

SUITE CEREBRAL
Para Piano, Orquesta de Parlantes y Diadema EEG¹

Por: Rodrigo Henao Arango²

RESUMEN

El propósito de este artículo es describir el proceso de creación-investigación de una Suite para Piano, Orquesta de Parlantes y Diadema EEG (Electroencefalograma). La construcción de esta suite se hace a través de una diadema EEG, usando los impulsos eléctricos cerebrales del pianista. Se utiliza una pantalla, Tablet o iPad como partitura. Al pianista se le muestra una imagen a manera de estímulo, que transforma la configuración de sus ondas cerebrales. Dependiendo de esta reacción, hace que una de las piezas (Compuesta de cinco en total) de la suite aparezca en la pantalla y que uno de los sets de sonidos determinados para esta pieza, que acompañan al pianista, salga por los parlantes. Durante la ejecución de la pieza, los pensamientos del intérprete hacen que los diferentes sonidos muten de un parlante a otro y que también los sonidos cambien tímbricamente. De esta forma el concierto puede tomar diferentes rumbos sonoros dependiendo de las reacciones cerebrales del pianista.

PALABRAS CLAVES

Creación-investigación, composición música, ondas cerebrales, Interface cerebro-ordenador EEG, Cuarta Revolución Industrial.

¹ Artículo académico para optar al título de Magister en Música en el Departamento de Música de la Escuela de Humanidades de la Universidad EAFIT.

² Profesor de música en computadores del Departamento de Música de la Escuela de Humanidades de la Universidad EAFIT.

ABSTRAC

The purpose of this article is to describe the research-creation process of a Suite for Piano, Speaker Orchestra and an EEG (Electroencephalography) wireless headset. The construction of this suite is done through an EEG brain-computer interface (BIC), using the pianist's electrical brain impulses. A screen, Tablet or iPad is used as a score. The pianist is shown an image as a stimulus, which will transform the configuration of his brain waves. Depending on his reaction, his brain will cause one of the suite's pieces (from a total of five) to appear on the screen and, one of the tree sound-sets determined for this piece will accompany the pianist through the speakers. During the execution of the piece, the performer's thoughts will cause the different accompanying voices to mutate from one speaker to another and also the sounds to change its timbre. In this way, the concert can take different sound directions depending on the pianist's brain reactions.

KEY WORDS

Research-creation, music composition, brain waves, brain-computer interface EEG, Fourth Industrial Revolution.

INTRODUCCIÓN

La utilización de las ondas cerebrales para la creación musical es reciente, de esta manera usar estos impulsos para dar órdenes en el proceso creativo musical implica utilizar nuevos recursos tecnológicos. Este proyecto no hubiese podido realizarse hace unos años atrás. Hoy es posible gracias a los logros que se han conseguido en la Cuarta Revolución Industrial y su desarrollo de nuevas tecnologías.

Aunque en el pasado se han realizado obras que combinan música y ondas cerebrales, para esta obra se van a utilizar nuevas tecnologías: el uso inalámbrico de la diadema EEG y la posibilidad de escoger casi cualquier sonido, (desde una orquesta sinfónica, pasando por pregrabados y hasta sonidos sintetizados inimaginables). También es novedosa la posibilidad

de la espacialización y de poder abordar al público casi desde cualquier ángulo. Por último, es novedosa la autonomía, ya que todo el espectáculo depende solo del compositor y del pianista.

Durante el proceso, se creó una obra musical (Suite para Piano y Veinte Parlantes y Diadema EEG) usando los impulsos cerebrales, pero no transformando las ondas cerebrales en sonido como ha sido lo usual. El recurso utilizado en el curso de la composición fue manipular estos impulsos para dar órdenes en el proceso creativo musical. Esto se logró a través de la sonificación de los parámetros que arroja la diadema EEG, lo que hace posible modificar la parte tímbrica en cada una de las piezas de la suite, como además la espacialización de cada uno de los sonidos que ocurren en esta. Es decir, un sonido puede rotar a través de los parlantes dependiendo de los cambios en el cerebro del pianista.

Se partió de la siguiente pregunta: ¿Cómo usar los estímulos sensoriales que se producen en el cerebro, para crear una serie de eventos, que modifiquen los parámetros compositivos de una obra musical? A partir de esta pregunta, la investigación experimentó con las ondas cerebrales y la composición musical en pro de un resultado artístico sonoro.

De esta manera, el objetivo es describir los procesos creativos en la composición de la suite para piano, veinte parlantes, en el cual se utilizó la diadema EEG, con el fin de transformar diferentes aspectos de la parte compositiva dependiendo de los estímulos cerebrales del pianista.

Para lograr este cometido, se investigó el sistema completo de la diadema EEG y del software que analiza las ondas emitidas por el cerebro, para poder describir el uso de las lecturas de estos estímulos como uno de los materiales detonantes para la composición.

Para la escritura del presente texto y la escritura del concierto se utilizó la siguiente metodología. Primero, se profundizó en el estado del arte sobre la música y el cerebro; se estuvo atento a los últimos avances en esta materia, con el fin de proponer nuevos usos en el proceso de creación; y se profundizó en la utilización y parámetros de la diadema EEG, con

el fin de conocer sus posibilidades para realizar muestreos de las ondas cerebrales. Se realizaron pruebas con varias personas para estudiar la reacción de ciertos parámetros a los diferentes estímulos.

Segundo, se asignaron los comportamientos de cada uno de los parámetros de la diadema EEG a gestos musicales o interpretativos. Se hizo la sonificación, es decir, qué va a hacer cada uno de los parámetros con cada uno de los sonidos.

Tercero, se compuso la música con los procesos ya mencionados, usando los recursos que ofrece la diadema EEG. Se realizaron las partituras tratando de usar un sistema de notación coherente con este proyecto en el cual el compositor y el pianista pudieran tener las cosas claras. Se montaron las obras y se hicieron ensayos con el pianista y con el sistema para el aprendizaje de las obras. Se ejecutó y montó la puesta en escena adecuando el teatro para el espectáculo.

Además, el presente texto aborda la forma como se especializó la obra musical, utilizando 20 parlantes y como se propuso la puesta en escena para la realización del proyecto musical.

ANTECEDENTES Y RECURSOS TÉCNICOS USADOS

Más recientemente la música, se ha visto beneficiada por el avance de las tecnologías médicas de la Cuarta Revolución Industrial. Logros como el escaneo cerebral del tomógrafo y del resonador magnético nuclear, hasta las actuales diademas para EEG, han servido para medir más detalladamente las diferentes reacciones del cerebro, su condición física y la cantidad de electricidad generada. Esto ha generado resultados gráficos muy específicos en los que se muestran las frecuencias entre las que oscila cada tipo de onda según el estímulo, es decir: Delta (1 a 3 Hz), Theta (3,5 a 8 Hz), Alfa (8 a 13 Hz), Beta (12 a 33 Hz) y Gamma (25 a 100 Hz).

El International Laboratory for Brain, Music and Sound Research (BRAMS) de Canadá, es actualmente uno de los más importantes referentes para la investigación de las reacciones del

cerebro bajo estímulos auditivos y sensoriales. Ya en 1965 se tuvieron casos destacados en el campo de las lecturas cerebrales al servicio de la música: Así, Alvin Lucier, quien usó las mediciones de sí mismo mediante electrodos EEG para detectar las ondas alpha que generaba su cerebro mientras meditaba (Holmes, 2002). Esas ondas activaban dispositivos que producían la vibración en distintos instrumentos de percusiones. Igualmente, Richard Teitelbaum y David Rosenboom también exploraron en este campo en los años 60, llevando a Rosenboom a escribir el libro: *Biofeedback and the Arts, Results of Early Experiments* (Rosenboom, 1976). Este libro es un compendio de 23 artículos que muestran varios métodos de control de fenómenos psico-físicos en humanos y animales.

Ya en la era del computador, Knapp and Lusted crearon música instrumental usando sistemas EEG (Knapp & Lusted, 1988, 1996; Lusted & Knapp, 1990; Sobolewski, O'Mullane, Knapp, & Reilly, 2007). En los últimos diez años Eduardo Miranda, usando su neuro-sampler granular (NGS) produjo una gran cantidad de música usando EEG, documentada en una edición especial del CEC's eContact! Journal, *Biotechno-logical Performance Practice* (Brouse, 2012; Ortiz, 2012).

Recientemente (2015-2018), artistas digitales como Lisa Park con su *Eunoia*, Masaki Batoh con su *Brain Pulse Music*, Eduardo Miranda con su *Activating memory*, Mats Sivertsen con su instalación *subConch*, grupos como The MiND Ensemble, Odd Division, ArtLab *Music + Mind*, Dmitry Morozov, la alianza Chris Chafe (músico) y Josef Parvisi (neurólogo), etc. han logrado tomar mediciones de nuestra biología más interna y generar música, a partir de ella y en tiempo real. Estos resultados sonoros e incluso visuales son relevantes para el mundo artístico interdisciplinar actual.

LA DIADEMA EEG

Lo primero que se hizo en este proyecto fue escoger un dispositivo EEG, el criterio se basó en la sencillez, funcionabilidad y precio. Después de un sondeo en el mercado se decidió usar la diadema "Insight" de la compañía "Emotive" (Figura 1), aunque esta empresa tiene otros modelos más complejos. Este modelo consta de 5 sensores que captan las cinco diferentes

ondas cerebrales y también registran los impulsos eléctricos de los músculos de la cara. Igualmente, cuenta con un acelerómetro que reconoce los movimientos bruscos de la cabeza, un giroscopio que identifica para qué lado se mueve la diadema y un magnetómetro que capta los campos magnéticos cercanos, Además, se conecta al computador por Bluetooth dejando libre al portador de los molestos cables.



Figura 1. Diadema Emotive Insight

El segundo paso fue tratar de conectar la diadema con el programa MAX/msp. Este es un software de programación objeto orientado (POO, en español; OOP, según sus siglas en inglés). Éste usa objetos que contienen una serie de datos preestablecidos, tales como interruptores, osciladores, temporizadores, etc., los que el usuario puede conectar con cables virtuales para crear programas sin el uso de código de programación usado por la programación tradicional. Se podría comparar con un juego de lego, con el cual se construye un grupo de objetos para controlar y crear componentes de música, de video y casi cualquier cosa imaginable.

A pesar de que la compañía de la diadema “Emotiv” ha creado varios programas que muestran en el computador la actividad cerebral y los parámetros ya mencionados, estos son programas cerrados y no tienen manera de comunicar los resultados de forma que un programa como MAX lo pueda entender. A pesar de esto, en el artículo: *Insight2osc: Using the brain and the body as a musical instrument with the emotiv insight* (Levicán C.) se muestra la creación de dos componentes: uno es un programa y el otro es un patch en MAX que usa los datos de la diadema para crear música.

LOS PROGRAMAS USADOS

Para la composición del concierto se usó *Insight2osc* que es un pequeño programa (Figura 2) que usa OSC (Open Sound Communication)³ para comunicar los datos que manda la diadema vía Bluetooth hacia el programa MAX, el cual los recibe para ser usados en sus procesos. Además, consta de una pequeña ventana que muestra el estado de la conexión de los diferentes sensores de la diadema. Dependiendo del color de los círculos, muestra como está la conexión: si es rojo la conexión es mala, si es gris no hay conexión y si es verde la conexión es buena.

Con el *Insight2osc* hubo un problema en la ejecución del programa, que con el tiempo, iba utilizando el RAM del computador hasta llegar el momento en que el programa se cerraba. Afortunadamente este programa es de código abierto y se realizaron las adecuaciones apropiadas para solucionar el problema.

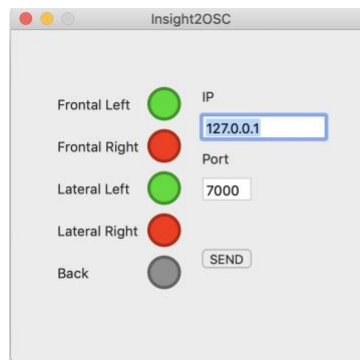


Figura 2. Insight2OSC

El segundo componente lo constituye el patch hecho en MAX. Éste muestra un ejemplo de una de las formas en las que la diadema EEG se puede usar para crear música. Pero lo más significativo e importante para este proyecto es un hallazgo, que está localizado en las entrañas de este componente y es el que yo denomino el “patch maestro” (Figura 3).

³ Es un protocolo de comunicaciones que permite comunicar instrumentos de música, computadoras y otros dispositivos multimedia. Aparece como reemplazo del MIDI, siendo el OSC muy superior en características y capacidades.

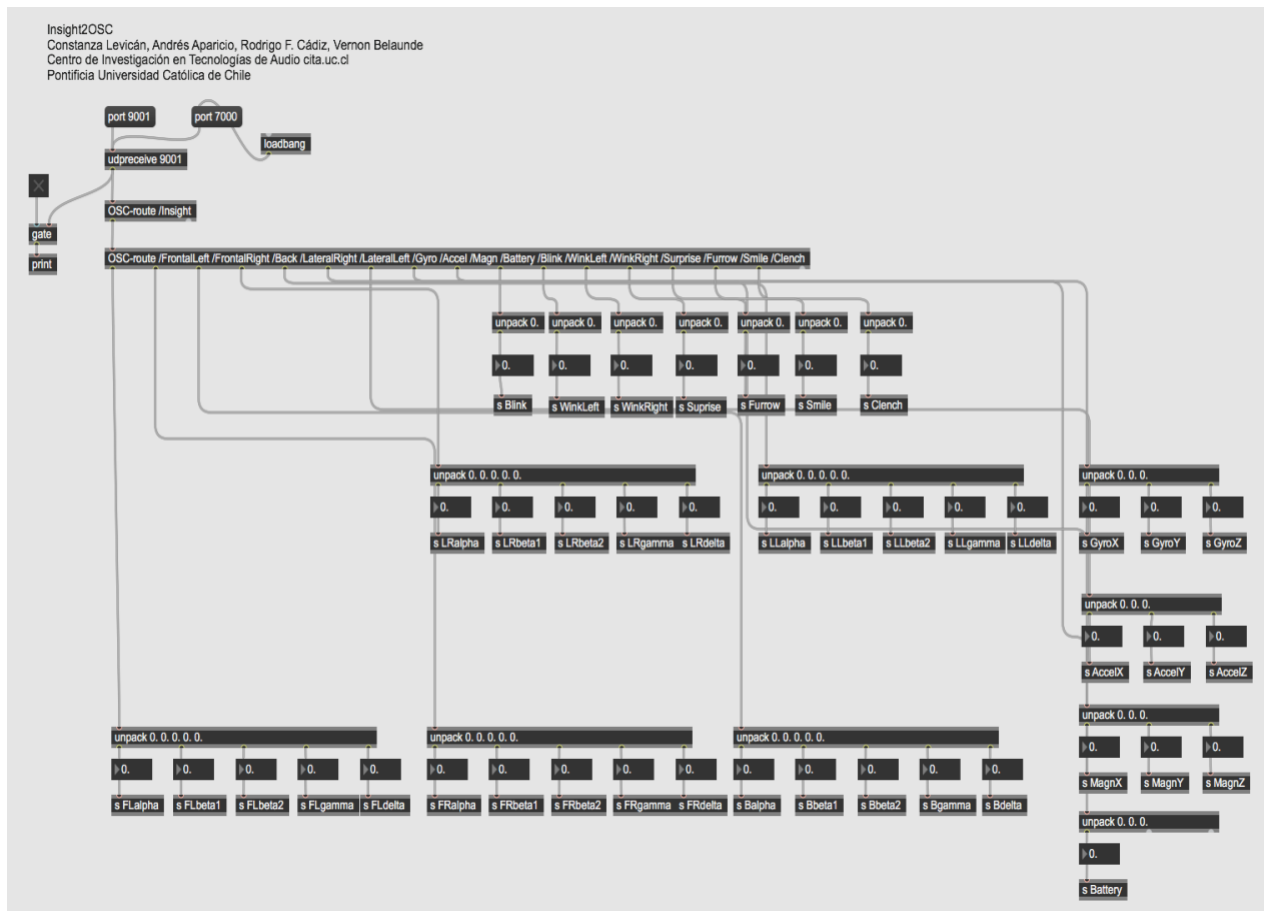


Figura 3. “Patch maestro” MAX.

Fuente: Constanza Levicán, Andrés Aparicio, Vernon Belaunde, Rodrigo F. Cádiz
 Center for Research in Audio Technologies Music Institute
 Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago, Chile.

En él se pueden observar claramente todos los parámetros que arroja la diadema. En la parte superior izquierda (Figura 4), se pueden ver los puertos, Esta es la forma como se conecta MAX al programa *Insight2osc*.

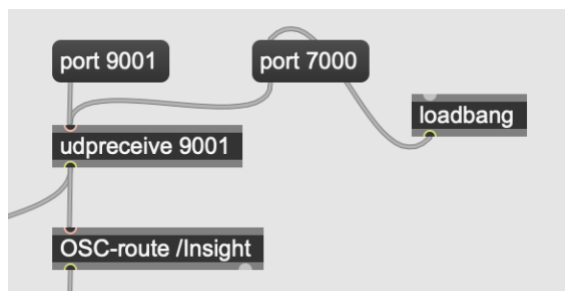


Figura 4. “Patch maestro” MAX: Sección

A continuación, se muestra una barra que enumera todas las salidas que la diadema ofrece (Figura 5). Empieza con las ondas cerebrales, pasando por los sensores del aparato y terminando con los músculos de la cara.



Figura 5. "Patch maestro" MAX: Sección

También en este patch podemos observar los resultados de cada uno de los cinco sensores de la diadema, los cuales corresponden a las 5 ondas cerebrales: Alpha, Beta, Beta 2 (Teta), Gamma y Delta (Figura 6).

A continuación, se definirán los significados de las siglas usadas en el patch.

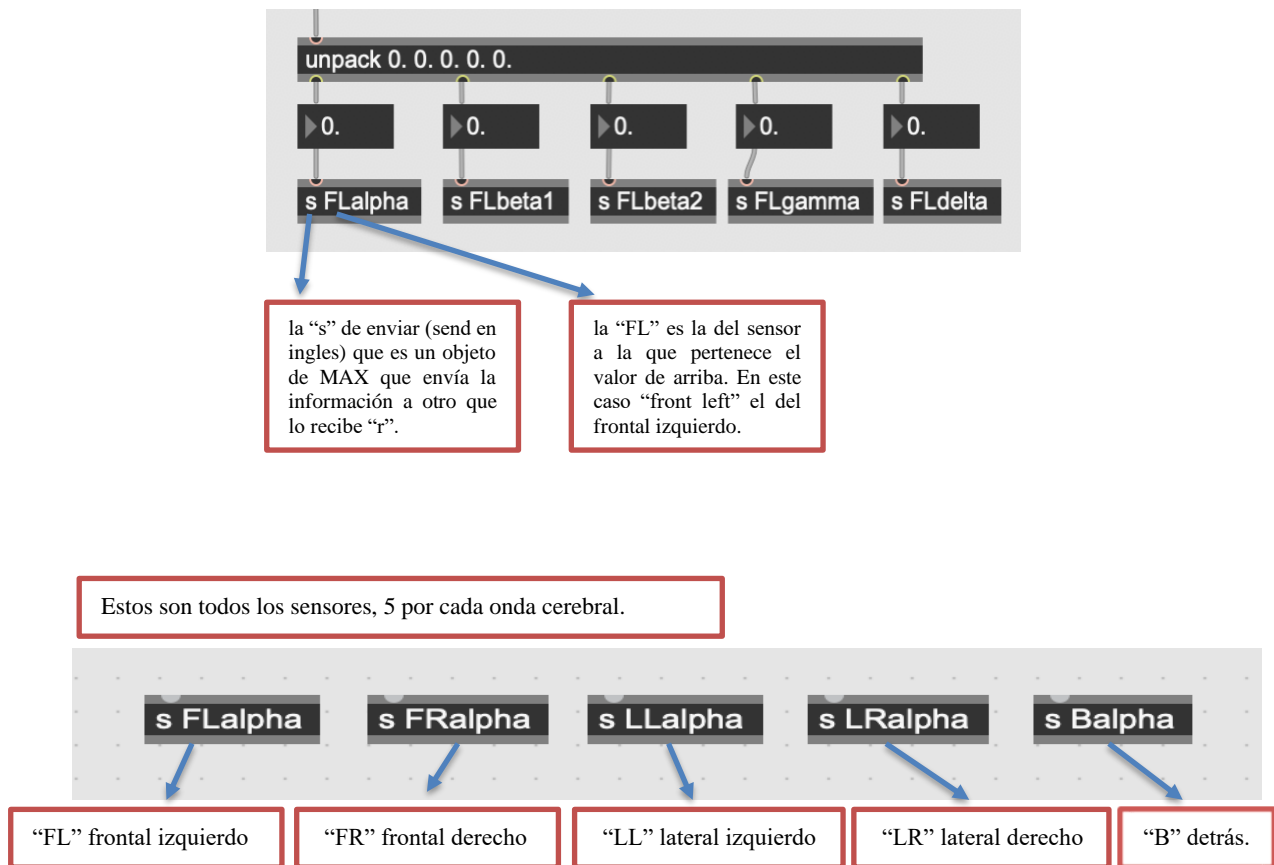


Figura 6. "Patch maestro" MAX: Secciones

De esta forma cada sensor da cinco parámetros y como son cinco sensores, se generan 25 resultados en total, que en el patch de la figura, están arreglados por los sensores. Se aclara que podría haber otras posibilidades como es el de agruparlos por las ondas: (FLalpha, FRalpha, LRalpha, LLalpha y Balpha).

HACIA LA COMPOSICIÓN MUSICAL

Se procedió a mezclar la parte técnica (datos del cerebro por el EEG) y la parte artística (la música). Para explicar esta combinación me baso en Eduardo Reck Miranda (*On Harnessing the Electroencephalogram for the Musical Braincap*), quien creó el término *Brain Computer Music Interface* (BCMI), refiriéndose a la música creada con dispositivos EEG, Miranda clasificó esta práctica en tres categorías: sonificación EEG, musificación EEG y control BCI (*Brain Computer Interface*). La sonificación es el traslado de la información del EEG en sonidos, más apropiado para un estudio médico que para una composición musical. Musificación es hacer un mapa de la información del EEG y asignarla a parámetros musicales. La musificación ofrece poco control por parte del compositor, dada la arbitrariedad de los datos de EEG. Y, por último, el control BCI hace parte de un sistema donde existen unas acciones cognitivas en tiempo real en que la música es creada [E.R. Miranda 12, p. 227].

Para este proyecto se usó musificación EEG y el control BCI. Para lograr esto se añaden al patch maestro los siguientes patches o sistemas:

El primer patch escoge una de las piezas de la Suite. Esto se logra a través de un banco de imágenes del cual este sistema (figura 7) elige una ilustración al azar que se muestra en la pantalla del pianista. Dependiendo de la reacción que la foto produce en su cerebro, el programa seleccionará una de las cinco piezas de la Suite. La última obra se escogerá sin este sistema pues no hay de dónde escoger. En otras palabras, después de la penúltima pieza automáticamente saldrá la última.

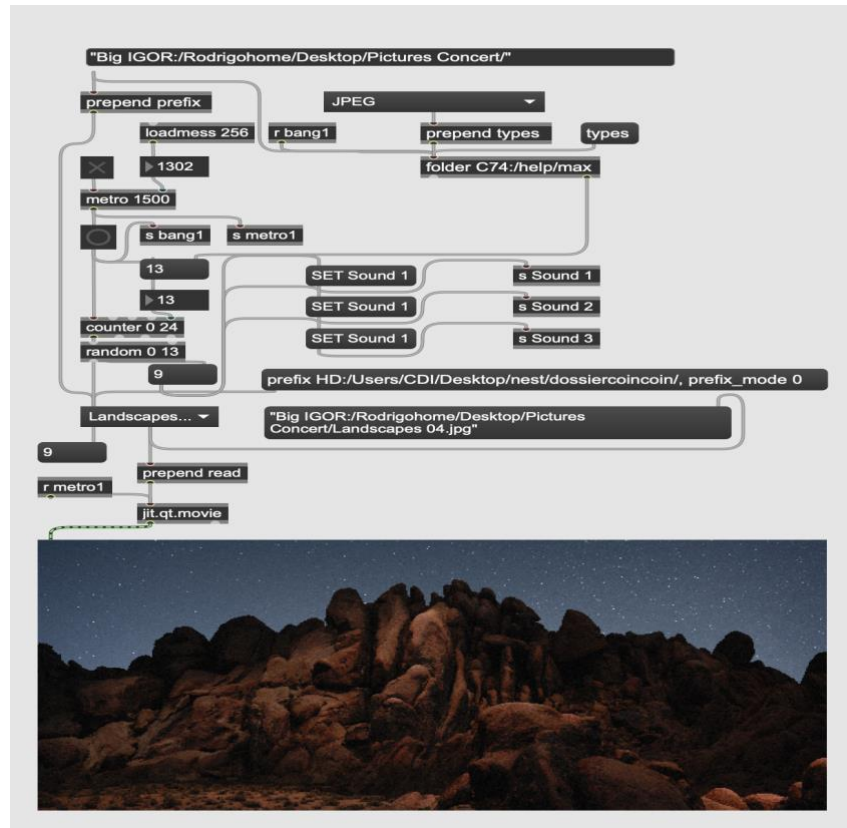


Figura 7. Imagen elegida por el patch al azar

Es importante agregar que para el buen funcionamiento de este sistema se hizo un estudio previo con el pianista, en el cual se observaba la reacción de sus ondas cerebrales al ser expuesto a imágenes muy contrastantes y explícitas, (por oposición) de ideas: malas y buenas, alegres y tristes, placenteras o no, etc. Los resultados nos dieron las pautas para escoger ilustraciones ambivalentes, es decir, en la que dos o más estímulos estuviesen presentes. De esta forma habría un componente al azar: en la mente del pianista podría predominar una sensación más que la otra.

El segundo patch, está ligado y depende del patch anterior (Figura 8). Es el de escogencia tímbrica. En esta parte existen tres diferentes tipos de set tímbricos por cada una de las piezas de la suite (o sea unos 54 timbres diferentes por cada pieza). Uno es el clásico y contiene sonidos de orquesta sinfónica; otro es el sintetizado y contiene sonidos creados en diferentes sintetizadores y con diferentes procesos de síntesis; y el último set es el de sonidos étnicos que usa instrumentos propios de culturas aborígenes del mundo. También aquí la reacción

del pianista en el primer sistema, determinará el tipo de tímbrica con el que comienza cada pieza. Este parámetro, aunque empieza fijo, va cambiando sutilmente a través de la pieza dependiendo de los pensamientos del pianista. De esta forma, los tres tipos de tímbricas se pueden combinar unos con otros.

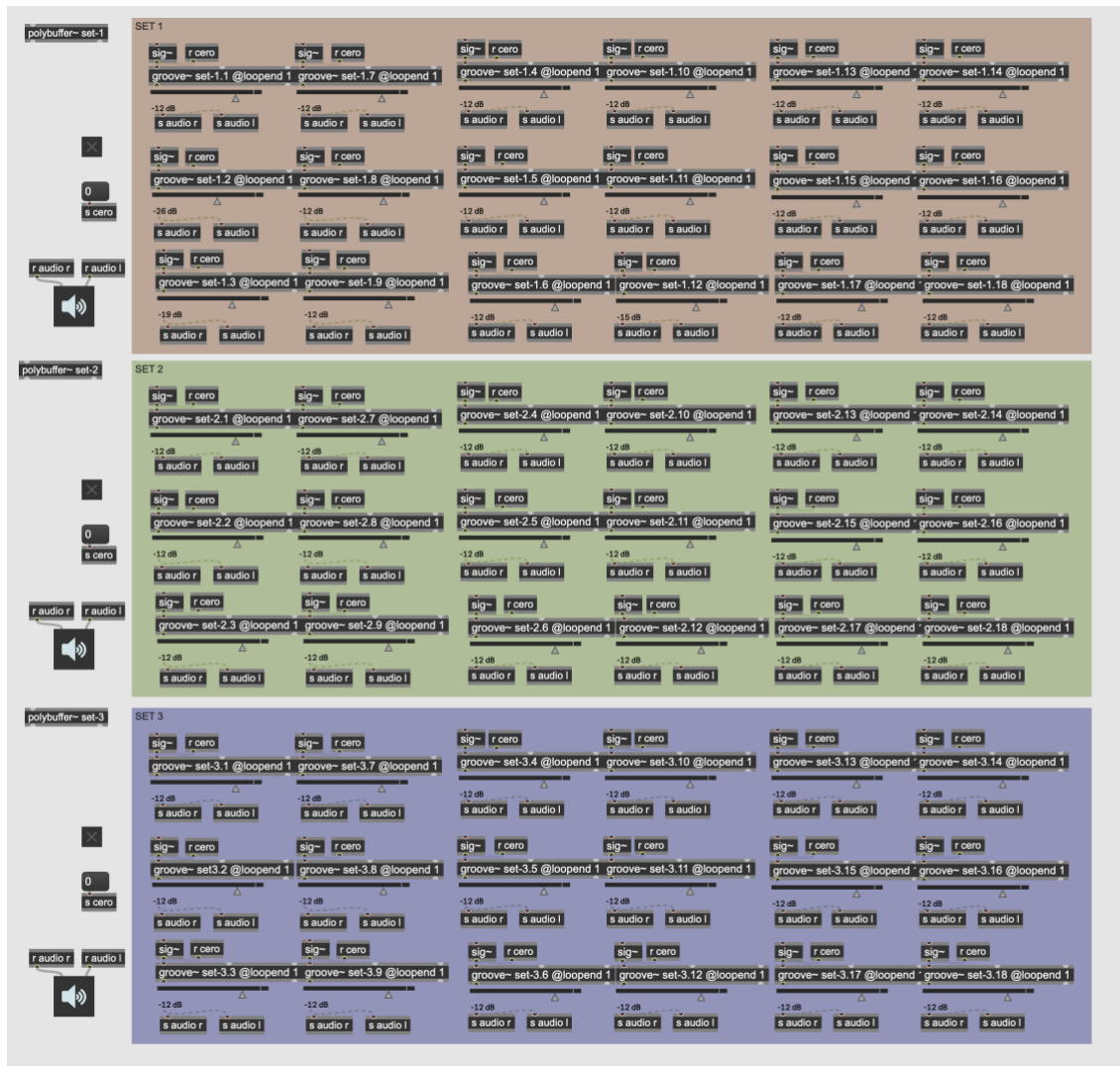


Figura 8. Patch de Elección Tímbrica

El tercer sistema que se añade al “patch maestro”, es el de espacialización (Figuras 9 y 10). En este se usa un protocolo de sonido llamado *Ambisonics*⁴, encargado de repartir las señales individuales para cada uno de los 18 parlantes y el que define si una señal determinada va a

⁴ Ambisonics es un formato de sonido esférico envolvente, que no solo cubre el plano horizontal si no también arriba y abajo.

El cuarto patch es el que maneja el parlante ultrasónico unidireccional. Este altavoz se caracteriza por enviar un sonido que solo lo escucha el individuo al que el parlante apunta. Aquí los datos los manda el giroscopio (Figura 11) que posee la diadema, que determina los ejes X, Y y Z correspondientes a la posición de la cabeza del pianista.



Figura 11. "Patch maestro" MAX: giroscopio

Los datos son mandados a través de un Arduino, que se conecta a un motor que hace girar el parlante con el movimiento de la cabeza del pianista (Figuras 12 y 13).

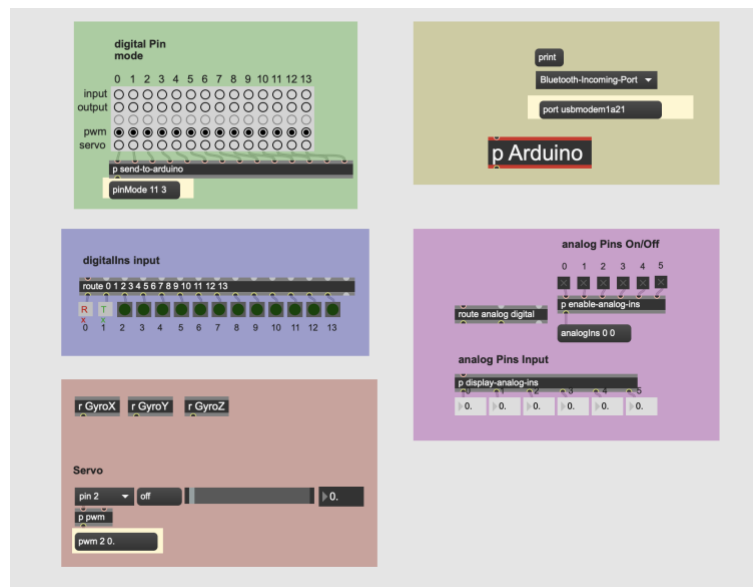


Figura 12. Patch que conecta el Arduino con el motor

⁵ Es una placa de desarrollo de hardware (producida por la compañía del mismo nombre) para construir dispositivos digitales que controlan aparatos interactivos.

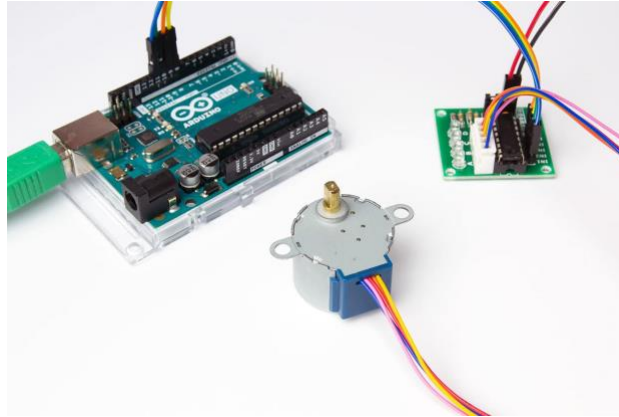


Figura 13. Arduino y motor

Este parlante (Figura 14) manda al público frases al azar, que son pensamientos pregrabados de lo que al pianista le causa la pieza que está tocando. Este sistema hace que solo una o dos personas del público a la vez puedan escuchar la frase dependiendo de la posición de la cabeza del pianista. También se le agregó un sistema aleatorio para que el motor se desplace verticalmente, para así cubrir todo el público, suponiendo que el pianista poco moverá la cabeza verticalmente.

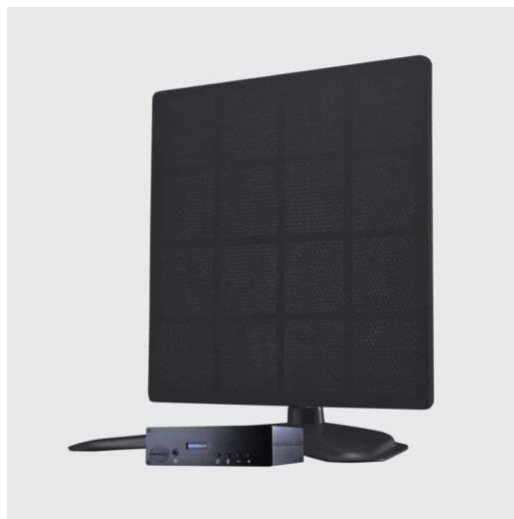


Figura 14. Parlante ultrasónico

Es importante anotar que el vigésimo parlante es un subwoofer y es el que recibe todas las frecuencias bajas existentes en los sonidos de los otros parlantes. Se usa para dar más realismo a los sonidos o para crear una atmósfera de profundidad.

SUITE CEREBRAL

Para la parte compositiva de la Suite Cerebral se planteó un “concierto suite” con cinco piezas que usan diferentes ritmos de la literatura musical popular moderna. Estos son: Currulao, Bossa Nova, Bulerías (flamenco), Reggaetón y Salsa.

El Currulao es un género musical autóctono de origen africano y muy representativo de la costa pacífica colombiana. Se escogió por ser un ritmo típico que simboliza toda una región y sobresale por su belleza en el folclor de nuestro país. Esta obra se creó en un estilo puntillista⁶ (Figura 15) en cuya apertura, los instrumentos van mostrando poco a poco el ritmo del currulao alternándolo con el piano. En la sección del medio aparece el ritmo del currulao tocado por los instrumentos nativos y contrastados con otros sonidos, los cuales dialogan con el piano. Le sigue una intervención del piano imitando a una marimba de chonta. Como conclusión, la pieza termina al unísono con el piano y los otros sonidos usando motivos de currulao.

The image shows a musical score for 'Currulao, puntillismo' consisting of eight staves labeled S.1 through S.8. The notation is primarily rhythmic, using stems and flags to represent notes. Staff S.1 has a treble clef and a 4/4 time signature. Staves S.2 and S.3 have treble clefs, while S.4, S.5, S.6, S.7, and S.8 have bass clefs. Dynamics include a piano (*p*) marking on S.2 and S.8. The score illustrates the 'punctilism' technique, where individual instruments or voices play short, rhythmic motifs that together create a complex texture.

Figura 15. Currulao, puntillismo

⁶ Técnica que se originó en la pintura con el pintor Georges Seurat y luego se usó en la música. Se trata de hacer una obra pictórica con puntos de pintura, que se percibe como una imagen al mirarlo a cierta distancia. En la música pasa algo similar: un grupo de sonidos cortos crea una idea musical, pero al contrario de la pintura busca la disociación.

El Bossa Nova es un género musical original del Brasil derivado de la samba y con algunos elementos del jazz. Para el autor, este es uno de los ritmos más bellos del mundo. Para esta pieza se usó un estilo compositivo llamado “collage”, que toma fragmentos ya compuestos los cuales se arman para formar una especie de colcha de retazos musical. Esta sección empieza con una introducción difusa que termina con el motivo del principio del bossa nova “Waves” (Figura 16), el cual se mostrará a través de toda la pieza como aglutinante de esta. Luego de un pequeño tratamiento canónico a este fragmento, esta sección va mutando con varias obras conocidas del repertorio del bossa nova como: “Insensatez”, “La chica de Ipanema”, “Samba de una sola nota”, entre otras. Esta sección termina usando la introducción del principio en forma de reflejo.



Figura 16. Bossa Nova, tema de *Waves*

Bulerías es uno de los denominados palos del flamenco español. Es un género que se caracteriza por ser bullicioso⁷ y alegre, con un ritmo rápido y con el uso de las palmas. Se seleccionó este género por su ambivalencia métrica y su complejidad rítmica-armónica, que lo vuelve muy actual y vivaz. En esta composición se creó una atmósfera efectista donde las palmas flamencas salen por todos los parlantes envolviendo al público (Figura 17). Luego aparece el piano de una manera muy guitarrística e imitando la armonía flamenca. Más tarde los sonidos de las palmas se van convirtiendo en diferentes sonidos hasta que estas desaparecen momentáneamente. Después de un solo de piano el sonido de las palmas se combina con otros sonidos para terminar la pieza.

⁷ Este es el origen de su nombre.

The image shows a musical score for eight different types of claps (palmas). Each staff is labeled from 'Palmas 1' to 'Palmas 8'. The notation is written on a five-line staff with a treble clef. The rhythms are indicated by vertical stems and flags. Dynamic markings are placed below the staves: 'p' (piano) for Palmas 1, 2, 6, and 7; 'mf' (mezzo-forte) for Palmas 3; and 'f' (forte) for Palmas 4, 5, 7, and 8. Some notes have accents (>) above them.

Figura 17 Bulerías, palmas

Reggaetón (o reguetón) es un género musical que deriva su nombre de reggae y tiene elementos musicales del dancehall y del hip hop. La selección de este género fue más por razones intelectuales que musicales. Es en la actualidad uno de los ritmos con más adeptos en el mundo y a su vez el más odiado por los intelectuales; esta controversia fue la que me atrajo. En esta obra, se empieza con una introducción, que en cámara lenta, imita el ritmo del reggaetón. Luego el ritmo se hace evidente tanto en el piano como en los sonidos acompañantes con el uso de clústers en ambos (Figura 18). Más adelante se combinan melodías usadas en este género a través de un tratamiento canónico y multitonal. También, utilizo la figura del Rap comúnmente usado en el reguetón El final es un espejo del principio.

The image shows a musical score for a cluster chord. It consists of a single staff with a treble clef. The notation shows a series of four chords, each represented by a cluster of notes. The notes are grouped together, indicating that they are to be played simultaneously. The chords are written in a key with two flats (B-flat and E-flat).

Figura 18. Reggaetón, clúster

8 Acorde musical que se compone de varios sonidos de tonos o semitonos que se interpretan en bloque.

Por último, la salsa es un género musicalailable, cuyo origen se remonta al son cubano con mezcla de otros ritmos de la región caribe. Se escogió por su ritmo sincopado⁹, que crea una fuerza interna que lo hace interesante, cambiante y vibrante, por lo que tal vez no sea fácil de bailar. En esta pieza se establecen diferentes guajeos¹⁰ pianísticos (Figura 19) que combino entre el piano y los instrumentos durante toda la composición. Así se crea un ambiente al que se le añaden melodías usadas en la salsa tradicional, pero muy ocultas para el oído conoecedor. También se usan cortes musicales entre los diferentes guajeos para cambiar de atmósferas, tanto para el principio como para el final de la pieza.



Figura 19. Salsa, guajeo

ESCRITURA Y PUESTA EN ESCENA

Para la escritura de la música se concibió una partitura de forma tradicional. En ella se muestran el piano, 18 sonidos y un parlante ultrasónico (Figura 20). El vigésimo parlante, el subwoofer, no es necesario notarlo, porque éste solamente recibe los sonidos bajos de los demás. La disposición es parecida a la de una orquesta sinfónica, aunque en algunas instancias los sonidos son muy diferentes a los usados en esta.

⁹ La sincopación musical es una técnica compositiva empleada para romper la regularidad del ritmo.

¹⁰ Patrones armónico-melódicos en ostinato usados en la música cubana y en la salsa.

Score

Suite Cerebral

Para Piano, Orquesta de Parlantes y Diadema EEG

Currulao

Rodrigo Henao

The image displays a musical score for the piece 'Suite Cerebral' by Rodrigo Henao. The score is written for a piano and a multi-speaker system. The piano part is shown in a grand staff (treble and bass clefs). The multi-speaker system consists of 14 channels, labeled 'Sonido 1' through 'Sonido J'. The score is in 3/8 time and features various musical notations, including notes, rests, and dynamic markings such as 'p' (piano) and 'pizz.' (pizzicato). The piano part begins with a series of notes in the bass clef, followed by a melodic line in the treble clef. The multi-speaker system channels contain various musical elements, including notes, rests, and dynamic markings, suggesting a complex spatial sound design. The score is presented in a clean, professional layout with clear notation and labels for each channel.

Figura 20. Partitura actual de una de las piezas

Finalmente, la disposición en el escenario se hizo de la siguiente manera: el piano se ubica en la mitad y adelante del escenario, rodeado por seis parlantes, tres a la izquierda y tres a la derecha, y dos más al frente; el ultrasonido y subwoofer. Ocho parlantes más rodean al

público y cuatro están colgados del techo sobre el público (Figura 21), para crear una atmósfera casi completamente envolvente.

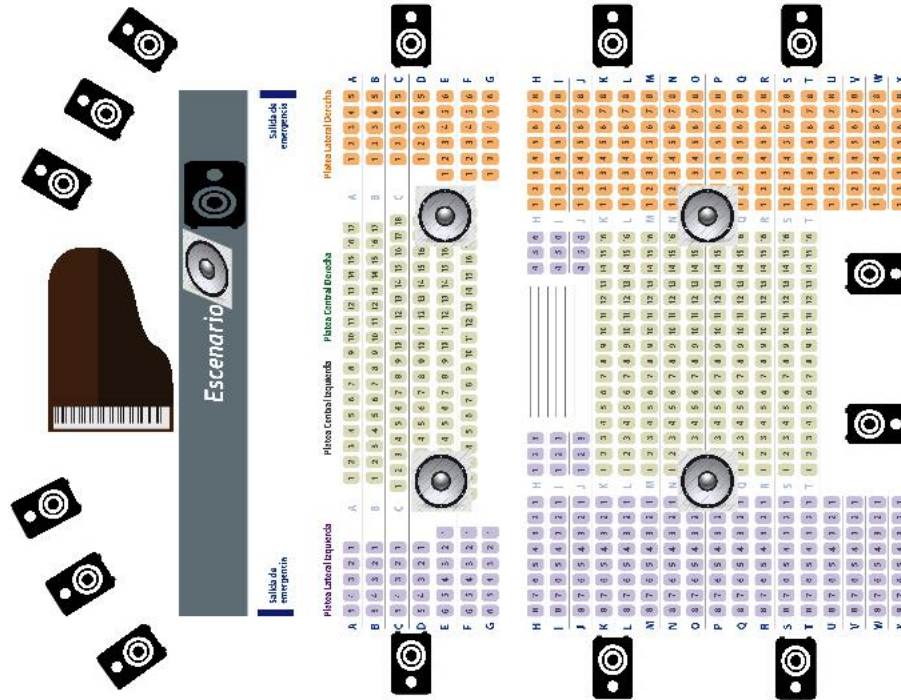


Figura 21. Suite Cerebral, disposición del escenario

CONCLUSIÓN

Hasta hace pocos años, el uso de equipos que escanean las ondas cerebrales era exclusivo de algunos hospitales e instituciones médicas que se especializaban en este campo. Aún más, su alto costo y gran tamaño los hacían todavía más inalcanzables. Por estos motivos, las personas que utilizaron estos equipos para la investigación artística fueron pocos. Solo ahora, con el advenimiento de la Cuarta Revolución Industrial, es posible que estos dispositivos sean asequibles al común de la gente, ayudados por su tamaño, precio y la fácil conectividad

a dispositivos tales como el computador, tableta y teléfonos inteligentes. Es así que proyectos artístico-investigativos como este son posibles en estos días.

Cuando se conjugan el arte y la tecnología existe el peligro de que la parte tecnológica sea la que domine el proceso creativo. En muchas instancias el destello y la velocidad de las máquinas hacen que algunas personas no vean el norte del arte claramente. La tecnología es una herramienta que, tal como un instrumento musical o un pincel, no crea arte sin la participación humana. Esta se debe poner en la obra de arte como un elemento más, mas no como el artífice de esta. Muchos de estos dispositivos electrónicos sacan al niño que llevamos adentro, pero hay que romper la barrera que existe entre su condición de juguete o de herramienta artística.

Creo que el futuro nos depara grandes avances con respecto al control cerebral. Será el momento en que nuestros pensamientos se conecten a las máquinas y así se traduzcan en música o en otro tipo de arte. También, esto conllevará a un crecimiento de nuestro intelecto a través del entrenamiento que estos dispositivos generarán. Pero mientras esto pasa, este proyecto es un aporte inicial a muchos otros que se podrán hacer con esta tecnología. Como se mencionó, esta diadema es como un pincel con el que se pueden crear obras de arte, en donde la imaginación es el límite.

BIBLIOGRAFÍA

- Levicán C., Aparicio A., Belaunde V. and Cádiz R. F. (2017) Insight2OSC: using the brain and the body as a musical instrument with the Emotiv Insight. In Proceedings of the New Interfaces for Musical Expression Conference (NIME), Copenhagen, Denmark, pp. 287-290.
- Ortiz, M., Grierson, M., & Tanaka, A. (2014). *Brain musics: History, precedents, and commentary on whalley, mavros and furniss*. *Empirical Musicology Review*, 9(3-4), 277-281. Recuperado de <http://ezproxy.eafit.edu.co/login?url=https://search.proquest.com/docview/1703521419?accountid=45662>
- Whalley, J. H., Mavros, P., & Furniss, P. (2014). *Clasp together: Composing for mind and machine*. *Empirical Musicology Review*, 9(3-4), 263-276. Recuperado de <http://ezproxy.eafit.edu.co/login?url=https://search.proquest.com/docview/1703521400?accountid=45662>
- Lindau, B. (2013). *Symposium report: Music & science: Practice & convergence--an organic symposium*. *Psychomusicology*, 23(2), 123-126. Recuperado de <http://ezproxy.eafit.edu.co/login?url=https://ezproxy.eafit.edu.co:2812/docview/1433232979?accountid=45662>
- Patrick, M. T., & Palmer, W. H. (2016). *Conference report: The ninth meeting of the northeast music cognition group*. *Psychomusicology*, 26(1), 94-97. doi: <http://ezproxy.eafit.edu.co:2079/10.1037/pmu0000136>
- Straebel, V., & Thoben, W. (2014). *Alvin lucier's music for solo performer: Experimental music beyond sonification*. *Organised Sound*, 19(1), 17-29. doi: <http://ezproxy.eafit.edu.co:2079/10.1017/S135577181300037X>
- Knapp, R. B., & Lusted, H. S. (1988, April). *A real-time digital signal processing system for bioelectric control of music*. In *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1988. ICASSP-88., 1988 International Conference on* (pp. 2556-2557). IEEE.

- Knapp, R. B., & Lusted, H. S. (1996). *Controlling computers with neural signals*. *Scientific American*, 275(4), 82–87
- Holmes, T. B. (2002). *Electronic and experimental music: Pioneers in technology and composition* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Miranda, E. R., & Castet, J. (Eds.) (2014). *Guide to brain-computer music interfacing*. London: Springer.
- Miranda, E. R., & Matthias, J. (2009). *Music neurotechnology for sound synthesis: Sound synthesis with spiking neuronal networks*. *Leonardo*, 42(5), 439–442
- Ortiz, M. (2012). *A brief history of biosignal-driven art: From biofeedback to biophysical performance*. *eContact!*, 14(2).
- Brouse, A. (2012). *A young person's guide to brainwave music: Forty years of audio from the human EEG*. *eContact!*, 14(2).
- Hinterberger, T. y Baier, G. (2005). *Parametric orchestral sonification of EEG in real time*. *IEEE Multimedia*, 12 (2): 70–79.
- Miranda, E. R., Sharman, K., Kilborn K. y Duncan, A. (2003). *On Harnessing the Electroencephalogram for the Musical Braincap*. *Computer Music Journal*, Vol. 27, No. 2, pp. 80-102
- Miranda, E. R. y Brouse, A. (2005). *Interfacing the brain directly with musical systems: on developing systems for making music with brain signals*. *Leonardo*, 38 (4): 331– 336.
- Rosenboom, D. (1976). *Biofeedback and the Arts, Results of Early Experiments*. Vancouver, BC, Canada: Aesthetic Research Centre of Canada, A.R.C.
- Rosenboom, D. (2014). *Active imaginative listening-a neuromusical critique*. *Frontiers in Neuroscience*, 8, 251.
- Rosenboom, D. (1997). *Extended Musical Interface with the Human Nervous System*. San Francisco, California: International Society for the Arts, Sciences and Technology.

Wu, D., Li, C.-Y. y Yao, D.-Z. (2009). *"Scale-free music of the brain"*. PLoS ONE, 4 (6): n.p.

Wu, D. et al. (2010). *Music Composition from the Brain Signal: Representing the Mental State by Music*. Computational Intelligence and Neuroscience: 1-6.