

ELECTRÓNICA PARA ARTISTAS Y TRADUCCIÓN SINESTÉSICA DEL MOVIMIENTO A SONIDO Y COLOR/*ELECTRONICS FOR ARTISTS AND SYNAESTHETIC TRANSLATION FROM MOVIMIENTTO SOUND AND COLOR*

(EN HOMENAJE Y RECUERDO A JOSÉ MARÍA JERÓNIMO ZAFRA)

María José de Córdoba Serrano; Nicolás Montoro Aguilar; José Antonio Vertedor-Romero
UGR, Dpto. DIBUJO. Grupo HUM 1014- Sinestesia y Creatividad. Investigación Interdisciplinar aplicada.
España
mjdecordoba@ugr.es, nmontoro@ugr.es, vertedor@uma.es

ABSTRACT

The idea is to present an interactive practical experience on the use of motion sensor technology to represent the translation of the possible synesthesias sound/music/color and movement, to be carried out on the stage of the Faculty of Fine Arts of the University of Granada. Interaction of light and sound, by means of electronic sensors and actuators. Elements to be used: motion sensors, light sensors, sound sensors, image sensors, control electronics, actuators, projection system and public address systems.

Se trata de presentar una experiencia práctica interactiva sobre el uso de tecnología de sensores de movimiento, para representar la traducción de las posibles sinestesias sonido/música/color y movimiento, a realizar en el Plató de de la Facultad de Bellas Artes, de la Universidad de Granada. Interacción de luz y sonidos, mediante sensores y actuadores electrónicos. Elementos que se emplearán: sensores de movimiento, sensores de luz, captadores de sonido, catadores de imagen, electrónica de control, actuadores, sistema de proyección y sistemas de megafonía

Keywords:sonido, música, color, movimiento, sinestesia

1. ELECTRÓNICA PARA ARTISTAS Y TRADUCCIÓN SINESTÉSICA: MOVIMIENTO/SONIDO/ COLOR

Sabemos que existen multitud de estudios y referencias sobre los intentos de traducción de la música/sonido al color/espectro lumínico desde tiempos inmemoriales, no solo desde la época del pre-cine; podemos hablar incluso de un antiguo esquema persa de correspondencias entre tonos musicales y color, reportados en estudios basados en (Wellek1927)¹; filósofos como *Aristóteles*, matemáticos como *Pitágoras*, o científicos como *Newton*, también lo hicieron. Recordamos el piano visual o clavicémbalo ocular diseñado por el jesuita *Louis Bertrand Castell* (publicado en la revista *Mercure de France*, 1725)² o ya en épocas más modernas, a Jean Michel Jarre, músico electrónico, conocido a mediados de los 70s por el uso de instrumentos musicales lumínicos, como el arpa laser, usados en sus conciertos.

¹<http://www.daysyn.com/History.html>

²Franssen, Maarten (1991) "The Ocular Harpsichord of Louis Bertrand Castel"; *Tractix*. Vol.3: 15-77 ISSN 0-521-42040-7

1.1 Confín Hermético (De Córdoba, M.J., 1993, Granada), antecedentes sobre la traducción e interacción sinestésica sonido/movimiento/color³

En 1993, en la galería *Consisa Alarcón* de Granada, se presentó una exposición de Arte, instalación, de carácter interactivo, donde el protagonista principal era, en esta ocasión, no las obras pictóricas allí expuestas, sino la traducción del sonido/música a color y movimiento. En aquella época no se disponía de tecnología suficiente, como hoy tenemos a nuestro alcance, para poder realizar correctamente lo que se pretendía: que el espectador interactuara con su movimiento y que la música/sonido tuviera su traducción lumínica en intensidad y de color. Así que, con los medios de los que se disponía, se hizo una correspondencia entre sonidos graves, medios y agudos con los tonos azules, rojos y amarillos (focos de colores). La música elegida fue *El Contrato del Dibujante* (Nyman, M., 1982). Cada obra estaba iluminada por tres focos (azul, rojo y amarillo) que sólo se encendían cuando el sonido/acordes eran graves, medios o altos en frecuencia sonora. Para producir el cambio de color en las obras, éstas tenían una terminación de esferas de vidrio que refractaban la luz. Y para que los espectadores formaran parte de la propia instalación, la sala estaba “forrada” de papel espejo. Aunque de manera muy rudimentaria, el resultado fue positivo y, al menos, cumplió con su objetivo. No dejó indiferente a ningún de los visitantes. Los cuadros parecían moverse al ritmo de la música y cambiaban sus tonos de color, y las personas que entraban en la sala, podía verse reflejadas y de distintos colores según sonara la música. La intención, además, era hacerles pensar en sus percepciones, no estáticas, cambiantes, híbridas, mutantes, infinitas quizás.



Figure 1. Obras pictóricas realizadas en puertas con una terminación de esferas de vidrio. Autor: De Córdoba Serrano, M.J., 1993. Granada, España

1.2 Estudios preliminares sobre correspondencia sonido/color en la población general

En el año 2000, con la colaboración de *José María Jerónimo Zafra*, físico electrónico en el Instituto Andaluz de Astrofísica, se llevó a cabo un estudio de campo para poder comenzar a contestar las siguientes preguntas:

“¿Existe algún tipo de relación sinestésica objetiva entre los receptores auditivos y los visuales?”

³<http://www.artecitta.es/confinhermetico93.htm>

-En caso afirmativo, ¿se puede establecer una relación lineal, o de otro tipo, entre las frecuencias de audio y las de video y como se encuentra relacionada la intensidad de un sonido con el brillo-contraste de una radiación visible? esto es:

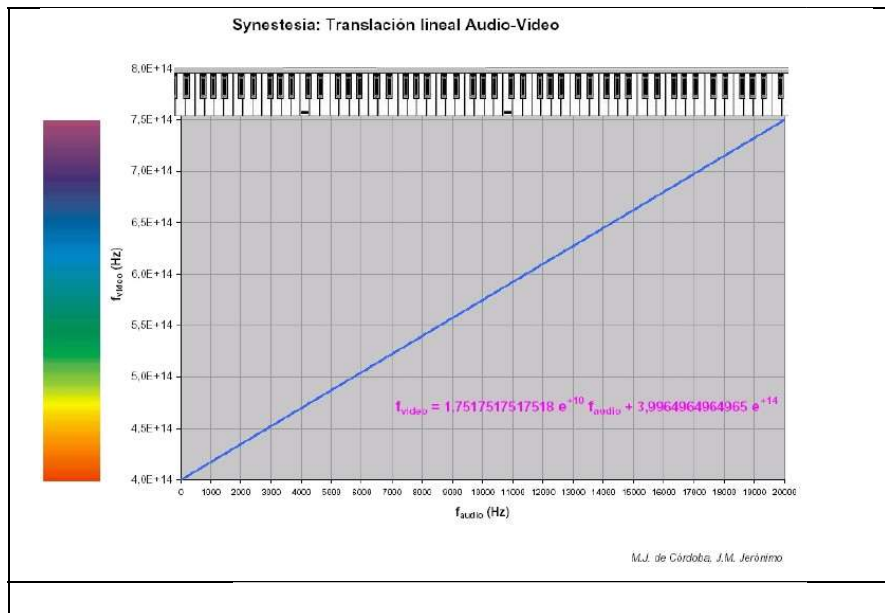
-¿Existe una correlación cono-frecuencia sonido y bastones-intensidad sonido? considerando en principio tonos puros de audio.

-¿Se encuentran estas posibles relaciones genéticamente preestablecidas en el cerebro, mediante conexiones neuronales o bien pueden ser adquiridas y/o potenciadas mediante un proceso de aprendizaje?

Hipótesis de los experimentos preliminares:

-Del primer experimento realizado, se deduce en principio los estímulos proporcionados por las frecuencias de los estímulos acústicos y visuales son inversamente proporcionales, esto es a mayor longitud de onda de estímulo acústico corresponde menor longitud de onda de estímulo visual. Si esta afirmación se considera cierta, el lugar de intentar utilizar relaciones entre frecuencias, se utilizarán relaciones entre la frecuencia de la onda acústica y la temperatura del color correspondiente...⁴ (De Córdoba Serrano, Mj, 2000, in De Córdoba et al.,*Synaesthesia: Theoretical Artistic and Scientific Foundation*, 2014 pp 132-133)

Los siguientes gráficos muestran los resultados de rangos dinámicos luz/sonido y usaremos en el diseño de la instalación interactiva, más adelante descrita.



⁴M^a José de Córdoba Serrano, "Relaciones Técnicas y Sinestésicas entre pintura y sonido, Resumen Investigación (1996/97/98). Proyecto programa informático (convertor luz-sonido/sonido/luz) DL:2000/01. N^o RPI: 00/2001/16797. Clase Científica

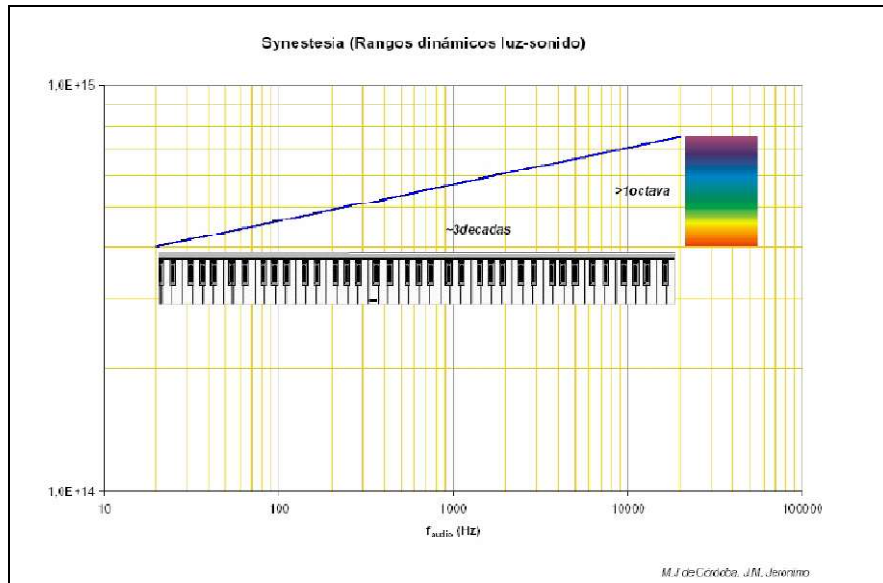


Figura2, 3. Valores de rangos dinámicos luz-sonido. De Córdoba Serrano, MJ & Jerónimo Zafra, JM (2000)

Tres años después, en la Feria de Arte Independiente (FAIM, 2003, Madrid), Federico Morozzo, arquitecto; Peter Salmang, ingeniero en sonido y músico electrónico, y María José de Córdoba, presentaron la instalación “Interface”, experimentaciones espaciales que interactúan con el espectador; en esta ocasión, utilizando el concepto de traducción sinestésica del sonido a espacios arquitectónicos de color, usando sensores de movimiento y sonido, se construían espacios virtuales de luz.

1.3 Propuesta interactiva movimiento/sonido/color

En esta ocasión disponemos de tecnología para poder “traducir” los valores de frecuencias de audio a las de color, intentando que el movimiento de proximidad/lejanía, sea acorde a dicha traducción, es decir: a mayor proximidad, sonidos más agudos y colores más brillantes; a mayor lejanía, sonidos más graves y colores más oscuros, con menos temperatura de color.

1.3.a Elementos empleados:

Software:

Aplicación VVVV versión 42-0017_preview_x64

Software para Arduino versión 1.8.19.

Entorno de sistema operativo Windows 10 Profesional.

Hardware:

2 Placas Arduino Uno.

2 Sensores de ultrasonidos HC-SR04.

Ordenador Portátil.

2 Proyectoras 2.500 lúmenes con resolución XVGA.

2 Adaptadores HDMI a VGA

2 Cables VGA

2 Cables USB tipo A-B

Sistema de megafonía de dos altavoces con ecualizador y efectos de sonido.

Cableado diverso.

1.3b Funcionamiento básico:

Para la interacción del movimiento-espacio y trasladarlo a color y sonido, usamos dos sensores de movimiento por ultrasonidos, los conectamos a una placa controladora *Arduino Uno* respectivamente, estas nos entregan un flujo continuo de datos de información sobre los movimientos detectados por los sensores.

A su vez, los conectamos a un ordenador, y con la aplicación “*vvvv*” recogemos esos datos y los convertimos en información de color y sonido como se muestran en las tablas. Usamos dos proyectores de video y un sistema de megafonía, para proyectar imagen de color y reproducir sonidos resultantes en cada momento.

1.4 Desarrollo del proyecto:

Como Software principal usamos “*vvvv*”, este es un entorno de programación gráfica diseñado para la creación y manipulación de vídeo y audio en tiempo real, además nos permite la interacción con interfaces físicas.

También usamos código para la programación interna de Arduino.

Como interface física usamos la placa *ArduinoUno*, esta es la placa de prototipado más popular para llevar a cabo proyectos en una infinidad de campos, entre ellos los entornos interactivos.

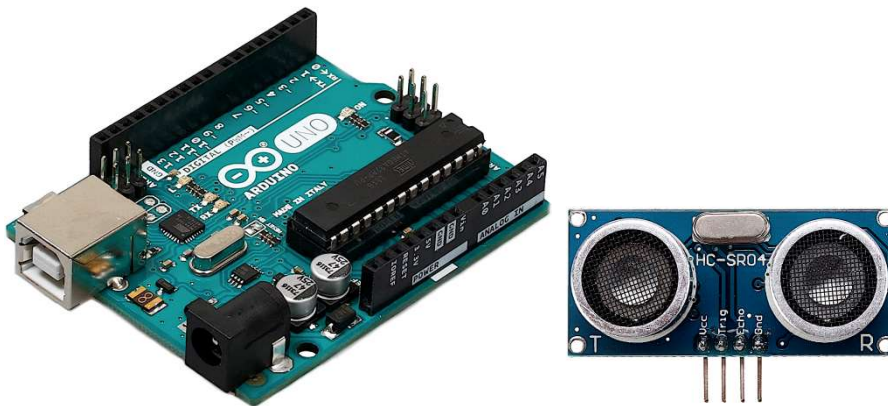


Figura 4,5 Placa prototipado Arduino Uno y Sensor ultrasónico HC-SR04

Como sensor de movimiento empleamos el HC-SR04, que posee dos transductores de ultrasonidos: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. Nos permite detectar distancias desde 2 cm hasta 450 cm.

El esquema de conexión del sensor con Arduino lo apreciamos en la Figura 6

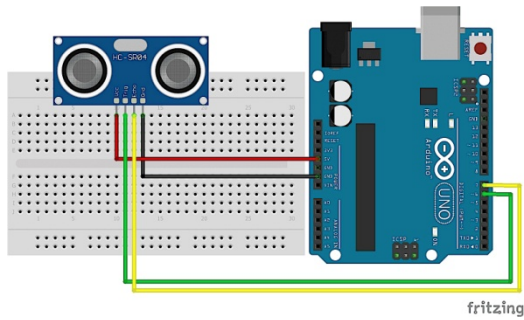


Figura 6

Realizamos la programación de la placa *Arduino* que consiste en controlar el sensor HC-SR04. Para ello emitimos una señal ultrasónica de 40Khz por uno de sus transductores, y esperamos que el sonido rebote de algún objeto presente. La distancia es proporcional al tiempo que demora en llegar el sonido rebotado. Se emite un pulso de 10 microsegundos por la entrada TRIG y esperamos recibirlo en la salida ECHO, en base a ello calculamos la distancia.

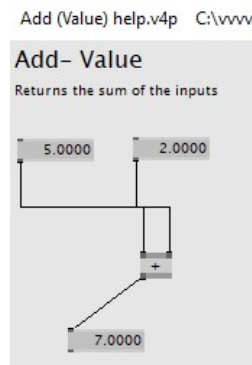


Figura 7. Trabajando en el código

Para esta propuesta se ha utilizado el lenguaje de programación visual *VVVV*, a *multipurpose toolkit*. Se trata de un código de programación desarrollado para su uso en el ámbito artístico que facilita la posibilidad de programar a través de sus nodos, que se interconectan mediante cables virtuales como puede verse en la siguiente imagen (figura-8). Como definen los creadores de este programa, *vvvv*⁵ es un entorno visual de programación en vivo que facilita la creación de prototipos y su desarrollo. Está diseñado para gestionar grandes entornos de medios con interfaces físicas, gráficos en movimiento en tiempo real, audio y video que pueden interactuar con múltiples usuarios simultáneamente (*vvvv*, s.f.). Cabe destacar que los Lenguajes de Programación Visual (VPL de sus iniciales en inglés, Visual Programming Language), pueden definirse como aquellos entornos de programación basados en objetos en lugar de palabras para codificar el programa. Este tipo de entornos se caracterizan por facilitar la tarea de las personas que realizan los programas. Esto se debe principalmente a que son

⁵<https://vvv.org>/<https://www.arduino.cc/>

más amigables visualmente, además de eliminar los errores sintácticos que caracterizan las tareas de programación con lenguajes de programación textuales (Plaza, P., Peixoto, A., Sancristobal, E., et al., 2020, p. 457).



Figura_8. Ventana de ayuda del nodo “+” con el que se realiza una suma de los dos valores obteniendo un valor de retorno.

Hemos desarrollado un *patch* partiendo del módulo *RS232*. Este módulo está diseñado para enviar y recibir datos a través de un puerto serie. Se ha utilizado este módulo, en este caso, para la comunicación con el microcontrolador *Arduino UNO*, con el que se han gestionado los datos generados por el sensor de ultrasonidos *SR04*. Para la comunicación de este programa con la placa Arduino se ha utilizado el siguiente código de programación (figura_9). Los datos recibidos desde el sensor han sido mapeados para suministrar datos al nodo *HSV*, con el que se ha generado un rango de colores de acuerdo con la tabla anterior (véase figura 2, 3).

```
float trigPin = 6;
float echoPin = 7;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  long t;
  long d;
  long D;
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  t = pulseIn(echoPin, HIGH);
  d = t/59;
  D = d*10;
  Serial.print(D);
  delay(100);
}
```

Figura 9. Código de programación para la comunicación entre Arduino y el nodo RS232. Imagen propia.

En este marco tecnológico se ha desarrollado el siguiente *patch* (figura_10) para el control de dos placas de Arduino que se ubicarán en dos lugares diferentes del espacio expositivo. Cada una de estas placas gestionará los datos de un sensor *SR04* que serán monitorizados con el

programa vvvv. En paralelo se han diseñado dos sintetizadores que generarán una onda sinusoidal pura atendiendo de nuevo a los valores de la tabla antes mencionada⁶.

MuVi_Root.v4p * C:\Users\verte\OneDrive - Universidad de Málaga\Proyectos-BBAA\MuVi6\Arduino_MuVi\

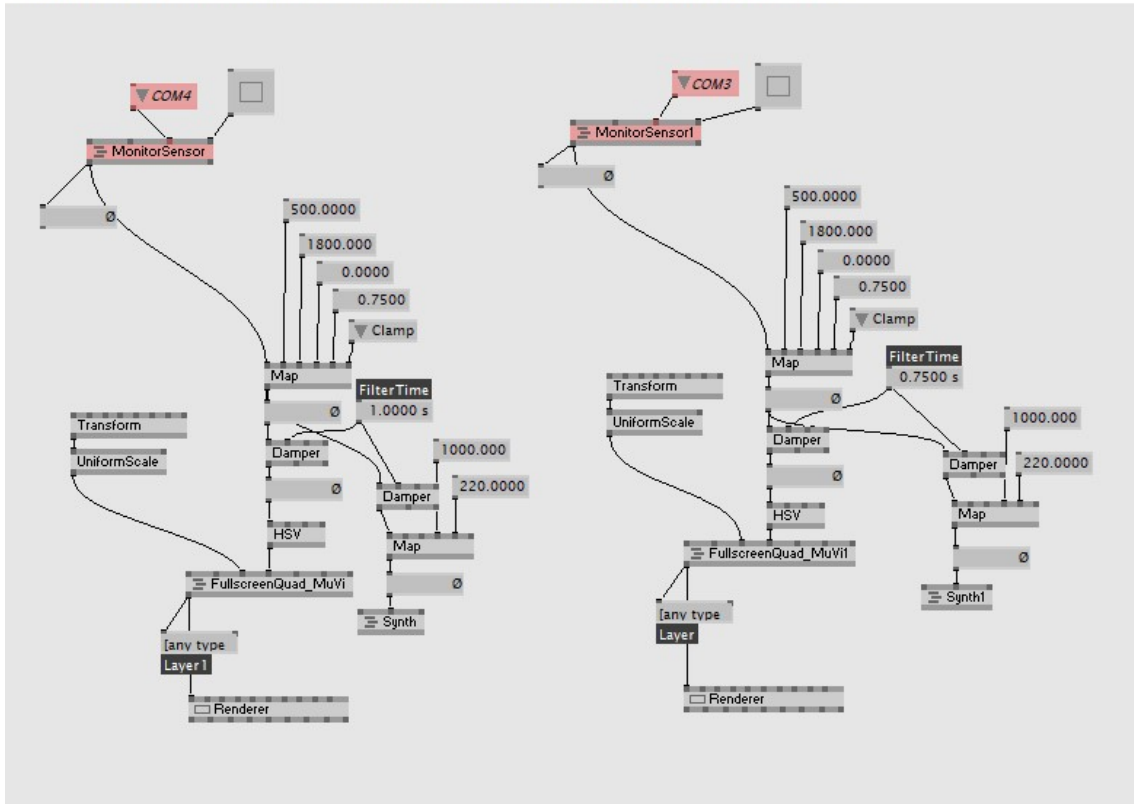


Figura 10

Ecuálizamos ambos sonidos y aplicamos un efecto para hacer más envolvente el resultado en la sala.

Esquema Final

⁶Para la conversión de datos de movimiento en sonido conforme a la tabla, se emplea otros módulos llamados Synth y Synth1, estos están conectados a un sistema de megafonía en estéreo, enviando la señal de audio Synth por el canal izquierdo y la señal de audio Synth1 por el canal derecho.

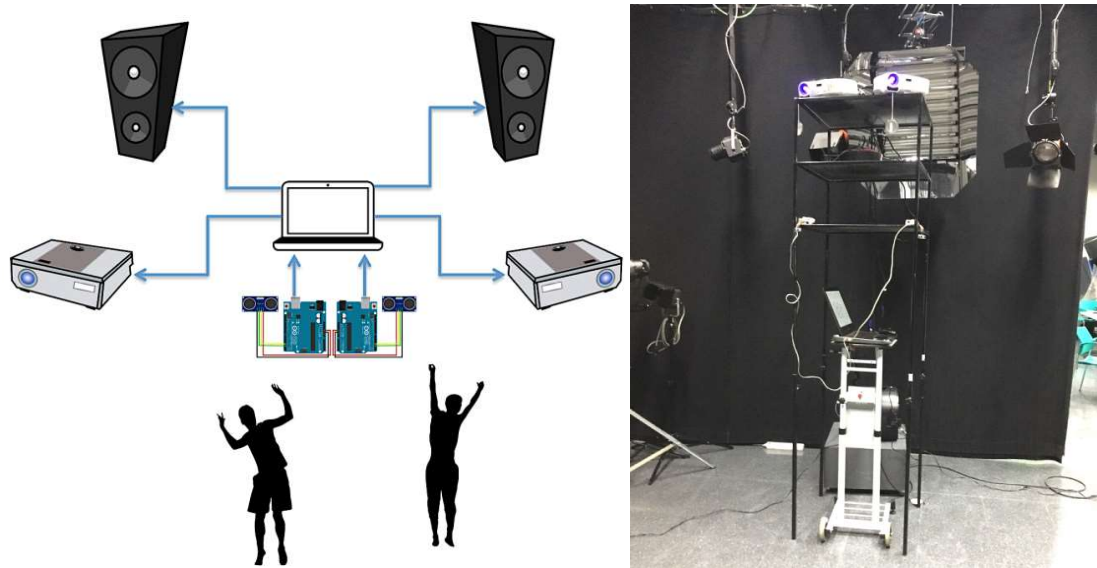


Figura11 Torre de instalación

2. CONCLUSIONES

La herramienta *vvvv* a *multipurpose toolkit* supone un acceso simplificado a los procesos de codificación creativa para aquellas personas ajenas a la ingeniería informática, en concreto, el programa ha sido desarrollado pensando en artistas sin conocimientos informáticos. Este programa utiliza un lenguaje de programación visual que facilita su comprensión sin la necesidad a priori de conocer código de programación textual. Mediante el uso de esta herramienta se ha podido resolver el planteamiento inicial que consistía en traducir movimiento en el mundo real a imagen y sonido computacional. Esta interpretación se ha realizado atendiendo a las escalas de sonido y color mostradas al comienzo de este texto. Las soluciones implementadas en función a las dificultades que se han ido produciendo a lo largo de este proceso de trabajo han sido resueltas mediante el estudio de los nodos nativos del programa *vvvv*. Uno de los principales obstáculos en el inicio de realización de este proyecto ha sido la elección de los sensores que podrían adaptarse mejor a la propuesta inicial del trabajo. La visualización del flujo de datos monitorizada con *vvvv* ha facilitado en este proceso la posibilidad de seleccionar el dispositivo óptimo para el diseño y construcción de esta pieza interactiva. Cabe señalar que existen numerosos programas que utilizan el lenguaje de programación visual, como es el caso de *Pure Data*, por ejemplo. Esto denota la necesidad de conocer este tipo de herramientas con la finalidad de elegir la que mejor se adapte a las necesidades de cada proyecto.



Figura12

Con respecto a las pruebas realizadas/resultados, Figura 12, estos creemos que son positivos. Ahora podremos experimentar con el movimiento de los participantes (movimiento de brazos, saltos, cercanía/lejanía), que harán que los sensores capten y sean “traducidos” a sonido y color, según los

rangos dinámicos (figuras 2,3) que ya hemos mencionado y encontrados en aquel estudio de campo realizado en el año 2000. Esperamos que la propuesta sea interesante para todos.

BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES

María José de Córdoba Serrano

Profesora titular de Universidad, Dpto. Dibujo UGR, Medalla al mérito de las Bellas Artes 2009, tiene en su haber premios nacionales e internacionales. Responsable del Grupo de Investigación HUM 1014 UGR desde 2018. Miembro del Grupo de Investigación SEJ 497 ·Entrenamiento Cognitivo, Psicología Experimental, UGR, desde 2008 a 2018. 3 sexenios de Investigación y 1 en Transferencia del Conocimiento. Directora General de la Fundación Internacional Arte Ciudad/artecittá nº 743. del Ministerio de Cultura Español

Nicolás Montoro Aguilar

Ingeniero Técnico en Informática, Técnico en Creación Audiovisual, Dpto. Dibujo UGR- Trabaja en el Asesoramiento y Asistencia técnica a docentes y alumnos para el desempeño de proyectos Audiovisuales de creación artística en el ámbito de la Universidad de Granada. Miembro del grupo de Investigación HUM1014 UGR

José Antonio Vertedor Romero

Artista e investigador interdisciplinar. Actualmente realiza una estancia de investigación en la Universidad de Granada en el marco de la ayuda para la recualificación del profesorado universitario Margarita Salas. Doctor en Comunicación en la línea de investigación de Audiovisuales por la Universidad de Málaga. Máster en Producción Artística Interdisciplinar y Licenciado en Bellas Artes en la Facultad de Bellas Artes de Málaga. Beca de apoyo a la investigación para estudios de postgrado en la Universidad de Málaga. Beca de residencia artística en la Facultad de Bellas Artes de Málaga.

REFERENCIAS

Arduino. (s.f.). <https://www.arduino.cc/>
<http://www.daysyn.com/History.html>

De Córdoba Serrano, M.J. (1993). Catálogo *Confin hermético*. Exposición en Galería de Arte *Consisa Alarcón*. Granada. <http://www.artecitta.es/confinhermetico93.htm>

De Córdoba Serrano, M.J. (2000). *Relaciones Técnicas y Sinestésicas entre pintura y sonido, Resumen Investigación (1996/97/98)*. Proyecto programa informático (convertor luz-sonido/sonido/luz) DL: 2000/01. Nº RPI: 00/2001/16797. Clase Científica

Franssen, M.(1991). “The Ocular Harpsichord of Louis Bertrand Castel”; Tractix. Vol.3: 15-77 ISSN 0-521-42040-7

VVVV. (s.f.).vvvv, a multipurpose toolkit <https://vvvv.org/>

BIBLIOGRAFÍA

De Córdoba M.J., Riccò D., Day S.A., et al.(2014). *Synaesthesia: Theoretical, artistic and scientific foundations*, International Foundation Artecittà Publishing, Granada.

De Córdoba Serrano, M.J. (2007), “La investigación interdisciplinar sobre la sinestesia: desarrollo y objetivos / The Interdisciplinary Research on synaesthesia: development and objectives..”*Actas del II Congreso Internacional de Sinestesia, Ciencia y Arte. Granada*. ISBN-13: 978-84-612-1292-7 DL: 3.010. Gr-2007

De Córdoba Serrano, M.J (2018), “Didactic experiences and creativity II. Artistic Hybridization and Visual Music in Fine Art and in ArtTherapy”, en *MuVi5, Video and moving image on synesthesia and visual music*. Edited by Dina Riccò and María José de Córdoba, Ed: Fundación Internacional artecittà.

Plaza, P., Peixoto, A., Sancristobal, E., et al. (2020). Visual block programming languages and their use in educational robotics. En *Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (2020). 457-464

