector();
connector.DeviceConnected += new EventHandler(OnDeviceConnected);
connector.DeviceConnectFail += new EventHandler(OnDeviceFail);
connector.DeviceValidating += new EventHandler(OnDeviceValidating);
```

- DeviceValidating, Ya que debemos validar cuál de los puertos COM está conectado el Mindwave.
- Si el escáner de puertos falla, se desencadena el evento DeviceNotFound.
- En el controlador para el evento DeviceConnected que se activa cuando nos hemos conectado al Mindwave, se debe crear otro EventHandler para manejar DataReceived (el stream de datos que nos envía el casco).

Además de instanciar e iniciar el connector y sus Handlers de la librería ThinkGear, debemos iniciar el componente gráfico de la aplicación.

3.3.1. Conexión al Mindwave

A continuación, pasaremos a explicar la primera de las funcionalidades que es la conexión con el casco Mindwave junto con su diagrama de flujo (Ilustración 20).

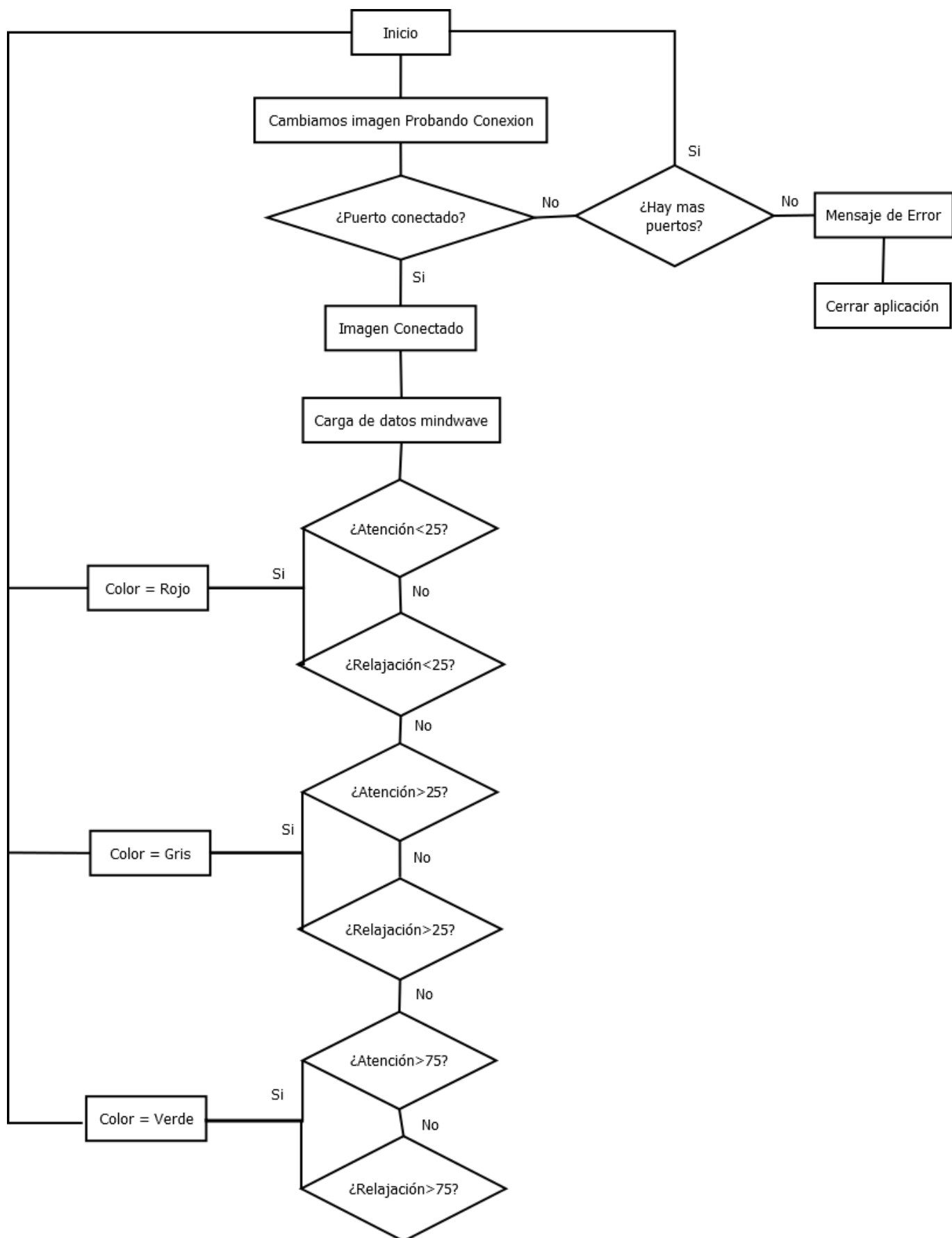


Ilustración 21 - Diagrama de flujo de la función conexión.

Para que esta funcionalidad se active el usuario deberá pulsar el botón de *conectar* de la interfaz gráfica de la aplicación, una vez pulsada el evento `btnEmepzar_Click` se disparará. Este evento lo que hace es lanzar un hilo donde realizaremos la conexión con el casco y además cambia la imagen del botón conectar por cancelar y la prepara para que una vez vuelva el usuario a pulsar el botón lanzando dicho evento, el hilo creado anteriormente pueda ser eliminado.



Ilustración 22 - Botones conectar y cancelar.

Además, la función del timer que tenemos en nuestra aplicación `ActualizarDatosTrack` que se encarga del refresco gráfico de la interfaz detectará un cambio y actualizará la imagen del indicador de conexión de *desconectado* a *probando conexión* (ilustración 18).

A continuación, pasaremos a ver lo que hace el hilo que hemos lanzado anteriormente al pulsar el botón conectar y activar su evento. Este hilo lo que hace es llamar al conector instanciado para este ejecute el barrido de puertos. Para hacerlo, el handler de connector que se activa es *DeviceValidating* que se encargara de validar los puertos COM en busca de nuestro casco Mindwave. Si el puerto no es válido busca el siguiente, el handler sigue de esta forma hasta que encuentra el puerto o se le acaban los puertos.

En este punto nos podemos encontrar con dos situaciones:

- Que no haya encontrado el puerto valido, por lo que el handler `OnDeviceFail` se dispara haciendo que se cierre la conexión abierta de connector y llama a la función `notConect` que consiste que por pantalla te aparezca una ventana de aviso de error en la conexión y cierra la aplicación.
- Que se haya encontrado el puerto valido para realizar la conexión con el casco. En ese caso el handler que se dispararía sería `OnDeviceConnected` donde nos indica que se ha establecido la conexión y añade el Handler de `OnDataReceived` que se encargara de recoger y tratar con el flujo de datos que nuestro casco Mindwave conectado nos enviará. La función `ActualizarDatosTrack` detectará un cambio y actualizará la imagen del indicador de conexión de *probando conexión* a *conectado*.

Una vez conectados a nuestro casco, este nos enviará un flujo de datos al que debemos tratar. Este flujo de datos los trataremos con el handle `OnDataReceived`. Dentro de este handle instanciaremos un objeto de la librería ThinkGear llamado `TGParser` donde traduce de `DataRowArray` (tipo de datos que recibimos del connector) a un tipo de datos que nuestra librería ThinkGear reconozca y en la que podamos trabajar.

Esta función guardará los datos ya tratados que queremos (`PoorSignal`, `Attention` y `Meditation` que son las señal de conexión, atención y meditación) en variables para su posterior uso.

Otra vez, nuestra función de refresco grafico `ActualizarDatosTrack` se encargará de actualizar los datos en pantalla respecto al indicador de señal de conexión y las señales de atención y meditación. También llamara una función llamada `mtrackcolores` para que dependiendo del valor de la señal de atención y meditación cambien de color sus respectivas barras.

La función de `OnDataReceived` seguirá activa hasta que se cierre la conexión, es decir hasta que el usuario pulse el botón *cancelar*.

3.3.2. Reproductor multimedia

La otra funcionalidad de nuestra aplicación es el reproductor multimedia, esta funcionalidad estará presente desde el inicio de nuestra aplicación y su diagrama (Ilustración 22):

La función de reproductor multimedia empieza una vez tenemos cargada la interfaz gráfica. Esta interfaz comienza en el *modo reproducción* por defecto, donde vemos cargado en nuestra interfaz el *botón examinar* y la lista de reproducción vacía.

Estando en el *modo reproducción* la aplicación espera a que el usuario pulse el *botón examinar*. Este botón disparará el evento `btnExaminar_Click` donde se abrirá una ventana para que el usuario seleccione la o las canciones que quiera en la lista de reproducción. Estas canciones se guardaran en la lista de reproducción y la primera de ellas empezará a reproducirse automáticamente. Si queremos cambiar de canción solo tenemos que pulsar en el nombre de la canción en la lista de reproducción. Una vez pulsado la canción seleccionada sonará. Además que el nombre de la canción actual será modificado por el de la canción seleccionada.

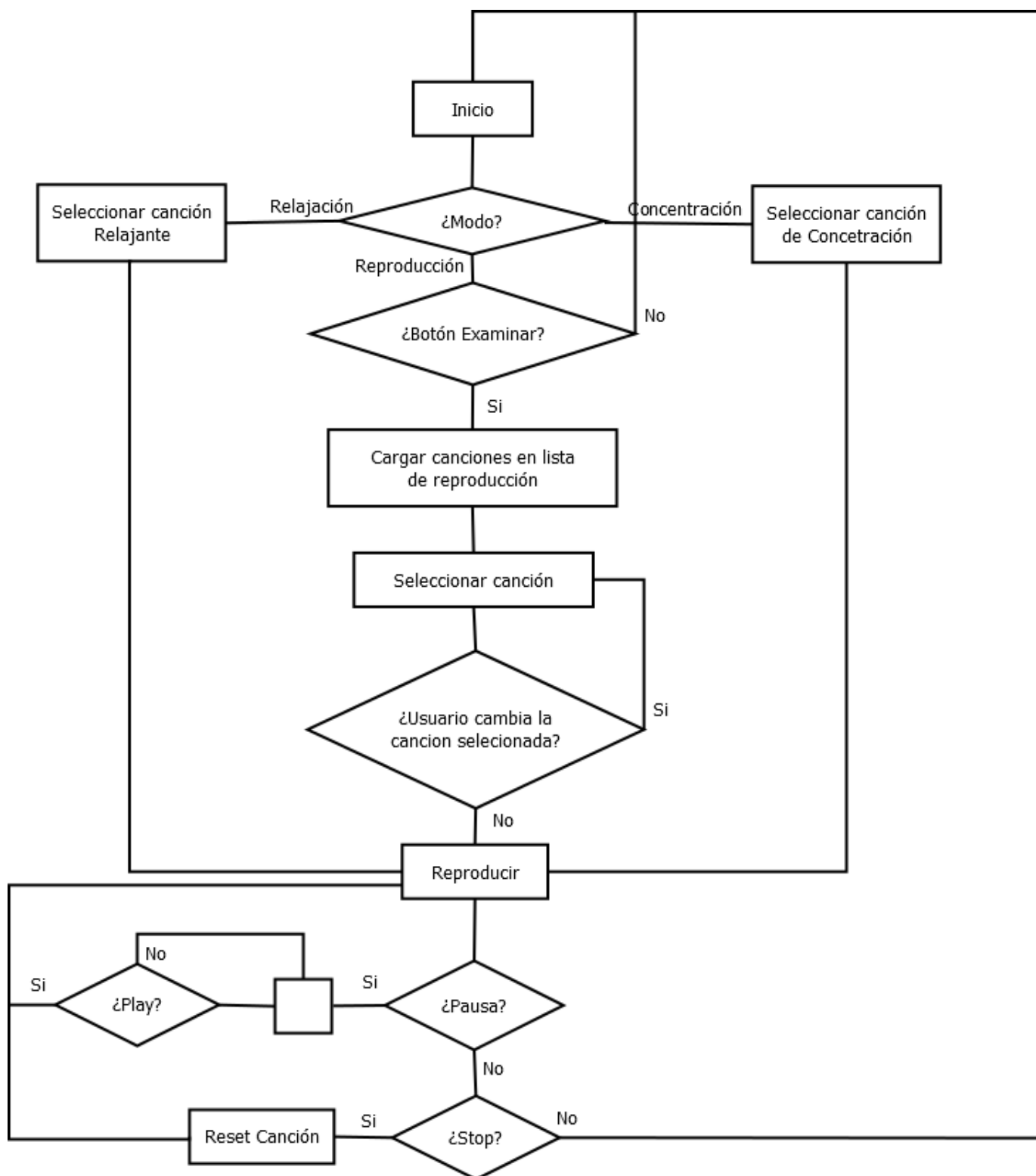


Ilustración 23 - Diagrama de flujo de la reproducción.

Si queremos estar en otro modo, solo tenemos que pulsar el *botón modo*. Partiendo del *modo reproducir*, si pulsamos el *botón modo* cambiaríamos a *modo concentración*. En este modo lo que cambia respecto al de reproducir es que el *botón examinar*, la lista de reproducción y la etiqueta con el nombre canción actual se han ocultado. Se empezara a reproducir de forma automática la música recomendada según los últimos estudios para aumentar la concentración y productividad.

Partiendo del *modo concentración*, si pulsamos el *botón modo* cambiaríamos a *modo relajación*. En este modo no cambia estéticamente respecto al modo concentración, la diferencia reside en la música que comenzará a sonar. Esta música incitara a relajarse ya que es la música recomendada para dicha tarea.

Todos estos modos y funciones que hemos comentado anteriormente llegan al mismo estado, es decir, a reproducir la canción automáticamente. Utilizando la librería WMPLib donde sacamos los controles de play, pause y stop. Cuando canción se reproduce podemos observar como tenemos una barra de progreso que indica cuánto dura la canción y que se va moviendo con respecto al tiempo reproducido de la canción. Este avance de la barra se debe a la función `Reproductor_PlayStateChange`, en la que se activa cada vez que hay un cambio de estado en nuestra aplicación, donde llama a su vez a `ActualizarDatosTrack` en la que se encargara de actualizar todos los datos gráficos de nuestra aplicación.

Una vez que nuestra canción se está reproduciendo le botón que anteriormente era *play* ahora es *pause*, donde sí se pulsa se activara `btnPlay_Click` pausando la canción, guardando todos los datos de estado de la canción e intercambiar imagen de botón *pause* a botón *play*. Si volvemos a pulsar el botón play lanzará el evento `btnPlay_Click` y se reanudará la canción.

Otro de los botones de los que hablaremos será el botón stop. Al pulsarlos llamaremos a la función `btnStop_Click` que se encarga de parar la canción y poner el tiempo reproducido a 0 para que la canción cuando se reanudo vuelva a empezar desde el principio.

Y por último pero no menos importante, tenemos el control de volumen representado por una barra la que al moverla se activara la función `mtrackVolumen_ValueChanged` donde se igualará el valor de la barra del volumen del sistema, de este modo podemos controlar el volumen. Además tenemos un botón mute cuando lo pulsamos disparará la función `btnVolumen_Click` y esto hará que el volumen del sistema se iguale a 0. Si volvemos a pulsar el mute se quitará y volverá a su volumen anterior.

3.3.3. Relación entre funcionalidades

Una vez explicada estados dos funcionalidades vamos a proceder a explicar su relación entre ellas. Estas dos funcionalidades de las que hemos hablado en los apartados anteriores son lanzadas por hilos diferentes, es decir, las dos funcionalidades pueden funcionar por separado.

Aunque para cumplir los objetivos de nuestra aplicación necesitamos de estas dos funcionalidades estén conectadas entre sí y esto lo logramos con variables globales.

Estas variables globales deben estar muy vigiladas porque pueden ser modificadas por los dos hilos. Por esto, las hemos restringido de tal manera que solo la funcionalidad de conexión puede escribir y modificar en estas variables, mientras que la funcionalidad de reproducir solo leerá.

3.4. Resultados y pruebas

En esta sección realizaremos las pruebas de nuestra aplicación en algunos voluntarios para saber el éxito de la misma y hacer una encuesta de satisfacción (Anexo I) de la aplicación.



Ilustración 24 - Foto de un voluntario realizando la prueba.

Para ver los resultados y el impacto de nuestra aplicación hemos pedido la participación de 30 voluntarios donde han instalado en sus ordenadores (alguno de ellos), probado y utilizado nuestra aplicación.

Para hacer el estudio más fiable, hemos procurado que los voluntarios tuvieran cierta diversidad. Las edades los voluntarios son de los 12 años hasta los 35 años. Y sus profesiones son muy dispares: estudiantes de instituto, universitarios, profesores, albañiles, químicos...

Para la realización de la prueba se ha pedido a los voluntarios que si se podrían instalar la aplicación en sus equipos para ver si hay mucha dificultad en una instalación real. Para los que no tengan equipo se ofrecerá un portátil para que se prueben la aplicación.

Una vez comience la prueba, el voluntario estará solo con la aplicación y su manual de uso, probándola. No se podrá prestar ningún tipo de ayuda o consejo al voluntario a ni ser que se vea una anomalía

Una vez pasado el periodo de prueba se le ha pasado un cuestionario donde plasmaran sus opiniones respecto a la experiencia con nuestra aplicación y el Mindwave, marcando 1 como valoración más baja y 5 como valoración más alta.

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

Preguntas.	1	2	3	4	5	Valoración Media
La aplicación presenta una estructura clara e intuitiva.		1	6	16	7	3,97
La aplicación en fácil de usar.		3	16	6	5	3,43
Aspecto de la interfaz de usuario.		1	5	7	17	4,33
El manual de ayuda de la aplicación es claro y de utilidad.			6	19	5	3,97
La aplicación es viable para su puesta en práctica.		1	3	11	8	4,13
Facilidad de instalación de la aplicación.	2	3	6	8	11	3,77
¿Utilizaría la herramienta en un entorno profesional?			5	16	9	4,13
Valoración de la aplicación en general.		1	6	13	10	4,07

Tabla 2 - Resultado Global de la encuesta facilitada a los voluntarios.

Como podemos ver a rasgos generales en la Tabla 2 la aceptación de nuestra aplicación en los ámbitos generales ha sido de un 4 sobre 5 por lo que podemos asumir que a los voluntarios les ha gustado esta aplicación a rasgos generales.

A continuación iremos comentando pregunta a pregunta los resultados de las encuestas y analizaremos sus posibles significados para poder hacer un feedback de nuestra aplicación.

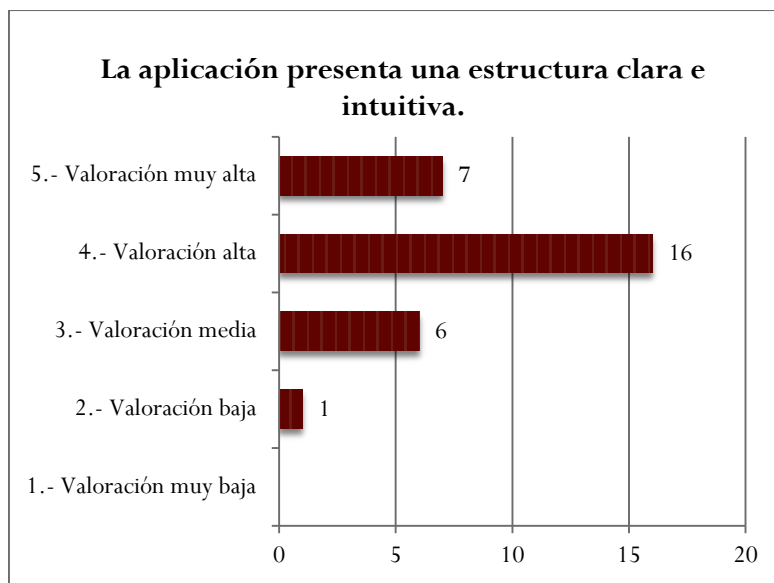


Ilustración 25 – La aplicación presenta una estructura clara e intuitiva.

En la Ilustración 25, podemos ver que la mayoría de los voluntarios han encontrado la estructura de la aplicación clara e intuitiva ya que ha sacado una media de 3.7 sobre 5. Esto quiere decir que los usuarios han encontrado nuestra interfaz fácil de usar y no han encontrado muchos problemas en usarla.

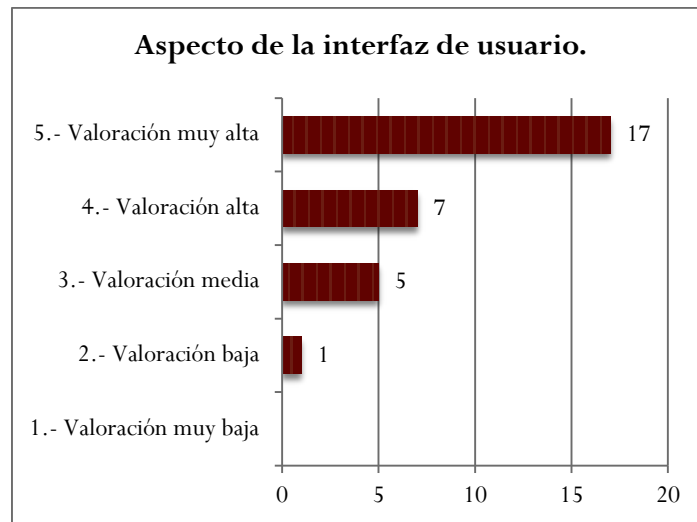


Ilustración 26 - Aspecto de la interfaz de usuario.

Otra de las cuestiones relacionadas con la presentación de nuestra aplicación es que les ha parecido el aspecto de la interfaz de usuario. Vemos que los resultados de la encuesta son favorables ya que el 75% le ha dado entre una valoración alta o muy alta. De esto podemos sacar que a los usuarios les ha gustado la presentación de nuestra interfaz tanto los botones que representan funciones como el aspecto que tiene la aplicación durante si ejecución.

Respecto a la presentación de nuestra aplicación tanto en aspecto como en tener una estructura clara e intuitiva vemos como los usuarios han quedado satisfechos con este aspecto por lo que este implica que no debemos hacerle ninguna modificación en este aspecto de la aplicación.

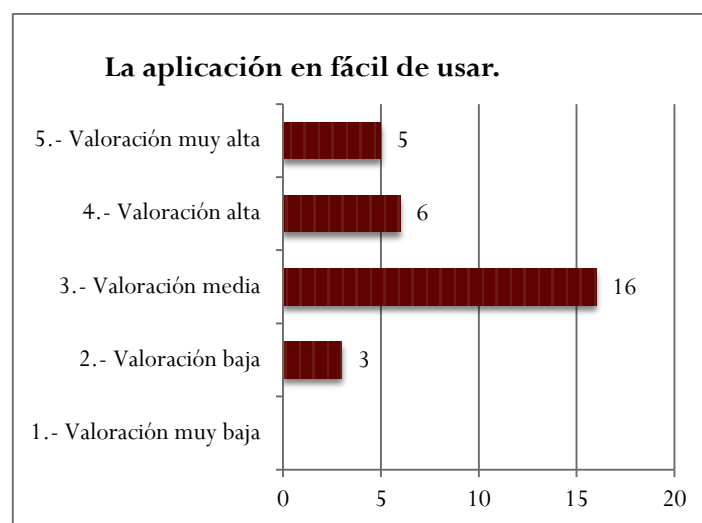


Ilustración 27 - La aplicación en fácil de usar.

La siguiente pregunta que vamos a analizar es si la aplicación es fácil de usar. Aquí vemos (ilustración 27), que la mayoría de los usuarios ha optado por darle una valoración de media-alta. La razón por la que los usuarios han tenido esta opinión de que la aplicación es medianamente fácil de usar se debe que según algunos usuarios el momento de conexión del casco que cuando está haciendo el escaneo de puestos para conectarse al casco puede tardar un poco más de la cuenta. Y empiezan a pulsar el botón de cancelar y volver a pulsar el de conectar provocando que le casco se bloquee. O que no se puso correctamente el casco a pesar del manual de uso y la aplicación no podía conectar bien con el casco. Todos esto ha ocasionado una valoración media-alta que quitando esos momentos puntuales, se ha visto la soltura del voluntario al manejar la aplicación. De todos modos esto no quita que se debe mejorar y aclarar el tanto el manual de uso para que el usuario pueda ponerse correctamente el casco y optimizar el proceso de conexión del casco.

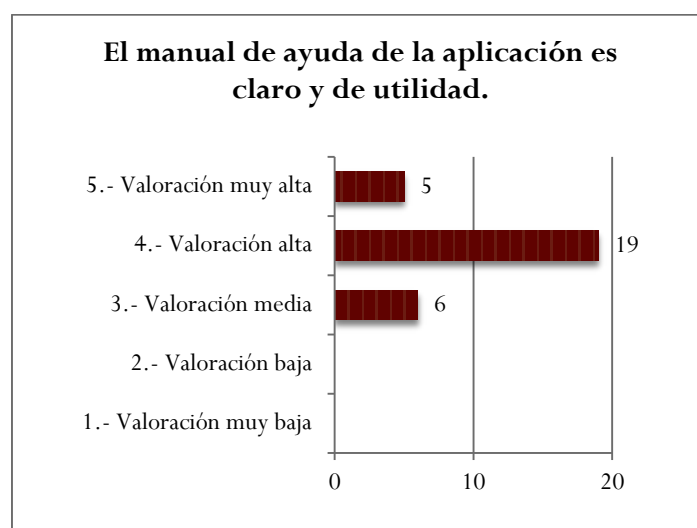


Ilustración 28 - El manual de ayuda de la aplicación es claro y de utilidad.

La siguiente pregunta que vamos a analizar es si el manual de ayuda es claro y de utilidad. Donde vemos (ilustración 28) que ha obtenido una valoración alta-muy alta por lo que podemos asumir que el manual le ha sido útil al voluntario para la realización de la prueba. De todas formas se procederá a una revisión del manual de ayuda debido a algún caso esporádico.

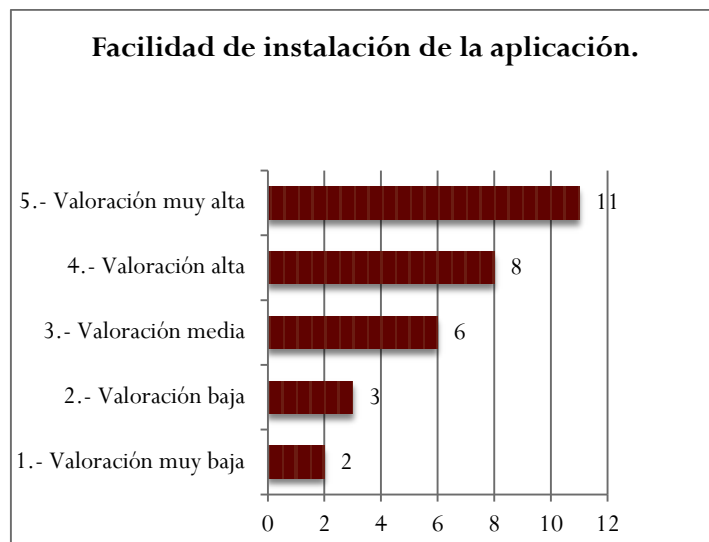


Ilustración 29 - Facilidad de instalación de la aplicación.

La facilidad de instalación de la aplicación es la siguiente pregunta que vamos a analizar. Para analizar esta pregunta se ha de saber que algunos de los voluntarios ha instalado la aplicación en sus PC y emparejado el casco con estos, mientras que otros por faltas de recurso como un adaptador bluetooth en su PC o por el simple hecho de no tener PC en el que poder en el momento de la prueba se le proporcionará un portátil como el en que tiene el casco emparejado con el PC. Como observamos en el a Ilustración 29, la mayoría valora muy bien la facilidad de instalación. Este significa que a la mayoría de voluntarios le resulto fácil el momento de instalación, aunque observando al voluntario realizar instalando la aplicación en PC propio nos hemos dado cuenta de que algunos se perdían con el emparejamiento del casco al bluetooth. Por lo tanto podemos sacar de esto que la instalación fue sencilla pero debemos hacer una revisión del manual de instalación para dejar todo lo más claro posible.

En las siguientes cuestiones planteamos la facilidad de usar la aplicación, la utilidad del manual de uso y la instalación de la aplicación, hemos podido observar que todas ellas han tenido una valoración media-alta pero aun así se han producido ciertos problemas puntuales durante la instalación y el uso de la aplicación. Así que llegamos a la conclusión, que para futuros casos no vuelvan a ocurrir la solución que proponemos es revisar los manuales tanto de instalación como de uso para ponerlo lo más claro posible además de añadir un nuevo apartado que preguntas frecuentes para así facilitar la labor del usuario.

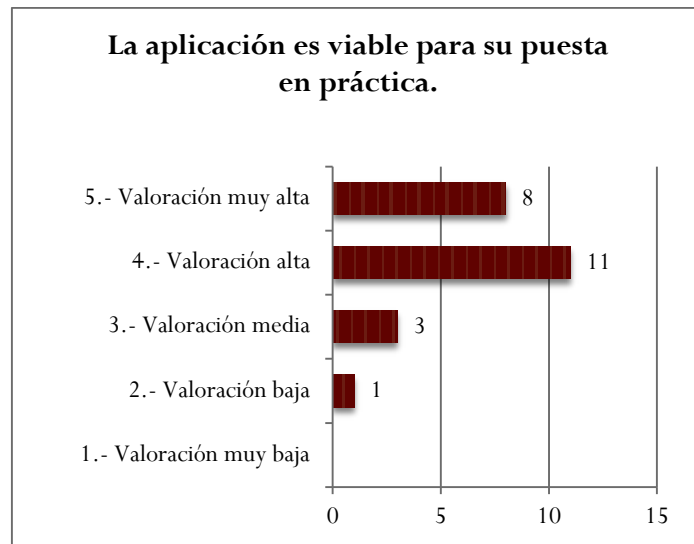


Ilustración 30 - La aplicación es viable para su puesta en práctica.

Otra de las preguntas es si los voluntarios ven viable para su puesta en práctica esta aplicación, es decir si tiene salidas al mercado y si puede serle útil a en su vida diaria. Podemos decir que los voluntarios se han tenido una respuesta más que favorable ante la idea. A la mayoría de voluntarios le ha parecido muy útil y más a los que desempeñaban un empleo que se necesite plena concentración mental.

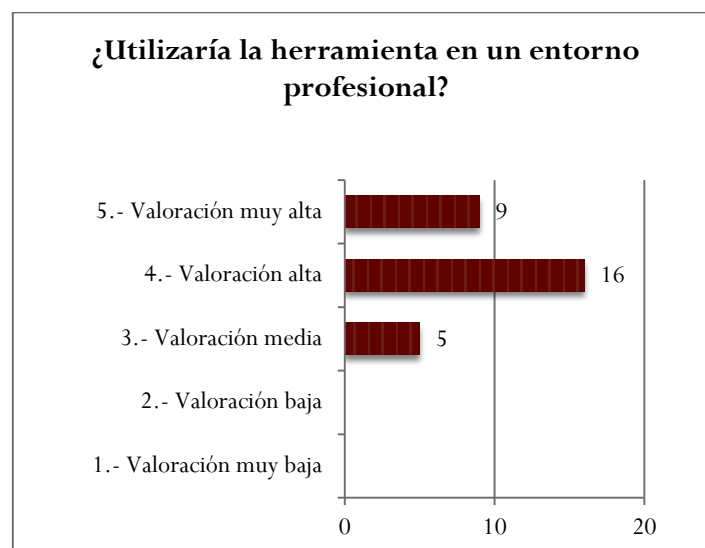


Ilustración 31 - ¿Utilizaría la herramienta en un entorno profesional?

Preguntamos esta cuestión para saber si los voluntarios creen si esta aplicación se utilizara en un entorno profesional, como vemos en la ilustración 31, los usuarios que probaron la aplicación opinan que puede ser factible usarla en el trabajo.

Viendo estos resultados y haciendo un estudio de mercado más extenso podríamos plantearnos sacar al mercado esta aplicación.

En las cuestiones referentes al estudio de mercado es decir, preguntas que de si utilizarían esta herramienta en un entorno profesional y si le resulta viable su puesta en práctica, vemos una respuesta favorable en los resultados donde muchos de los voluntarios declararon que les resultaría muy útil la aplicación para concentrarse en sus estudios y/o trabajo. Así que sabiendo esto y aplicando las mejoras que hemos captado de estas encuestas podríamos plantearnos la salida al mercado de esta aplicación.

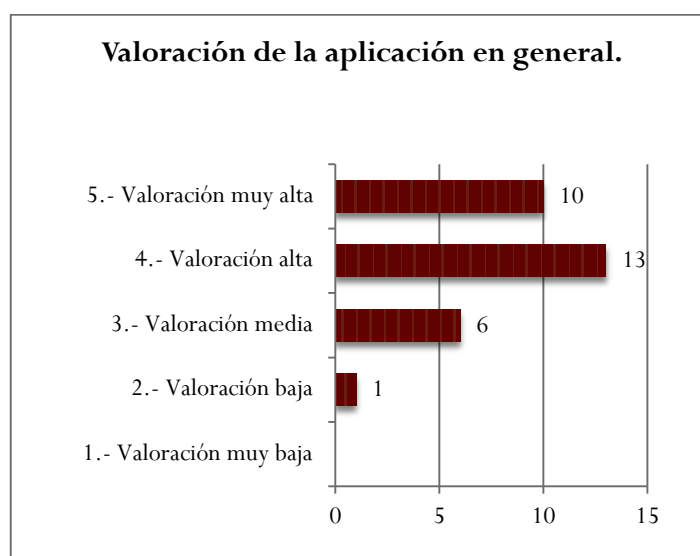


Ilustración 32 - Valoración de la aplicación en general.

Y para finalizar preguntamos a nuestros voluntarios que valoración final le daría a esta aplicación y el resultado ha sido una valoración de 4.13 sobre 5. Por lo que podemos deducir que nuestros voluntarios están satisfechos con nuestra aplicación.

Estos resultados nos han ayudado a ver pequeños fallos en la aplicación que debemos solucionar y nos ha dado una visión de mercado reducida de lo que puede pasar en un futuro si lanzamos esta aplicación.

4. Conclusión

Este proyecto nos ha enseñado la importancia de la salud mental que incluye nuestro bienestar emocional, psíquico y social. Afecta la forma en como pensamos, sentimos y actuamos cuando lidiamos con la vida. También ayuda a determinar cómo manejamos el estrés, nos relacionamos con otras personas y tomamos decisiones. La salud mental es importante en todas las etapas de la vida, desde la niñez y la adolescencia hasta la edad adulta. Todo esto repercute totalmente en nuestra vida, ya sea de forma lúdica o productiva.

Para ello vamos a utilizar aliviar el estrés y mantener en forma nuestra salud mental utilizaremos la musicoterapia que es una terapia que utiliza la música para mejorar el estado de salud y bienestar del paciente. Estimular la mente es esencial ya que es el centro operativo donde se procesan, se comprenden y se juntan todas las sensaciones y emociones que los seres humanos percibimos y expresamos.

Con este proyecto hemos observado como con la ayuda de la música podemos mejorar el rendimiento y en nuestras actividades cognitivas o cambiar nuestro relajarnos en momentos de tensión.

Para ayudar a tener una buena salud hemos creado esta aplicación, donde midiendo nuestros niveles de atención y meditación podemos adaptar la música reproducida para reforzar o disminuir el estado de ánimo que tenemos.

Gracias a esto último, hemos aprendido a cómo hacer una aplicación conectada con bluetooth a Mindwave y manejar tanto las librerías graficas de C# como las librerías de reproducción, sin las que hubiera sido imposible realizar el proyecto.

Además hemos podido conocer más a fondo la tecnología de interfaz cerebro-computador de la que nos ha parecido muy útil, interesante y con muchas aplicaciones reales que puede ayudar tanto en la medicina como en ámbitos lúdicos o profesionales.

Con la encuesta realizada también nos hemos dado cuenta de los bien recibida que está esta idea y que puede llegar en un futuro a ser comercial.

En líneas futuras, este proyecto puede ser ampliado de muchas formas posibles, como añadirle una opción de música favorita para mejorar la experiencia del usuario o pasarlo a otras plataformas como Android. Una vez, añadido estas mejoras se podría hacer una estudio de mercado mucho más amplio y poder pensar si sacar esta aplicación al mercado.

5. Bibliografía

- http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/Brain-Computer-Interface-aplicado-al-entrenamiento-cognitivo
- http://download.neurosky.com/support_page_files/MindWaveMobile/docs/mindwave_mobile_user_guide.pdf
- <https://www.healthychildren.org/Spanish/healthy-living/emotional-wellness/Paginas/Music-and-Mood.aspx>

Anexo I

En este anexo mostraremos la hoja de encuesta que se les ha pasado a los voluntarios que han probado esta aplicación.

Encuesta de satisfacción

Este cuestionario de evaluación pretende recoger tu valoración sobre aquellos aspectos del programa que se ha desarrollado. Conocer esta opinión no tiene otro fin que el de mejorar la aplicación. Ten en cuenta que tu participación en esta actividad es de vital importancia.

GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

Marca a la derecha de cada frase la valoración con la que esté más de acuerdo. Donde 1 es la valoración más baja y 5 es la valoración más alta.

Preguntas	1	2	3	4	5
La aplicación presenta una estructura clara e intuitiva.					
Facilidad de uso de la aplicación.					
Aspecto de la interfaz de usuario.					
El manual de ayuda de la aplicación es claro y de utilidad.					
La aplicación es viable para su puesta en práctica.					
Facilidad de instalación de la aplicación.					
¿Utilizaría la herramienta en un entorno profesional?					
Valoración de la aplicación en general.					

Tabla 3 - Encuesta de satisfacción.

Anexo II

En este anexo mostraremos el manual de uso que se les ha pasado a los voluntarios que han probado esta aplicación.

MusicMind. Manual de uso



Ilustración 33 - Manual de uso.

Por favor, antes de pulsar el botón conectar asegúrese de que el casco Mindware esté conectado (luz azul encendida).



Ilustración 34 - Mindwave conectado.

Mindwave. Manual de uso

Para la colocación correcta de los cascos siga estas instrucciones:

1. Las partes fundamentales del casco son las siguientes:

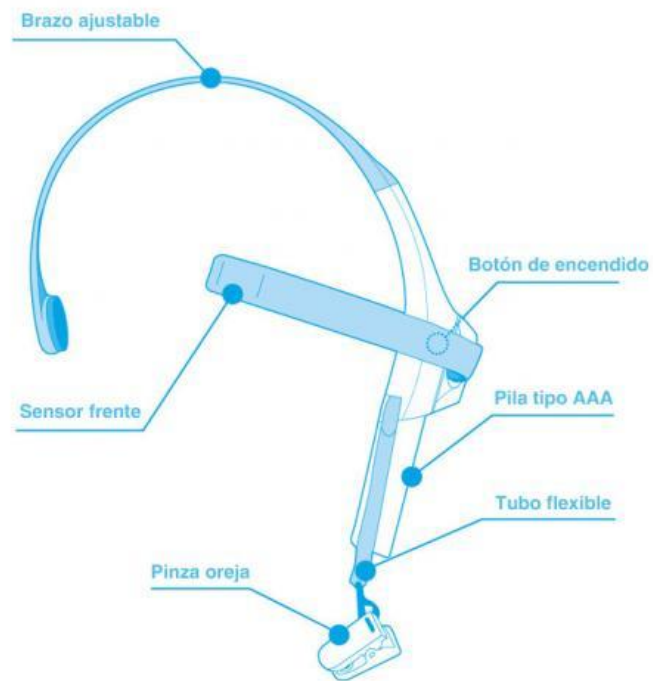


Ilustración 35 - Partes fundamentales de Mindwave.

2. Introduce una pila nueva tipo AAA.

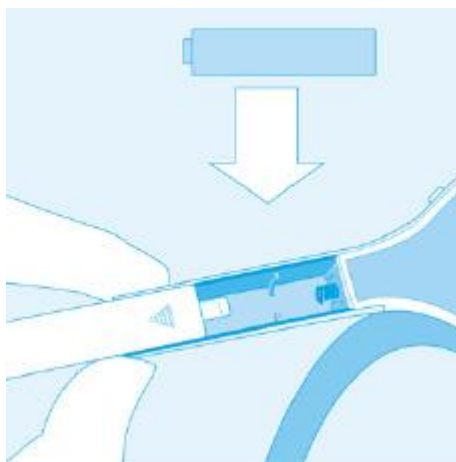


Ilustración 36 - Colocación de la pila.

3. Enciende el casco.

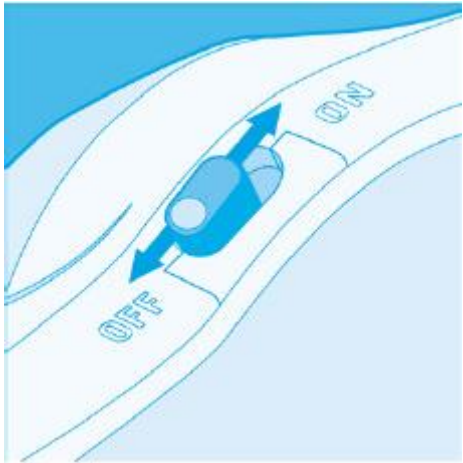


Ilustración 37 - Botón de encendido.

4. Este es el cuadro de luces del casco y lo que significan.

Color	Luz intermitente	Estado
Ninguno		Apagado
Rojo	No	Encendido pero no conectado
Azul	No	Encendido y conectado
Rojo o azul	Si	Batería baja

Tabla 4 - Cuadro de luces del casco.

5. El casco debe quedar colocado de la siguiente forma:



Ilustración 38 - Colocación del casco.

6. Estira el brazo ajustable para adaptarlo al tamaño de tu cabeza.

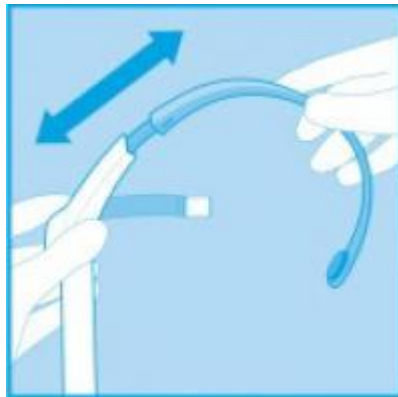


Ilustración 39 - Ajustes del casco.

7. Rota el brazo que sujeta el sensor hasta que toque tu frente.



Ilustración 40 - Ajustes del casco (II).

8. Asegúrate de que el sensor hace bien contacto con la piel de tu frente y que no queda al aire.

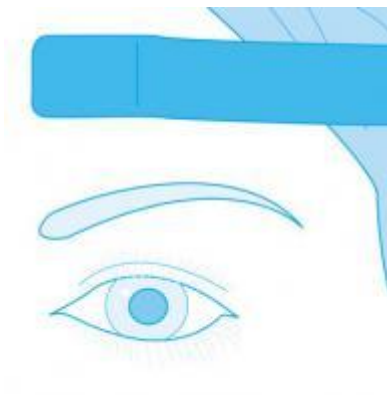


Ilustración 41 - Sensor de la frente.

9. Coloca la pinza en el lóbulo de tu oreja izquierda. Para mayor comodidad coloca el tubo de goma flexible del que cuelga la pinza detrás de tu oreja.



Ilustración 42 - Sensor de la oreja.