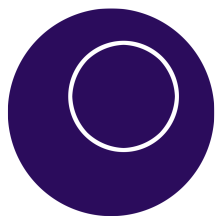


# NEUROZINE

EXPERIENCIAS  
DE SONORIZACION Y VISUALIZACION  
DE ONDAS CEREBRALES

BIOCONTROL  
NEUROARTISTAS  
NEUROCIENCIA  
NEURODRAW  
NEUROSOUND  
NEUROCINE  
THE MAKING OF NEUROCINE



“Pero si el cráneo es una caja, será una caja de Pandora: abrirla de verdad significa dejar escapar todos los ‘bellos males’, todas las inquietudes de un pensamiento que se vuelve hacia su propio destino, sus propios repliegues, su propio lugar.  
Abrir esa caja es aceptar el riesgo de sumergirse en ella, perder en ella la cabeza, y por ella -como desde dentro- ser devorado”  
Didi-Huberman

NEUROZINE. UN NEURO FANZINE CON EXPERIENCIAS DE SONORIZACIONY VISUALIZACION DE ONDAS CEREBRALES

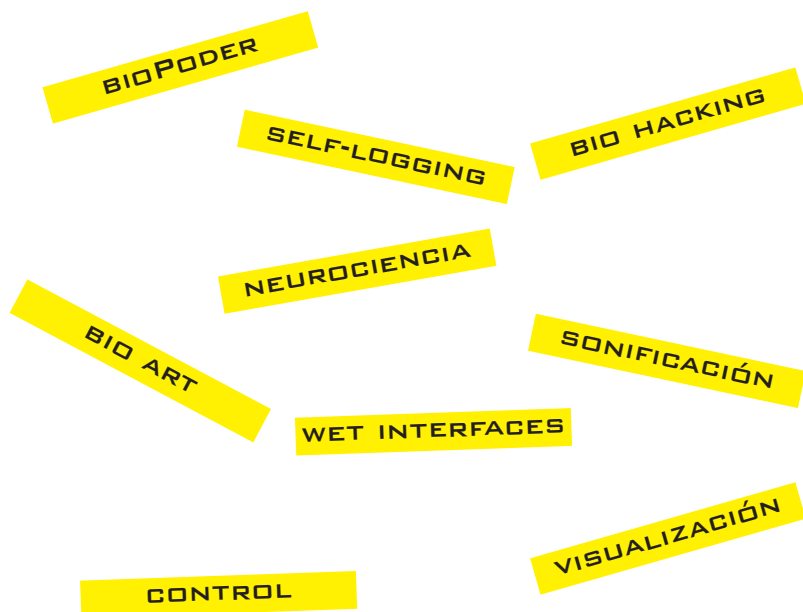
(C) ROSA MARÍA BERNÁRDEZ RODRÍGUEZ, 2019  
AVIDABITS

SOFTWARE LIBERADO:



[HTTPS://GITHUB.COM/AVIDABITS/NEUROZINE](https://github.com/Avidabits/NeuroZine)

# CLAVES



El proyecto Neurozine forma parte de una indagación en las prácticas artísticas en las que la máquina es un intermediario de cuantificación del cuerpo.

En muchos casos se trata dispositivos médicos , de cuidado, convertidos en dispositivo de control, lo que nos lleva a otros análisis sobre la biopolítica y el biopoder que entregamos a las máquinas.

La variabilidad de los datos de ondas cerebrales y la promesa que ofrecen de información sensible, me llevaron a elegir estos dispositivos para mi experimentación.

Pasar de la cuantificación y la clasificación a la sonorización y la visualización.

Si hacemos el esfuerzo de mirarnos a través de las máquinas, quizás podemos entender lo que las máquinas ven.

Quizá lleguemos hasta a empatizar con las máquinas que nos miran.

## BIO CONTROL

La relación del ser humano consigo mismo, su forma de mirarse y hacerse ver está en continuo cambio; pero es en esta época en la que más exposición se tiene a la evaluación del otro y menos a la introspección. Michael Foucault, en las "Tecnologías del yo", relata la relación con el yo a través de la historia y cómo existen unas tecnologías nacidas para el cuidado del yo, que pueden llegar a formar parte de sistemas de disciplina y control. Pero las tecnologías actuales, basadas en la comunicación instantánea, las redes sociales, las métricas, el método científico, la exposición masiva en internet y el marketing, piden que nos replanteemos el estudio de nuevas formas de control de la intimidad.

Usar la biometría para mirar a nuestro interior, crea una nueva generación de **prótesis de la autoconciencia**.

La identidad de la tribu, la familia extensa o el gremio se traslada a Facebook y Whatsapp.

En este escenario de dilución de la identidad vinculada al cuerpo, resulta que es el cuerpo el único punto de control para el estado y para el mercado y la identificación oficial está más vinculada al cuerpo que nunca, a través de dispositivos biométricos intermediarios de identidades en mutación continua.

La corporalidad contemporánea está delimitada por la ciencia, construida por las urbes, reducida por las masas; el cuerpo se somete a la tecnología. El cuerpo contemporáneo se sigue oponiendo al contacto con el otro; sigue siendo la parte indeseable de la condición humana. Surgen la ciencia y la técnica para inmaterializar los cuerpos y, supuestamente, liberar la mente. Esta es quizás la primera promesa por la que el cuerpo se somete a la tecnología. Rechazamos el contacto con el otro, pero acogemos el contacto con la máquina.

Aunque realmente, no interesa quién eres tú, sino cuánto tienes tú.

Por otra parte, la cultura punk y hacker hace surgir individuos y colectivos que desarrollan herramientas de **empoderamiento** y soberanía tecnológica. Una de estas corrientes es el biohacking.

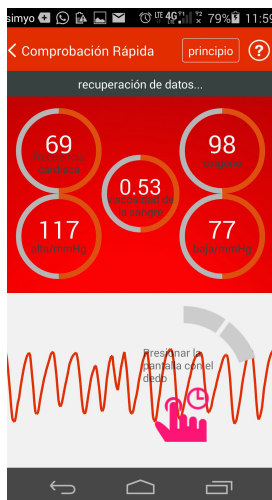
Se trata de una forma de resistencia contra un nuevo despotismo ilustrado, que controla qué podemos hacer con la tecnología y qué no y que es especialmente represor en relación a las tecnologías del cuerpo, electrónica húmeda, biónica, drogas, hormonas, etc. Colectivos que afirman que el control de la ciencia y la tecnología ha de subvertirse para que sea liberadora del individuo y no solo del mercado.

El riesgo de ignorar estos temas es que se consoliden nuevas tecnologías del yo que mantengan el control de las personas a través de las máquinas imponiendo estilos de vida, o lo que es lo mismo, formas de consumo.

Ya no necesitamos pensar qué necesitamos, porque se nos “informa” puntualmente de ello, e incluso se nos suministra en modo de suscripción de servicios.

Podemos consumir sin salir de casa, sin salir del trabajo, sin desconectarnos de la máquina, sin abandonar las tareas productivas, porque mientras trabajas la máquina consume por ti, todo lo que necesitas.

Sobre estas tecnologías debemos pensar más en lo que nos obligan que en lo que nos permiten hacer.



Autorretrato biométrico  
Técnica mixta: dispositivo biométrico  
en la nube y photoshop

## NEUROARTISTAS



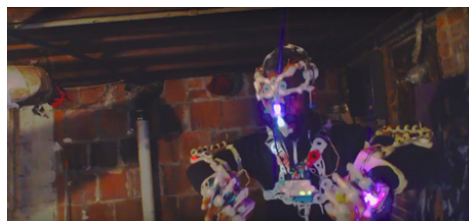
Alvin Lucier utiliza sus ondas cerebrales Alfa como material para crear una pieza musical. Las ondas Alfa son producidas en estado de relajación mental, con los ojos cerrados, sin realizar ninguna actividad. Esta condición esencial de la performance es, a su vez, lo que la hace tan particular: la pieza sólo es posible ante la inactividad del artista.



Sterlac, en Re-wired cede el control de su cuerpo a otras personas vía Internet. Cuerpo y mente están presentes, pero carentes de control.



Lisa Park, en Eunoia, lee los potenciales eléctricos del cerebro y mediante el control de los estados de atención y meditación controla objetos de su instalación.



Onyx Ashanti toma la tecnología y la biometría y la convierte en los instrumentos mágicos de un nuevo brujo. Devuelve la tecnología a sus orígenes mágicos y convierte todos esos sensores en el traje del mago, integrándolos en su cuerpo de un modo absolutamente chamánico.



Felix Vinyals, en su obra Trov-al, en colaboración con el investigador de EEG Oscar Portolés, crea música y controlar la iluminación del escenario simultáneamente con un dispositivo Brain Computer Interface (BCI).

Las obras de los artistas que trabajan con métricas corporales llevan líneas conceptuales muy diversas, la crítica sociopolítica (Esther Ferrer, Jaime del Val), la observación del yo (Alvien Lucier), el control de la mente (Lisa Park), prácticas estéticas sobre el cuerpo, aspectos proféticos sobre nuevas tecnologías (Sterlac), regreso cíclico al arte del pasado (Onyx Ashanti), perfeccionamiento personal, pero todos tienen en común la reflexión sobre el yo.

# NEUROCIENCIA

# ANALISIS ESPECTRAL

**P300**

## POTENCIALES EVOCADOS

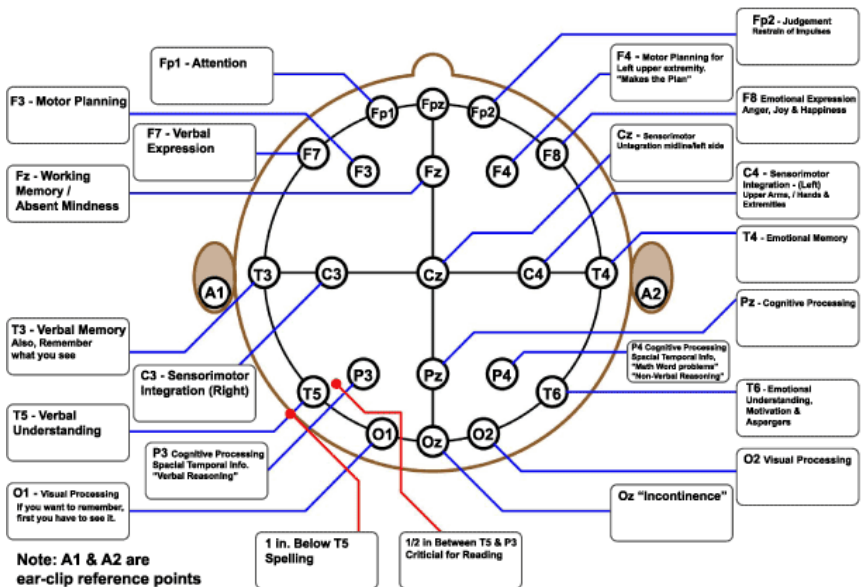
SMR

**IMAGENES MOTORAS**

## ¿COMO EXTRAER LOS DATOS DE EEG?

Nos ponemos unos electrodos en la cabeza, activos para que conviertan la señal de microvoltios a milivoltios y los podemos conectar a una tarjeta que los lea y digitalice.

Pero no vale colocarlos en cualquier sitio, de cada punto se extrae una información diferente.



Colocamos los electrodos con cuidado los leemos con una programa de tratamiento de señal biológica, como OpenVibe pero...



¿QUE NOS CUENTAN ESOS DATOS?

Si solo nos fijamos en la banda de frecuencias, podemos hablar de **estados mentales**.

Si ofrecemos estímulos, podemos observar los potenciales evocados como respuesta al estímulo.

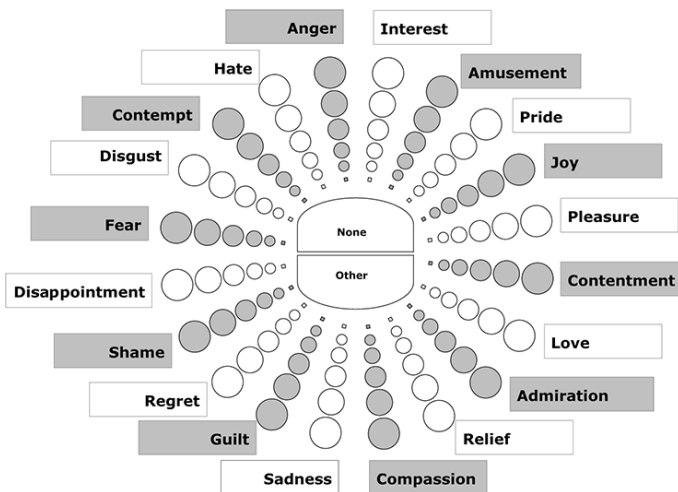
Si atendemos al lugar de posición de los electrodos, podemos, podemos registrar la realización de movimientos o más allá... la intención de movimiento.

Se llaman **imagenes motoras** y permite detectar la intención de acción antes de que se produzca....

**SABER QUE VAS A DISPARAR ANTES DE QUE LO HAGAS.....**

**¿O SABER QUE VAS A COMPRAR ANTES DE QUE LO HAGAS?**

También se pueden detectar emociones y clasificarlas:



# NEURO DRAW

Craqueando el juguete MindFlex de NeuroSky y partiendo del software BrainGrapher de Eric Mika, creo una serie de visuales artísticos partiendo de ondas cerebrales.

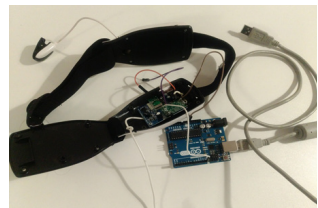
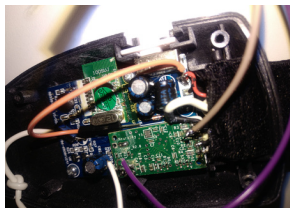
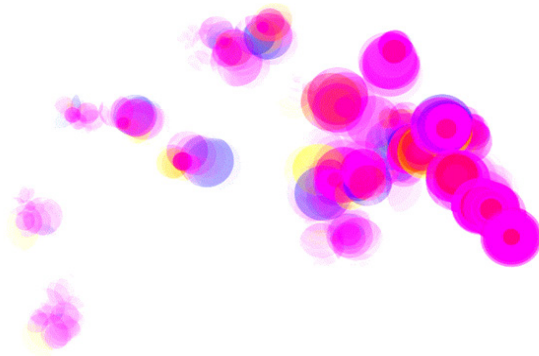
## Caja de pandora I. De la cuantificación a la visualización

Los visuales generados representan una chispa neuronal por cada muestra, las chispas tiene colores, velocidades, posición y tiempo de vida, relacionadas con los parámetros de potencia y frecuencia de las ondas.

Para generar los chisporroteos cerebrales, he simulado un sistema de partículas que se generan en cada toma de muestras cerebrales. Estas partículas salen de un punto central con una velocidad y aceleración constante en modulo, pero pseudoaleatoria en dirección, creando una sensación de movimiento browniano de los pensamientos puesto que las partículas están controladas por las ondas cerebrales.

<https://github.com/Avidabits/NeuroZine/tree/master/CajaPandora>

Caja de  
pandora I  
Chisporroteos  
cerebrales

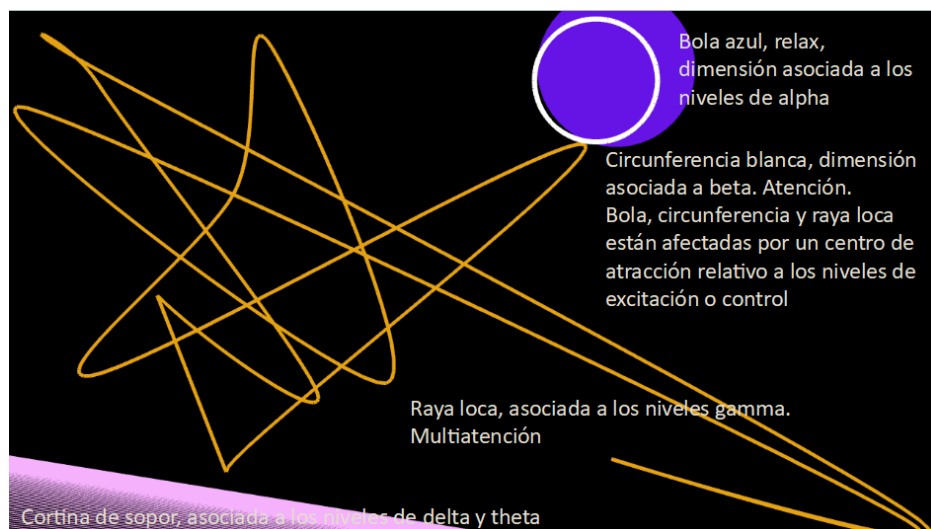


## Caja de pandora II. De la visualización de datos a la animación metafórica

Cambio la estrategia de visualización para asignar a los distintos parámetros de señal, comportamiento de personajes de animación abstractos, como una bola que se mueve y se hincha, una cortina que se desvanece con la falta de concentración o una raya loca que invade nerviosamente la pantalla cuando las ondas cerebrales reflejan mayor excitación cognitiva.

Así las dimensiones de la bola azul están relacionadas con las ondas alfa, las dimensiones del círculo blanco con las ondas beta y el punto central de atracción está relacionado con parámetros emocionales que relacionan atención y relajación.

Estos elementos son considerados como personajes abstractos que pueden entrar o salir de la escenografía



Caja de pandora II  
Visualización interactiva de personajes abstractos

# NEURO SOUND

## Caja de Pandora III. De la cuantificación a la sonorización

Esta vez uso para la lectura de ondas cerebrales el hardware de Olimex EEG-SMT y la herramienta de proceso de señales biológicas OpenVibe. Esto permite obtener las señales y procesarlas con la eficiencia que requiere un sistema sonoro.

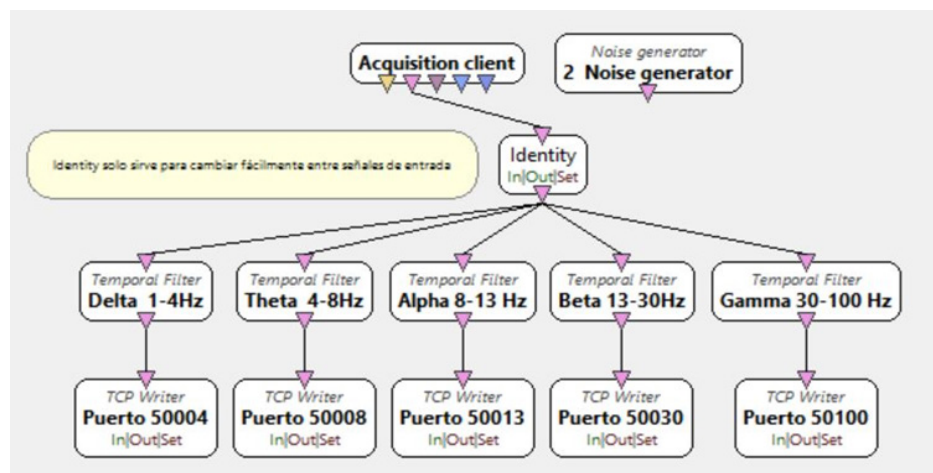


Para el posicionamiento mediante el sistema 10/20 de los electrodos se ha prototipado un sistema de gomas y velcros que vale para cualquier talla manteniendo las proporciones 10/20 de distancia entre electrodos.

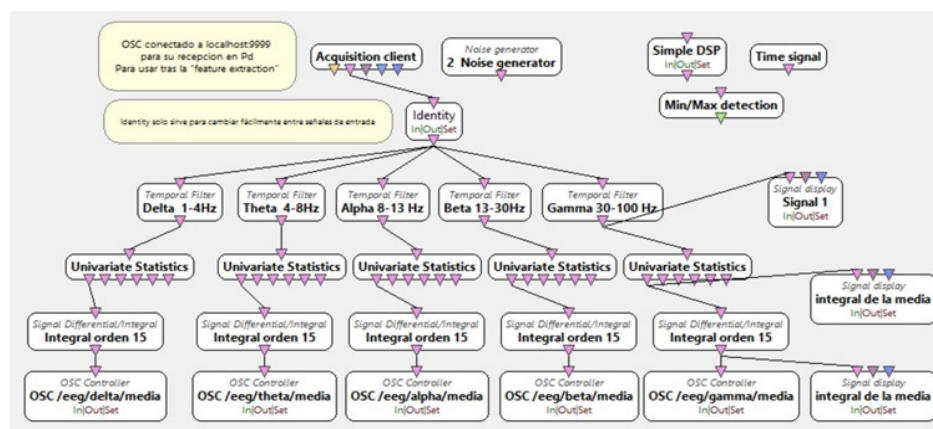


Para obtener las señales biológicas leídas por el hardware de Olimex, utilizo la herramienta OpenVibe, que permite hacer distintos tipos de filtrados y procesos de la señal, teniendo en cuentas las últimas investigaciones relativas a EEG.

En OpenVibe he diseñado varios escenarios, unos para ayudarme a realizar análisis y otros para encaminar la señal obtenida y parcialmente procesada al entorno de Pure Data.



Escenario para envío de señal por TCP

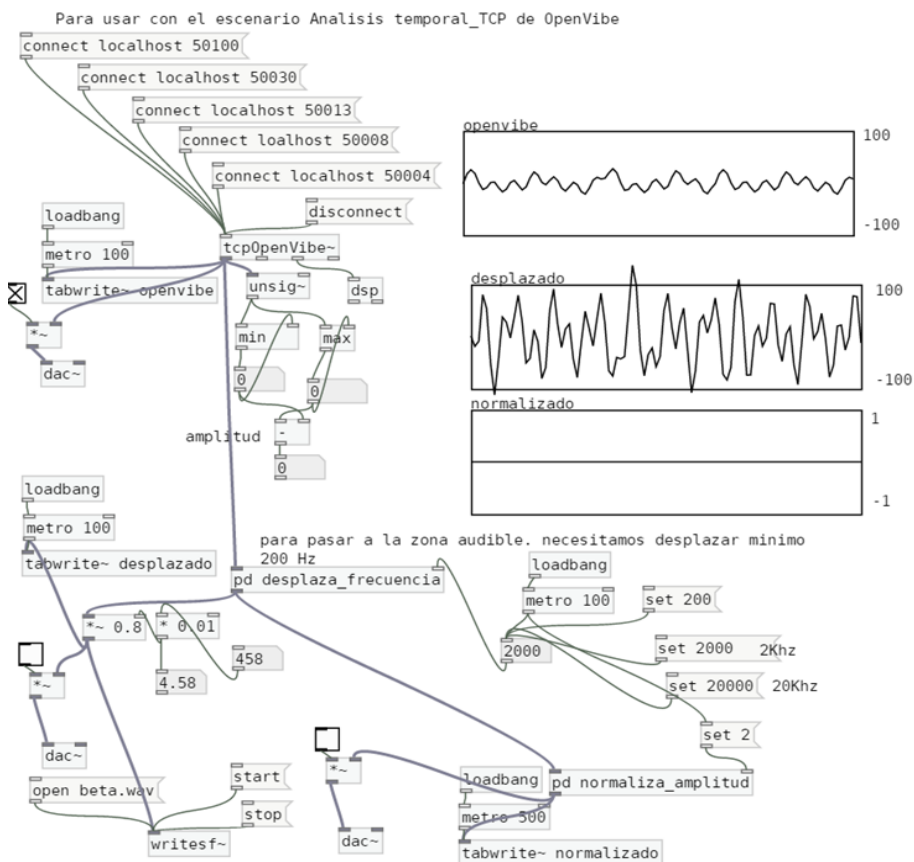


Escenario para envío de datos por OSC

## Sonorización en Pure Data

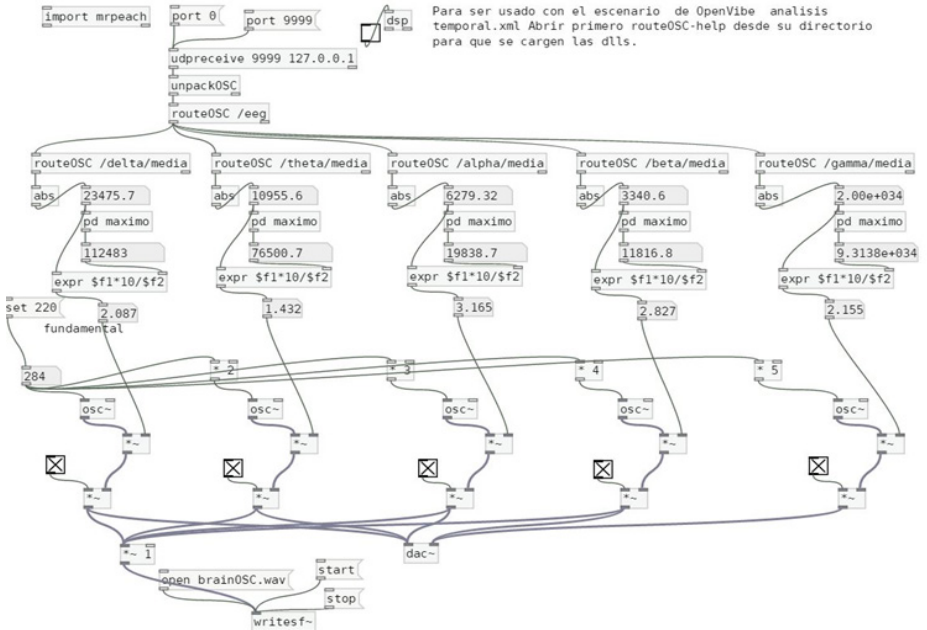
Nos hemos colocado electrodos en la cabeza, los hemos conectado a la tarjeta Olimex, hemos leído la señal biológica, la hemos procesado con OpenVibe y están disponible en red por TCP o OSC.

Ahora hay que sonorizar estos datos... Si queremos usar la estrategia de sonorización directa hay que hacer un traslado de frecuencias para pasar al rango audible (de 200Hz a 20Khz) las ondas cerebrales en el rango de 0.5 a 100 Hercios.



## Patch Pure Data para sonorización directa

Sobre el sonido en un rango audible, ya podemos hacer sonorización directa o sonorización musical, de todo el espectro, o de solo una parte, o sonorización paramétrica, etc.



## Patch Pure Data para sonorización paramétrica

## NEURO CINE

Para llevar la Caja de Pandora a un entorno performativo y tener una plataforma tecnológica válida para que otros realicen ampliaciones, modificaciones y acciones performativas, necesito una integración completa de la interacción sonido e imagen. Surge así el concepto de NeuroCine.

La obtención tratamiento y envío de señal biológica seguirá siendo con OpenVibe, que ofrece mecanismos profesionales de tratamiento de señal y la capacidad de transmitirla a través de Internet.

La transmisión a través de internet de opción a performances remotas, en las que las instalaciones expositivas estén controladas por personas lejanas al contexto de la sala.

Para las visualizaciones, sin embargo el sistema en Processing no resulta lo suficientemente eficiente para la complejidad de las señales EEG procedentes de OpenVibe, así que opto por el sistema **OpenFrameworks**, para desarrollo en C++ de visuales interactivos mucho más eficientes y que aprovechen mejor las capacidades de los ordenadores.

Además OpenFrameworks tiene también librerías de comunicación con TCP, OSC y MIDI. Esto le permitirá comunicar tanto con OpenVibe como con Pure Data. También existen librerías de Pure Data disponibles para OpenFrameworks.







## **THE MAKING OFF ...**

Y ahora voy y te cuento de donde he sacado estas ideas para que puedas hacer tú cosas tu cuerpo y la electricidad....

Porque lo importante de todo esto es que todo el mundo pueda.

**ELECTROENCEFALOGRAFÍA**

**VISUALIZACION INTERACTIVA**

**SONIFICACIÓN**

**BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA**

# ELECTROENCEFALOGRAFÍA

**Bitalino**, se trata de un conjunto de software libre y hardware orientado a todo tipo de señales biológicas ([bitalino.com](http://bitalino.com)).

**OpenEEG**, es un proyecto de hardware libre para construir un electroencefalógrafo de bajo coste ([openeeg.sourceforge.net](http://openeeg.sourceforge.net)). La empresa Olimex proporciona una implementación comercial del hardware OpenEEG: ([www.olimex.com/Products/EEG/OpenEEG/EEG-SMT/open-source-hardware](http://www.olimex.com/Products/EEG/OpenEEG/EEG-SMT/open-source-hardware))

**OpenViBE** es una plataforma de software dedicada al diseño, pruebas y uso de interfaces cerebro-ordenador. Se puede utilizar para adquirir, filtrar, procesar, clasificar y visualizar las señales del cerebro en tiempo real ([openvibe.inria.fr](http://openvibe.inria.fr))

**Brain Bay**, es un proyecto OpenSource de diseñado para trabajar con varios tipos de hardware de obtención de señales biológicas, incluyendo OpenEEG y OpenBCI ([www.shifz.org/brainbay](http://www.shifz.org/brainbay)).

**OpenBCI** es una plataforma open source “BCI”, que proporciona además métodos para el tratamiento de señales biológicas ([openbci.com](http://openbci.com))

**BrainGrapher** es un software open source desarrollado por Eric Mika y que permite la visualización en Processing de las ondas cerebrales presentadas en el formato de NeuroSky ([github.com/kitschpatrol/BrainGrapher](https://github.com/kitschpatrol/BrainGrapher)).

# VISUALIZACION INTERACTIVA

Para la realización de visuales partiendo de las ondas cerebrales, más allá de la visualización técnica o científica de datos se requieren herramientas de programación creativa que permitan programar distintos tipos de visualizaciones y comportamientos.

**Processing**, librería gráfica en lenguaje Java y con una comunidad muy amplia entre artistas ([www.processing.org](http://www.processing.org))

**OpenFrameworks**, librería gráfica en lenguaje C++, por su complejidad menos accesible a artistas que Processing, pero con gran potencia gráfica. Tiene una amplia comunidad entre artistas que se inician en la programación sin tener limitaciones de acceso a hardware y a Internet del código en Java ([openframeworks.cc](http://openframeworks.cc))

**Cinder**, librería gráfica en lenguaje C++, compleja pero de gran potencia gráfica. Tiene una amplia comunidad entre ingenieros y programadores que se inician en el arte ([libcinder.org](http://libcinder.org))

# SONIFICACIÓN

**MIDI** es un estándar que incluye un protocolo, una interfaz digital y tipos de conectores físicos que permiten que instrumentos musicales electrónicos, ordenadores y otros dispositivos relacionados se conecten y comuniquen entre sí ([www.midi.org](http://www.midi.org)).

**OSC** es un protocolo para comunicación entre ordenadores, sintetizadores de sonido y otros dispositivos multimedia. OSC está optimizado para las nuevas tecnologías en red ([opensoundcontrol.org](http://opensoundcontrol.org)).

**Pure Data (Pd)** es un sistema de programación visual profesional para procesar sonido electrónico. Pd puede comunicarse con otros sistemas mediante TCP/IP, MIDI y OSC. Pd permite a los desarrolladores programar nuevos elementos “externals” para añadir capacidades específicas ([puredata.info](http://puredata.info)).

**SuperCollider** es una plataforma para la síntesis de sonido y composición algorítmica. Su lenguaje de programación, *sclang*, está basado en Smalltalk y LISP y su forma de comunicación nativa es OSC ([super-collider.github.io](https://github.com/supercollider/super-collider)).

## BIBLIOGRAFIA SELECCIONADA

- Foucault, M. (2005). *Tecnologías del yo*. Buenos Aires: Paidós.
- Lucier, A. (30 de Mayo de 2017). Alvin Lucier (RBMA Festival New York 2017 Lecture). Recuperado el 18 de Abril de 2018, de [https://www.youtube.com/watch?v=v-Pnb\\_ZE7Hs](https://www.youtube.com/watch?v=v-Pnb_ZE7Hs)
- Park, L. (2013). Lisa Park Work, Eunoia. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de <http://www.thelisapark.com/#/eunoia/>
- Reck Miranda, E. (2014). *A guide to Brain-Computer Music Interfacing*. Plymouth: Springer.
- Rico Alba, S. (2017). *Ser o no ser (un cuerpo)*. Barcelona: Seix Barral.
- Siuly, S. &. (2016). *EEG Signal Analysis and Classification. Techniques and Applications*. Cham, Switzerland: Springer. doi:10.1007/978-3-319-47653-7
- Sterlac. (2015). *Rewired-Remixed*. Recuperado el 20 de Abril de 2018, de Sterlac - Rewired: <http://stelararc.org/?catID=20353>
- Val, J. d. (2013). <http://metabody.eu/es/>. Recuperado el 18 de Abril de 2018, de <http://metabody.eu/es/>
- Vinyals, F. (1 de Abril de 2015). <http://www.felixvinyals.com/wp-content/uploads/2015/04/Torval-Description.pdf>
- Yuxi Zhang, Y. H. (2014). Sonification for EEG Frequency Spectrum and EEG-Based Emotion Features. *Neural Information Processing. ICONIP 2014* (págs. 42-49). Cham: Springer. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-12643-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12643-2_6)
- Zurich University of Arts. (2010). *Artists in labs. Networking in the margins*. (J. Scot, Ed.) Viena, Austria: Springer-Verlag.

