



UNIVERSIDAD
DE GUANAJUATO

**UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
CAMPUS GUANAJUATO**

**DIVISIÓN DE ARQUITECTURA, ARTE Y DISEÑO
MAESTRÍA EN ARTES**

***“REFLEXIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN ELECTROACÚSTICA POR
COMPUTADORA MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
SOFTWARE LIBRE E INFORMÁTICA.”***

**PRESENTA
ERICK FERNANDO MARTÍNEZ VIRUETTE**

**DIRECTOR
DR. ROBERTO MORALES MANZANARES**



Universidad de Guanajuato
División de Arquitectura Arte y Diseño
Campus Guanajuato

GUANAJUATO, GTO., ENERO DE 2025

Sinodales (orden alfabético por apellido):

Dr. Juan Hugo Barreiro Lastra.

Dr. Ivan Manzanilla.

Dr. Roberto Morales Manzanares (director de tesis).

Dra. María Isabel de Jesús Téllez García

Asesores externos:

Dr. Javier González (al principio del inicio del trabajo escrito).

Investigación realizada a través del apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, ahora CONAHCYT) dentro del Plan Nacional de Posgrados Calidad en México.

www.acusmatica.org.mx |

A Dios,
a Gabi y Emilio,
a mamá, papá, y Paty,
a Vic y Diana (y familia),
a toda esa gente que de alguna manera
dio tanto sin esperar nada a cambio,
familiares y mis queridos amigos,
a mis entrañables maestros y profesores,
a la UNAM, a la UG y al CONAHCYT,
y a ti, por darle una oportunidad a este texto.

Índice

Resumen.....	7
<i>Abstract</i>	8
<i>Résumé</i>	9
Introducción.....	10
Planteamiento.....	10
Justificación.....	10
Viabilidad.....	11
Enunciación del problema.....	12
Estado del conocimiento (<i>State of the Art</i>) sobre el tema.....	13
Objetivos.....	15
Objetivo general.....	15
Objetivos específicos.....	15
Parte 1.....	16
I Contexto.....	16
I.1 Composición electroacústica.....	16
1.1.1 Orígenes.....	16
I.1.1.1 La música.....	20
I.1.2 Música electroacústica.....	22
I.1.2.1 Música concreta.....	24
I.1.2.2 Música electrónica.....	27
I.1.3 La síntesis.....	32
I.1.4 Elementos de electroacústica y acusmática.....	36
I.2 Espacialización del sonido.....	38
I.2.1 Antecedentes de la espacialización sonora.....	38
I.2.2 La espacialización.....	41
I.3 Sonido envolvente.....	43
I.3.1 Acuñación del término.....	43
I.3.2 Situación actual del sonido envolvente.....	49
I.4 Interacción en tiempo real.....	50
I.4.1 La interacción.....	50

I.4.2 La latencia y el tiempo real.....	51
Recapitulación I.....	55
II Recursos.....	58
II.1 Estética.....	58
II.1.1 La estética involucrada en la electroacústica.....	59
II.2 Técnica y tecnología.....	63
II.2.1 La técnica.....	63
II.2.2 La tecnología.....	67
II.2.3 El <i>software</i> y el <i>hardware</i>	69
II.3 Los insumos: Sonido, silencio y música.....	71
II.3.1 El ruido también es sonido.....	71
II.3.2 La onda sonora (o el sonido).....	74
II.3.3 El silencio.....	74
II.3.4 La música.....	75
II.4 Espacialización y sonido envolvente.....	76
II.4.1 Espacialización.....	77
II.5 Interacción en tiempo real.....	85
II.6 Métodos compositivos auxiliados por computadora.....	91
II.6.1 Probabilidades.....	92
II.6.2 Funciones.....	92
II.6.3 Automatas.....	93
II.6.4 Redes neuronales.....	95
II.6.5 Automatas celulares.....	96
II.6.6 Programación evolutiva.....	97
II.6.7 Composición evolutiva.....	97
II.6.8 Aprendizaje automatizado / <i>machine learning</i>	98
II.6.9 Inteligencia artificial.....	101
II.7 Intérprete.....	104
Recapitulación II.....	107
Parte 2.....	112
III Proyecto compositivo: Guía práctica para realizar una composición electroacústica, espacializada, envolvente e interactiva en tiempo real.....	112
III.1 Planeación.....	115
III.2 Diseño conceptual.....	118
III.2.1 <i>Sketching</i> : Dibuja tus ideas (dibujo a mano alzada).....	119
III.3 Diseño de algoritmos.....	122
III.3.1 Algoritmo.....	122

III.3.2 El pseudo código.....	123
III.4 Diagramas de flujo.....	131
III.5 Documentación.....	135
III.6 Selección de herramientas y recursos tecnológicos.....	137
III.6.1 El <i>opensource</i>	137
III.6.1.1 <i>Linux</i>	141
III.6.1.2 Distribuciones.....	143
III.6.1.3 <i>Jack</i> y el servidor de audio de <i>Linux</i>	146
III.6.1.4 Lenguaje y entorno de programación <i>Supercollider</i>	151
III.6.1.5 <i>Software</i> para imagen y video en vivo: <i>Processing</i>	153
III.6.1.6 <i>Software</i> para capturar gestos e interactuar con la obra.....	155
III.6.1.7 <i>OSC, Open Sound Control</i>	156
III.7.1 La programación.....	159
III.7.2 Los comentarios en el código.....	161
III.7.3 La depuración.....	162
III.8 La interpretación en directo.....	162
III.9 Perspectiva.....	163
III.9.1 Reestructuración.....	165
III.9.2 Refactorización.....	166
III.9.3 Caducidad tecnológica.....	167
III.9.3.1 Conservación de la obra.....	167
III.9.3.2 Caducidad del <i>hardware</i> y del <i>software</i>	172
III.9.4 Migración del código de la obra.....	173
III.9.4.1 Reimplementación.....	174
III.9.5 Hacia la estandarización.....	175
III.9.5.1 <i>MusicXML</i>	175
III.9.5.2 <i>Faust</i>	178
Recapitulación III.....	182
Conclusiones.....	188
 Bibliografía.....	 200
Índice de ilustraciones.....	209
 Recursos en línea.....	 215
 Anexos.....	 226
Modelo de cuestionario para la entrevista a compositores, artistas y creadores sonoros.	226
Entrevista a Ignacio Bacalobera (18 de agosto de 2019).....	227
Entrevista a Rodrigo Sigal (21 de agosto de 2019).....	230
Ejemplo de desarrollo de miniaturas sonoras mediante <i>HTML, Javascript</i> y <i>CSS</i>	233

Planteamiento inicial.....	233
Algoritmo inicial.....	234
Algoritmo Revisado.....	235
Consideraciones.....	236
Algoritmo Revisado, Miniatura 1 “Cuadros”.....	236
Algoritmo Revisado, Miniatura 2 “Cuadros (y fondo)”.....	237
Algoritmo Revisado, Miniatura 3 “Puntos (y fondo)”.....	237
<i>Try&Catch</i>	238
Diagramas de flujo.....	238
Código fuente del ejemplo.....	244

Resumen.

El presente escrito propone una guía creativa, mediante la indagación sobre el estado en que se encuentra la composición electroacústica con interacción en tiempo real en sus procesos y los cambios en su distribución espacial en directo, empleando herramientas de software libre (*Open Source* y *Software Libre*) -accesibles a cualquier persona entusiasta del sonido-, para finalmente proponer un conjunto de pasos posibles para facilitar el llevar a buen puerto tales proyectos, haciendo uso de sencillas técnicas de diseño y análisis de sistemas. Es de nuestro conocimiento que esta actividad involucra casi *de facto* un estándar al manipular n número de canales diferentes -8 en general- en un espacio determinado. De acuerdo a la naturaleza del tema planteado y a cuáles han sido los elementos empleados en estas empresas creativas, el texto generado, que es elaborado dentro de las pautas metodológicas científicas que nos ocupan, se divide en dos partes principales, la primera integrada por dos capítulos a manera de reseña de la historia del arte. Paulatinamente, se generan conclusiones pertinentes al final cada apartado. La segunda parte se forma por un tercer capítulo, donde se aplican los fundamentos teóricos abordados, mediante la formulación de una guía de composición. Teniendo en cuenta lo anterior, se finalizan las pesquisas, y antes de ofrecer un conjunto de conclusiones globales, se concibe una propuesta metodológica de creación musical como resultado de este ejercicio.

Abstract.

This paper researches the situation in which the electroacoustic composition is, with real-time interaction in its processes and changes in its live/direct spatial distribution, using tools - accessible to any person enthusiast of sound- of free software (Open Source and Software Libre), to finally propose a set of possible steps or guide to facilitate the successful completion of such projects, making use of simple systems design and analysis techniques. It is our knowledge that this activity involves almost a de facto standard when manipulating n number of different channels -8 in general- in a given space. According to the nature of the topic and to what elements have been used in these creative proposals, the generated text, which is developed within the scientific methodological guidelines that concern us, is divided into two main parts, the first consisting of two chapters as a way to review the history of art. Gradually, relevant conclusions are generated at the end of each section. The second part is formed by a third chapter, where the theoretical foundations addressed are applied, making a compositional guide. That being said, the investigation is completed, and before offering a set of global conclusions, a methodological proposal -a guide- of musical creation is conceived as a result of this exercise.

Résumé.

Cet recherche examine la situation dans la composition électro-acoustique avec une interaction en temps réel dans leurs processus et les changements dans leur répartition spatiale est d'utiliser des outils en direct de logiciels libres -qui leur sont accessibles à toute personne enthousiaste son-. Nous savons que cette activité implique presque de facto une norme lors de la manipulation de n nombre de différents canaux -8 en général- dans un espace donné. Selon la nature de la question soulevée et quels ont été les éléments utilisés dans ces propositions de création, le texte généré, qui est produit dans les lignes directrices méthodologiques scientifiques qui nous préoccupent, est divisé en deux parties principales, la première consistant en deux chapitres comme un aperçu de l'histoire de l'art. La deuxième partie est formée par un troisième chapitre, où les fondements théoriques abordés sont appliqués, et concevoir un guide de composition. Graduellement, des conclusions pertinentes sont générées à la fin de chaque section. Compte tenu de ce qui précède, l'enquête est terminée, et avant d'offrir un ensemble de conclusions générales, une méthodologie de création musicale à la suite de cet exercice est conçu.

Introducción

Planteamiento.

El estudio que tengo oportunidad de compartir, está dividido en dos partes principales, una, que enmarca inicialmente el contexto y la situación actual de este tipo de propuestas -me refiero a la composición electroacústica con énfasis en la interacción sobre su espacialización y procesos-, seguido de una propuesta personal con fines didácticos y pedagógicos para una óptima realización, paso a paso, de estos proyectos sonoros -esto es, una guía-. De esta manera, en respuesta a una necesidad personal de orden, he dividido mi trabajo en dos partes. La primera está desarrollada en dos capítulos de perfil parcialmente musicológicos. En el primero se describe el marco que constituyen los elementos necesarios para las propuestas electroacústicas que involucran espacialización e interacción en tiempo real. Para el segundo capítulo, a manera general, se indagan los idearios y teorías sobre cómo se realizan dichas propuestas, enfatizando sobre qué elementos se emplean y cuáles son esas variables presentes de manera casi constante en el quehacer sonoro. La segunda parte consiste en el tercer capítulo, como resultado del presente trabajo, en forma de una guía práctica para la elaboración de una composición de éste tipo. Como comenté anteriormente, propongo una suerte de manual, de *checklist*, dejando al gusto personal del compositor el uso o desuso de clichés, para la realización de principio a fin de un proyecto de composición sonora -insisto, soportada y respaldada por la presente disertación-. Al final de cada capítulo toma lugar una necesaria pausa para enunciar las principales conclusiones de cada sección, procurando realizar un ejercicio sintético con el lenguaje más sencillo y explícito posible. De manera global, después de las conclusiones del capítulo III, es incluido un apartado específico de conclusiones generales con los resultados de este proceso de generación de conocimiento, y posibles caminos posteriores a seguir.

Justificación.

Hasta el momento en que suscribo estas líneas, no ha sido posible encontrar una disertación o texto similar formal y metodológico, que plantee una solución al vacío de contar con una guía debidamente fundamentada en una investigación, sintética y concreta, clara y

precisa, para la correcta elaboración de una propuesta creativa sonora que involucre la electroacústica, la especialización y la interacción en tiempo real, usando herramientas *open source* mediante la aplicación de sencillas técnicas del desarrollo de *software* y sistemas. La guía, o el manual es necesario/a, pues muchos procesos terminan por ser extremadamente largos, por no contar con este tipo de material, o bien, las creaciones suelen no ser óptimas y por lo tanto, menos logradas -sin que ello pretenda erigirme como autoridad en el tema-. Por supuesto, aquí no se inventará el hilo negro, pues se partirá de las bases sentadas por grandes maestros de esta área del arte, por mencionar a algunos, que por su trayectoria son considerados verdaderas autoridades en la materia, los Doctores Javier Álvarez, Rodrigo Sigal, Ignacio Bacalobera y Roberto Morales, mi asesor.

Viabilidad.

Por situaciones de la vida, mi formación ha sido bastante híbrida. Siempre he tenido corazón de músico, desde niño, en particular de pianista -no así el nivel ni la destreza necesarias, ya ni hablemos del desarrollo-, pero formalmente, antes que música, estudié la carrera de informática. Ahí desarrollé los hábitos autodidactas que adquirí en mi bachillerato -estudié en el CCH de la UNAM-, y me hice de nuevas herramientas para conformar una metodología personal para resolver situaciones, en ese caso, por medio de los sistemas, que a la postre impactaron directa y profundamente mi manera de razonar y procesar mi alrededor. Poco después, tuve la oportunidad de estudiar el nivel técnico en piano -¡por fin! aunque desde pequeño estudié por mi cuenta-, y posteriormente continué mis estudios musicales en composición, para casi al final de la carrera formarme como productor de radio universitaria¹. Si, son áreas un tanto diferentes en apariencia, sin embargo, tienen intersecciones sumamente fructíferas. Más que contar con varios oficios, como acertada y amablemente me comentó cierto Doctor, aunque aún falta mucho por aprender, cuento con varias herramientas con potencial para poder articular lo que quiero decir, a través del sonido -o al menos eso espero-. Mi asesor² en la licenciatura, siempre me invitó a “conectar esos cables sueltos” con los que contaba, por lo tanto, encuentro la oportunidad natural de realizar esto mismo sistemática y

1 Bajo la tutela de Maestra Dulce Huét principalmente, a quien siempre le estaré profundamente agradecido.

2 Aunque participé de las cátedras de los Maestros compositores Lucía Álvarez y Leonardo Coral, mi maestro principal en la licenciatura fue el también muy talentoso compositor Salvador Rodríguez.

académicamente durante el desarrollo de mis averiguaciones en música electroacústica. El posgrado es el espacio donde puedo catalizar mi investigación combinando los elementos anteriores: el empleo de la electroacústica, principalmente mediante la programación del sonido, la intervención a fragmentos sonoros seleccionados -en directo o grabados-, y su distribución en el espacio en tiempo real, en definitiva, involucran la informática y la composición. Ahora bien, ¿dónde queda la producción radiofónica en esta ecuación? pues en que ahora cada una de mis propuestas, si bien no dependerán de ello, si deberán contar con un ligero tamiz que involucre la reflexión de que el medio ideal para la difusión de una obra de arte sónica es en definitiva la radio -así fui gentilmente instruido-, y que al menos una vez, será transmitida por ella, como indicara Pierre Schaeffer en algún momento de su vida. Estas razones, son las que me invitan tenazmente a realizar este ejercicio de generación de conocimiento, que se decantará en un tipo de manual o guía de composición electroacústica espacial e interactiva en tiempo real que incluiré en la parte final de mi investigación. Mi aportación propone un orden, una herramienta que acompañe, una suerte de serie de pasos a seguir, cada uno con sus propios requisitos a cumplir para auxiliar a llegar hasta el final de cada propuesta creativa con estas características, esperando así reducir la curva de aprendizaje, acompañándola y simplificándola. Este tipo de texto, estructurado en una producción académica expresa, es en efecto, factible de realizar.

Enunciación del problema.

Debo confesar que originalmente cuando solicité mi ingreso a este posgrado, tenía un verdadero embrollo, pues mi intención contaba con varias aristas, yendo de lo técnico en lo musical hasta lo estético en el arte. Aclaro, no dejo de lado mi interés sobre éste último, el problema estético acerca de qué elementos debe poseer una propuesta dada para que al menos objetivamente sea válida -no, esta cuestión la reservo para un futuro cercano-, pero haciendo una retrospectiva -es más, casi una introspección-, encontré una inquietud independiente de ese tema, me era una necesidad urgente el vincular mis dos principales formaciones, la informática y la música, de una manera sistematizada, a través de los estudios del posgrado. De esta manera, fue inevitable efectuar una delimitación muy meditada -quizá demasiado-, con lo que surgieron las siguientes preguntas:

¿Cuál es el **contexto** actual de la composición electroacústica que involucra sonido espacializado y envolvente, empleando tecnologías *open source*?

¿Cuáles son los **recursos** técnicos y tecnológicos, estéticos, sonoros, musicales y espaciales, así como también el aspecto humano, que son necesarios para desarrollar una composición electroacústica con sonido espacializado y envolvente con interacción en tiempo real, haciendo uso de la computadora y el software libre, en la actualidad?

Y como resultado, ¿cuál es mi **propuesta**, mi aporte, para la realización de una composición electroacústica con sonido espacializado envolvente e interactivo en tiempo real, abrevando de mi formación aparentemente disímil?

Así, en los siguientes capítulos, será necesario indagar lo que se ha hecho ya, qué se ha propuesto y qué se ha conseguido, para después buscar cómo se ha hecho y cómo se ha logrado -y quizá cuánto se ha alcanzado también-, de manera profusa pero delimitada³, para poder sustentar entonces mi propuesta personal: la investigación al servicio de la creación -la generación de una guía creativa.

Estado del conocimiento (*State of the Art*) sobre el tema.

Hay que ser sinceros en este tema: la composición electroacústica en la actualidad ya no es una novedad, y no me refiero al uso “aborrecido” y “tan” condenado de clichés -postura que definitivamente no comparto-. Ya no sorprende como fenómeno sonoro -la música electroacústica-, en el sentido de que lleva ya varias décadas realizándose, ya no es novedosa. Es más, es bastante más antigua de lo que puede suponerse. A mitad del siglo XX fueron conocidos los primeros estudios y experimentos formales llevados a cabo por Pierre Schaeffer y Pierre Henry, pero el empleo o experimentación con la electricidad en la generación de

3 La intención de delimitar el texto es precisamente evitar divagar, pues el universo del tema es grande, y no quisiera desviar mi atención de lo principal: aplicar sencillas técnicas del diseño, análisis y desarrollo de sistemas, de la informática pues, en la generación de propuestas creativas.

ondas sonoras, data del siglo XIX. En 1857 se elaboró el primer fonógrafo por Édouard-Léon Scott, según apunta Manuel Rocha Iturbide en su texto *Cronología Comparada de la Historia de la Música Electroacústica en México* (eso es a mitad del siglo antepasado, ¡vaya sorpresa!). Es más, en julio de 2019, se dio la noticia de que fue hecha pública la reproducción de la posiblemente primera grabación de la voz humana efectuada en 1860⁴, aunque desafortunadamente, no se sabe a ciencia cierta si se trata del mismo Léon Scott quien habla.

Hace poco (septiembre de 2022), tuvo lugar en Morelia, Michoacán, nuevamente la edición número 18 del Festival Internacional de Música y Nuevas Tecnologías Visiones Sonoras (retomando las actividades presenciales, a raíz de la pandemia por Covid 19). Como cada año, en cada concierto, en especial en las obras que requirieron manipulación de la consola mezcladora en directo, se parte de un patrón previamente definido para la espacialización de los eventos sonoros. Pero es eso, una ruta preestablecida -salvo algunas excepciones-. En lo personal, si estoy interesado en la espacialización, pero en un punto intermedio entre preestablecida e improvisada. En *Compositional Strategies in Music for solo instruments and electroacoustic sound*, Javier Álvarez (1993) abordó el tema de las estrategias compositivas, y a su vez, Rodrigo Sigal (2001) publicó dentro de su libro basado asimismo en su tesis doctoral, sus propias estrategias de composición electroacústica. Mi modesta propuesta de investigación pretende fundamentar la elaboración de una guía práctica, didáctica y pedagógica, que allane el camino, ordene y facilite la consecución de los objetivos sonoros y creativos deseados, para el desarrollo de una composición electroacústica, interactiva y espacializada en tiempo real, pero observándola como un todo, en una mirada macro, es decir, teniendo en cuenta la silueta del bosque, no la copa de los árboles, como en una ocasión me indicó Murray Perahia (2012) en una entrevista durante el Festival Internacional Cervantino.

4 Escucha la primera grabación de voz humana, *Hear the First Recording of the Human Voice* (1890), en *Open Culture*, <http://www.openculture.com/2019/07/hear-the-first-recording-of-the-human-voice-1860.html>

Objetivos

Objetivo general.

Generar una guía creativa a partir de la investigación de los elementos requeridos para la composición electroacústica espacializada e interactiva en tiempo real mediante herramientas de *software* libre y la informática en general.

Objetivos específicos.

- Establecer el contexto de composición electroacústica.
- Analizar la estética musical de la composición electroacústica.
- Definir el concepto de espacialización sonora con énfasis en el fenómeno de sonido envolvente.
- Conocer el fenómeno de interacción del sonido en tiempo real.
- Distinguir las características necesarias de las herramientas de software libre para este tipo de propuesta.
- Formular un plan general de composición electroacústica espacializada e interactiva en tiempo real.
- Aplicar las herramientas informáticas del diseño y análisis de sistemas a la creación artística.
- Generar una guía para la consecución de este tipo de proyectos creativos.

Es importante aclarar que estos objetivos no se persiguen de una manera secuencial, incluso varios de ellos estarán presentes simultáneamente en diversas etapas del trabajo.

Parte 1.

I Contexto



Figura 1. Sin título [Músico con batidora y triángulo], Quino (Ni arte ni parte, 1981).

I.1 Composición electroacústica

1.1.1 Orígenes.

Si bien las invenciones del fonógrafo (por parte de Thomas Alba Edison, 1870), y de la versión mejorada conocida como gramófono (patentada por Emile Berliner en 1887), representan un hito en el registro y la manipulación sonora, hubo un hecho histórico anterior, que representaría la primera ocasión en la historia de el uso de la electricidad en el registro del sonido, sobre un medio visible *ca.* 1860⁵, grabación que de hecho, reportaron su

⁵ Así se escuchaba la primera grabación de sonido del mundo realizada en 1877, en 20 minutos España, 11 de diciembre de 2019.

<https://www.20minutos.es/noticia/4084073/0/asi-se-escuchaba-primera-grabacion-sonido/?autoref=true>

Recuperado el 23 de febrero de 2021.

descubrimiento en el año 2008⁶. Esos fueron los primeros *pininos* -los primeros pasos-, de la humanidad al abrir entre otras posibilidades, la aplicación de la energía eléctrica al sonido, y por tanto, la electroacústica. Es más, la colaboradora de la BBC, Dalia Ventura (2021)⁷, señala que el historiador de audio Patrick Feaster (con la colaboración de su colega David Giovannoni), concluye que Leon-Scott, perseguía una suerte de asistente de registro sonoro - sin capacidades para reproducir-, y no una grabadora sonora. Con el tiempo, naturalmente, la idea de Leon-Scott tendría una aplicación creativa, y esta actividad artística sonora no es diferente a la composición musical en general. En especial, si cada elemento se interpreta como un instrumento más, con sus características particulares, cada capa funciona dentro del conjunto final -o debería de hacerlo-. Mismo caso sucede en la electroacústica elaborada con la computadora, que será el centro del presente desarrollo, pues ésta es sumamente polifacética: Aunque como será estudiado, algunos autores indican que precisa de un trabajo mental más dedicado. *Grosso modo*, electroacústica es prácticamente todo tipo de música acústica en la que ha intervenido alguna implementación eléctrica o electrónica sobre el sonido de manera considerable: “aquella que es generada mediante aparatos electrónicos o mediante una combinación de éstos con instrumentos acústicos” (Cadiz, 2003, p. 69, más adelante regresaremos a esta definición), y “manifiesta grandes diferencias con respecto a la música instrumental (Pope, 1994)”. Luego entonces, ejemplos de electroacústica pueden incluir a la música comercial, la música y diseño de sonido que acompaña a una película, el registro y el paisaje sonoro, algunas propuesta de *circuit bending* (o intervención de circuitos de procesamiento de sonido), instalación sonora, e incluyendo por supuesto a la música compuesta con la asistencia del ordenador. Es más, hay quienes prefieren la denominación de arte sonoro y rechazan la definición tradicional de compositores, entendiendo a la música como un subconjunto del arte auditivo (Morthenson, 1985, p. 69)⁸. No obstante, el proceso que atraviesa la música en su creación es de lo más cerebral que podamos imaginar (tema propio

6 VICIOSA, Mario. La primera grabación de la historia cumple años con sorpresa, en El Independientemente, publicado el 20 de abril de 2018, y revisado el 21 de enero de 2019.

<https://www.elindependiente.com/futuro/2018/04/20/la-primera-voz-grabada-de-la-historia-cumple-anos-con-sorpresa/>
Recuperado el 23 de febrero de 2021.

7 VENTURA, Dalia. El misterio de las grabaciones de voz humana hechas 3 décadas antes que las de Thomas Edison, en BBC News Mundo, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56255462> . Recuperado el 14 de marzo de 2021.

8 CÁDIZ, Rodrigo F. Propuestas metodológicas para el análisis de música electroacústica, en Resonancias: revista de investigación musical (sección Estudios). ISSN 0719 5702 (en línea); ISSN 0717 3474 (impresa). Chile.

de la Neurociencia, Lu, Yang et. al., 2015⁹, Patel, 2018¹⁰), aún cuando se trate de una obra que, en términos románticos, aparente ser muy lírica e inspirada, siempre es resultado de una conceptualización o idealismo, todo ello, mucho antes de llegar a ser interpretada. En oposición, dentro de todas esas músicas de nuestra realidad, con tantas similitudes como diferencias (Fitch, Popescu, 2019¹¹), hay un tipo en especial, que considera su origen en los sonidos existentes, en aquellas entidades sonoras de las que es posible obtener fragmentos con los cuales realizar un armado de una propuesta sónica (y siendo hasta este momento en que hace presencia una reflexión sobre la obra). Pierre Schaeffer comentó al respecto, según lo indica Caroline Grivellaro (2013, p. 47) en la siguiente cita:

El calificativo de abstracto es aplicado a la música habitual por el hecho de que ésta es primero concebida por la mente, luego teóricamente escrita, y finalmente realizada en una ejecución instrumental. La música 'concreta' es constituida a partir de elementos preexistentes, solicitados a cualquier clase de material sonoro, ruido o sonido musical, luego compuesta experimentalmente en un montaje directo, resultado de aproximaciones sucesivas, llegando a realizar la voluntad de composición contenida en esbozos, sin recurrir, algo ya imposible, a una notación musical ordinaria.¹²

A partir de lo anterior, también es posible inferir que la música concreta, por su naturaleza, escapa a todo tipo de escritura, en lo que respecta a la que nos enseñan en nuestros conservatorios, de tradición, a diferencia de aquella proveniente en primera instancia de una reflexión (pero no una cualquiera, ésta debe ser también dentro del contexto cultural occidental). Aunque esto no quiere decir que no tenga una representación plausible en el contexto escolar, similar a una representación onomatopéyica secuencial. Tōru Takemitsu (1995, p. 15), compositor japonés de profunda influencia en la historia moderna de la música, señaló al respecto del legado de Schaeffer, que mediante su reflexión acerca del material

9 El Estado Funcional del Cerebro de la Creación Musical, *The Brain Functional State of Music Creation*, 2015, en nature.com, <https://www.nature.com/articles/srep12277>.

10 Neuromaestro: Composición Musical en el Cerebro, *Music Composition in the Brain*, 2018, <https://scholarblogs.emory.edu/summerinparis/2018/06/01/neuromaestro-music-composition-in-the-brain/>

11 Fitch, W. Tecumseh, Popescu, Tudor. Universal Features of music around the world, en Science Daily, 2019. <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/11/191122113300.htm>

12 Grivellaro, Caroline. En busca de Pierre Schaeffer. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras. Ciudad de México, 2013. p. 47.

sonoro, de alguna manera cancelaba una época típica del fenómeno sónico musical del Arte, redimensionando la etiqueta de aquello que no era considerado música:

*La música convencional expresó imágenes concretas por medio de sonidos musicales abstractos. ... la música concreta trató de expresar una imagen abstracta por medio de sonidos concretos cotidianos. Los sonidos musicales siempre han sido musicales por definiciones tradicionales. La idea de Schaeffer del objeto sonoro representó la fase final del desarrollo de esa tradición. Por lo tanto, no necesita explicación... Lo que Schaeffer hizo fue elevar el ruido al mismo nivel que los sonidos musicales, todo de acuerdo a la estética clásica.*¹³

Schaeffer entonces inaugura, o bien, retorna el foco en el estudio al ruido como materia prima sónica. ¿Cómo representar esta clase de abstracción en una dimensión válida de lo habitual? Quizá lo logró ampliando el universo musical (re)tomando conciencia de los ruidos como sonidos, pero respetando las reglas de la costumbre del arte occidental, de manera escueta, metiendo todo en el mismo jarrón. Esta última idea es susceptible de extenderse a la música electroacústica en general. Por supuesto, aunque profundizar en ello no es la intención del presente, es indispensable decir que el ingeniero francés no fue el único innovador, hubo otros talentos en esa época, Pierre Henry de la misma manera hizo su aportación a fijar su atención en el ruido, como también la hicieron posteriormente en Alemania Herbert Eimert y Werner Meyer (y más tarde Karlheinz Stockhausen)¹⁴, por medio de la generación sintética del sonido, como se comentará un poco más adelante. Todo ello, definitivamente establece el inicio de la música electroacústica, el comienzo formal del empleo de la energía eléctrica en el proceso de creación sónica. Asimismo, al llegar al momento de la “composición”, a diferencia de ese procesamiento mental que involucra cumplir reglas acuñadas a lo largo de siglos de

13 Takemitsu, Tōru, y Ozawa, Seiji. *Confronting silence: Selected writings*. 1995. EPUB Traducción no literal:

Conventional music expressed concrete images by means of abstract musical sounds... Musique concrète tried to express an abstract image by means of everyday sounds. Musical sounds have always been musical by traditional definitions. Schaeffer's idea of object sonore represented the final phase in the development of that tradition. As such, it needs no explanation... What Schaeffer did was elevate noise to the same level as musical sounds, all according to classical aesthetics.

14 ROCHA Iturbide, Manuel. Cronología comparada de la Historia de la Música Electroacústica en México. <https://www.artesonoro.net/articulos/Cronologia.pdf>
Recuperado el 28 de marzo de 2021.

tradición, es el sonido mismo quien dicta la pauta de cómo debe, consecuentemente, acomodarse e interpretarse el material -mas de ninguna manera metafísica o esotérica-. En lo personal, opino que es una manera más intuitiva de conducir la creación.

I.1.1.1 La música.

La música resulta ser un producto cultural, un resultado de la actividad humana. Al principio de una manera espontánea, y más tarde ritual (Trehub, Becker, Morley, 2015)¹⁵. Ese instinto natural de una actividad reflexionada, para dejar huella, de manifestar la existencia y la permanencia, es decir, nuestro paso por el mundo en el correr del tiempo. Como actividad razonada, de acuerdo a Descartes, pienso, luego existo (o mejor, por lo tanto somos). Pero la música puede ser aún más que un simple testigo: puede ser un Arte. Y por lo tanto, necesita apegarse a ciertas reglas relacionadas a cómo funciona nuestra percepción. Es en este sentido que la música puede ser definida, según David Chacobo a partir de Dahlhaus (1996, p. 2):

... de forma análoga a una obra plástica, un objeto estético, objeto de contemplación estética. Sin embargo, su objetualidad se muestra más de forma indirecta que inmediata, no en el momento en que la música suena, sino sólo cuando el oyente, al final de una composición o de una parte de la composición, se vuelve a lo pasado y se lo representa como un todo cerrado.¹⁶

La música entonces, es, cuando ha sucedido, cuando volteas atrás y la aprecias, en el recuerdo, siempre trasciende a su partitura, de haberla. Cuando la estudiamos, como al Arte en general, pierde parte de su misterio y poder (Minsky, 1981¹⁷), pero en esos casos, es la significación de esa impresión sonora. A su vez, esta apreciación es individual, personal, única, en general a través de los odios -incluso por el tacto-, como lo indica Javier Álvarez (1993, p. 1), a continuación:

15 Trehub, Sandra E., Becker, Judith, Morley, Iain. Perspectivas Cross-Culturales en música y musicalidad, *Cross cultural perspectives on music and musicality*, en *Philosophical Transactions B*, 2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4321137/>

16 Chacobo, David. Recensión de Estética de la música de Dahlhaus, edic. Reichenberger, p. 2, párrafo 4, 1996.

17 Minsky, Marvin. Música, Mente y Significado, *Music, Mind and Meaning*, en *Computer Music Journal*, otoño de 1981, Vol. 5, No. 3, <https://web.media.mit.edu/~minsky/papers/MusicMindMeaning.html>

Y aun, las imágenes sónicas solo aparecen cuando el sonido es escuchado; existen porque son escuchadas. La música no tiene existencia sino es a través de nuestros oídos. Siempre es escuchada en contextos sucesivos; primero por el compositor en la reclusión de su espacio de trabajo, segundo por los interpretes quienes la ensayan y la interpretan, y finalmente, por la audiencia que escucha la obra. De ahí en adelante, estos escuchas cada uno a su manera, crean su propia música desde una proposición sónica inicial¹⁸



Figura 2. Javier Álvarez.¹⁹

Será entonces que la música puede concebirse como un objeto que solo existe en el tiempo, que como producto artístico, “busca” su propia definición y personalidad. Es esa abstracción, esa manifestación sonora única e irrepetible (aclaro, cuando no se trata de un registro sonoro, un testimonio o testigo de un evento determinado en un momento específico como me lo señalara Rodrigo Sigal en algún momento durante el festival Visiones Sonoras²⁰,

¹⁸ Álvarez, *Compositional Strategies in Music for solo instruments and electroacoustic sounds*, City University, London, England, 1993. Página 1, párrafo 1. Traducción no literal:

And yet, sonic images only appear when sound is heard; they exist because they are heard. Music has no existence other than through our ears. It is always heard in successive contexts; first by the composer in the seclusion of his workplace, secondly by the performers who rehearse and perform it, and finally, by the audience listening to the work. From there on, these listeners - each in his own way - create their own music from an initial sonic proposition.

¹⁹ Javier Álvarez es un compositor con una amplia gama de obras en su haber, tanto para solista como para ensamble de diversa configuración, incluyendo orquesta, como propuestas para instrumentos acústicos, mixtas y solo para electroacústica. Esta trayectoria, de varias décadas, le proporciona un panorama de considerable importancia en la Música Electroacústica mexicana.

²⁰ El Festival Internacional de Música y Nuevas Tecnologías, Visiones Sonoras, se realiza en México desde 2005 y es uno de los foros más importantes de América en su tipo.

lo cual llevaría a otra discusión). Álvarez no es ni el primero ni el único²¹, pero lo apunta en una manera muy clara, la vivencia musical depende, en un principio, de un fenómeno no subjetivo antes de pasar por diversos momentos, pero una de esas primeras etapas, se basa en la reminiscencia, de donde se reconstruye, se completa y se contempla. Naturalmente, ahí también tendrá lugar la experiencia electroacústica.

I.1.2 Música electroacústica.

Aunque de manera casi automática, al hablar de música electroacústica la imagen mental que formamos es de un artista usando la computadora y/o un set de sintetizadores, esto sería restringirnos a una sola manifestación de la misma. Históricamente, este tipo de música provino de una decantación paulatina, del encuentro entre muchas músicas, principalmente la música electrónica y, a la postre, la música concreta, en una manera muy, pero muy frugal de decirlo. El diccionario Harvard de música editado por Don Michael Randel (1999. p. 160), lo sugiere de la siguiente manera:

En Europa, la música electrónica surgió de la investigación posterior a Weber, entre 1950 y 1954 y, al menos en sus comienzos, estuvo estrechamente ligada a la música serial... El estudio de musique concrète de la Radio Francesa, en París, fundado en 1948, aunque no involucrado en los intereses de los primeros compositores electrónicos, contribuyó mucho a la creación de estudios de música electrónica.²²

Por su parte, *The Norton/Grove concise encyclopedia of music* (1994, p. 234), indica que es la “música producida o modificada por medios electrónicos de manera que tal equipo electrónico la requiere para que sea escuchada”²³. Independientemente de lo diverso de sus caminos, o búsquedas, ambas “escuelas” terminaron por encontrarse, para así enriquecer con sus recursos lo que se consolidó como la música electroacústica. Dos enfoques diferentes pero a la postre afines. La electrónica, con sus procesamientos para generar sonidos, y la concreta,

21 Para muestra un botón: Larry Sherman con el apoyo de la fundación Miller realizó una serie de estudios en los que demuestra la actividad cerebral al interactuar con la música. <http://cup.columbia.edu/book/every-brain-needs-music/9780231557795>

22 Randel, Don Michael. Diccionario Harvard de música. Londres, Inglaterra, 1984. México, D. F., 1999. 559 pp.

23 Sadie, Stanley; Latham, Alison. *The Norton/Grove concise encyclopedia of music, revised and enlarged*, W. W. Norton & Company. New York, 1994. 909 pp.

con su visión de los diversos registros sonoros y su intervención. Por supuesto, la electroacústica ha abrevado de otras áreas más, por mencionar una sola, la informática, pero esa disertación es para apenas unas páginas después. En su texto *Propuestas Metodológicas para el Análisis de música electroacústica* de la revista *Resonancias* de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Rodrigo F. Cádiz (2003, p. 69) aporta en una pequeña frase muy sintética una definición pertinente: “la música electroacústica, entendida como aquella que es generada mediante aparatos electrónicos o mediante una combinación de éstos con instrumentos acústicos, constituye un género bastante particular en la historia de la música”. Me gusta también la manera en que lo menciona la Dra. Iracema de Andrade (2012) en los cursos a los que tuve oportunidad de asistir, donde ejemplificaba que una gran cantidad de música, fuera de la academia y dentro del ámbito comercial, es electroacústica, aún cuando a muchos, o les pasa desapercibido, o discuten si realmente aplica dicha definición. Ya ni decir como se ponen los puristas. Como lo mencionó Landy (2006), la electroacústica va más allá del mero empleo de un registro permanente o una potente bocina:

Las definiciones de este término varían enormemente. Algunos creen que se refiere solamente a la música en un soporte fijo; muchos creen que solo se refiere a la música de arte. Yo veo el término como uno que “se refiere a cualquier música con electricidad que ha tenido algún involucramiento en la grabación de sonido y/o en la producción mas allá de un simple micrófono o amplificación.”²⁴

La música electroacústica está, por tanto, presente en todo ámbito, y no se limita a una clasificación académica. Es más amplia de lo que se advierte en una primer instancia, hay música de este género, de lo más simple, hasta lo más complejo (aquí vale la pena decir que ni una ni otra equivalen a mala o buena música). En un principio, solo empleando recursos eléctricos, luego electrónicos, a las propuestas basadas en instrumentos acústicos, aunque eso

24 Landy, Leigh. *Electroacoustic music studies and accepted terminology*, Beijing, 2006, en *EARS ElectroAcoustic Resource Site*, <http://ears.pierrecooprie.fr> . Traducción no literal:

Definitions of this term vary greatly. Some believe that it refers solely to music on a fixed medium; many believe that it only refers to art music. I see the term as one that “refers to any music in which electricity has had some involvement in sound registration and/or production other than that of a simple microphone or amplification” (EARS site).

no representa todas sus bases. En la actualidad empleamos además, un recurso un tanto más avanzado pero igualmente cimentado en la electrónica, la computación (BBC, 1951²⁵), para este tipo de arte y cuya aplicación es en gran medida materia de la presente investigación. Así, esta música electrónica, desde muy temprano se encontró con otra en cierta manera opuesta, como se ha estado comentando, una música diferente, que rescataba incluso ideas de Luigi Russolo (inicio de siglo XX) -y mucho más tarde recordadas por Cage y otros, como se anotará más adelante-, alejada de la síntesis, directa, en ocasiones extremadamente cruda, y que conocemos como música concreta.

I.1.2.1 Música concreta.

La música concreta es la otra raíz elemental de la electroacústica actual. Concreta, por cuanto no precisa de una abstracción profunda para concebirla -mas no ajena a ella-, y si representa un reflejo o cita sonora del mundo como lo apreciamos vía nuestros sentidos, lo que planteó una forma diferente de pensar el discurso sonoro. La organización de nuevas propuestas, a partir de fragmentos existentes, como ensamblando piezas para armar de un rompecabezas, pero aún sin conocer la imagen que resultará, presenta un paradigma creativo muy diferente al usual, al menos en apariencia. Aquí no partimos de una reflexión, del imaginario, sino de aquello con lo que ya contamos, sonidos reales, y, peculiarmente, este proceder no necesariamente debe seguir la tradición conservadora que nos inculcaron en el estudio del instrumento -en mi caso el piano- y el resto del entrenamiento musical. En palabras de Schaeffer, según apunta Grivellaro (2013, p. 47):

La decisión de componer con materiales tomados del fenómeno sonoro experimental, la denomino, por construcción, música concreta, para subrayar la dependencia en la que nos hallamos, ya no en relación de las abstracciones sonoras preconcebidas, sino de fragmentos sonoros existentes de manera concreta, y que son considerados como objetos sonoros definidos y enteros, aún y sobre todo cuando éstos escapen a las definiciones elementales del solfeo.²⁶

25 En 1951 se realizó la primera grabación de melodías producidas por una computadora, aunque el artículo de la BBC indica que los primeros sonidos sistematizados surgieron de la máquina de Turing en 1948, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37506881>

26 Grivellaro, Caroline. En busca de Pierre Schaeffer. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras. Ciudad de México, 2013. p. 47.

Concreta frente abstracta. La que nos ocupa, la música electroacústica para generalizar, claramente fue una concepción del siglo XX. No obstante que existieron algunos proyectos y experimentos -presumamos que estaban aislados unos de los otros, pues no hay plena certeza de lo contrario-, que involucraron el uso de electricidad para generación de sonido, no fue sino hasta terminado el segundo conflicto bélico de escala global que comenzó la catalización de estas tecnologías, que como todas debió de surgir en la milicia, devenidas en un medio de expresión artístico en Europa al final de la guerra. Según Espinosa (2014, p. 11), al principio, por un lado los franceses, por otro los alemanes, y de ahí paso a paso recorriendo el orbe hasta cruzar los océanos:

La música electroacústica surgió al final de la Segunda Guerra Mundial, entre los años 45 y 48 de siglo pasado, primero en Francia, luego en Alemania, expandiéndose después a Estados Unidos y Latinoamérica, con especial impacto en la Argentina de los años 60. Posteriormente (y hasta la actualidad) esta estética se desarrolla en casi todos los países del mundo, sobre todo en España, México, Italia, Japón e Inglaterra entre otros [...]. Sus fundadores y principales representantes a nivel internacional fueron Pierre Schaeffer y Pierre Henry en Francia y Herbert Eimert y Karlheinz Stockhausen en Alemania. En [un] inicio Schaeffer desarrollo en la Radio Televisión Francesa lo que llamó ``Música Concreta´´.²⁷

Pierre Schaeffer, compositor y teórico francés, quien es considerado como el padre de la música concreta (Patiño y Álvarez, 2016²⁸, p. 87), era un ingeniero de telecomunicaciones, que trabajó en la Organización de Radio y Televisión Francesa desde la década de los 40s. En la siguiente década conoció a Pierre Henry, con quien fundó el Grupo de Investigación de Música Concreta. Realizó diversas propuestas con grabaciones de toda índole, experimentando principalmente con todo tipo de manipulación mecánica sobre cintas magnéticas, y sentando las bases teóricas en su libro Tratado de los objetos musicales.

27 Espinosa, Susana. Filosofía y música electroacústica. Problemáticas estéticas, discursos y públicos. Tesis dirigida por Dr. Graciela Fernández, Universidad Nacional de Lanús, Departamento de Humanidades y Artes, Página 11, último párrafo. 2014,

28 Patiño Espino, Ramón, y Álvarez Azcárraga, Luis. Escucha ampliada: El arte sonoro como extensión de la percepción auditiva . Un acercamiento desde la teoría de medios, en Crisol y Trayectorias, Acercamientos a la Estética y el Arte. Benemérita Univesidad Autónoma de Puebla, Facultad de Filosofía y Letras. Puebla, México, 2016. Página 87.



Figura 3. Pierre Schaeffer, *circa* de 1958, foto histórica de Serge Lido.

Esta propuesta tenía su pilar en registrar los sonidos circundantes al creador, fueran trenes como en *Études aux chemins de fer* (Estudios de las vías de tren), o fueran tornamesas como en *Symphonie pour un homme seul* (Sinfonía para un hombre solo), por mencionar solo un par de ejemplos. Anecdóticamente, como puede apreciarse en la fotografía histórica de Serge Lido (*cr.* 1958), el equipo con el que se contaba para elaborar sus materiales, era muy primitivo en comparación al actual, y sin embargo, era lo último en tecnología, misma que fue heredada de aquellos dispositivos militares empleados en la segunda guerra mundial, pero utilizados para otro fin. La música concreta en su esencia perseguía registrar la sonoridad de la vida, para luego permitir la generación de un estudio de percepción de la misma (incluso, resulto ser mas contemplativa desde su origen):

*En estética lo más importante no era manipular (o transformar excesivamente los sonidos originales), sino registrar todo lo que sonaba en la vida cotidiana, en el mundo del trabajo y en la naturaleza, para realizar posteriormente un análisis profundo de sus características tímbricas, temporales y físicas. En sus principios, la Música Concreta, más que una estética musical, fue un estudio experimental del mundo que sonaba fuera de la sala de conciertos.*²⁹

²⁹ Espinosa, Susana. Filosofía y música electroacústica. Problemáticas estéticas, discursos y públicos. Tesis dirigida por Dr. Graciela Fernández, Universidad Nacional de Lanús, Departamento de Humanidades y Artes,

I.1.2.2 Música electrónica.

Reflejando ligeramente la oposición que vivieron las naciones en la guerra, el otro lugar donde también surgió una forma diferente de emplear el sonido -más que usar, generar-, fue en Alemania, teniendo entre sus pioneros a los compositores Herbert Eimert y a Karlheinz Stockhausen -por ser arbitrarios y solo mencionar a un par-. A diferencia de los franceses, aquí el origen era artificial. Es decir, la música concreta tenía su materia prima en la naturaleza, mientras que los alemanes generaban, o propiamente dicho, sintetizaban sus sonidos (Patiño y Álvarez, 2016), a partir de ciertas manipulaciones (primero eléctricas y luego electrónicas), como nos indica a continuación Elsa Justel (2013):

Esta antinomia Concreta/Electrónica implicaba la oposición entre fuentes naturales y fuentes sintéticas, que regiría la orientación estética de ambas escuelas. No es por azar que en esta dicotomía se encontraron confrontados dos protagonistas –antagonistas– pertenecientes a dos países igualmente divergentes en la conflagración mundial. [...] Así en Francia, cuna de la Música Concreta, los gérmenes de la creación sonora provienen de la naturaleza. Al mismo tiempo, la naturaleza puede ser alterada por las máquinas que surgen en el mundo del arte como los nuevos ídolos [...]. En contrapartida, la tendencia alemana de la Música Electrónica exalta al hombre a la jerarquía de Dios, capaz de crear sonidos a su antojo.³⁰



Figura 4. Elsa Justel (izq.).

Página 11, último párrafo. 2014, página 12, último párrafo.

30 Justel, Elsa. Hacer audibles... devenires, planos y afecciones sonoras entre Deleuze y la música contemporánea. Apartado “El niño en la hierba. Trayectos y devenires en la música electroacústica”. Universidad del Mar del Plata, Argentina, 2013.

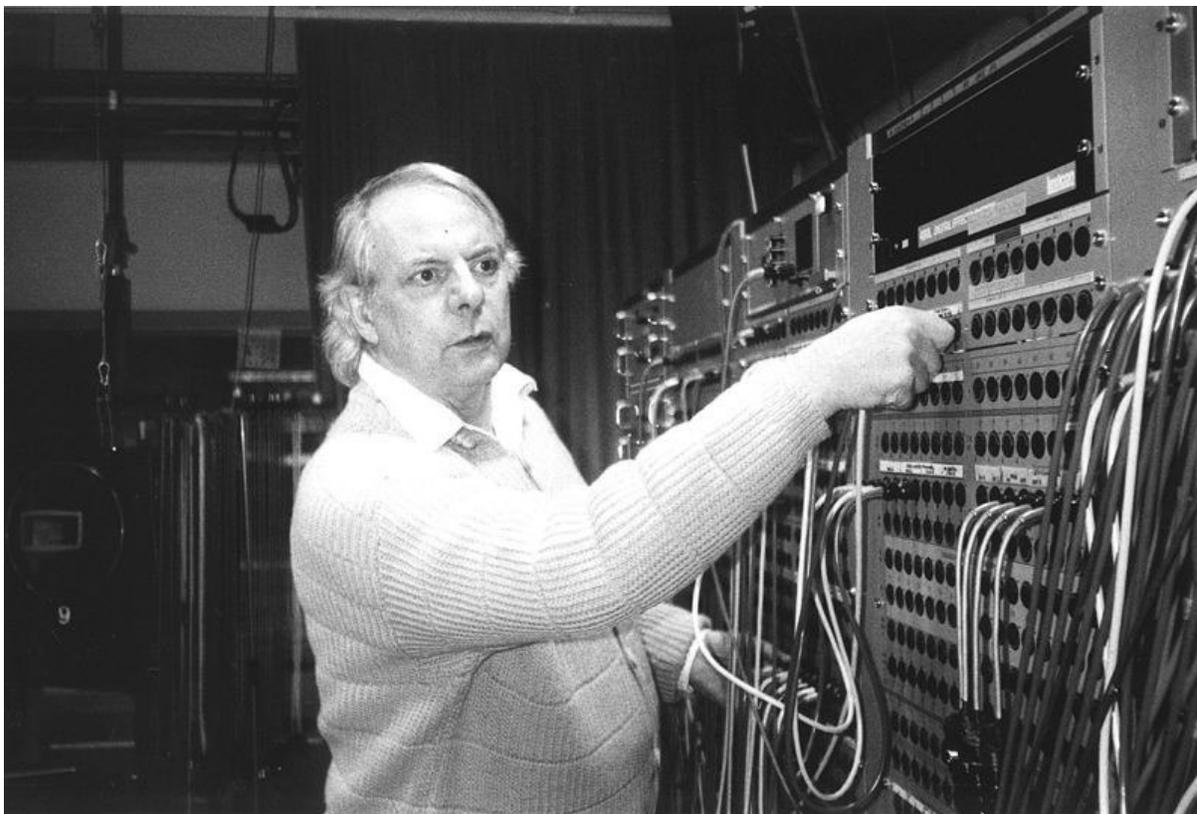


Figura 5. Karlheinz Stockhausen (derecha).

En la imagen anterior derecha, observamos a Stockhausen manipulando las conexiones mediante cables, seguramente por requerimientos para su obra *FRIDAY from LIGHT*, en octubre de 1994 en el *Studio for Electronic Music* de la *WDR* en Colonia, Alemania. La foto en sí es ilustrativa: esta manera, de conectar entradas y salidas por medio de cables diversos, sometiendo la señal sonora a diferentes circuitos y procesos para modificar o destacar ciertas frecuencias, perdura hasta nuestros días, incluso en el entorno virtual que representa el *software*. A diferencia de la propuesta de los maestros franceses, donde al principio, a lo sumo se intervenía la grabación, como cuando un tallador trabaja la madera, en la música electrónica, como la que elaboraba el maestro alemán, las señales de audio eran procesadas con el fin de obtener, filtrar o favorecer diversas cualidades sónicas, moldeándolas como cuando se trabaja el barro. Por consiguiente, contábamos con dos paradigmas, aparentemente diferentes³¹.

31 Entonces, en una nota personal, la música concreta sería como producto del tallador de madera, y la música electrónica sería como la alfarería, por la manera de generar el material sonoro para las obras electroacústicas.

A continuación, se transcribe una tabla atribuible a las reflexiones de Schaeffer (Grivellaro, p. 47) que contrapone fases o etapas relacionadas a diferentes momentos de la música abstracta y la música concreta, lo que permite destacar la distinta naturaleza de su génesis:

Oposición/relación de la música abstracta y de la música concreta

Música habitual (llamada abstracta)	Música nueva (llamada concreta)
Fase I Concepción (mental)	Fase III Composición (material)
Fase II Expresión (cifrada)	Fase II Esbozos (experimentación)
Fase III Ejecución (instrumental) (De lo abstracto a lo concreto)	Fase I Materiales (fabricación) (De lo concreto a lo abstracto)

Pero como suele suceder –y ya he mencionado–, ambas “escuelas” tendieron a encontrarse, así lo señala Espinosa en su tesis doctoral, dichas corrientes terminaron por decantarse en una sola: “Con el tiempo la música concreta y la electrónica se fusionaron y dieron paso a lo que se llamó ‘‘Música Electroacústica’’, es decir, obras grabadas con objetos sonoros provenientes tanto del ámbito acústico (concreto) como de instrumentos electrónicos (en principio analógicos y actualmente digitales)”. A partir de ello, es que se cuenta con una propuesta de riqueza enorme para ser objeto de análisis y críticas desde diferentes ópticas y formaciones. Según citan Molina y Cerdá (2012, p. 11), con el paso de las guerras, de hecho, antes de ellas, Luigi Russolo tuvo la sensibilidad de advertir nuevas posibilidades en los peyorativamente llamados ruidos:

L'Arte dei rumori (“El arte de los ruidos”, Milán, 11 de marzo de 1913) de Luigi Russolo, ... pretendía recuperar “la vida misma” a través de “conquistar la variedad infinita de los sonidos-ruidos” (Russolo, 1998, p. 9) e invitaba a escuchar el tono diferenciador que tiene cada calle de la ciudad o la “magnífica orquesta que hacen las hojas, ya sean movidas por una ligera brisa o agitadas por un fuerte viento”³²



Figura 6. Luigi Russolo y la portada del Arte de los ruidos

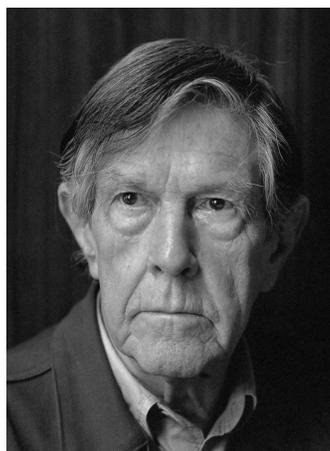
32 Molina Alarcón, y Cerdà i Ferré, Josep. Entre el arte sonoro y el arte de la escucha. Catedràtic d’Universitat. Departament d’Escultura. Universitat Politècnica de València. mmolina@esc.upv.es, Catedràtic d’Universitat. Director Màster en Art Sonor de la Universitat de Barcelona. cerda@ub.edu.es

El arte de los ruidos, ¡vaya! En nuestro texto anterior, se aprecia acaso la sutileza del viento cuando se percibe, o de aquello que arrojó a un árbol por efecto de éste, pero ¿qué diría Russolo si escuchara lo que nosotros a diario escuchamos, a veces sin remedio, esa masa sónica, con todo tipo de eventos a nuestro alrededor, sin la cual no podríamos abstraer nuestro día a día, nuestra realidad? Y eso, sin considerar lo que ahora podemos ser capaces de generar mediante la electrónica aplicada a la acústica.

Sin embargo, Luigi no fue el único que se detuvo a contemplar la riqueza del sonido. Bastante tiempo después, por mencionar a uno solo, John Cage también se manifestó por redescubrir la sonoridad circundante a nuestras personas, por más insignificante que pudiera parecer. Fue un personaje controvertido de muchas maneras, donde incluso uno de sus maestros no lo consideraba un compositor, citado aquí vía el crítico de música John Rockwell (1992), en la edición del 23 de agosto de 1992 del periódico estadounidense *The New York Times*, apenas unos días después de su fallecimiento:

La sabiduría convencional sobre la influencia de Cage -un saber en el que he participado en propagar- ha sido que sus ideas fueron más duraderas que su música. Ese conocimiento fue encarnado por la cita ampliamente difundida de su maestro Arnold Schoenberg subrayando que Cage fue "no un compositor sino un genio inventor". Ciertamente, el impacto de sus ideas fue penetrante, y la manera de su entrega notablemente convincente.³³

Figura 7. John Cage.



Y así fue. Las ideas de Cage, aunque algunas de ellas tuvieron símiles mucho tiempo antes de su época, si repercutieron en la manera de realizar la labor compositiva, y en mi campo de estudio, se advierten de diferentes maneras -algunas serán comentadas en

33 Rockwell, John, en *The New York Times*, New York, USA, 1992. Traducción no literal:

Conventional wisdom about Cage's influence -- a conventional wisdom that I had a share in propagating -- has been that his ideas were more lasting than his music. That wisdom was epitomized by his teacher Arnold Schoenberg's widely quoted remark that Cage was "not a composer but an inventor of genius." Certainly, the impact of his ideas was pervasive, and their manner of delivery remarkably compelling.

posteriores acápites- en la forma de concebir las propuestas electroacústicas. En especial, la idea de aleatoriedad, o bien, cambios controlados, tuvieron fundamento en su prospectiva, misma que ha sido un pilar para las obras sonoras compuestas mediante el uso de diversas técnicas y tecnologías de la computación³⁴.

Poco tiempo paso para que en relación al objeto sonoro, con un tránsito y enriquecimiento parcial de la música tradicional hacia la electroacústica, se lidiara con cuestiones de cómo lo sentimos y cómo lo conocemos, que pretendían valorar y categorizar la esencia del fenómeno, aunque con nuevas propuestas, es difícil discernir las mejores etiquetas para cada obra, siendo la música misma algo que escapa a las restricciones del idioma escrito

Uno de los problemas filosóficos centrales que aparecen en la música electroacústica, refiere a su valor estético. ¿Es ésta bella? ¿Es ésta fea? ¿Es audible? ¿Es pasible de ser agradable para el público común? ¿Es fácil de consumir o no? Y en caso de que no, ¿Qué explicación puede tener? Por tanto, otro de los problemas que se tiene en cuenta en este trabajo, es el de la construcción necesaria de un nuevo diálogo entre el creador y el receptor o, en caso contrario, si su fin es relacionarse solo con el auditor especializado, conocer sus razones.³⁵

Con ello, se denota que el artefacto de Pandora apenas se abre. Lo implica la cita anterior: esta música, ¿agrada, es apreciada? ¿y bajo qué criterios? Sin embargo, estas precisiones, de haberlas, serían muy amplias para ventilarlas en pocas líneas, por lo que será material para otra disertación. Sea concluido este apartado con agregar que con cada paso en el dominio de la técnica, ésta permeaba todo a su alrededor, incluida con ello el Arte. Así, es sabido que el clavecín fue sucedido por el forte piano, que a la vez cedió su lugar al piano forte, y consecuentemente llegamos al piano, casi como lo conocemos en la actualidad. En cada vuelta de tuerca, eran aplicados los recursos tecnológicos de ese momento histórico, naturalmente. Esta iteración constante también fue el camino que ha seguido la música (y el

34 Aunque la aleatoriedad o variabilidad no han sido exclusivas de Cage. Otros, como Stockhausen, Boulez y Xenakis también la consideraban, e incluso, un par de siglos antes, el propio Mozart señalaba un juego de dados para “armar” una obra de principio a fin. Aunque siendo un poco simplista, en una ocasión revisamos ese recurso creativo lúdico con mi maestro de composición en la ENM de la UNAM, Salvador Rodríguez Lara, y después de un par de argumentos, asumimos una manera en la cual la obra puede funcionar, y esto implica que se mueva dentro de cierto margen de azar. De esta manera, precisa tener al menos una regla o norma, por lo que, en el caso de Mozart, la organización jerárquica del material musical debe conservarse de principio a fin.

35 *Ibíd*em, página 17, penúltimo párrafo.

arte en general) para el desarrollo de los instrumentos, y todos los demás elementos de la música, de tal forma que:

En rigor de la verdad, la tecnología estuvo siempre adherida a la música, dado que dependiendo del avance de ella, los estilos, géneros y las estética fueron cambiando; las construcciones de los instrumentos musicales lo demuestran: por ejemplo, el avance del clave al piano definió el paso del estilo barroco al clásico y romántico. Así ocurrió también con los instrumentos de viento, cuerdas, etc. Siempre, en la historia de la humanidad, el avance de la tecnología provocó un cambio tanto en la obra artística como el espectador o auditor de la misma.³⁶

Entonces, de acuerdo a lo anterior, la música electroacústica fue integrándose en un rico y variado medio para proponer cuestiones sonoras que recurrían, acumulativamente, a los recursos que fueron implementándose a lo largo de la historia de manera continua y gradual hasta la actualidad, como se advierte artísticamente en la tesis de maestría de Marcela Cisneros (2004)³⁷. Cada paso tecnológico que da el ser humano, tiene potencial para ayudar a desarrollar una aplicación en el Arte de una forma u otra, directa o indirectamente. De la misma manera, no solo el autor es impactado en lo solitario, sino que también el público se enfrenta a esas mismas cuestiones desde su muy humilde trinchera. La ecuación se experimenta por todos los sentidos en los que participa. Los avances y cambios que brinda la tecnología siempre impactarán al hombre y la mujer en su breve paso por este planeta, y así continuará en tanto sigamos aquí.

I.1.3 La síntesis.

Es la síntesis un proceso necesario en toda composición típica electroacústica actual, y sobre todo acusmática, término que por cierto –paciencia– , aún no he comentado. Desde enunciarla, conocer sus partes y el balance entre estas, y como ello incide en el resultado sonoro. En esencia, enseguida se va a comentar el significado de la síntesis y su relación al fenómeno de creación, cuáles son sus componentes básicos que precisan considerarse dentro

³⁶ Ibídem, página 17, último párrafo.

³⁷ Cisneros Fernández, Marcela Susana. El impacto de la Tecnología en el Arte, su utilización y aprovechamiento en la danza contemporánea. Maestría en Metodología de la Ciencia, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 2004.

de un plan compositivo, con un énfasis en el aspecto humano –quizá más por una cuestión personal–, sobre el técnico. No obstante, éste último tiene su necesaria relevancia, por lo que también será comentado brevemente cómo se ha consolidado con el paso del tiempo hasta nuestros días.

La Real Academia de la Lengua Española define a la síntesis como lo opuesto al análisis, al que entendemos como la “distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición”, “el estudio detallado de algo, especialmente de una obra o de un escrito”. Por lo tanto, intentando definir a su opuesto, en pocas palabras, síntesis es la “composición de un todo por la reunión de sus partes”. Ahora, para nuestra actividad artística y en específico, para esta investigación, ¿qué es la síntesis? De manera somera, el manual de Super Collider, publicado por el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), editado por Scott Wilson, David Cottle y Nick Collins (2011, p 103), indica que “el ensamblado o ensamblaje de sonidos en sí mismo puede volverse una forma de síntesis”³⁸. De lo anterior, la podemos definir -a la síntesis-, como un montaje, una construcción, de varias partes sonoras en una sola. Por su parte Martin Russ (2009, p. 3), nos comenta sobre una definición que evidencia lo orgánico de su proceso:

[La]“‘Síntesis’ es definida en la edición de 2003 del *Diccionario Chambers del siglo 21* como *construir; juntar; hacer un todo de las partes. El proceso de síntesis es entonces reunir, y ‘hacer un todo’ es significativo porque implica más que un armado aleatorio: la síntesis debería ser un proceso creativo. Es este aspecto artístico, el cual suele ser menospreciado en aras de favorecer aspectos más técnicos del tema*”³⁹

38 Wilson, Cottle y Collins, *The supercollider book*, página 103, párrafo 6. Traducción no literal:

*We have shown that **the assembly of sounds itself can become a form of synthesis.***

39 Russ, Martin. *Sound, Synthesis and Sampling*, Focal Press, 2009. P. 3, parr. 1 Traducción no literal:

‘Synthesis’ is defined in the 2003 edition of the Chambers 21st Century Dictionary as ‘building’ up; putting together, making a whole out of parts... The process of synthesis is thus a bringing together, and the ‘making a whole’ is significant because it implies more than just a random assemble: synthesis should be a creative process. It is this artistic aspect, which is often overlooked in favor of the more technical aspects of the subject.

Además el autor nos remite a la importancia del aspecto humano en este fenómeno de generación de materiales, nos señala a la creatividad como inherente a este proceso. Y aporta otro elemento también, mencionando a los instrumentos electrónicos, donde es realizada la síntesis -no es fortuito que ésta sea una reconstrucción artificial (Chambers, 2003)-. Prosigue diciendo que, “no obstante un sintetizador puede ser capaz de producir casi infinidad de variedades de sonidos, controlarlos y escogerlos requiere intervención humana y destreza”⁴⁰.

Así, la síntesis precisa, al igual que la composición en general, un planteamiento intelectual, una muestra de inventiva humana y de habilidad. Como fue mencionado con anterioridad, es una actividad resultado de una reflexión. En la composición, la síntesis debió involucrar diversas elaboraciones desde hace varias décadas, que en general fueron materializándose en diversas implementaciones.

Originalmente, esos desarrollos “fueron llevados a cabo en el estudio del GRM en París, en el estudio de la WDR en Colonia, y en muchos otros. Con estos nuevos dispositivos, las ondas sonoras podían ser generadas por fuentes puramente electrónicas, sin el uso de los sonidos hallados en la naturaleza”⁴¹. La síntesis, que no puede entenderse sin el proceso inverso (el análisis), es por ende un proceso constructivo, de engarce y articulación de diversos elementos, en los que obviamente destaca el material sonoro, pero con la indispensable presencia de la creatividad, sin depender o limitarse por la capacidad del generador que empleemos (léase sintetizador), como sucedió en sus inicios en París o en Colonia, y que en ningún momento puede subordinarse al aspecto técnico por encima del artístico.

40 Ibídem (p. 10). Traducción no literal:

Although a synthesizer may be capable of producing almost infinite varieties of output, controlling and choosing them requires human intervention and skill.

41 Velema, From technique to technology, ISSN 1567-7745, A reinterpretation of Adorno's concept of musical material, apartado 4.2.1.

<http://soundscapes.info>,

http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME10/From_technique_to_technology.shtml Traducción no

literal:

At the same time, the first steps were taken in synthesized music: experiments with waveform oscillators and filters were undertaken in the GRM studio in Paris, the WDR studio in Cologne, and several others. With these new devices, sound waves could be generated by purely electronic means, without the use of sounds found in nature.



Figura 8. Karlheinz Stockhausen y Messías Maiguashca en la WDR (1971)



Figura 9. Robert Moog -creador del sintetizador moderno-, junto a una de sus creaciones.

I.1.4 Elementos de electroacústica y acusmática.

Como ya anoté antes, la electroacústica debe mucho a un movimiento sonoro artístico del siglo XX, la música concreta. Voltar el interés o atención de la escucha hacia la grabación de los sucesos sonoros, de los registros sónicos de la vida misma, cotidianos, pero que dejan de ser comunes y cotidianos al adquirir nuevas categorías desde el momento en que se vuelven fenómenos de estudio estético. Las vías de tren, o la deconstrucción-reconstrucción de una grabación por la manipulación física del soporte -por ejemplo, la cinta magnética-, por medios mecánicos - usando tijeras y cinta -, llevó a una suerte de recomposición - que prefiguró a la síntesis moderna, en especial la granular -. Sin estos acercamientos, un experimento tras otro, sería imposible no haber llegado a las elaboraciones actuales.

Al respecto de la acusmática⁴², Raul Minsburg (2008), señala sintéticamente la procedencia del término. De hecho, en el mismo texto, comenta acerca de lo mucho que se ha hablado al respecto, y al mismo tiempo, de lo mucho también que le suelen preguntar sobre dicho concepto:

El origen de la palabra se remonta a los discípulos de Pitágoras, que escuchaban sus lecciones sin verlo: la idea era que se concentraran en su voz y no en su imagen. Esta situación, que muchos de mis alumnos seguramente agradecerían, dio lugar a la utilización de la palabra acusmática como aquella en donde se escucha un sonido sin ver, sin reconocer, su fuente.

Esto implica un cambio radical en la forma de escuchar. Sin darnos cuenta, solemos escuchar un sonido e inmediatamente pensamos en qué o quien lo está generando. Si bien eso es parte de un aprendizaje auditivo importante, pensemos en el reconocimiento de los distintos instrumentos, sin embargo limita un poco el centrarse en el sonido en si mismo.⁴³

Escuchar sin ver, percibir esos estímulos auditivos, sin conocer su procedencia, esto es, una escucha a ciegas. Sin tener contacto visual con lo que produce el sonido, o incluso, sin

42 De hecho, ni la Real Academia de la Lengua Española ni la Academia Mexicana de la Lengua reconocen el término, el cual quizá fue importado del francés *acousmatique* o del inglés *acousmatic*, y los anteriores, a su vez, importados del griego ἄκουσμα, *akousma*, “una cosa escuchada”, de acuerdo a lo indicado por Wikipedia.org.

43 Minsburg, Raúl. ¿Qué es la acusmática? Música Electroacústica. Música – tecnología y de todo un poco. 2008. Consultado el 31 de enero de 2019.

reconocer el sonido (para los más ortodoxos) por sus características. Esa si es una experiencia distinta, sobre todo las primeras ocasiones que se realiza. Y sobre la escucha, la anotación de Minsburg puede extenderse a todo tipo de música, en el sentido más amplio. Ya lo planteó mucho antes Schaeffer, al disertar sobre sus modos de escucha: el acto requiere una atención muy diferente a la habitual. Aunque para Raul Minsburg, esto puede limitar la apreciación, lo cual es natural, pues cada uno de nosotros le da un significado fundado en lo personal, en lo que corresponde al fenómeno de la percepción.

Un comentario más al respecto de la palabra acusmática. Es un término que no ha sido agregado oficialmente al lenguaje español, ni en la Real Academia de la Lengua Española, ni en la Academia Mexicana de la Lengua, aunque ya camina hacia el siglo de un mediano acierto prospectivo. Desconozco la razón, tampoco se si hay algún proyecto para agregarla. Sería positivo que así fuera, pues es un concepto muy importante en la actividad artística actual, es un medio que nos puede ayudar a entender esta, nuestra modernidad. Sin embargo, al momento de revisar el presente, la Academia Mexicana (2019), respondió lo siguiente a mi consulta via correo electrónico sobre la palabra en cuestión:

La voz acusmática es un término utilizado en la música y se refiere al ‘tipo de música que se oye sin que la distraigan los gestos y apariencias de los intérpretes’, según la definición que ofrece el libro Escuchar la música de los siglos XX y XXI, de Tomás Marco (Madrid: Fundación BBVA, 2017).

De acuerdo con La música del siglo XX. Una guía completa, de Francisco Ramos (Madrid: Turner, 2013), música acusmática se refiere a la experiencia de escuchar la música únicamente por medio de altavoces, sin ningún tipo de intervención instrumental, ni elementos en el escenario. La música se interpreta y se graba previamente en un estudio, para después proyectarla como si se tratara de un concierto, pero por medio de altavoces.

Diversas fuentes, como la anteriormente mencionada, apuntan que proviene del griego akousma (literalmente, ‘lo escuchado’). De acuerdo con A Greek-English Lexicon, de Henry George Liddell, Robert Scott y Henry Stuart Jones (en línea: perseus.tufts.edu), ἄκουσμα significa ‘algo escuchado, como la música’ (Jenofonte, Memorabilia; Aristóteles, Política), ‘rumor, informe’ (Sófocles, Edipo en Colono), o ‘instrucción oral’, en la escuela pitagórica.

Se ha relacionado el origen de acusmática con Pitágoras, quien, con la finalidad de evitar distracciones, solía impartir sus enseñanzas oculto detrás de una cortina, como explica Edith Alonso, en “El concepto de

‘imagen-de-lo-sonoro’ en la música acusmática según el compositor François Bayle” (Escritura e imagen, Universidad Complutense de Madrid, vol. 9, 2013, 101-124).

En resumen, acusmática es un término adaptado, originado en la tradición griega. No es propio del castellano o español, sin embargo, su significado ya está más que definido en nuestra cultura occidental. Llamamos entonces así a aquella música u obra sonora de la cual no tenemos en el momento de su ejecución o reproducción una referencia visual, más allá de aquella obvia a los altoparlantes o bocinas. La experiencia sónica independientemente del intérprete, sea humano o máquina. La definición *per se*, no habla en ningún momento de si son sonidos reconocibles o no -que ya depende del bagaje sonoro personal-, eso es tema de otra discusión.

I.2 Espacialización del sonido.

I.2.1 Antecedentes de la espacialización sonora.

Quizá no haya nada nuevo bajo el sol, pues no hay muchas zonas que en la creación no se consideren comunes. Actualmente, todo responde a un proceso de decantación gradual, centenaria, con una gran labor de reflexión y razonamiento, aunque no hayan perdurado los conocimientos más antiguos o no existan del todo sus registros, es posible suponer ciertas variables en la composición (al imaginarla básicamente). Así sucede en el aspecto que involucra la manera en que es dispuesta una obra, desde el punto de vista del lugar donde se interpretará. No es igual apreciar un recital si te ubicas a un par de metros de distancia del escenario, que estar en medio, o al final del auditorio -ya no digamos escuchar una grabación, que es otro tema en si mismo-. En ese sentido, existen algunas obras que prefiguraban ya la espacialización sin denominarla de esa manera, por la ubicación de sus intérpretes y su audiencia, pero sobre todo, esto se aprecia con obras para coro o un ensamble numeroso, en las que el espacio definitivamente ejercía una importante influencia para su acomodo, por ejemplo, en un recinto eclesial, con espacios arquitectónicos a manera de una inmensa cruz, con columnas entre el público y enormes bóvedas sobre ellos -como puede advertirse en la

fotografía incluida enseguida, correspondiente a la catedral de Westminster-. De hecho, en ocasiones también los intérpretes ya se ubicaban dentro del área reservada para la audiencia:

[...] el espacio como herramienta artística en la música ha estado presente desde épocas tempranas. Desde el renacimiento, compositores como Willaert y Gabrieli en Venecia aprovecharon las limitaciones de localización de los órganos y coros para crear composiciones antifonales para conformaciones policorales, de gran impacto. Aunque en el período clásico este tipo de interés por el espacio parece disminuir, se puede argumentar que incluso la formación de la orquesta clásica de alguna manera usa criterios espaciales para determinar la ubicación de los instrumentos. ¿Por qué no ubicar los violines distribuidos por todo el escenario? ¿Por qué no poner a las violas en uno de los extremos del escenario? Compositores del período romántico exploraron la idea de usar instrumentos detrás del escenario o dentro del público, para lograr efectos teatrales o evocadores. En el Réquiem de Berlioz, cuatro ensambles de metales se deben ubicar dentro del público y la Sinfonía No. 2 de Gustav Mahler requiere un conjunto de metales detrás del escenario para lograr un efecto evocativo y de distancia. En el siglo XX varios compositores exploraron la idea del espacio físico como elemento musical, incluyendo a Charles Ives, John Cage, Karlheinz Stockhausen y Henry Brandt (Zvonar, 2004).⁴⁴

Como es indicado en el anterior texto (Cabrera, 2016, p. 39), la cuestión de dónde se ubicaba a los intérpretes respondía a diversas intenciones. El creador podía perseguir lo mismo efectos teatrales, acústicos, o expresivos. Inclusive, como también sucede en la actualidad, quizá esta cuestión también llegó a depender de si, por ejemplo, el espacio era muy pequeño, o muy grande, para la dotación para la que fue concebida la propuesta, digamos, quizá el recinto era tan pequeño, que ubicar al coro en una sola ala de la construcción resultaba menos adecuado que distribuirlo en diversas direcciones de la misma.

44 Cabrera, Andrés. Moldeando el espacio sonoro, en Ideas Sónicas. Volumen 8, número 16. ISSN 2317-9694.



Figura 10. Interior de la Abadía de Westminster.

En algunas construcciones eclesiales, como la que acaba de mostrarse, solía ser posible la disposición de coros o ensambles contrapuestos, a manera de espejo (uno frente al otro, de cada lado de la nave principal), situación que permitía ya el uso de la distribución de las fuentes sonoras en las obras que ahí se interpretaban. Si bien ello respondía en parte a las características del recinto y del número de los músicos, sería ingenuo no atrevernos a suponer que el compositor pensara en ese recurso al momento de elaborar, ensayar e interpretar su obra de la mejor manera para ese evento determinado.

I.2.2 La espacialización.

La manera en que ubicamos a nuestros intérpretes, o su caso, nuestros emisores de sonido (como nuestros amplificadores activos convencionales), debe ser un asunto sumamente meditado, y tender a lo óptimo. En una de las últimas sesiones dentro del curso regular de Arte Digital en la Maestría, Roberto Morales nos dio una clase práctica acerca de la importancia de pensar, testear y alistar la distribución de los canales que fuéramos a emplear durante una ejecución. Desde una lectura tradicional como puede ser de Berlioz, pasando por un performance *alla* Cage, hasta llegar a las propuestas multimediales más recientes, el resultado de estas decisiones siempre es diferente, y en muchos casos, bastante positivo en la práctica musical. No hay una regla definitiva. En la actualidad, incluso, el público puede ser parte de la interpretación de la obra, casi experimentando ser parte de una colectividad, o ser parte de los comunes digitales, término que desarrolló Alberto López Cuenca (2019) en su ponencia durante el Congreso-Coloquio de Estética en la Universidad Autónoma de Puebla y la Asociación Mexicana de Estética. Ejemplo de tal situación me sucedió en un concierto al que tuve oportunidad de asistir en el año 2016 en el festival Internacional de Música y Nuevas Tecnologías Visiones Sonoras, , en el auditorio de la ENES Morelia, de la UNAM, donde a una buena parte de los asistentes se nos proporcionó previamente un par de archivos de audio, para que fueran reproducidos en nuestros teléfonos celulares al momento indicado por el autor como el comienzo de la obra, persiguiendo una experiencia interactiva e inmersiva al tratarse de una obra acusmática -vale la pena recordar que en la acusmática, es importante que no sea tan sencillo reconocer la fuente sonora ni el tipo de sonido que se escucha, como ya fue señalado antes-. Por lo anterior, la manera en que disponemos de nuestras fuentes sonoras, y

como van a interactuar con el entorno, entre ellas, el espacio, las instalaciones, y con el público, conforman la espacialización de un proyecto creativo. Denis Smalley (2007) advierte una tipología doble para esta actividad, la primera que se refiere a la relación entre el espacio con el emisor sónico, y la segunda donde no hay relación directa entre espacio y emisor, como lo cita a su vez Andrés Cabrera en un artículo de su autoría publicado también en Ideas Sónicas, al hablar sobre el uso del espacio en las obras electroacústicas.

El uso del espacio en la música electrónica puede clasificarse en dos tipos siguiendo la clasificación de Smalley (2007): espacio ligado a la fuente (source-bonded space) y espacio no ligado. El primer tipo se refiere a los casos en los que el espacio está contenido en la señal misma, y por lo tanto es alusivo a algún fenómeno espacial sonoro o a un fenómeno cognitivo asociado al espacio. En un sonido grabado con efecto Doppler o con reverberación en un solo canal se sugiere el espacio sin que éste esté realmente presente como espacio físico al momento de escuchar. Este tipo de espacio puede encontrarse en obras como Kontakte (1960) de Stockhausen en la que la señal grabada en la cinta contiene el efecto Doppler generado al girar parlantes mientras se graba en un micrófono estático.⁴⁵

Entonces, para Smalley, cuando a partir de un sonido podemos percibir o inferir el lugar donde el fenómeno sónico está sucediendo o sucedió, cuando los datos que escuchamos nos informan en donde se registró o se registra determinado material, en relación a la espacialización, se trata de un uso unido a su fuente. Por el contrario, tenemos otro tipo de manejo del espacio, que se menciona al principio de la cita. Ese es aquel que no está evidentemente vinculado a su origen. Según nos indica Smalley -aun citado a través de Cabrera-, que esto sucede en las obras multicanal, y tiene que ver con la experiencia sonora. Solamente sucede, como todo en la música, cuando ésta tiene lugar, cuando es ejecutada (quizá sea correcto decir reproducida), estableciendo relaciones y dinámicas en el entorno donde se interpreta.

El otro tipo, de espacio no ligado, es el que ocurre cuando el espacio se genera en la reproducción multicanal. En este caso, la sensación de espacio se genera "en el aire" por la interacción de las señales de los diferentes parlantes en el auditorio. Es a través de las coincidencias y diferencias

45 Ibídem.

entre las señales reproducidas por los altoparlantes que se genera. Esto ocurre por ejemplo en una señal grabada usando una técnica de microfonía estéreo no-coincidente en la que pequeñas diferencias de tiempo y fase capturadas en las señales generan una sensación espacial al ser reproducidas en dos canales. La sensación espacial es muy diferente (o puede perderse completamente) cuando los canales se mezclan y se reproducen en un solo parlante.⁴⁶



Figura 11. Denis Smalley (centro) en una conversación sobre electroacústica en 2016.

De lo anterior se advierte, por un lado, que se cuenta con posibilidades fijas, grabadas, editadas, producidas y post producidas previamente, listas para el momento de su interpretación, las cuales contienen la información necesaria para evocar un lugar físico aunque *de facto* no estemos ahí. Por el otro lado, dependerá de la interpretación en directo el desarrollar al momento el manejo que el autor (o el intérprete, dependiendo de la propuesta) requiera, y de ello dependerá mucho la percepción de la misma.

I.3 Sonido envolvente.

I.3.1 Acuñaición del término.

46 *Ibíd.*

El término *per se* puede parecer moderno, pero podría ser demasiado aventurado que sea una ocurrencia moderna. Imaginemos a Bach, pensando en componer una cantata para una edificación religiosa con una disposición tal, que precise del manejo de varios instrumentistas, órgano y una distribución espacial del coro. Incluso hay similitudes entre sus materiales en diversas obras para diversas notaciones. Lo comento esto debido a las posibilidades que pueden apreciarse por sus partituras y los lugares donde las mismas debieron ser estrenadas. Con bastante imaginación de por medio, posible es advertir un potencial y variedad realmente increíble.

Ahora, no basta con estar rodeados de objetos sonoros, es necesario contar con una intencionalidad, como en el caso moderno de las películas que hoy día pueden ser reproducidas en casa bajo diferentes configuraciones de equipos de audio y video caseros, y ya desde hace años, vía *streaming*. Aquí se precisa de un manejo mixto de la propuesta de Smalley que fue señalada en párrafos anteriores. Por ejemplo, en los materiales digitales de los filmes de acción del siglo XXI, se cuenta con una producción sonora particular, que para lograr una experiencia sónica más vívida como aquella con que fue concebida la obra original, requiere de una configuración o instalación de equipos de audio y video conocidos comercialmente como de “gama media”. Hay una gran variedad de características y prestaciones, así como de desempeño, calidad y fidelidad, en cuanto a dispositivos sonoros, considerando el número de altoparlantes que integran un sistema de sonido, mismos que pueden adquirirse comercialmente. Para reforzar esta idea, vaya una apreciación personal, arbitraria, y que no va más allá de ser eso, subjetiva por naturaleza: en México, “gama baja” puede considerarse a un equipo que no vale más de un par de miles pesos, “gama media” a aquel que vale más o menos 10 mil, y “gama alta” a aquellos que valen varias decenas de miles de pesos, como el esquema de disposición de dispositivos de sonido envolvente casero que agrego a continuación, no sin antes decir que si bien esta configuración correspondió a un estándar comercial, de una época específica, no representa el verdadero potencial de la música y sonido envolvente. Es más, tales sistemas podrían caer en desuso, pues nuevas tecnologías pretenden emular la experiencia auditiva espacializada mediante diferentes implementaciones a través de un único dispositivo, más otro para las frecuencias graves: las barras de sonido envolvente virtual. El ejemplo del sistema 5 punto 1, no es una elección o preferencia

personal, además de que se encuentra lejos -y limitado en comparación-, bastante lejos, de los trabajos de los artistas del sonido actuales pero puede representar un punto de acceso a las personas a este tipo de configuración y experiencia sonora casera. Dicho lo anterior, el siguiente esquema -subrayo, muy limitado-, nos comparte una distribución de un sistema de sonido casero multicanal según las recomendaciones del ala de productores e ingenieros de *The National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc.* (los responsables del premio Grammy):

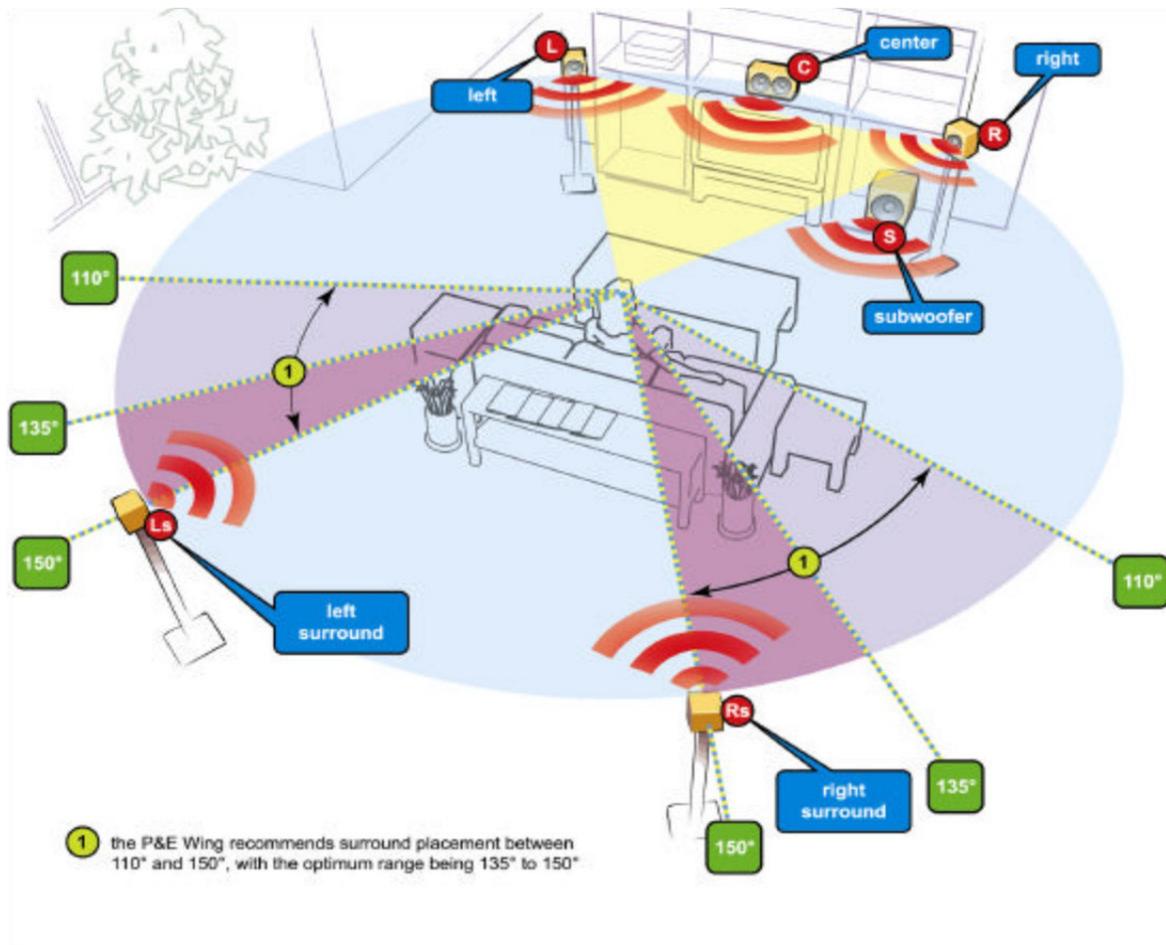


Fig. 12. Esquema de distribución de un sistema de sonido envolvente, o *surround sound*, 5.1 ⁴⁷

47 Massey, Howard (compilador y editor), Dahmer, Chuck (ilustrador). *P&E Wing Recommendations for Surround Sound Production*, The National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc., 2004.
http://www2.grammy.com/pdfs/recording_academy/producers_and_engineers/5_1_rec.pdf

En la imagen es posible observar la disposición de la ubicación de los altavoces en una configuración estándar de 5.1 (canales), que fue por mucho tiempo la más común en México alrededor del inicio del siglo XXI en aquellos hogares que podían solventar la adquisición de un sistema similar a éste. Aunque también tuvo mucha aceptación la configuración 2.1, por ser un poco más económica (de hecho está regresando, de la mano de las barras de sonido que ya mencioné). Posterior a este, comenzaron a distribuirse paquetes de 7.1 canales, por lo que esta experiencia sonora -en su versión casera-, es más familiar de lo que podría pensarse en un principio, para al menos una parte de la población.



Figura 13. Ejemplo de configuración/dotación de bocinas multicanal básicas.

No obstante, estas configuraciones también conocidas como teatros en casa, (fuente: <https://hometheateracademy.com/2-1-vs-5-1-vs-7-1-home-theater/>), en la actualidad, aunque tienen limitaciones para realizar propuestas académicas y de investigación, son una opción casera común accesible.

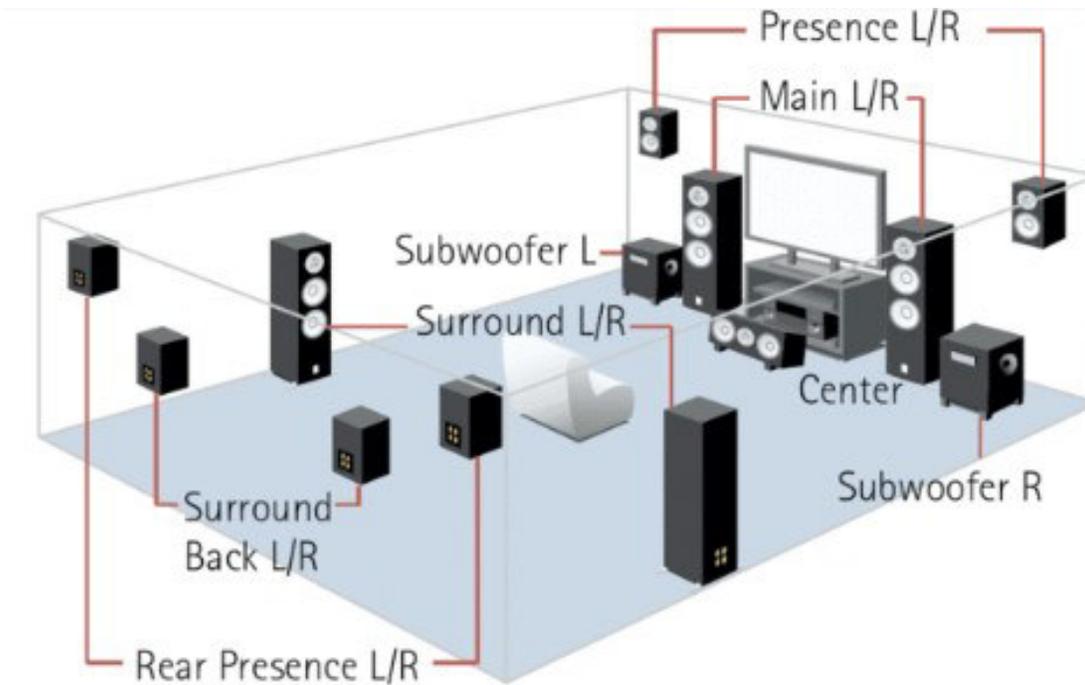


Figura 14. Otro esquema de distribución de un sistema de sonido envolvente, o *surround sound*⁴⁸

En esta tercera imagen, es posible apreciar un sistema de audio-video de 13 señales diferentes que pueden brindar una experiencia sónica aún más inmersiva, y por tanto, es otro ejemplo de *surround sound* (sonido envolvente). Un ejemplo sumamente comercial que vale la pena mencionar, fue la película *Gravity*, Gravedad, de Alfonso Cuarón (2013, cuyo póster es incluido a continuación), con un diseño sonoro también de gran relevancia, que realzan lo que ocurre en pantalla, de acuerdo a Goodykoontz & Jacob (2014), citados asimismo por Antonio Aquino (2015). De hecho, su edición de sonido, mezcla de sonido y banda sonora fueron elogiadas y premiadas por diversas instancias. Ahora bien, tal complejidad sonora solo pudo ser valorada o apreciada en una sala comercial de cine con sistema de sonido certificado (o en un estudio muy bien configurado), y difícilmente puede ser reproducida en una casa con un sistema de cine en casa (principalmente por el número y ubicaciones de las bocinas).

48 Consultado de <https://geeknewscentral.com/2010/11/11/i-thought-i-was-ahead-when-i-got-7-1/> . El autor atribuye el diagrama a Yamaha.



Figura 15. Cartel de la película Gravity.

I.3.2 Situación actual del sonido envolvente.

El sonido en definitiva es envolvente, no puede ser percibido en una sola dirección por si solo, por la naturaleza de su fenomenología. “La sensación sonora nos envuelve; percibimos el sonido de forma integral, ubicua, multidireccional y continua; el sistema auditivo es nuestro guardián porque incluso cuando descansamos, está alerta”⁴⁹ (Gértrudix, 2009, p. 259). La imagen a continuación muestra una sala con sistemas de altavoces envolventes, prácticamente omnidireccionales, éstos se encuentran en todas direcciones a su alrededor (arriba, a los lados, aunque abajo solo se percibe el dispositivo dedicado a las frecuencias bajas). Literalmente, rodea al escucha:

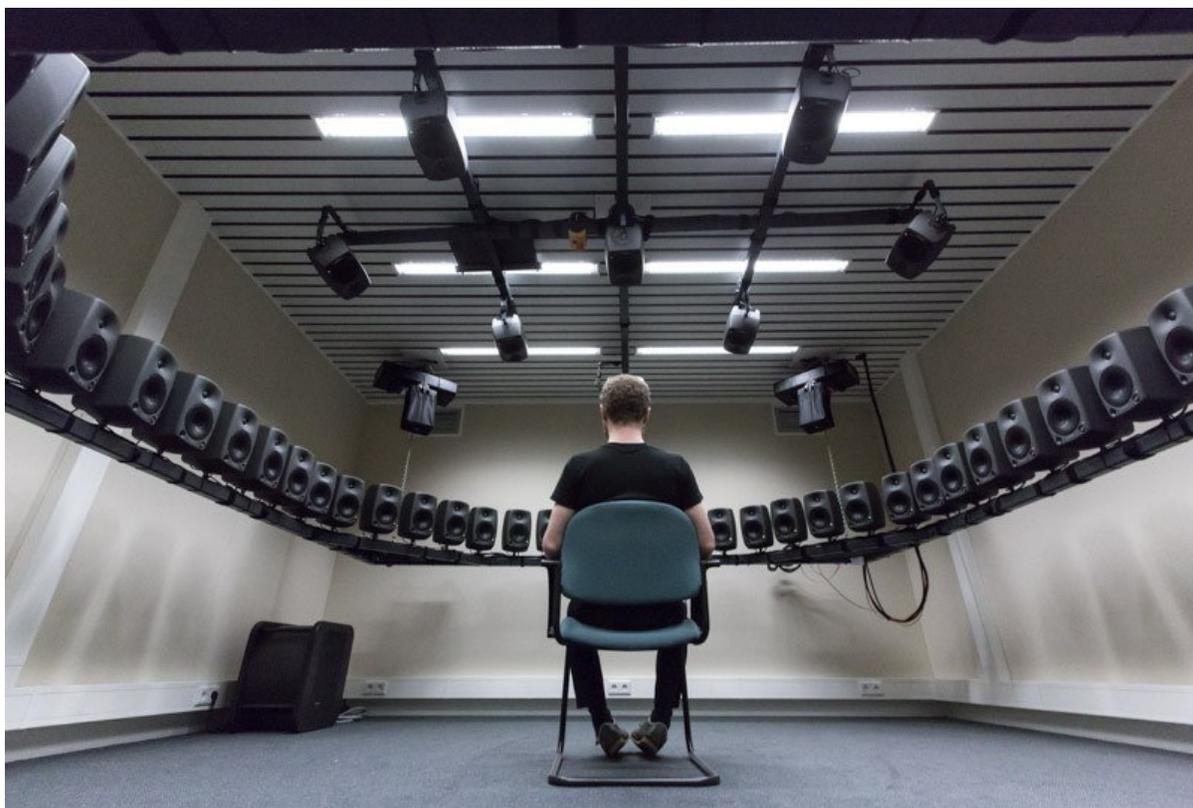


Figura 16. Sistema de sonido envolvente en el laboratorio de Tecnología Audiológica de Siemens⁵⁰

49 GÉRTRUDIX Barrio, Felipe y Manuel. Etnografía de una música envolvente: Notas y reflexiones sobre los antecedentes del ideario técnico, Revista Icono 14, Número 13, pp. 259-277, REVISTA DE COMUNICACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, ISSN: 1697-8293C/ Salud, 15 5º dcha. 28013 – Madrid, CIF: G - 84075977, www.icono14.net

50 Professional System Magazin, fotografía consultada de <https://www.professional-system.de/basics/immersive-sound-raumsound-in-der-festinstallation/>

I.4 Interacción en tiempo real.

A manera de un instrumento moderno de uso general y sumamente versátil, la computadora, en palabras de Richard Stallman, es la herramienta universal actual por excelencia: se la puede emplear donde sea para lo que sea. Mismo caso para el arte y en especial en la música electroacústica. Con los instrumentos acústicos y tradicionales, parafraseando a la RAE, la manera en que se ejerce una acción recíproca entre dos o más entidades es un tanto más evidente, pues no nos son tan ajenas: toda nuestra vida, desde infantes, nos hemos relacionado con el mundo primero a través del contacto con objetos físicos. Lo es para la música también. Asimismo se ha dicho, para que exista ésta última, tiene que ejecutarse para luego recordarse, pues solo existe completa en la memoria. Esto implica que al menos una vez, en esta acción mutua entre dos o más elementos, la obra se tiene que interpretar en un momento en un lugar determinado. Ahora bien, cuando la obra quiere reproducirse en directo -que no en vivo-, a un aspecto de este fenómeno se le denomina “en tiempo real”.

I.4.1 La interacción.

En el caso de la música electroacústica se experimenta la misma tendencia del paradigma general de la vida actual, al incorporar al ordenador en todo. Hay una parte física, palpable, integrada por un teclado, un mouse (o su equivalente), unas bocinas y una pantalla. Todas las implementaciones anteriores, desde los dispositivos analógicos de mediados del siglo XX hasta llegar a la computadora, son resumidos en esta última. Pero al mismo tiempo de experimentar esta síntesis, también se suscitó una especialización muy enriquecedora, en primer instancia en sus componentes de multimedia -para nuestra materia-, y en segunda, redundó en una lista -continuamente en crecimiento-, de dispositivos periféricos donde cada uno proporciona una serie de datos que son en realidad una lectura útil para lo musical, como lo sugiere un artículo realizado por Robert A. Paradiso (1998):

Esencialmente todas las computadoras actuales vienen equipadas con capacidad de salida de audio de calidad, y ahora hay programas

*sintetizadores muy capaces disponibles comercialmente que se ejecutan en una PC y no requieren hardware adicional... A medida que más y más objetos en nuestro entorno ganan identidad digital y son absorbidos dentro de la interfaz de usuario ubicua a la que la tecnología está convergiendo, los controladores diseñados para proveer una entrada genérica de computación de diferente naturaleza se inclinarán cada vez más hacia aplicaciones musicales... En el futuro no muy distante, quizá podamos imaginar interpretaciones musicales de calidad ofreciéndose en los múltiples sistemas de sensores y objetos activos en nuestros cuartos inteligentes...*⁵¹

De esta manera, cada sistema computacional con características básicas de uso general -como las que se adquieren incluso en los supermercados-, cuentan con los elementos mínimos necesarios para la actividad creativa sonora. Entonces, las aplicaciones necesarias, como aquellas capaces de generar sonido y editarlo, están a la disposición de virtualmente cualquier persona (en especial las gratuitas). Adicionalmente, con la convergencia de todos los dispositivos hacia un gran ecosistema, Paradiso sugiere que en un futuro -y yo creo que es aun más pronto-, será posible tener una grata experiencia musical y de muy buena factura dentro de nuestros propios hogares.

I.4.2 La latencia y el tiempo real.

Imagina un día de actividades de mantenimiento al aire libre. Una herramienta de metal es olvidada en un lugar donde recibe mucho sol de medio día, el cual cae a plomo. De repente, la recuerdas, regresas a buscarla y la recoges. Ya la tienes en tu mano, pero enseguida, quizá te parezca que es inmediatamente, la sueltas, pues está sumamente caliente. Te deja la piel ardiendo. Si bien, en el ejemplo anterior, es casi instantánea la respuesta, no es así: hay una

51 Paradiso. Joseph A. *Electronic Music Interfaces*. MIT Media Laboratory, Cambridge, Massachusetts, Estado Unidos de América, 1998. <http://paradiso.media.mit.edu/SpectrumWeb/SpectrumX.html> Traducción no literal:

Essentially all current computers arrive equipped with quality audio output capability, and very capable software synthesizers are now commercially available that run on a PC and require no additional hardware... As more and more objects in our environment gain digital identity and are absorbed into the ubiquitous user interface that technology is converging toward, controllers designed for providing generic computer input of various sorts will be increasingly bent toward musical applications... In the not-too-distant future, perhaps we can envision quality musical performances being given on the multiple sensor systems and active objects in our smart rooms...

demora, prácticamente imperceptible, que va desde la mano que percibe que se quema, viaja por los nervios hacia tu cabeza, donde es procesada, para regresar y advertir que es necesario soltar el objeto. Esa demora, de nuevo, virtualmente imperceptible, es un ejemplo de latencia. De manera similar, como se señala en la documentación de una distribución de Linux conocida como Fedora, es posible ejemplificar este fenómeno:

*Es quizá una percepción común que las computadoras pueden computar cosas instantáneamente. Cualquiera que haya esperado para que una página web se cargue ha experimentado de primera mano que éste no es el caso: las computadoras se toman su tiempo para hacer las cosas, incluso si la cantidad de tiempo suele ser imperceptible para los observadores humanos. Es más, una computadora haciendo una cosa puede parecer como si estuviera actuando instantáneamente, pero una computadora haciendo quince cosas la tendrá más difícil para guardar las apariencias.*⁵²

Esa espera, entre lo que se supone algo debe suceder, y en el momento en que ello ocurre, es la latencia. Puede pasar del todo desapercibida, o no. Wikipedia incluye una concisa definición tecnológica de esta cuestión: latencia es un intervalo de tiempo entre el estímulo y la respuesta, o, desde un punto de vista más general, un retardo de tiempo entre la causa y el efecto en un cambio físico en el sistema que está siendo observado.⁵³ Para el compositor argentino Francisco Colasanto (2010, p. 365), la latencia “es el lapso de tiempo que se produce para que un paquete de información se transfiera de un lugar a otro”⁵⁴. Este fenómeno, ese

52 *Fedora Documentation. Musicians Guide. Chapter 3. Real-Time and Low Latency.* https://jfean.fedorapeople.org/fdocs/en-US/Fedora_Draft_Documentation/0.1/html/Musicians_Guide/chap-Musicians_Guide-Real_Time_and_Low_Latency.html . Consultado 31 de julio de 2019. Traducción no literal:

It is perhaps a common perception that computers can compute things instantaneously. Anybody who has ever waited for a web page to load has first-hand experience that this is not the case: computers take time to do things, even if the amount of time is often imperceptible to human observers. Moreover, a computer doing one thing can seem like it's acting nearly instantaneously, but a computer doing fifteen things will have a more difficult time keeping up appearances.

53 Wikipedia, consultado el 31 de julio de 2019. [https://en.wikipedia.org/wiki/Latency_\(engineering\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Latency_(engineering)) Traducción no literal:

Latency is a time interval between the stimulation and response, or, from a more general point of view, a time delay between the cause and the effect of some physical change in the system being observed.

54 Colasanto, Francisco. Max/MSP, guía de programación para artistas. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, Morelia, Michoacan, Mexico, 2010. 371 pp.

retardo, es muy importante en el entorno de la interpretación musical y del arte sonoro. Así lo indican también Jack, Stockman y McPherson (2016, [p. 2]):

*Los instrumentos musicales limitan el conjunto de posibles controles gestuales que un intérprete emplea, y la latencia afecta estas estrategias de control en diferentes maneras... Muchos estudios previos apuntan a que los músicos altamente entrenados son particularmente sensibles a las diferencias de tiempo. La desviación estándar de error de sincronización es más pequeña para los músicos altamente entrenados que para los no-músicos... La latencia, en el fondo, es una situación multisensorial.*⁵⁵

Debido a lo anterior, es imprescindible considerar este fenómeno al momento de concebir una propuesta sonoro-musical que precise de la participación de la electroacústica. Jack, Stockman y McPherson ([p. 7]) así lo concluyen como parte del texto antes citado, “aún si el nivel de latencia está por debajo del grado de precisión que puede ser alcanzado por el intérprete en un instrumento, puede aún impactar en cómo la calidad de ese instrumento es juzgada.”⁵⁶ Es necesario recordar que en la electroacústica, la obra suele ser también el instrumento, son un mismo objeto. Luego entonces, el tiempo real, apenas mencionado, es en realidad, un concepto cultural (más que un fenómeno preciso y simultáneo), y así lo seguirá siendo así mientras no cambie en su esencia la computación. Sobre esta última, Jorge Sad (1998), señaló el peso que tiene sobre la obra:

Las músicas electroacústicas concebidas para ser ejecutadas en tiempo real con intervención de instrumentistas, si bien permiten la interacción del

55 Jack, Robert H., Stockman, Tony, McPherson, Andrew. *Effect of latency on performer interaction and subjective quality assessment of a digital musical instrument*. Queen Mary University, Reino Unido, 2016. Traducción no literal:

Musical instruments constrain the set of possible control gestures that a performer uses, and latency effects these control strategies in different ways... Many previous studies point to highly trained musicians being particularly sensitive to timing differences. The standard deviation of synchronisation error is lower for highly trained musicians than for non-musicians... Latency, at heart, is a multisensory issue.

56 Íbidem. Traducción no literal:

*Our results from this study show that **even if the level of latency is below the degree of accuracy that can be achieved by the performer on an instrument it can still impact on how the quality of that instrument is judged.***

intérprete con respecto a los fenómenos sonoros y temporales, son extremadamente dependientes del “hardware” disponible y por lo tanto fuertemente dependientes de las instituciones en las que los compositores las han creado.

La tecnología siempre deja su huella, en esta interacción y el tiempo real. En el sentido del texto anterior, la propuesta aunque al momento de su concepción luzca sus posibilidades infinitas, queramos o no, tenderá a moverse dentro de los límites inherentes tanto del *software* como del *hardware* seleccionados para llevarla a cabo. Para decirlo de otro modo, tanto el aspecto físico como el lógico cuentan con sus restricciones y sus características, de las que no puede desprenderse la obra resultante. Será muy escolar y un cliché, pero ese es el reto del compositor: dado un conjunto de elementos predefinidos a los cuales poder manipular y en el cual se establecen las reglas del juego, él deberá ser capaz de generar una propuesta que logre traspasar esas fronteras coherentemente.

Recapitulación I.

El objetivo de un trabajo como el presente es encontrar nuevas aristas, sobre un tema conocido, de lo contrario, ¿qué caso tendría hablar de lo mismo, una vez más? En ese sentido, la historia sobre la música electroacústica ha sido ampliamente comentada, y no es mi intención tocar más allá de los elementos que son pertinentes y dan apoyo a la guía que propongo en la segunda parte. Recalco, hasta el momento, no conozco una investigación similar, en idioma español, que fundamente cómo emplear principalmente los recursos informáticos, del análisis, diseño, desarrollo y mantenimiento de sistemas, en la elaboración de un proyecto creativo de música electroacústica -y afines-.

La música electroacústica, como la conocemos actualmente, provino de diversas estirpes. De éstas, es posible destacar a la música concreta, la música electrónica y aquello que “occidentalmente” -o será accidentalmente-, le conocemos como ruido: la música electrónica desde un principio, fue aquella producida mediante la aplicación de la energía eléctrica a diferentes circuitos (al principio muy sencillos, luego, poco a poco más y más elaborados, y a mediano plazo fueron prácticamente desplazados por la síntesis), como lo hicieron Herbert Eimert y Karlheinz Stockhausen a mitad del siglo XX; la música concreta, reconocida como aquella que requiere un proceso de abstracción mental diferente a la síntesis y que abreva de los sonidos a nuestro alcance, capturados por un dispositivo de registro o grabación, esto es, importando palabras de otras artes, una instantánea sonora de un momento o fenómeno determinado, perfilada formalmente con Pierre Schaeffer y Pierre Henry en un inicio, aunque prefigurada a comienzos del siglo pasado desde Luigi Russolo -quien invitaba a poner nuestra atención en los sonidos que producían las máquinas-, lo que nos lleva a su tercera raíz: el ruido. En un ejercicio de licencia y paráfrasis, extendiendo entonces el comentario de Takemitsu sobre Schaeffer, la música electroacústica fue situada, con todos sus elementos -electrónicos, concretos, y ruidos de toda clase-, al mismo nivel de la música en general, compartiendo también cuestiones de su estudio como la Estética, sin limitarse a ella, sino enriqueciéndola. Mediante la electroacústica, no se reemplaza de ninguna manera a la música acústica, ni se compite con ella, sino que amplía sus ámbitos, dominios y posibilidades.

Álvarez señala que la Música solo existe cuando ésta ha sucedido, cuando se ha interpretado o reproducido, gracias al uso de la memoria. Para eso, obviamente, se ha efectuado una escucha razonada, más allá de lo superficial, como la propuesta también por Schaeffer, que precisa de un esfuerzo mayor por parte del público, no basta solo con oír. Así también, de manera paulatina, llegaron las necesarias y naturales aportaciones, como las vertidas por gente como Cage.

Como fue señalado, el sonido es por naturaleza omnidireccional. Es generado por medio de vibraciones que se emiten en todas direcciones, desplazándose a través del espacio que rodea al generador. Por esa razón, muchos compositores desde hace mucho se percataron de la importancia de considerar este aspecto en sus propuestas. Luego entonces, es importante destacar el papel que juega la “espacialización” del sonido. Como ya se recordó, éste aspecto es inherente al fenómeno musical. Con el avance tecnológico durante el tiempo, dejando lo primitivo o instintivo, o el espacio que sirva para la interpretación, como los recintos religiosos o los salones de las cortes, la ubicación de los emisores de sonido que son escogidos para cada propuesta sónica influye en la experiencia con la misma. Junto a la dinámica que se suele dar en una economía como la que domina el occidente, el concepto ha tomado diferentes nombres, pero su esencia es la misma, la distribución de los altoparlantes rodea, sumerge, o envuelve al receptor, teniendo un fuerte soporte en la tecnología, motivos más que suficientes por los que éste apartado es indispensable para esta investigación.

Cerrando este capítulo, la atención es dirigida a aquella parte del fenómeno que es por demás obvia en la interpretación acústica, y por tanto menos natural en la electroacústica: la interacción y la latencia. ¿Cómo es eso incorporado al discurso de la obra-instrumento? ¿En que medida sucede esto? ¿Son pertinentes? ¿Vale la pena? La interactividad en tiempo real debe de ser especialmente creativa, pues muchas veces se torna en un elemento “performático”, que puede ser bien aprovechado, o puede caricaturizar la interpretación. La manera en que el intérprete y/o el compositor interacciona con la propuesta sónica, es muy diversa y siempre depende tanto del grado de complejidad de la misma como de la tecnología involucrada. Ésto último, no debe olvidarse, como esa demora o retardo inherente, la latencia, que existe entre la transmisión de impulsos o señales desde su origen hasta su destino. La

interacción y la latencia entonces implican también la posibilidad de modificar drásticamente la factura de la obra resultante.

II Recursos.

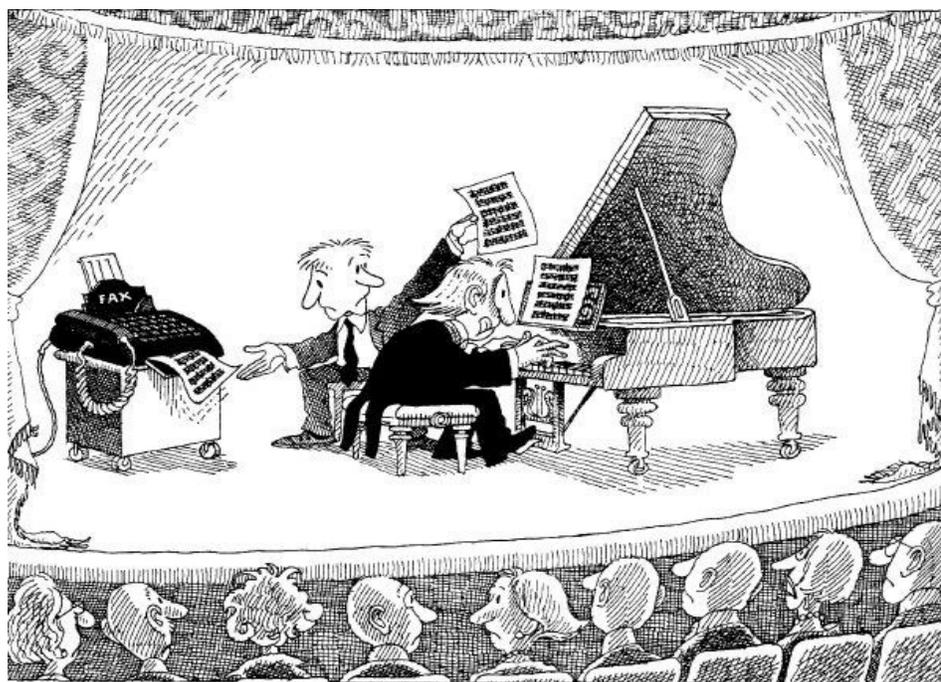


Figura 17. Sin título (Recibiendo la música nueva por fax, Quino)

II.1 Estética.

La manera en cómo percibimos y cómo se construye el fenómeno de la cognición del sonido debe tener al menos una relación de ida y vuelta con la idea general de la propuesta sonora, los medios con los que la realicemos, así como también con las decisiones o caminos que seleccionemos durante este proceso y al momento de su particular interpretación. De igual manera, las interrogantes que el creador se realiza y la posibilidad que brindan las herramientas para responderlas también son muy importantes. Por ello, es necesario revisar y comentar ciertas ideas para dar forma a mi concepto de Estética. Sin profundizar demasiado por necesidad de mi investigación, es preciso indicar que este estudio formal sobre las percepciones, resulta menos antiguo de lo que parece. Al respecto, Benedetto Croce, citado a su vez por Fubini (2008, p. 16) en su obra *Estética de la Música*, indica que “la Estética en

cuanto la reflexión autónoma sobre el Arte resulta ser una disciplina reciente, y mucho más la Estética musical, en cuanto no es sino una parte de aquélla”. Por lo tanto, decir que estamos ante un tema relativamente joven, pero que debe abordarse con un gran respeto, es más que adecuado. El fenómeno de la percepción es quizá el primer puerto al que llega un objeto sónico, y éste último es el pilar de nuestro quehacer como compositores (otra razón fundamental para considerarlo y analizarlo).

II.1.1 La estética involucrada en la electroacústica.

También es importante recordar que nuestra materia de estudio no es un conocimiento como las otras ciencias: nuestras fronteras tienden a fundirse con áreas afines, y tal cualidad permea a los resultantes productos mismos. Si bien la propuesta artística, persigue su unicidad, su estudio resulta ser algo menos preciso. En ocasiones es una materia nebulosa, como lo apunta también Fubini (2008, p. 16), “la Estética musical aparecerá como una disciplina de límites más amplios, si bien difusos y, en ciertos aspectos, inciertos.”⁵⁷. No obstante sus tenues fronteras y relativamente reciente formación, el estudio de la estética de la música es entonces un camino que precisa de toda seriedad, es una actividad científica, meditada y deliberada, sobre cómo percibimos el mundo a través de los objetos sonoros. En el mismo tenor, Adorno (orig. 1970., ed. 2004, p. 25) señala que:

*[...] toda obra de arte busca la identidad consigo misma, esa identidad que en la realidad empírica, al ser el producto violento de una identificación impuesta por el sujeto, no se llega a conseguir. La identidad estética viene en auxilio de lo no idéntico, de lo oprimido en la realidad por nuestra presión identificadora.*⁵⁸

La creación artística entonces busca ser reconocida, identificada, como algo único, en base a sí misma, a una retórica, aunque según el autor, esto no lo alcanza a realizar, sin importar el empeño que se imponga. En un comentario a fin, Javier Álvarez (1993, cap. 7, p. 7), compositor mexicano de amplia trayectoria, en su tesis doctoral parece hacer notar lo que

57 Fubini, Enrico. Estética de la música. Machado Libros, S. A., Madrid España, 2008. Tercera edición. 167 pp., página 16, capítulo 1.

58 Adorno, Theodor W. Teoría estética (obra póstuma). Ediciones Akal. Madrid, España, 1984. Página 25, párrafo 1.

considera una falla en algunas propuestas acusmáticas que tienden a favorecer un material sonoro sobre otro, cuando éstas caen en trampas técnicas, y que no logran emplear aspectos de la percepción en favor de la composición:

... la cuestión para el compositor es cómo puede convertir el potencial acusmático para su beneficio. Otra pregunta es cómo puede evitar caer presa de la redundancia técnica y en el exceso en la información textural la cual abrumba al escucha y previene de la adquisición de un repertorio de códigos con los cuales se pueden ejercitar señales estructurales y psicológicas llenas de significado para él. [...] estéticamente, la música electroacústica de este tipo tiende a ser, en mi visión, demasiado autorreferencial, pero muy vaga en un sentido: se refiere a un limitado y muy simplificado conjunto de convenciones⁵⁹.

Entonces, de acuerdo con Álvarez, no solo hay que evitar redundar en una suerte de “narcisismo”, autocontemplarse en el espejo del agua, y entraparse con la tecnología o la técnica, al elaborar una propuesta sonora que, como se dijo en el primer capítulo, es apreciada a partir de una abstracción almacenada en nuestra memoria, y que solo existe una vez transcurrido el tiempo de reproducción o ejecución.

También se necesita ser fiel a su idea o motivación, aquella que genera el material primigenio para la propuesta que le da sentido y cohesión, como lo explica el compositor Mario Mary (2013, p. 27) en *Ideas Sónicas / Sonic Ideas*⁶⁰ al escribir sobre la iniciativa de la realización de la obra en función de si ésta es efectuada o no en tiempo real. Conviene advertir que este comentario de la labor compositiva no está limitado a ésta última cuestión (si se realiza en directo o no), aunque se aprecia que trasciende a éste aspecto:

59 ÁLVAREZ, Javier, *Compositional Strategies*, Capítulo 7, Contextos, página 7, párrafo 3. Traducción no literal:

*Another question is how can he avoid falling prey to technical redundancy and to the excesses in textural information which overwhelm his listener and prevent the acquisition of a repertoire of codes with which he might work out structural and psychological signals meaningful to him.
[...] Aesthetically, electroacoustic music of this type tends often to be, in my view, overly self-referential, but in too vague a sense: it refers to a limited and over-simplified set of conventions*

60 *Sonic Ideas/Ideas Sónicas*, es la publicación de divulgación del Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras CMMAS. Puede consultarse en línea de manera gratuita, y para acceder a los artículos completos, basta con suscribirse mediante el correo electrónico (repito, no cobran): <https://sonicideas.org/>

Si el compositor no impone su rumbo de manera firme, la utilización del tiempo real o del tiempo diferido tienden a arrastrar la obra hacia su 'corriente habitual' más allá de lo razonable. Me parece fundamental no dejar que los medios tecnológicos dicten su estética si ésta no corresponde a la del compositor. Tampoco debería haber 'una' estética dominante del tiempo real ni 'una' del tiempo diferido, sino que la gran diversidad de estéticas de los compositores deberían expresarse tal cual son, sin uniformizarse por el molde de los hábitos y prácticas más comunes de uno u otro medio tecnológico⁶¹.



Figura 18. Mario Mary.

Por lo tanto, el compositor debe evitar a todas luces, la redundancia innecesaria, la repetición sin una intención convincente, salvo que sea esa la intención. Se debe dejar aun lado lo obvio, el cliché -en especial cuando éste no sea verdaderamente necesario o justificado-, y no dejarse llevar por lo que Mary llama 'corriente habitual', en medida de lo posible, si esta manera de percibir el sonido no es pertinente a la propia del compositor, aunque se lea burdamente, como forzar un calzado a una horma que le es ajena. En este sentido, no debe haber por lo tanto una estética rígida que force o limite a adaptar formas y usos regulares propios del medio tecnológico empleado, tanto para la escucha como para la creación. Sin embargo, parece ser evidente la influencia tecnológica sobre nuestro fenómeno

61 Mary, Mario. ISSN 23179694, Año 6, Número 11. Julio a Diciembre de 2013. Emancipación de la Estética Impuesta por los medios tecnológicos en la música mixta, páginas 27-36.

creativo. Alejandro S. Escuer (2012), gran intérprete de flauta especialista en música con nuevas tecnologías y miembro del ensamble Onix⁶² de México, nos comenta su observación al respecto de la siguiente manera:

... una de las tendencias más importantes que define las modalidades esenciales y formales de las artes en la actualidad consiste sin duda en: 1) el uso creciente y diversificado de nuevas tecnologías por un lado; y en 2) el 'dejarse llevar' por la creciente influencia de las formas de pensamiento provenientes de las distintas disciplinas científicas, sean estas sociales y/o exactas por el otro⁶³.



Figura 19. Alejandro S. Escuer.

De nueva cuenta se nos comparte la opinión de la posibilidad de que la tecnología dicte la actividad composicional, como él mismo lo indica (Escuer), esto sucede en todas las expresiones artísticas, cosa que invita a realizar investigaciones especializadas para conocer la profundidad de su impacto. Pero para nuestro planteamiento, se destaca aquel de la tecnología en la creación sonora, que como se está comentando, debe influenciar en cierta medida y con efectos diferentes, la actividad estética. No es posible abstraerse de esa embestida, pero qué tanto deba ser permitido ésto, hasta dónde puede tomar parte o hacerse patente, es una decisión que debe ser menester del compositor definitivamente. Un último comentario al

62 Onix es un reconocido ensamble mexicano -entre varios exponentes más-, dedicado principalmente a la música contemporánea. Su proyecto Lumínico es un ejemplo pertinente, pues contempla entre otras otras expresiones, a la electroacústica y el arte sonoro. Puede consultarse más sobre su trayectoria en <https://onixensamble.com/>

63 S. ESCUER, ISSN en trámite, Volumen 4, Número 8, El rol del paradigma científico: Música, arte, y nuevas tecnologías, 2012, pp. 22-25

respecto de la creación, en clase, la compositora Lucía Álvarez (2008)⁶⁴, solía decirnos, “nadie les puede enseñar a componer, eso se va adquiriendo con el oficio. Lo que solemos hacer aquí, es darles orientación, observaciones, sobre el buen gusto en la composición”.

II.2 Técnica y tecnología.

II.2.1 La técnica.

La técnica es aquello que conocemos como el conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte, en nuestro caso, la música electroacústica. Es un término que va muy de la mano de la tecnología, pero que no debe confundirse con ella. Involucra características particulares, que facilitan realizar una tarea determinada, como indica Evandro Agazzi (1998 [, p. 2]) en la siguiente cita:

Por técnica, usualmente queremos decir un despliegue de habilidades prácticas que nos permiten ejecutar sencilla y eficientemente una actividad dada (siendo puramente material o ligada a ciertas actitudes mentales). Pero (quizá menos frecuente), también usamos técnica como un sustantivo colectivo, indicando el más amplio aspecto de tales técnicas simples.⁶⁵

En el caso particular de mi materia, en la música no es extraño encontrar el término “técnica” para designar, como se citó, a un conjunto de esas capacidades -semánticamente afines-, para formar un super conjunto -artificial-, por ejemplo, la técnica “checa” o “rusa” al interpretar un instrumento de cuerda, o la “x” escuela interpretativa. Mas no debe confundirse esto con tecnología, como a continuación se precisa. De muestra un botón: en la música electroacústica, Burbano (2016), enumera aspectos de la generación del sonido en su tesis Técnicas de síntesis y modulación digital. De acuerdo a su texto, podemos entender como ejemplos de técnica, las que competen a la síntesis digital, como la síntesis aditiva, la

64 La Maestra Lucía Álvarez es una prolífica compositora académica, además cuenta con una amplia trayectoria y reconocimiento en música original para cine, galardonada con 8 premios Ariel.

65 Agazzi, Evandro. *From technique to technology: The role of modern science*, en *Phil & Tech* 4:2, Winter 1998. *University of Fribourg, Switzerland*, 1998. [p. 2]. Traducción no literal:

By a technique we usually mean a display of practical abilities that allow one to perform easily and efficiently a given activity (be it purely material or bound to certain mental attitudes). But (perhaps less often) we also use technique as a collective noun, indicating the very wide spectrum of such simple techniques.

frecuencia modulada, la tabla de ondas (*wavetable*), y el *sampler* o muestreo. Para Giovanni De Poli (1983, p. 8), estos “son los equivalentes digitales de técnicas empleadas en sintetizadores análogos y en otros campos de la Ingeniería Eléctrica. Otras técnicas han sido específicamente desarrolladas para dispositivos de música digital y son peculiares a estos”⁶⁶. Pero todas se basan en la aplicación de la ciencia en la generación del sonido, y su representación más elemental, cual ladrillos de construcción -los osciladores principalmente-, pueden ser ejemplificadas en las siguientes cuatro formas de onda:

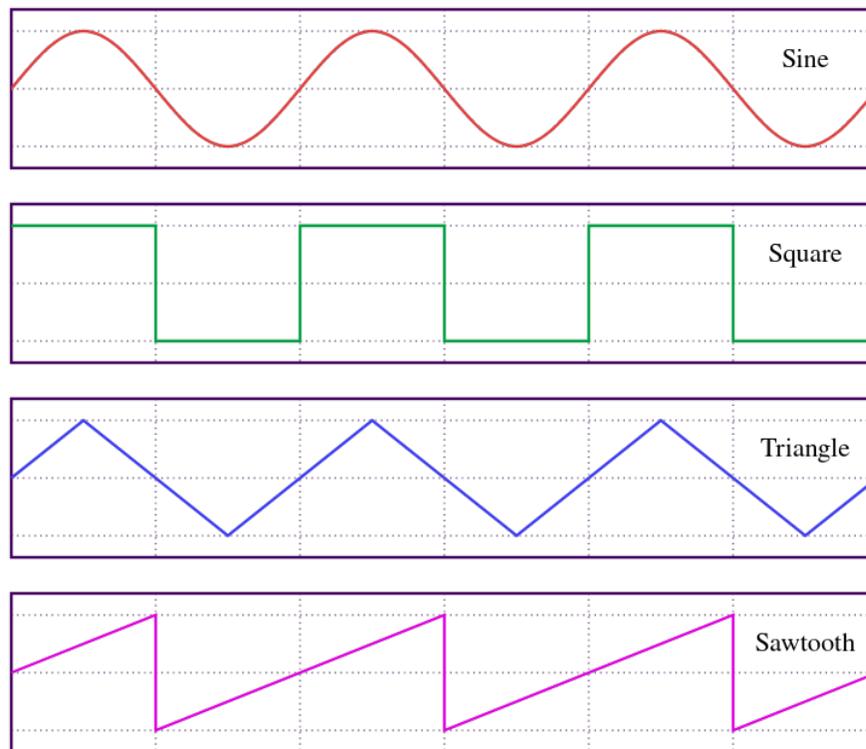


Figura 20. Formas básicas de onda (fuente: Daniel Dixon, en www.izotope.com)

66 De Poli, Giovanni. *A Tutorial on Digital Sound Synthesis Techniques*, en *Computer Music Journal*, Volumen 7, No. 4, Invierno, 1983, p. 8. *Massachusetts Institute of Technology*, Massachusets, Estados Unidos de América. Traducción no literal:

Some of these are the digital equivalents of techniques employed in analog synthesizers and in other fields of electrical engineering. Other techniques have been specifically developed for digital music devices and are peculiar to these.

Por no dejar, y por su importancia fundamental en ésta música dado que son la base principal de este universo sonoro, modificando uno o varios parámetros generadores, sea la fase, la amplitud, la frecuencia, en fin, *grosso modo*, estas son las técnicas ya mencionadas:

- La síntesis aditiva, es cuando agregamos a una primer onda, n número de ondas posteriores, para conseguir un sonido cada vez más complejo. También hay la inversa, la síntesis sustractiva.
- La frecuencia modulada, es aquella en la que tenemos dos señales, una portadora o base, y una moduladora. Hay otra relacionada, donde lo que se modula es la amplitud. Tanto la síntesis aditiva como la frecuencia modulada son retomadas brevemente antes de concluir esta sección.
- La tabla de ondas, que reemplaza ciertas señales periódicas producidas por un oscilador con sonidos digitalizados.
- Moldeado de onda, que mediante código de programación o herramientas ya concebidas puede realizarse y obtener nuevos sonidos.
- El *sampler*, el cual es similar a la tabla de ondas, pero aquí los fragmentos son grandes, y por lo mismo requieren de mayor cantidad de memoria.
- Y agrego como último ejemplo, la síntesis granular, conocida así porque el sonido es producido por muchísimas pequeñas “partículas sonoras” para conformar un nuevo conjunto sónico.

Para cerrar el presente apartado, a continuación se incluyen dos imágenes, provenientes del sitio *Planet of Tunes* (<http://www.planetoftunes.com/synthesis/synthesis-types.php>, el mismo cuenta con varios ejemplos sencillos y de fácil acceso, relacionados a la síntesis y la música electrónica), los cuales muestran gráficamente en qué consiste la síntesis aditiva (imagen 1) y la síntesis por frecuencia modulada (figura 2):

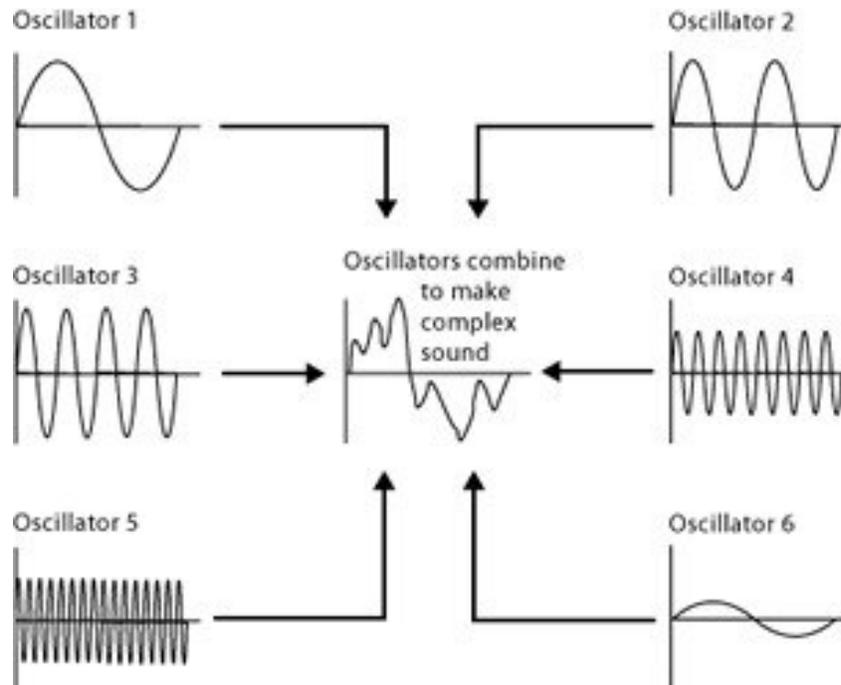


Figura 21. Síntesis aditiva.

De acuerdo al creador de contenido de *Planet of Tunes*, en cierta manera, la síntesis aditiva emula la manera en que el sonido es creado en la naturaleza. Al combinar los osciladores anteriores se obtiene una forma de onda compleja. El sonido en la naturaleza así funciona, si es permitida una licencia para simplificar: cuando nosotros escuchamos, percibimos muchas cosas con nuestros oídos, cada sonido, sea en una ciudad (los coches, los varullos, las mascotas, el clima) o en el campo (las aves, los insectos, el viento, el arroyo). Esa materia sonora se mezcla, con todos sus componentes adicionales (como los armónicos), y generan lo que escuchamos en cada lugar. Y eso es similar a la síntesis aditiva.

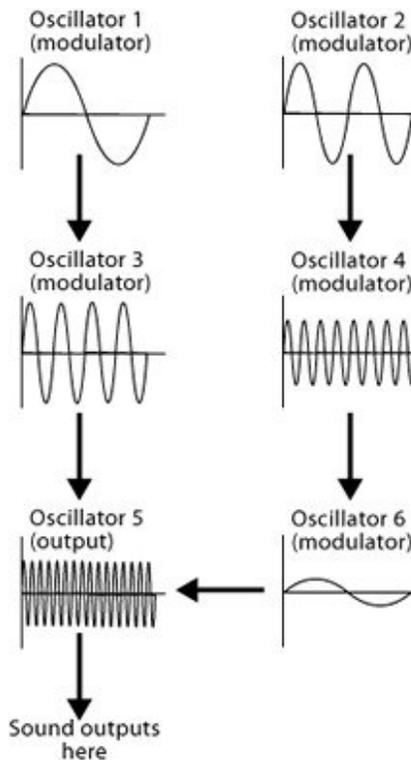


Figura 22. Frecuencia modulada (FM) .

También publicada en la misma web, la anterior representación de FM (frecuencia modulada, o modulación de frecuencia), cuenta con 6 osciladores (aquí son denominados como operadores), mismos que pueden ser personalizados en sus frecuencias, amplitudes y envolventes. No debe confundirse con la radio de frecuencia modulada, la cual es otra aplicación.

Las técnicas anteriores no son las únicas. Aquí arbitrariamente se han mencionado apenas algunas, hay muchas más pero no es mi intención abordarlas en este texto. La combinación de ellas, el empleo de filtros, reverberaciones, ecualizaciones, apoyo o distinción de frecuencias y uso de ganancias, todas ellas son elementos útiles en este crisol sonoro.

II.2.2 La tecnología.

La tecnología, por su parte, la entendemos como el conjunto de teorías y de técnicas - esto es, que han atravesado un proceso de estudio-, que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico, según también lo indica Agazzi (1998 [, p. 2]) a continuación:

El término griego techne [τέχνη] ya incluía este aspecto teórico, desde que fue usado para indicar la capacidad de justificar, el “saber como”, que cierto procedimiento fue eficiente. Yo sostendría que el concepto moderno de tecnología puede interpretarse como una nueva manera de expresar el contenido conceptual del término griego techne. [...] podemos decir que la civilización occidental encuentra quizá el elemento más decisivo de su especificidad -en relación a otras grandes civilizaciones en la historia humana- en que la especificidad introdujo la demanda teórica al dominio de la práctica y la acción [el hacer].⁶⁷

No es de extrañar que nuestro concepto de técnica/tecnología haya sido contemplado desde hace mucho por los griegos en su término *techne*. Entonces, la tecnología, como resultado de un estudio, implica también al hacer (la acción), esto es, no están separados (tecnología y técnica), se habla de un término que en la práctica y de manera simple puede apuntarse como “pensando y haciendo”. Todo este andar tecnológico, definitivamente inicia su apogeo en la computadora de principios del siglo XXI -aunque con una participación iniciada un par de décadas antes-, un aparato electrónico que ha permeado en todas las áreas del conocimiento. Aún más, este dispositivo ha trascendido su creación. El artista Ge Wang (2013, p. 56), quien colaboró en una suerte de guía sobre música electroacústica que publicó la Universidad de Cambridge, comienza su texto sobre la trascendencia del ordenador en la creación de obras sonoras, de la siguiente manera:

La computadora ha sido considerada una herramienta extremadamente atractiva para crear y manipular el sonido. Su precisión, las posibilidades para nuevos timbres y el potencial para la automatización fantástica la hacen una plataforma para experimentar con ella y hacer música – pero

67 Agazzi, Evandro. *From technique to technology: The role of modern science*, en *Phil & Tech* 4:2, Winter 1998. University of Fribourg, Switzerland, 1998. [p. 2]. Traducción no literal:

...the Greek term techne already included this theoretical aspect, since it was used to indicate the capability of justifying, of "knowing why," a certain efficient procedure was efficient. I would maintain that the modern concept of technology can be interpreted as a new way of expressing the conceptual content of the Greek term techne. [...] we can say that Western civilization finds what is perhaps the most decisive element of its specificity—as regards other great civilizations in human history—in that it explicitly introduced the theoretical demand into the domain of practice and of doing.

*solo en la extensión en que podemos actualmente decirle a la computadora que hacer, y como hacerlo.*⁶⁸

De acuerdo con Wang, gracias a la máquina se puede acceder a una ductilidad natural para explorar el sonido, y sin embargo, esta libertad está limitada en la medida en que le especifiquemos lo que tiene que realizar, donde dichas fronteras a su vez estarán restringidas por nuestra capacidad de traducir nuestra imaginación a código de programación. Como apunte personal, debo señalar que en medida de que se logre traducir la realidad sónica a -más allá del imaginario-, digamos, un lenguaje de programación, estará resuelta o al menos respaldada una considerable parte fundamental de la obra. Asimismo opino que, mientras comercialmente no tengamos una computadora que además de contar con respuestas consistentes en “si” y “no”, también proporcione un hipotético “tal vez”, esto es, un tercer estado, la computación seguirá siendo la misma. Resumiendo, la implementación y articulación de diferentes técnicas en un proceso creativo coordinado ejemplifican a la tecnología en nuestro quehacer, verbigracia, al componer una miniatura electroacústica que haga uso de síntesis aditiva y granular, al lado de un “sampleo” de instrumentos como el piano, todo esto mediante el auxilio de una computadora para un proyecto colaborativo con artistas de diferentes localidades vía internet.

II.2.3 El *software* y el *hardware*.

Dentro de esto que llamamos computación, a la parte que no podemos tocar, a la parte lógica, le llamamos *software*. En el interés de la presente investigación, el *software* en cuestión es aquel dedicado a realizar propuestas sónicas. A continuación, se incluye una cita de la obra de Francisco Colasanto (2010, p. 20) sobre el lenguaje de programación Max/MSP, en la que se comenta algunos hitos en la breve pero fructífera participación de los ordenadores en la creación musical:

68 Collins, Nick. d'Esquivan, Julio. *The Cambridge companion to electronic music*. Cambridge University Press. 2013. *United Kingdom*. ISBN 978-0-521-86861-7. p. 55. Traducción no literal:

The computer has long been considered an extremely attractive tool for creating and manipulating sound. Its precision, possibilities for new timbres and potential for fantastical automation make it a compelling platform for experimenting with and making music – but only to the extent that we can actually tell a computer what to do, and how to do it

El uso de computadoras para la creación sonora puede rastrearse hasta la década de 1950, con los primeros trabajos del músico e ingeniero electrónico Max Mathews en AT&T Bell Telephone Laboratories. La primera plataforma de programación musical fue creada y desarrollada allí en 1957 para ser utilizada en una computadora IBM 704 y se llamaba MUSIC I. Este lenguaje se fue perfeccionando junto a los avances que experimentaba el hardware existente y así surgieron MUSIC II, III, IV y V. Con MUSIC III fue introducido el concepto de “unidad de generación” o UGen, que consiste en bloques de programación predefinidos utilizados para la generación o procesamiento de señales de audio. MUSIC V fue implementado en 1968 en lenguaje FORTRAN, lo que brindaba gran portabilidad al sistema y permitía, por un lado, la difusión de estas tecnologías dentro de la comunidad de compositores que hacía uso de la computadora para crear sonidos y por el otro, a su sostenido desarrollo.

Otros lenguajes fueron desarrollados, más tarde por compositores/programadores como John Chowning [Leland Smith,] y Andy Moorer (MUSIC 10, SCORE), F. Richard Moore (Cmusic) y Paul Lansky (Cmix), basados estos dos últimos en el lenguaje C; Bill Schottstaedt (Common LISP Music), basado en el lenguaje LISP, etcétera. Pero quizá la plataforma de programación musical basada en C más difundida y utilizada ha sido Csound, desarrollada por Richard Boulanger, Barry Vercoe, Dan Ellis y Bill Gardiner, entre otros. Csound trabaja con UGens que pueden ser encadenados como si se tratase de diferentes instrumentos, formando de esta manera una orquesta que interpreta los comandos almacenados en una partitura. Este lenguaje, si bien es muy poderoso e incorpora desde hace tiempo procesamiento en tiempo real, puede ser un tanto complejo para aquellos que no están acostumbrados a escribir código.⁶⁹

El lugar de la computadora en la sociedad moderna, mas que ser una herramienta de uso general, se ha generalizado el uso de ésta herramienta. Es decir, la potencia y versatilidad de dicha máquina, el ordenador o computadora, aún cuando se ha desarrollado en diferentes etapas o estadios, y para satisfacer diversas necesidades, en todo tiempo el artista le ha encontrado un buen uso -en términos simples-. La dicotomía indivisible de software y hardware han desempeñado un buen papel al servicio del arte.

Como diversos productos humanos, los ordenadores a su vez, han generado fenómenos de gran interés, entre ellos deben mencionarse a las redes, no en el sentido de redes sociales (el cual es un término más reciente y aparentemente bastante más ocioso), pero si en el de cooperación e intercambio, tanto profesional como de academia, en la que debería de reinar el

69 Colasanto, Francisco. Max/MSP Guía de programación para artistas. Volumen 1. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras. México, 2010, p. 20.

compartir el saber, cosa que persigue el idealismo del *open source*, de acuerdo con lo que señala Carlos Octavio Gutiérrez López (2014, p. 39) enseguida:

El impulso tecnológico de nuestros días ha generado comunidades virtuales que comparten recursos y proyectos a través de la red, que ayudan al usuario a incorporarse a un nuevo modo de creación, sin importar si tiene una preparación previa o no, se comparten piezas de arte pero también tutoriales, videos y explicaciones sobre las formas de creación, lo que lleva a pensar en una democratización de la producción artística. Seguir este tipo de modelos puede llevar a que la circulación del conocimiento se transforme de forma similar a como se modificó la circulación de personas en la época de la primer revolución industrial o el flujo de información con los primeros medios de comunicación masivos.⁷⁰

Compartir el conocimiento. Si, es un idealismo muy ingenuo, pero uno muy bueno y muy positivo, *ad hoc* con la actividad del creador artístico, que voluntaria o involuntariamente, anhela dar lo mejor de si en cada obra -y con ello, quizá un efecto recíproco de parte del público, aunque muchos no lo reconozcan así o lo tilden de una postura romántica-. Gutiérrez López se atreve un poco más, porque compara el efecto constructivo de la computación con los de la revolución industrial, o la masificación de los medios, y de suceder así, a la postre llevará a que potencialmente cualquiera pueda realizar propuestas artísticas. Ello me recuerda a lo dicho por Andy Warhol (1968), “en el futuro, todos tendrán fama mundial por quince minutos”.

II.3 Los insumos: Sonido, silencio y música.

Veamos ahora -sin desviar el objetivo de mi investigación-, la dinámica de la materia prima de la composición musical y la creación sonora en general. Es necesario abordar la relación que se establece entre el sonido y el silencio, de cómo a partir de ellos generamos propiamente música, de cómo con estos recursos elementales establecemos un discurso congruente y de manera deseable generaremos un interés en el escucha.

II.3.1 El ruido también es sonido.

⁷⁰ Gutiérrez López, Carlos Octavio. *Laptop performance y software libre*. Caso práctico: Programación en Supercollider, instrumento virtual Beat. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2014, p.39.

A diferencia de la educación artística tradicional, y sin ánimo de hacer eco a la moda de la inclusión, en la música electroacústica cabe todo. Russolo invitaba a voltear la cabeza para escuchar aquello que nos estábamos perdiendo -más tarde Cage haría lo mismo-. Esto es un paradigma sumamente abierto, en contraste con lo que implicaba el maestro Francisco Moncada García (1964, p. 18). Por la relevancia para mi discusión, lo cito -y destaco, quizá abandonando el estilo, permiso-, a continuación:

Ruido.

¿Qué producen los cuerpos que NO son sonoros?

*Los cuerpos que no son sonoros, producen únicamente Ruido*⁷¹.

Me hace un poco de *ídem* esta definición. Cualquier cuerpo con la mínima estimulación requerida -aunque nuestro oído no las perciba-, es capaz de emitir vibraciones. Tanto Luigi Russolo como John Cage sabían esto, como ya se estableció. Extendiéndose de manera natural en toda el arte, esta definición es incorrecta, pues para el discurso de la música tanto académica como no académica, el ruido ahora es parte de la misma. De manera análoga, el ruido es también ya un recurso de muchas otras manifestaciones artísticas, como en el arte por ordenador, dado que “funciones de procedimiento de ruido son ampliamente usadas en gráficos por computadora, desde representaciones fuera de línea (*off-line rendering*), de producción de películas hasta videojuegos interactivos” (Drettakis, et. al., 2010)⁷², e incluso se usa al ruido solo como un pretexto (que nos llevarían a discusiones muy interesantes, pero un poco fuera del enfoque de la presente investigación), como en el siguiente ejemplo de una obra instalación llamada “*White Noise*” (Ruido Blanco) de Joseph Grigely, comentado a su vez por Mintz (2012, p. 3), propuesta situada dentro del terreno del Arte Sonoro, donde es común encontrar al ruido:

71 Moncada García, Francisco. Teoría de la música. Musical Iberoamericana, Ediciones Framong, México. 2005, 209 pp.

72 Hauser, H.; Reinhard, E. (eds). Cook, R. *et allis*. “*State of the Art in Procedural Noise Functions*” en *STAR – State of the Art Report, Eurographics*, 2010. Traducción no literal:

Procedural noise functions are widely used in Computer Graphics, from off-line rendering in movie production to interactive video games

Instalada en un cuarto con forma oval y compuesto de notas de pluma y tinta sobre piezas de papel blanco, gris y amarillo pálido, “White Noise” rodea a su audiencia con una cacofonía de voces que es de golpe visualmente elocuente e imposible de descifrar. No hay comienzo o fin para este diálogo; los observadores entran por donde sea, y hacen un patrón lleno de significado -o no-, enteramente acorde a sus propias inclinaciones.⁷³

De esta manera, en el Arte actual, todas las vibraciones audibles y aquello que las produce son elementos con posibilidades de ser incorporados dentro de un discurso artístico articulado congruente. Sea musical o visual, el objeto artístico que es la obra, incorpora todo tipo de sonidos, regulares o irregulares, según la intención del artista. A continuación, es incluida una gráfica muy sencilla pero didáctica, con ejemplos de representación simplificada de ondas de sonido (Máximo y Alvarenga, 2008, p. 750 ⁷⁴) :

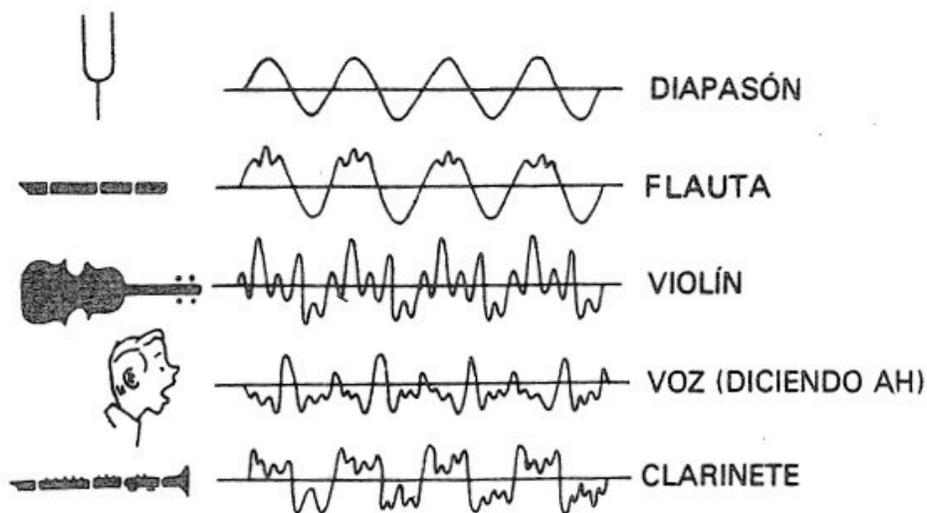


Figura 23. Ondas de sonido.

73 Mintz, Susannah B. *The Art of Joseph Grigely: Deafness, Conversations, Noise*, en *Journal of Literary and Cultural Disability Studies* 6.1. ISSN 1757-6458, ISSN en línea 1757-6466. Liverpool University Press, 2012. p. 3. Traducción no literal:

Installed in an oval-shaped room and comprised of pen and ink notes on white, gray, and pale yellow pieces of paper, “White Noise” surrounds its audience Susannah B. Mintz with a silent cacophony of voices that is at once visually eloquent and impossible to decipher. There is no beginning or end to this dialogue; viewers enter anywhere, and make a meaningful pattern—or not—entirely according to their own inclinations.

74 Máximo R., Antonio, y Alvarenga, Beatriz. *Física General*. Oxford University Press. México, 18 reimpresión, 2008. p. 750. 1220 pp.

Del gráfica anterior, es posible advertir una característica común, aunque simplificada, ¿se aprecia un comportamiento repetitivo?: versa de patrones aparentemente cíclicos. Si se tratase de un ruido, no se encontraría en una primer observación, una regularidad o periodicidad homogénea evidente, siendo esta su principal característica en relación al resto de los sonidos.

II.3.2 La onda sonora (o el sonido).

Ya se apuntó que las vibraciones producen el sonido, y en la imagen anterior se le representó como una forma ondulada, que puede ser visible mediante ciertos medios, como el agua o la gelatina. Para su estudio, es representada de forma lineal. Resnick, Halliday y Krane (1992, p. 495), indican lo siguiente acerca de esta onda sonora:

La onda mecánica longitudinal más conocida es la onda sonora. El ser humano puede detectar estas ondas en la gama de frecuencias que va de unos 20 Hz a unos 20,000 Hz, gama que recibe el nombre de intervalo audible [...] Las ondas sonoras viajan a través de sólidos, líquidos y gases [...] Un sistema vibratorio (por ejemplo, la cuerda de una guitarra, nuestras cuerdas vocales, la membrana de un tambor) pone en movimiento al aire en su vecindad inmediata.⁷⁵

Para el Arte en nuestra época, el ruido es un elemento más, la diferencia principal es que ahora en ciertos contextos ejercemos control sobre él. Usando recursos de electroacústica, podemos generarlo, modificarlo y discriminar sus elementos, para favorecer algunos, y ocultar otros. Mismo trato reciben los sonidos convencionales de nuestros instrumentos en nuestro contexto compositivo.

II.3.3 El silencio.

Hay un componente adicional, que no es la ausencia del sonido, sino la carencia de protagonismo directo del mismo. A ello, lo conocemos coloquialmente como silencio. Cage hizo una importante mención al respecto, además de otorgarle todo el debido peso en su obra 4'33", según nos lo indica Arroyave (2013, p. 145) de la siguiente manera:

⁷⁵ Resnick, Robert; Halliday, David; Krane, Kenneth S. Física Vol. 1, Cuarta Edición (Tercera en Español). Compañía Editorial Continental, México, 2001, pp 658, más apéndices.

El origen de 4'33" se remonta a 1951, cuando Cage visita la cámara anecóica instalada en la Universidad de Harvard. Cage deseaba encontrar el silencio, pero encuentra un sonido agudo y otro grave. Según el ingeniero del lugar, el primero es el sonido de la actividad cardiaca, el segundo es la actividad nerviosa del auditor que realiza la experiencia. Para un ser vivo es imposible encontrar el silencio.⁷⁶

Cage probablemente buscaba en ese tiempo la noción del silencio. Al acudir a un sitio especialmente diseñado para no permitir la proliferación de ninguna clase de onda, alcanzó a percibir esos sonidos. Más adelante, Arroyave (p. 152) agrega más datos acerca de éste:

La definición tradicional del silencio como ausencia de sonido ponía la cuestión del silencio como un objeto teórico. Si, tal como lo afirma Cage, la ausencia de sonido no puede ser vivida, el silencio puesto por la música tradicional es un objeto de pensamiento. Este tipo de silencio contrasta con el silencio vivido de 4'33", un silencio que solo es un grado de percepción de los eventos sonoros.⁷⁷

Tenemos entonces dos caras de un mismo fenómeno: la primera, culturalmente aprendida y representada, como los símbolos que usamos en la escritura musical tradicional, pues como carencia de sonido no existe, siempre hay algo sonando en alguna parte, y la segunda, el silencio como el medio permisivo de una experiencia sensorial diferente - principalmente de escucha.

II.3.4 La música.

Tiempo atrás, en el año 2012, tuve la oportunidad de entrevistar a Murray Perahia, pianista británico, de tan enorme talento como enorme humildad. Le mencionaba, que mi maestra de piano, Areli Ricalde Esquivel, siempre me decía que no tocara las notas, sino la música -la primera vez que me indicó eso, en verdad me confundió-, a lo que Perahia me respondió de la siguiente manera: “Tu maestra tiene razón. En Inglaterra, tenemos un dicho, no mires el árbol, observa el contorno del bosque”. Por el mismo tiempo, mientras trabajaba

76 Arroyave, Myriam. ¡Silencio!.. Se escucha el silencio, en Calle14, Volumen 8, Número 11. ISSN 2011-3757. Colombia, 2013.

77 Ibídem.

para la Universidad Nacional Autónoma de México como productor de la discoteca Joaquín Gutiérrez Heras en las instalaciones de Radio UNAM, revisando las notas que acompañan a la posiblemente última grabación del pianista Claudio Arrau interpretando la *Suite Bergamasque* de Claude Debussy. En ellas -las notas-, señala la importancia de la musicalidad sobre la precisión. Si contemplas una sola parte, si te avocas a un solo enfoque, puedes perder de vista el panorama general del objeto.

En esa misma dirección, otro de mis maestros, el compositor Leonardo Coral, nos decía en clase, “pónganle veneno”, refiriéndose a que le agreguemos interés, quizá con disonancias, quizá con estridencia, o incluso con contrastes inesperados, a manera de sazoador. También la maestra Lucía Álvarez, poco antes, seguido nos decía en clase que “en la variedad está la riqueza”, idea que aplica muy bien con la materia prima con la que nosotros trabajamos. Para la electroacústica, y para la música en general, el sonido es el primer elemento con el que contamos, incluido aquí el ruido. El discurso sonoro de manera natural es articulado principalmente con los silencios, con ellos es posible dar forma a una propuesta, similar a los trazos en un lienzo. Estos son entonces los recursos mínimos necesarios de nuestro Arte, ahora expandidos y enriquecidos gracias a la multidisciplinaria y sus *spin offs* (la intradisciplinaria, la interdisciplinaria y la transdisciplinaria).

II.4 Espacialización y sonido envolvente.

Diciéndolo de un modo muy burdo, los elementos anteriores, por su naturaleza, necesitan hacer un recorrido, desde donde son generados, hasta nuestros oídos. El grueso de la población del mundo, aún no contamos con tecnología que nos transmita esas señales inalámbricamente (en caso de que ésta exista). Hay que recordar que el sonido es resultado del movimiento de los objetos, como apunta Samuel Larson Guerra (2010, p. 19):

La primera y fundamental característica de cualquier sonido es que está compuesto por vibraciones, las vibraciones no son otra cosa que movimiento. Para que un cuerpo vibre tiene que existir una fuerza que produzca un cambio en su estado físico, algo que lo haga moverse o detenerse. En este sentido, mucho antes de pensar en estas vibraciones que viajan por el aire hacia nuestros oídos, hay que tomar en cuenta que

*cualquier vibración es en sí un efecto, pues nada se mueve (o deja de moverse) sin una causa.*⁷⁸

Entonces, esos movimientos, esas vibraciones sónicas, viajan por el entorno, sea cual fuere, hasta llegar a nuestro sentido auditivo, o en su lugar, a un dispositivo para poder realizar su registro. En su tesis, Mario Abraham Sierra Tabla (2011, p. 2), comenta que “el sonido es la sensación que se produce a través del oído en el cerebro y las causas físicas que lo provocan son las vibraciones de un medio elástico que pueden ser sólido, líquido y gaseoso.”, y un poco después agrega que “el sonido es todo lo que oímos los seres humanos y los animales, resultado de los desplazamientos moleculares. Se transmite en forma de ondas, y depende de las características del medio en el que se propaga.”⁷⁹ Por lo anterior, la espacialización se refiere en gran medida a las características del lugar y del ambiente en donde tiene lugar el fenómeno acústico, como se comentará enseguida.

II.4.1 Espacialización.

Este aspecto, la espacialidad, es un conjunto cuyos elementos nos tienen que ser familiares ya. Los tenemos presentes en todo momento. En una interpretación al menos, está quien toca, o canta, también encontramos al sistema que reproduce la obra, y por supuesto, el área o espacio donde todo esto tiene lugar en un momento determinado. Todo ello es percibido directamente de la información sónica que llega, interactúa o emana de nosotros, como lo apuntó Di Liscia (2014, p. 1) durante la Semana del Sonido, y cito a continuación:

...la espacialidad del sonido aporta información relevante acerca de la ubicación y eventual movimiento de las fuentes sonoras respecto de nosotros mismos y respecto del entorno en el que se encuentran (Localización), acerca de la irradiación de energía de las fuentes sonoras (Directividad) o respecto de las propiedades del entorno mismo. Las fuentes sonoras tienen, por así decirlo, una manera

78 Larson Guerra, Samuel. Pensar el sonido, una introducción a la teoría y la práctica del lenguaje sonoro cinematográfico. Centro Universitario de Estudios Cinematográficos. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, 2010. 274 pp

79 Sierra Tabla, Mario Abraham. Sistema Caracterizador de Equipos de Audio (SCEA). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 2010, 215 pp.

*particular de habitar y describir, a través de sus características espaciales, los entornos en una escena auditiva.*⁸⁰

El ser humano no puede estar aislado, por lo que debe formar parte de un complejo de sistema de sistemas. De esta manera, a su alrededor han de ocurrir diversos fenómenos, y sin duda, el sonido es uno de ellos, que bien lo rodea y sumerge en su realidad, como en la cotidianidad, o en la memoria o la imaginación propia, o lo lleva a sentir experiencias artificiales generadas, como sucede cuando literalmente brincamos en la sala de cine al presenciar una película de acción, suspenso o de horror. De esa manera, citando ahora a Gértrudix (2009, p. 260), “la sensación sonora nos envuelve; percibimos el sonido de forma integral, ubicua, multidireccional y continua; el sistema auditivo es nuestro guardián porque incluso cuando descansamos, está alerta”⁸¹.



Figura 24. Interior del Dolby Atmos Theater en Shree Balaji Studios en Adheri, Mumbai.

80 LISCIA, Oscar Pablo Di. Sentido y espacialidad en la musicalización de las glosas de Figuración de Gabino Betinotti, en La Semana del Sonido, Rosario, 2014. Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2014. 7 pp.

81 Gértrudix Barrio, Etnografía de una música envolvente, Notas y reflexiones sobre los antecedentes del ideario técnico. Revista Icono 14, número 13, página 260. España. 2009.

En el cine, es donde más fácil puede ejemplificarse lo anterior, en una sala como la que se muestra en la imagen. Obsérvese el número y ubicación de las bocinas. Están alrededor de la sala, en las paredes, en el techo, incluso, quizá pudieran estar en el suelo aunque no es posible afirmarlo. Pero el punto es que, envuelven al auditorio, lo inundan sónicamente. Así el sonido logra mantenernos alertas, expectantes, frente el discurso preparado en la película reproducida ante nuestros ojos. Entonces, literalmente, suponemos o asumimos que estamos sumergidos en el sonido. ¿Pero en qué manera? ¿cómo sucede esto en el espacio? Es útil regresar a Di Liscia (2010, p. 159), quien realiza una reflexión distinguiendo, en un primer nivel tres componentes, que a su vez para facilitar el análisis descompone en otros tantos elementos. Propone así un estudio en tres grandes partes, la ubicación de los emisores sonoros, la acústica donde sucede el fenómeno y la direccionalidad del origen del sonido:

La espacialidad del sonido, en mi conceptualización, tiene tres rasgos principales: la localización de las fuentes sonoras, los entornos acústicos y la directividad de las fuentes sonoras. La localización de la fuente sonora es el lugar dónde los oyentes suponen que están las fuentes sonoras. Tiene dos aspectos básicos: la dirección y la distancia. Dirección es adelante, atrás, arriba, abajo, izquierda, derecha, etc. Es decir, el ángulo desde donde proviene la señal sonora. Y la distancia es cerca o lejos, sin importar la dirección. Cuando ambos aspectos se combinan, tenemos una localización de una fuente sonora en un espacio tridimensional completamente determinado. El otro rasgo son los entornos acústicos. Richard Moore, un especialista en música por computadoras, decía con mucha elegancia y precisión que si las piezas musicales fueran piedras preciosas, las salas de conciertos serían sus engarces⁸².

82 LISCIA, Oscar Pablo Di. Algunas reflexiones sobre la espacialidad del sonido en el marco de la producción discográfica comercial y la música electroacústica. Revista LIS - Letra Imagen Sonido, Ciudad Mediatizada, año III, número 5, mar-jun 2010, Buenos Aires, UBACyT, FCS-UBA. pp. 158-162.



Figura 25. Oscar Pablo Di Liscia

Como nos comenta Di Liscia, a la espacialidad mínimamente la integran 1) el o los emisores, la potencia y la direccionalidad de esas fuentes, 2) el espacio físico donde tiene lugar la ejecución la obra y, por supuesto, 3) las relaciones que se establecen entre todos esos elementos: importante es de donde proviene, en donde se origina el fenómeno sonoro y si se encuentra cerca o lejos del espectador. Para comenzar, nos señala que es muy relevante la ubicación del público, en el sentido de que en este fenómeno incide (en el público) desde dónde proviene el sonido y con qué volumen. Asimismo nos permite observar, que tales características, influirán en su proyección: hacia donde es dirigida la interpretación, y la energía involucrada en ella. Nos hace distinguir entonces de manera general, como las particularidades del espacio donde tome lugar la ejecución también impactan en la masa sonora resultante, mencionando aspectos como por ejemplo la reverberación. Enseguida, Di Liscia (p. 159), señala un concepto particular de entorno, refiriéndose a “las propiedades del entorno en términos de lo físico-acústico”⁸³:

El lugar en donde se produce un determinado evento sonoro le presta determinadas características que se pueden describir e imitar y que influyen significativamente en cómo se escucha. De manera general, dichas características quedan retratadas en una parte de la señal

83 *Ibíd.*

*sonora que se suele denominar reverberación. La reverberación es el resultado de la mezcla de una colección de reflexiones o rebotes de la señal acústica en los elementos del recinto y es como la huella digital del entorno*⁸⁴.

Pertinente es anexar lo que Larson (2010, p. 35) señala también al respecto de las características del recinto:

*Y así como cada sonido trae en sus características de intensidad, frecuencia y timbre la huella de su origen físico, también trae las huellas del espacio por el que ha viajado hasta llegar a nuestros oídos. El espacio puede afectar bastante las características de un sonido, pues cada lugar, al estar formado por materiales de distinta densidad, volumen y forma, tiende a actuar de manera diferente sobre la duración y sobre la forma de la onda envolvente, además de acentuar o atenuar la intensidad relativa de ciertas frecuencias de manera también diferenciada.*⁸⁵

Este es un aspecto que aunque es importante, no reparamos muchas veces en él: el espacio donde según el caso sea interpretada o reproducida la obra, inevitablemente afecta a ésta de alguna manera, sea con características de ecos, sonidos sordos, brillo u opacidad, no es posible dissociar una del otro, a manera de un intérprete más, presente pero inerte. Regresando a Di Liscia (p. 159), continúa diciendo que el tercer rasgo sobre lo que el llama “directividad”:

*... la directividad de las fuentes sonoras, que consiste en cómo irradian la energía acústica dichas fuentes. Se puede hacer una especie de analogía de esta irradiación de energía acústica con la irradiación de la luz. Una linterna que irradia luz en una dirección, es una fuente altamente direccional, mientras que, por ejemplo, el sol es omnidireccional, una esfera que irradia luz en todas las direcciones es omnidireccional*⁸⁶.

Por último, nos indica Pablo que la fuente sonora puede ser de diferente naturaleza, un solista, un conjunto de intérpretes, y a su vez, cada instrumentación, incluida la voz, tiene diferentes cualidades e incluso limitaciones, y extendiendo su ejemplo sobre la iluminación de

84 *Ibídem.*

85 Larson Guerra, Samuel. *Pensar el sonido, una introducción a la teoría y la práctica del lenguaje sonoro cinematográfico.* Centro Universitario de Estudios Cinematográficos de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, Distrito Federal, 2010. 274 pp.

86 *Ibídem.*

un espacio, tenemos diferentes tipos de luz, cálida o fría, y diferentes emisores, incandescentes, ahorradores, halógeno o led: “entre estas dos formas extremas de directividad hay miles de patrones distintos de directividad que dependen de cada fuente acústica y que, combinados con la reverberación y la localización, enriquecen y complejizan de una manera muy notable la difusión del sonido”⁸⁷.

De hecho, como ya se sospecha, reflexionar acerca del sitio donde sucede la propuesta aporta varias consideraciones. Para Joachim Heintz (2016, p. 46), hay artistas conscientes de esta faceta que representan el lugar donde se presenta la obra, desde el momento en que tiene lugar el proceso creativo. Ello significa un ejercicio de valoración de categorías sensoriales:

*Muchos compositores tienen un fuerte sentido del espacio, cuando comienzan a realizar la pieza. Tu sientes este espacio, lo sientes amplio, o angosto, como silencioso, o salvaje, como brillante, u oscuro. Esta es la sensación subjetiva de el espacio de la que hablo [...] un espacio que puede ser descrito por cualquiera que es sensible a cierto tipo de música*⁸⁸

El considerar esta cuestión desde el comienzo del proyecto sin duda beneficia al mismo, dota al creador de mejores elementos para enriquecer su propuesta, aunque sus consideraciones no sean del todo precisas. Junto a la idea de visualizar donde tendrá lugar la interpretación, hay diversas aristas. Prosigue Heintz (p. 47-48), mencionando por ejemplo el cómo es implementado el aspecto de los emisores sonoros de la obra, dentro del espacio antes meditado:

[...] en música electroacústica, tenemos muchas posibilidades para formar el espacio exterior de una interpretación [performance]. En contraste a un instrumento acústico, que conecta la producción del sonido y su proyección en el espacio, en la música electrónica ambos elementos pueden ser compuestos de manera independiente uno del otro. En otras palabras : la

87 *Ibíd.*

88 HEINTZ, Joachim, Volumen 8, Numero 16, en Ideas Sónicas/Sonic Ideas. *Do you believe in space? Some thoughts on composition and spatialization*, México, 2016. pp. 46-48. Traducción no literal:

Many composers have a strong sense of space, when they start to realize a piece. You feel this space, you feel it as wide, or narrow, as silent, or wild, as bright, or dark. This is the subjective sensation of the space I am talking about; a space which can be described by anyone who is sensitive for a certain music.

*proyección del sonido es libre, puede ser dispuesta de cualquier manera. ¿Quieres usar un altoparlante en el escenario? ¿O cientos de altoparlantes / bocinas en un arreglo, como en síntesis de campo de onda [wave-field-synthesis]? ¿O un domo sonoro? Todo es posible; ello depende de el equipo que se use. ¿Pero qué significa esto para una decisión composicional?*⁸⁹

Todas ellas son cuestiones definitivamente composicionales, que deben abordarse desde su concepción. Heintz también propone en el artículo que se cita a continuación -por partes-, una suerte de breve cuestionario de opciones, a mi parecer no excluyentes, para facilitar la toma de decisiones al respecto de lo necesario a considerar al manejar el sonido. Comienza con una reflexión sobre el espacio, si hay diferencia entre “adentro” y “afuera”, si esto es necesario en el engranaje sonoro de la propuesta, o no:

*Primera opción: ¿Crees en correspondencias? ¿Crees que el espacio ‘interior’ y ‘exterior’ de una pieza están fuertemente relacionados entre si, o no? O, en palabras menos metafóricas ¿quieres crear una proyección sonora que articule cualidades importantes de tu estructura musical? ¿O consideras a la proyección sonora como más neutral, no parte substancial de tu música?*⁹⁰

Y avanza, que a partir de estas elucubraciones, se aportarán elementos que servirán para seleccionar el medio en que la obra podrá ser presentada al público, lo que nos acerca

89 *Ibíd.* Traducción no literal:

[...] in electro-acoustic music, we have much more possibilities to form the outer space of a performance. In contrast to an acoustic instrument, which connects the sound production and its projection in space, in electronic music both elements can be composed independent of each other. In other words: The sound projection is free, it can be set in any way. Would you like to use one speaker on stage? Or hundreds of speakers in an array, like in wave-field-synthesis? Or a sound dome? Everything is possible; it only depends on the equipment you can use. But what does it mean as a compositional decision?

90 *Ibíd.* Traducción no literal:

*Choice I: Do you believe in correspondences?
First choice: Do you believe that “inner” and “outer” space of a piece are strongly related to each other, or not? Or, in less metaphoric words: Do you want to create a sound projection which articulates important qualities of your musical structure? Or do you consider the sound projection as a more neutral, non-substantial part of your music?*

también a una valoración estética, aplicada al lugar y que influya en la apreciación del fenómeno sonoro:

Segunda opción: Si crees en espacios, y decides usar cualquier configuración de altoparlantes, estarás listo para escoger cualquier técnica de difusión sonora. Cada una tendrá sus implicaciones estéticas. Si empleas enrutado simple, establecerás las bocinas como puntos fijos en el espacio. Si empleas cualquier suerte de paneo (desde el estéreo simple hasta el estéreo complejo como el acousmonium, o paneo basado en vectores de amplitud en dos o tres dimensiones), estarás perdiendo hasta cierto punto la conexión entre sonido y altoparlantes hasta cierto grado, sin cortarlas completamente. Pero aún así, esas bocinas se percibirán como cuerpos concretos, “hablando” a los escuchas.⁹¹

Cabe resaltar que estas reflexiones no ocurren aisladas, todas están relacionadas, presentes en el fenómeno sonoro, son parte inherente de su naturaleza, en nuestra materia de estudio, mediante un enfoque u otro. El autor continúa comentando sobre el uso de los mecanismos útiles para presentar el material sónico, “... Si usas técnicas de campo sonoro (como ambisonics o síntesis de campo de onda), la “bocina personal” es disuelta más o menos de manera perfecta, en favor del campo. En este caso, la especialización ha creado un ambiente”⁹². Y nos presenta entonces una cuestión más:

Tercera opción: ¿crees en altoparlantes como objetos?

91 Ibídem. Traducción no literal:

*Choice II: Do you believe in Sound Diffusion techniques?
If you believe in spaces, and you decide to use any given speaker configuration, you will be able to choose any sound diffusion technique. Each of them will have aesthetic implications.
If you use simple routing, you will establish the speakers as fixed points in space. Each of them is a body, immobile and important. If you use any sort of panning (either simple stereo panning, or complex stereo like in the acousmonium, or vector base amplitude panning in two or three dimensions), you will loosen the connections between sound and speakers to some degree, without cutting it completely. Still, the speakers will be perceived as concrete bodies, „speaking“ to the listeners.*

92 Ibídem. Traducción no literal:

If you use a sound field technique (like ambisonic or wave-field-synthesis), the „personal speaker“ is dissolved more or less perfectly, in favour of a field: soft and ungraspable. In this case, spatialization has created an environment.

*Esto - establecer un campo sonoro - implica que los altavoces individuales han perdido su significado como objetos: con un cuerpo único, una posición única en el espacio, y una cualidad sonora única. Esta tradición de una bocina como objeto tiene algunas implicaciones importantes y no es por accidente que está usualmente conectada con técnicas de difusión sonora simples como paneo o incluso enrutamiento.*⁹³

En ésta última cuestión, sugiere meditar sobre si la bocina es solo el medio, o forma parte de la obra, esto es, si solo sirve para emitir la creación o está integrada a la misma. Más allá de dotar de una suerte de metafísica al dispositivo, la oportunidad a la postre da mayores y mejores elementos integradores al objeto sonoro compuesto: el espacio más las técnicas seleccionadas más los emisores utilizados inciden en la factura de la composición, y finalmente, en su ejecución, aunque claro esta que no garantizan sus resultados -sobre todo los deseables positivos en la ejecución.

II.5 Interacción en tiempo real.

La interacción será definida por las decisiones a las que lleguemos después de la reflexión sobre las necesidades expresivas y los medios disponibles para llevar a la realidad nuestras ideas composicionales, en ocasiones enfrentándonos a las limitaciones tecnológicas y al desconocimiento de las técnicas más adecuadas -de ahí la importancia de realizar esta investigación.

En consecuencia ¿cuál debe ser el enfoque que debe conservar un desarrollo de este tipo? ¿De qué manera auxilia esta tecnología a la actividad creativa sonora? Dodge (1985), citado a su vez por Eaglestone (2001[, p. 1]), nos indica que debe incluir dos orientaciones. Una, ofrecer facilidades para trabajar de manera diversa con los materiales sonoros, y la otra, que para emplear esos insumos, se debe contar con un entorno adecuado para efectuar las operaciones requeridas para la obra. Así nos lo indica el autor:

93 *Ibíd.* Traducción no literal:

*Do you believe in speakers as objects?
This — establishing a sound field — implies that the individual speakers have lost their meaning as being objects: with a unique body, a unique position in space, and a unique sound quality.⁷ This tradition of a speaker as object has some important implications, and it is not by accident that it is usually connected with simple sound diffusion techniques like panning or even routing.*

*El software de composición electroacústica sirve a dos propósitos. Primeramente, debe poner a disposición del compositor(a) servicios por los cuales el(ella) puedan crear una composición, por ejemplo, servicios para recuperar, manipular y combinar artefactos musicales. Secundariamente, el software debe proveer un medio ambiente dentro del cual esos servicios puedan ser usados creativamente.*⁹⁴

De esta manera, la solución informática a emplear, adquirida o elaborada *ex profeso*, necesariamente debe satisfacer dos áreas fundamentales, por un lado, el artista necesita tener la habilidad de mezclar todos y cada de uno los recursos sónicos (y también de otras naturalezas). Además, la solución debe ser más que adecuada para realizar todo tipo de operaciones con fines artísticos y creativos, esto es, un todo funcional, bien instrumentado y coordinado -en el mejor y más deseable de los casos-. Este tipo de planteamientos tienen un nombre específico, como enseguida se comenta en el libro *Introducción a la Ingeniería de Software* (coordinado por José Antonio Cerrada Somolinos, 2000, p. 293):

*La palabra entorno (en inglés ``environment´´) se viene utilizando en informática desde hace algunos años para designar el contexto en el cual se realiza una determinada actividad, y en particular para designar la combinación de instrumentos disponibles para ello. Además, para aplicar con propiedad el nombre de ``entorno´´ a una determinada colección de instrumentos se requiere que dicha colección constituya un conjunto coherente, de forma que todos los elementos se combinen unos con otros de manera apropiada y que, en lo posible, aparezcan más como una única herramienta global que como una colección de herramientas independientes. Un entorno de desarrollo de software (en inglés SEE: Software Engineering Environment) consiste, por tanto, en el conjunto de los elementos disponibles para realizar dicho desarrollo, y especialmente los instrumentos informáticos que facilitan esta labor. Las técnicas de soporte informático del desarrollo de software se designan habitualmente con las siglas inglesas CASE (Computer Aided Software Engineering).*⁹⁵

94 EAGLESTONE, B & Ford, Nigel & Nuhn, R & Moore, Adrian & Brown, Guy. (2001). *Composition systems requirements for creativity: what research methodology?* en la Conferencia *Mozart Workshop*. 2001.

Traducción no literal:

Electroacoustic music composition software serves two purposes. Firstly, it must make available to the composer services by which she can create a composition, i.e., services to retrieve, manipulate and combine musical artifacts. Secondly, the software must provide an environment within which those services can be used creatively.

Parafraseando, en tal caso, el creador requiere de un ambiente sólido y a la vez articulado, muy estructurado, pero sobre todo funcional y accesible, capaz de poner literalmente en sus manos, las habilidades necesarias para plasmar sus ideas en un proyecto sonoro de manera satisfactoria. Una instrumentación óptima de la mayoría - si no es posible incluirlas todas - de las características necesarias para la realización de la obra, y que además, cuente con la ayuda o soporte necesario de igual manera que coadyuven para la concreción de sus objetivos artísticos.

Y dado que se acaba de mencionar a las computadoras, es prudente enfatizar lo obvio: la informática está en todo. No hay prácticamente alguna área donde de manera directa o indirecta, no esté involucrada. Sea en el principio, durante, o el final, en todo proceso hay participación especializada del manejo de los datos para generar información. En la materia que nos atañe, los programas computacionales para creación musical históricamente han compartido un desarrollo similar al resto de las innovaciones en el ámbito de los sistemas, como advertimos en el siguiente texto (Eaglestone, Ford y otros, 2001, p. 2):

En consecuencia, la evolución del software de composición ha tenido un gran paralelismo con la evolución de paradigmas en tecnología del software. Por lo tanto, los primeros sistemas, por ejemplo, Csound (Moore, 1990) y Cmusic (Vercose, 1985), soportaban uso asíncrono y recordaban los lenguajes de programación de ensamblador, mientras que lenguajes y sistemas subsecuentes primero introdujeron abstracciones de alto nivel, y posteriormente orientación a objetos. De manera similar, ha habido un movimiento de sistemas asíncronos a sistemas sincrónicos, y de interfaces de texto a interfaces visuales.⁹⁶

95 CERRADO Somolinos, José Antonio (coordinador), *et al.* Introducción a la Ingeniería del Software. Centro de Estudios Ramón Areces, S. A., Madrid España, 2006. 322 pp.

96 EAGLESTONE, B & Ford, Nigel & Nuhn, R & Moore, Adrian & Brown, Guy. (2001). *Composition systems requirements for creativity: what research methodology?* en la Conferencia Mozart Workshop. 2001. Traducción no literal:

Accordingly, the evolution of composition software has largely paralleled the evolution of paradigms in software technology. Thus, early systems, e.g., csound (Moore, 1990) and cmusic (Vercose, 1985), supported asynchronous use and resembled assembler programming languages, whereas subsequent languages and systems first introduces higher-level abstractions, and later object orientation. Similarly, there has been a move from asynchronous to synchronous systems, and from text to graphical user interfaces.

De acuerdo con lo anterior, el constante cambio de las soluciones computacionales para la música y el arte en general, no ha tenido su propia línea de desarrollo, sino que han compartido las modificaciones que el software en general ha experimentado en su corta historia -apenas más de un siglo-. Con cada nuevo paradigma, también se ha encontrado la manera de asimilar o adaptar los avances a la actividad artística, lo que ha permitido alcanzar resultados antes no realizables tecnológicamente.

Ahora bien. Si, no hay área donde la informática no esté involucrada -de una manera u otra, como ya se comentó-, pero es precisamente la aplicación conjunta de las teorías y conocimientos científicos lo que nos han permitido experimentar su aprovechamiento *de facto*. Esta tecnología, al mismo tiempo que ha permeado, también ha influido obviamente en cada práctica humana, incluida el arte: este cambio continuo existe en todo cuanto nos rodea.

El despliegue de la tecnología de la computadora en la industria de la música ha afectado casi todas las facetas de la música moderna. Los últimos 50 años han visto los usos más primitivos de sonido generado por computadora evolucionar a este dominio digital de la música actual. La tecnología de las computadoras ha guiado la evolución de el formato, el medio [o soporte], la interpretación, y distribución del audio a través del tiempo. En la otra mano, la tecnología NO ha impactado la práctica artística de la composición musical: mas bien, el compositor moderno - en concordancia con una cultura económica cambiante, y la tendencia hacia la música popular - se ha dado la habilidad de manipular la tecnología informática para crear un sonido que sea aceptado por si mismo y por los consumidores de la música. En esencia, la computadora se ha vuelto una herramienta que tiene la habilidad de capturar, escribir, manipular e interpretar la obra de un compositor (Dodge, 1985), mientras solo el compositor puede manifestar un sonido [una idea] original.⁹⁷

97 THORNELLY, Steven. The Impact of Computer Music Technology on Music Production. Traducción no literal:

The deployment of computer technology on the music industry has affected almost all facets of modern music. The last fifty years has seen the most primitive uses of computer generated sound evolve into the digital domain that is today's music. Computer technology has led the evolution of format, medium, performance, and distribution of audio over this time. On the other hand, technology has not impacted on the artistic practise of musical composition; rather, the modern composer - in concordance with a changing culture, economy, and trend towards popular music - has been given the ability to manipulate computer technology to create a sound that is accepted by themselves and consumers of music. In essence, the computer has become a tool that has the ability to capture, score, manipulate and perform a composer's work (Dodge, 1985, p. 11), while only the composer can manifest an original sound.

De esta forma, la tecnología, ha impulsado en general como concebimos, interpretamos, registramos, producimos, y distribuimos la música y todo producto sonoro en nuestra actualidad cambiante y globalizada. Comentando lo antes mencionado, quizá sea posible decir que esta aplicación tecnológica a la industria de la música, ha influido fuertemente como consumimos la música, pero no así la creación compositiva, al menos no en su esencia. Este tema será retomado un poco más adelante, pues evidentemente es un tema polémico. Por ejemplo, Thornely (2001, p. 2), apuntó categórico en la cita anterior que la actividad compositiva no se ha modificado por influencia del conocimiento de estas técnicas, y Mary (2013, p. 27), compartió la posibilidad de que el creativo asume la estética que le sería natural a través del uso de determinadas herramientas compositivas. Esto no necesariamente tiene que ser malo para las propuestas.

Pero la computadora (o como se le conoce en otras latitudes, el ordenador), indiscutiblemente ha asumido el importante papel de una suerte de máquina de escribir moderna para el registro de las partes sonoras. En una nota personal, considero que esta herramienta es sumamente útil, y las opciones cada vez son más flexibles para poder ser compatibles con nuestras ideas, por ejemplo, para representar fragmentos sumamente complejos. Carlos Chávez (1937), como señala Thornely (p. 3), aún cuando es de una época diferente a los ordenadores -permítaseme la licencia o incluso barrabasada para los más puristas-, hizo anotaciones al respecto del impacto que tendría la tecnología en el futuro del arte:

El rol de la computadora como un 'asistente capturador de ideas' se debe en gran manera a la escritura de las partituras, la grabación y las cualidades de edición que la tecnología ha traído a la música... Hay poco debate si esta característica de la computadora pueden contribuir positivamente a la eficiencia del compositor así como a su capacidad. Chávez (a pesar de ser anterior al tiempo de la tecnología de la computadora) encapsula esto con su pronunciamiento acerca del fonógrafo, 'Seguramente el progreso en las ciencias física y mecánica determina un progreso en el arte, puesto que el artista de hoy tiene a su disposición los recursos del ayer más muchos más' (1973, p. 19)⁹⁸. Estos llamados 'recursos de hoy' en este contexto son más

<https://stevethornely.files.wordpress.com/2012/05/the-impact-of-computer-music-technology-on-music-production-stein-thornely.pdf>

98 CHÁVEZ, Carlos. (1937), *Toward a new music: Music and Electricity*. New York: W. W. Norton & Company, Inc. Estados Unidos de América. 1937.

notables en la forma de software para editar la partitura y para las estaciones de audio digital [DAW].⁹⁹



Figura 26. Carlos Chávez.

Chávez en su libro *Towards a new music: Music and Technology*, no hablaba de las computadoras *per se*, sino de la tecnología en general. Sin embargo, su comentario es acertado en el sentido del impacto y posicionamiento que tienen los computadores en toda la actividad

99 THORNELY, Steven. The Impact of Computer Music Technology on Music Production. Traducción no literal:

The role of the computer as an ‘idea capturing assistant’ is largely due to the scoring, recording, and editing qualities that technology has brought to music. In terms of Figure 1.0, this refers to the pre-technology method of hand-scoring a piece of music, a process which has become a job for the computer. There is little debate that this feature of the computer can positively contribute to a composer’s efficiency as well as capability. Chavez (although before the time of computer technology) encapsulates this with his statement concerning the phonograph , “Surely progress in the physical and mechanical sciences determines a progress in art, since the artist of today has at his command the resources of yesterday plus many more” (1937, p. 19). These so-called ‘resources of today’ in this context are most notably in the form of scoring and digital audio workstation softwares.

<https://stevethornely.files.wordpress.com/2012/05/the-impact-of-computer-music-technology-on-music-production-steven-thornely.pdf>

humana, que en nuestra materia, generan una inercia concurrente junto a todos los recursos con los que contamos en nuestra “breve” historia musical.

II.6 Métodos compositivos auxiliados por computadora.

¿Y cómo se articulan los elementos anteriores? ¿De qué manera se emplea a la tecnología, en particular la Informática, en esta actividad? ¿Cómo es el proceso compositivo en la electroacústica con ordenador? Curiosamente, esta actividad no se diferencia mucho de la actividad del compositor tradicional, por lo que es posible partir de sus similitudes. Los materiales se organizan para generar un interés, mantener una cohesión y en cierta medida un orden, a veces no tan evidente, dentro de su propuesta. Esto se logra a través de diversas decisiones que debe de asumir el creativo, algunas incluso recién fueron comentadas. Pero en la composición convencional, ya se cuenta con una gama de sonoridades base agrupadas en familias bien conocidas: los alientos, metal y madera; las percusiones, con o sin afinación temperada; y las cuerdas, solo por mencionar un conjunto elemental del repertorio del conservatorio occidental. O en concordancia con Hornbostel-Sachs, aerófonos, idiófonos, membranófonos y cordófonos. En la electroacústica, donde tienen cabida los electrófonos (siguiendo a Sachs), el artista debe generar su propia paleta de objetos sonoros, aplicando diferentes procedimientos de variable complejidad. A manera de ejemplo, algunos de estos serán comentados a continuación.

Para obtener el grado de Maestro en Ciencias (Computación), Gustavo de la Cruz Martínez (2005, p. 11 y en adelante) dedica el capítulo dos de su tesis titulada “Modelo en computadora del proceso creativo en música”¹⁰⁰, al estudio de la composición automática de música. En el menciona que en la composición automática no necesariamente debe involucrar la presencia de una computadora, sino que se refiere a la generación de materiales musicales con el mínimo de intervención humana, e involucrando por supuesto a la aleatoriedad. Según su criterio, de la Cruz enlista, con sus pros y contras, los siguientes métodos de composición (desde el punto de vista de los recursos que ocupan). Estas técnicas o estilos, insisto,

100 CRUZ Martínez, Gustavo de la. Modelo en computadora del proceso creativo en música. Tesis. Maestría en Ciencias de la Computación. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México D. F., 2005. 122 pp.

solamente son incluidos(as) como un vistazo a esas pautas dentro del presente trabajo, y no reflejan mi preferencia personal sobre cada unas de ellas:

II.6.1 Probabilidades.

Según dicha investigación, este método depende de los análisis estadísticos de los elementos musicales, por ejemplo, del comportamiento y distribución de las notas o de las melodías, o el empleo de planteamientos más especializados, como las cadenas de Markov. De la Cruz indica que un problema con este enfoque es que puede llegar a ser demasiado rígido y difícil de extender más allá de su ámbito original. Por ejemplo, establecer una serie de sonidos mediante la implementación de un par de dados virtuales:

```
// Ejemplo 1 (Supercollider),  
// un juego de dados como ejemplo de probabilidades:  
// Teniendo 2 dados, el primero con los tradicionales  
// números del 1 al 6, y un segundo dado, con pares  
// de -1, 0, y 1, para obtener en cada jugada,  
// mediante la suma de los resultados de ambos dados,  
// un número del 0 al 7, que nos representaría a los  
// 8 sonidos de una escala dada. Además, se despliega  
// el número correspondiente a la nota.  
// rrand(1,6), obtiene el resultado del primer dado  
// rrand(-1,1), obtiene el resultado del segundo dado  
  
Pbind(\degree, Pseq([(rrand(1,6)+rrand(-1,1)).postln], 1),  
      \dur, 0.2).play;
```

II.6.2 Funciones.

Para esta abstracción señala que “se ha tratado de describir la música como componentes que interactúan entre sí. Con este fin, se han propuesto descripciones para los fragmentos musicales cuyo comportamiento depende de algunos parámetros”. Acota el autor además que en algunos casos, existe una relación tan estrecha y fuerte, que tienden a advertirse como un solo elemento, llegando incluso a la recurrencia (ejemplo de ello son los fractales). El siguiente es un ejemplo de una función escrita en código de Supercollider, pero que además permite apreciar la propiedad de compactación de código:

```
// Ejemplo 2 (Supercollider),  
// función índice (desglozado para evidenciar la estructura del código)  
índice =
```

```

    {
      ( rrand(1,8); );
    };

    // función índice (en una sola línea)
    indice = { (rrand(1,8); ); };

```

En un comentario personal, solo recomiendo compactar el código, cuando se tiene completa claridad de su funcionamiento. Si no es el caso, o si aún se está implementando el comportamiento deseado, sugiero emplear todo el espacio necesario para facilitar su manejo y depuración.

II.6.3 Autómatas.

En este apartado, el Doctor escribe sobre “el análisis de tareas mecánicas en la labor de la composición”, la búsqueda de “modelos matemáticos” para implementación de herramientas compositivas: “El modelo más general en computación son los autómatas”, por lo que era natural su implementación al servicio de la música. Sin embargo, debe emplearse con cuidado, advierte, pues tiende a ser “muy estático”.

```

// Ejemplo 3 (Supercollider),
(
// variables para alcance global
var a, b, w, indice, dado, p = 0.01, i=0, j=0, n=0 ;

s.waitForBoot;
//s.boot;
s.plotTree;

// serie al azar de las notas posibles en el piano
a = Pseq(Array.series(88, 1, 1).scramble, inf).asStream;
b = Pseq(Array.series(88, 1, 1).scramble, inf).asStream;

// conformación de la ventana
w = Window.new.front;
w.fullScreen;
w.view.background_(Color.black);

// dimensiones de la pantalla
x = round(Window.screenBounds.size.width);
y = round(Window.screenBounds.size.height);

w.drawFunc = {
  var x1 = 0, y1 = 0, x2 = 0 , y2;
  (n).do{
    x1 = rand(x);
    y1 = rand(y);
    x2 = rand(x);

```

```

        y2 = rand(y);
        Pen.color = Color.new(
            red: rrand(0.0, 1.0),
            green: rrand(0.0, 1.0),
            blue: rrand(0.0, 1.0),
            alpha: 1.0);
        Pen.addRect(
            if ( ((x>(x1+x2-10))&&(y>(y1+y2-10))),
                {
                    Rect( x1, y1, x2, y2);
                }
            );
        Pen.perform(\stroke);
    }
};

// rutina para actualizar los rectángulos en pantalla
t = Routine {
    loop {
        w.alpha=1;
        p.wait;
        w.refresh;
    }
}.play(AppClock);

// función para el índice
indice = { (rrand(1,8); ); };

SynthDef(\help_sinegrain,
{
    arg out=0, freq=440, sustain=0.05;
    var env;
    env = EnvGen.kr(Env.perc(0.01, sustain, 0.2), doneAction: 2);
    Out.ar(out, SinOsc.ar(freq, 0, env))
}).add;

Routine({
    loop({
        if ( [false, true].choose ,
            {
                i=a.next;
                Synth(\help_sinegrain,
                    [\out, rand(2), \freq, i.midicps]);
                n=i;
                i=i+1;
            },
            {
                j=b.next;
                Synth(\help_sinegrain,
                    [\out, rand(2), \freq, j.midicps]);
                n=j;
                j=j+1;
            }
        );
        p=rrand(0.01,2.0);
        p.wait;
    })
}).play;
)

```

II.6.4 Redes neuronales.

De la Cruz nos comparte que “hay ciertos aspectos de la música que son muy difíciles de describir mediante reglas sencillas de implementar o bien su ejecución requiere una gran cantidad de tiempo y recursos”. La aplicación del análisis del funcionamiento de las neuronas, considerándolas como redes, sirven para explicar este comportamiento. El autor comenta así que “las redes neuronales artificiales son consideradas variaciones de la idea de procesamiento en paralelo”, donde cada unidad simple de procesamiento sostiene comunicación con otras para producir sus salidas -o respuestas-. Esta característica de las redes neuronales, es un tema de enormes dimensiones del que se dedican sendos volúmenes a su discusión e investigación, que sería injusto abordar inequitativamente. Pero para interés de la presente, es posible comentar que una aplicación sumamente poderosa, se halla en la capacidad de emular el proceso del aprendizaje, lo que facilita una implementación con fines musicales, de detección de patrones y comportamientos para generar obras sonoras. No obstante, Gustavo advierte en su investigación que los modelos pueden formularse de manera que el aprendizaje podría limitar las posibilidades de la propuesta, de forma tal que incluso no pudieran depurarse los errores o bien, impedirían una mejora de procesos. En lo personal, la limitación puede depender del planteamiento propuesto.

Para la implementación de este tipo de proyectos -aquellos que involucran las redes neuronales, entre muchos más-, es común acudir al previo aporte de otros mediante la inclusión de sus librerías o rutinas de programación, técnica que puede resultar favorable en el sentido de concentrarse en otros aspectos propios de la propuesta. Esto significa incluir código o porciones de programa informáticos que previamente han implementado con éxito -deseablemente- el comportamiento requerido, y en consecuencia, facilitando el trabajo. Este tipo de tecnologías existen para casi cualquier lenguaje de programación, en el caso de *Supercollider* es posible encontrar una implementación de redes neuronales artificiales en <https://github.com/jleben/supercollider-ann>. Otra muestra puede consultarse en <https://www.tensorflow.org>, que de manera similar a la anterior, brinda facilidades para la resolución de propuestas que involucran el aprendizaje automático.

II.6.5 Autómatas celulares.

Aún analizando el texto de De la Cruz, nos comenta lo mucho que se ha dedicado el estudio de los patrones en la música, ritmo, melodía, armonía (y más recientemente, timbres), identificando así patrones. El investigador nos indica que “los autómatas celulares son herramientas de modelado por computadora de gran utilidad para estudiar sistemas que cambian su comportamiento a lo largo del tiempo”. Y prosigue, “un autómata celular consiste en un arreglo de elementos, referido como celdas o células, a las cuales se les aplican reglas de evolución”, que se desplaza “como un todo en pasos (finitos) a lo largo del tiempo”. La manipulación y control de estos sistemas tiene clara aplicación con fines musicales. Para ejemplificarlo, es posible realizar una modificación a una de las rutinas del código anterior (para generar un pequeño gesto sonoro), de la siguiente manera:

```
// Modificación a la rutina original
// para generar pequeños motivos o
// gestos celulares sonoros
Routine({
  loop({
    p=rrand(0.001,0.500);
    if ( [false, true].choose,
      {
        i=a.next;
        n=i; i=i+1;
        Synth(\help_sinegrain, [\out, rand(2), \freq, i.midicps]);
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (i+1).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (i-1).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (i+15).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (i).midicps]);
      },
      {
        j=b.next;
        n=j; j=j+1;
        Synth(\help_sinegrain, [\out, rand(2), \freq, j.midicps]);
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (j-1).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (j+1).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (j-15).midicps]); p.wait;
        Synth(\help_sinegrain, [\freq, (j).midicps]);
      }
    );
    //p=rrand(0.01,2.0);
    p.wait;
  })
}).play;
```

II.6.6 Programación evolutiva.

Gustavo De la Cruz nos describe otro tipo más de método de composición, por el cual el creador genera revisiones cíclicas a una obra, analizando y corrigiendo, de manera que publica una versión tras otra, hasta alcanzar el resultado deseado. A este método, él le denomino programación evolutiva -yo usaría el término iterativa-. Enseguida, nos comenta sobre los algoritmos genéticos y la programación genética. Los primeros consisten en “abstraer una rigurosa explicación de los procesos adaptativos de sistemas naturales” y “diseñar sistemas de software artificiales que conserven los mecanismos importantes de los sistemas naturales”, poniendo énfasis en la robustez, y “el balance entre la eficiencia y eficacia”. Por su lado, los segundos (la programación genética), “presenta una técnica novedosa para la representación de las estructuras del problema. El Doctor cita a John Koza, quien a su vez "plantea el proceso de evolución de programas simples de computadora, cada uno de dichos programas está formado de un conjunto de funciones y terminales, para describir el dominio que se quiere considerar.

II.6.7 Composición evolutiva.

El investigador termina este apartado sobre herramientas compositivas, hablando acerca de la problemática referente la naturaleza de cada proceso, a la reducida flexibilidad de tales métodos de composición, indicando que “una vez hecho el modelado del problema y definido los parámetros a considerar, es muy difícil hacer alguna modificación”. Para paliar un tanto dicha limitación, propone y comenta en su análisis que “la composición musical por computadora basada en algoritmos genéticos y programación genética trata de corregir dicho problema, pues da mayor dinamismo a la clasificación de elementos y permite de manera relativamente sencilla la adaptación a nuevos valores de los parámetros e incluso nuevas características a considerar”. Sin embargo, la composición evolutiva no se libra de estas restricciones, “la codificación del problema en las estructuras que se utilizarán limitan esta propiedad, ya que la elección de la codificación restringe las características que se pueden evaluar del problema”. Debo agregar que es aquí, donde se encuentra una posibilidad de

generar propuestas, mas que pertinentes para este tema de investigación, que en los siguientes apartados serán abordadas.

II.6.8 Aprendizaje automatizado / machine learning.

Varios de los párrafos anteriores nos invitan a comentar brevemente sobre el aprendizaje automatizado mediante los sistemas de computación. Este es un tema sumamente amplio y que tiene un universo enorme de investigación y de generación de propuestas. Parcamente, mediante la implementación de reglas o criterios, un programa informático puede emular una suerte de aprendizaje, una manera de saber como responder a situaciones nuevas de acuerdo a como se respondió en el pasado -siguiendo la pauta previamente establecida-. La aplicación en el contexto creativo sonoro es un área muy interesante y variada, y ha generado también mucha investigación al respecto, como se aprecia en el sitio www.wekinator.org¹⁰¹, donde es posible encontrar un ejemplo en donde son implementados -y programados-, conceptos de *machine learning* en la construcción de nuevos instrumentos musicales, gestos de controles de videojuegos, visión de computadora o sistemas de escucha, como se indica en el sitio mismo. Precisamente es posible consultar el código fuente, en diferentes lenguajes de programación -incluido *Supercollider*-, y que partiera de un trabajo original de Rebecca Fiebrink¹⁰², también llamado *Wekinator* (2009).

El siguiente ejemplo de código, plantea el uso de la herramienta *Wekinator*, *Supercollider* y *TouchOSC* (más adelante se ampliará el tópico sobre OSC, *Open Sound Control*), para mostrar la aplicación del *machine learning*. Primero, son iniciadas tanto la herramienta de aprendizaje como el entorno de *Supercollider* y la interfaz escrita para la tableta. Posteriormente, se activa el modo de grabación, y enseguida se efectuan algunos gestos en la interfaz, para después detener la grabación. A continuación, se activa el procesamiento que genera el aprendizaje, y una vez concluido, se interactúa con la herramienta y el aprendizaje obtenido.

101 <http://www.wekinator.org/>

Recuperado el 16 de julio de 20021.

102 La Dra. Rebecca Fiebrink se especializa, de entre varias vertientes, en el desarrollo de nuevas tecnologías para permitir nuevas formas de expresión, creatividad e interacción, en el Instituto de Computación Creativa de la Universidad de Artes en Londres y en el departamento de Informática/Computación en Goldsmiths en la Universidad de Londres, en Inglaterra.

```

////////////////////////////////////
////
//// Wekinator es una proyecto original de Rebecca Fiebrink
//// http://www.wekinator.org/
////
//// Este ejemplo está basado en el código de Simon Katan
//// http://www.wekinator.org/examples/#SuperCollider
////
////////////////////////////////////

////////////////////////////////////SIMPLE SENDER////////////////////////////////////
////
//// Usa este bloque para enviar datos (inputs) a Wekinator
//// Ejecuta Wekinator con 2 entradas para recibir esta data
//// Las entradas proceden desde una interfaz TouchOSC via TCP
////
////////////////////////////////////

(

// Se define una dirección con su puerto, de manera local,
// para poder enviar datos a la herramienta Wekinator
var sender = NetAddr.new("127.0.0.1", 6448);

// Se define la comunicación, con sus valores por defecto,
// para enviar la información recibida de la tableta,
// a Wekinator
OSCdef.new (
  \xy1,
  {
    arg msg, time, addr, port;
    msg[1].post;
    (1-msg[2]).postln;
    sender.sendMsg("/wek/inputs", msg[1], 1-msg[2]); //envía entradas
  },
  '/1/xy1'
);

)

////////////////////////////////////

////////////////////////////////////SIMPLE RECEIVER////////////////////////////////////
//
// Usa este bloque para obtener el control el sinte de Wekinator
// Ejecuta Wekinator hasta con 5 salidas continuas (puerto 57120)
//
////////////////////////////////////

(

// Se define el sintetizador y su interacción local con OSC
var synth, responder;

synth = SynthDef("WekiSynth",

  {

    |carFreq = 440, carAmp = 1, modFreq = 20, modAmp = 50, panFreq = 0.5|

```

```

    var sig, mod, pan;

    modAmp = min(carFreq * 0.95, modAmp);
    mod = Saw.kr(modFreq, modAmp);
    sig = SinOsc.ar(carFreq + mod, 0, carAmp);
    pan = SinOsc.kr(panFreq, 0, 0.75);
    sig = Pan2.ar(sig, pan);
    Out.ar(0, sig);
  }

).play;

~receiver.free; //libera 'receiver' si ya existe uno previo

// crea la comunicación con los valores por omisión
~receiver = NetAddr.new("127.0.0.1", 57120);

~responder.free; //libera 'responder' si ya existe uno previo

// se establece la comunicación via OSC
~responder = OSCFunc(
  { | msg |

    var specs = Array.newClear(5);

    msg.postln;

    specs[0] = ControlSpec(100, 1000, \exp);
    specs[1] = ControlSpec(0, 0.5, \lin);
    specs[2] = ControlSpec(0.2, 200, \lin);
    specs[3] = ControlSpec(20, 1000, \lin);
    specs[4] = ControlSpec(0.1, 20, \exp);

    synth.set(\carFreq, specs[0].map(msg[1]));
    synth.set(\carAmp, specs[1].map(msg[2]));
    synth.set(\modFreq, specs[2].map(msg[3]));
    synth.set(\modAmp, specs[3].map(msg[4]));
    synth.set(\panFreq, specs[4].map(msg[5]));

  },
  '/wek/outputs');
)

```

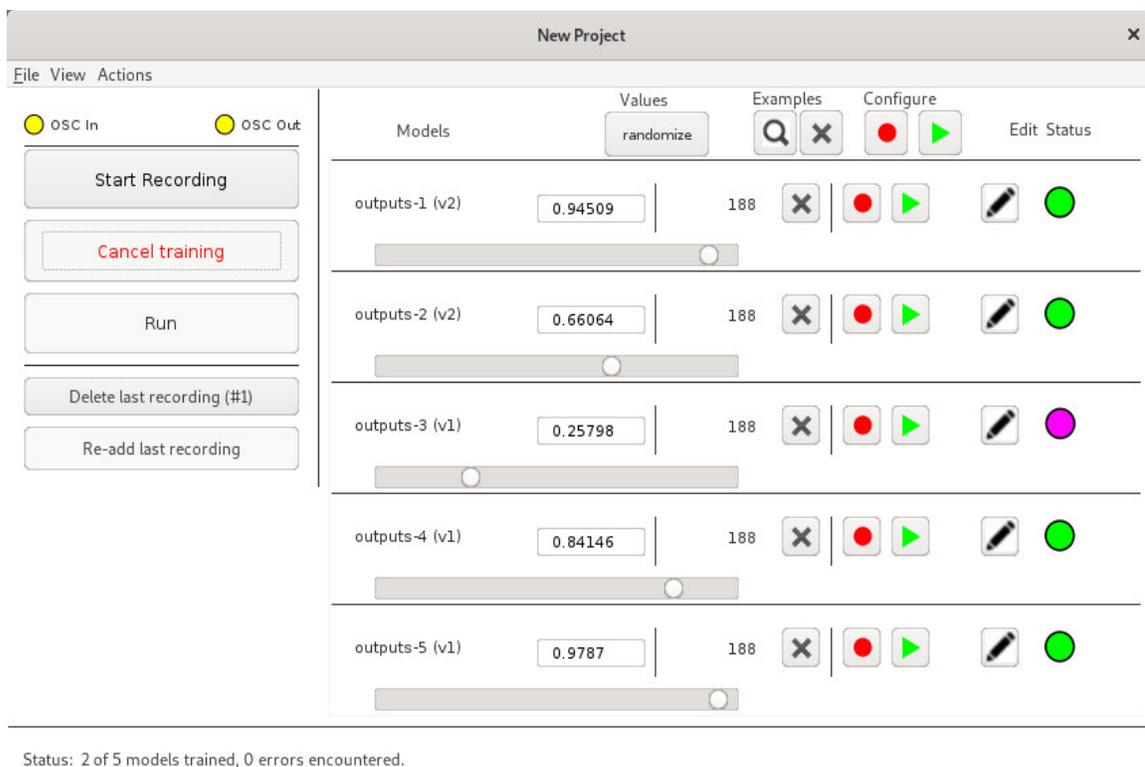


Figura 27. *Wekinator* en funcionamiento.

II.6.9 Inteligencia artificial.

Como era evidente suponer, tarde o temprano, tenía que hacer un comentario específico acerca de la inteligencia artificial (IA), o como sea que se le llame a esos modelos – si se me permite el atrevimiento o rudeza–. Sin la intención de profundizar un tema que daría para varios estudios de posgrado y que podría desviar la continuidad de mi investigación, es necesario revisar algunas definiciones generales y breves, acerca de lo que es la «inteligencia artificial» –dado que también es empleada en la creación sonora–. A medida que la tecnología se desarrolla, también lo hacen las formas en que la definimos. No existe una definición única o fija de IA, pero hay acuerdo común en que las máquinas basadas en IA “son potencialmente capaces de imitar o incluso superar las capacidades cognitivas humanas, incluyendo la detección, la interacción lingüística, el razonamiento y el análisis, la resolución de problemas e incluso la creatividad” (Sabzalieva y Valentini, 2023, p. 7)¹⁰³.

103 SABZALIEVA, Emma y VALENTINI, Arianna. *ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior. Guía de inicio rápido*. Educación 2030. UNESCO. Publicación simultánea París, Francia, y

La composición musical asistida por IA es un campo que ha revolucionado la relación entre la tecnología y la creatividad artística. Su desarrollo comenzó en los años 50 con el *Illiad Suite* de Hiller e Isaacson, el primer experimento de aleatoriedad de composición musical por computadora (Sandred, Laurson y Kuuskankare, 2009, p. 1)¹⁰⁴. Otro momento también significativo fue el *software Experiments in Musical Intelligence (EMI)* de David Cope a finales del siglo pasado, que generaba música en estilos de compositores clásicos, desafiando las ideas convencionales de creatividad, esto a partir de su investigación sobre el procesamiento a sus propias composiciones –inicialmente–. En palabras de Cope, citado por da Silva (2003)¹⁰⁵, “el genio de los grandes compositores, yo creo, no reside en inventar música no imaginada previamente sino en su habilidad de efectivamente reordenar y refinar lo que ya existe”. Más adelante, Patricio da Silva concluye que *EMI* no es inteligente sino que solamente realiza las funciones que Cope le programó, y precisa en su opinión que en este caso la «inteligencia» radica en la toma de decisiones del programa.

Con el avance de la IA, proyectos como el *Music Variational Autoencoder (MusicVAE)* de *Google Magenta* en los años 2000 exploraron la generación de melodías y secuencias armónicas mediante redes neuronales profundas, llevando la creación algorítmica a nuevas fronteras (Roberts *et al.*, 2018)¹⁰⁶. En 2016, *AIVA (Artificial Intelligence Virtual Artist)* se presentó como un sistema capaz de componer en múltiples estilos (Barreau, 2018)¹⁰⁷, mientras que en 2019, *OpenAI* lanzó *MuseNet (OpenAI, 2019)*¹⁰⁸, un modelo que generaba piezas en estilos que iban desde el clásico de Mozart hasta los más modernos *jazz* y *pop*.

Caracas, Venezuela, 2023 16 pp.

104 SANDRED, Örjan, LAURSON, Mikael, KUUSKANKARE Mika. *Revisiting the Illiac Suite – a rule based approach to stochastic processes*. *Studio FLAT, University of Manitoba; CMT, Sibelius Academy*. Manitoba, Canadá, y Helsinki, Finlandia. 2009, 8 pp.

105 SILVA, Patricio da. *David Cope and Experiments in Musical Intelligence*. UC Santa Cruz, California, Estados Unidos de América. 2003, 86 pp.

106 ROBERTS, Adam, ENGEL, Jesse, RAFFEL, Colin, HAWTHORNE, Curtis, ECK, Douglas. *A Hierarchical Latent Vector Model for Learning Long-Term Structure in Music*, en *Proceedings of the 35th International Conference on Machine Learning, Stockholm, Sweden*. 2018, 16 pp.

107 BARREAU, Pierre. *How AI could compose a personalized soundtrack to your life*, en *TED*. 2018 (video).

108 OPENAI. *MuseNet*. 2019.

Recuperado de <https://openai.com/index/musenet/>, consultado el 24 de agosto de 2024.

En la educación académica, universidades como el Instituto de Tecnología de Georgia integran IA en sus programas, preparando a una nueva generación de compositores. No obstante, estos avances también han generado debates sobre la creatividad, la autoría y los derechos de propiedad intelectual, especialmente desde el caso del *Device for the Autonomous Bootstrapping of Unified Sentience, DABUS* en 2022, que reclamó derechos sobre sus composiciones (Feldman, 2022)¹⁰⁹, sin éxito pero poniendo el tema sobre la mesa. En ese mismo sentir al respecto de quien ostenta la autoría de lo creado, Audrey Azoulay, Directora General de la UNESCO, declaró el 30 de marzo de 2023 lo siguiente:

El mundo necesita normas éticas más estrictas para la inteligencia artificial: este es el gran reto de nuestro tiempo. La Recomendación de la UNESCO sobre la Ética de la IA establece el marco normativo apropiado. Todos nuestros Estados miembros aprobaron esta Recomendación en noviembre de 2021. Es hora de aplicar las estrategia y normativas a nivel nacional. Tenemos que predicar con el ejemplo y asegurarnos de que cumplimos los objetivos de la misma.

Por lo anterior, es evidente apreciar la enorme dimensión y variedad del tema que implica la inteligencia artificial en la creación musical, similar a un péndulo antiguo, que puede alcanzar un espectro temático sumamente amplio y heterogéneo, moviéndose de un punto a otro. Y es por supuesto, una oportunidad de reglamentación e impulso sostenido similar a otros eventos importantes en la historia de nuestra sociedad moderna. Desafortunadamente, considero que la situación se nos ha escapado de las manos, aunque hemos llegado muy tarde a la discusión, el debate debe continuar.

109 FELDMAN, Joel. *The art of artificial intelligence: a recent copyright law development*, en Reuters. 2022. Recuperado de: <https://www.reuters.com/legal/legalindustry/art-artificial-intelligence-recent-copyright-law-development-2022-04-22/>, consultado el 24 de agosto de 2024.



Figura 28. Sin título (Director e intérprete de música nueva, Quino).

II.7 Intérprete.

Aún en la actualidad se precisa de alguien (o algo) que interprete o dirija nuestra idea. La música tiene que escucharse, la obra tiene que sonar. Incluso el concepto de silencio relativo tiene un fenómeno de no percepción. De no ser así, la propuesta artística posiblemente no esté funcionando. Y cuando no se trata de una obra enteramente fija, que solamente es reproducida por alguna suerte de altavoces, ésta va a requerir de alguien que la ejecute, sea un solista, un ensamble de variada magnitud, y inclusive *a solo* el compositor. Si, los más puristas pueden debatir si el compositor es o no intérprete, pero a manera personal, apunto que el compositor si es un intérprete, no solo en el acto de llevar a cabo su obra, sino en el sentido de que ha de interpretar y re-interpretar más de una vez sus ideas para plasmarlas en algún medio con lo que podrá efectuar su labor compositiva, como recuerdo que nos señalaba el maestro Roberto Ruiz Guadalajara en clase de Historia de la Música en la escuela -ahora facultad-. Enseguida se enuncian varias ideas a este respecto.

La investigación y la creación musical se cruzan frecuentemente con áreas muy diversas, como pueden ser la geometría, la filosofía, las neurociencias, las matemáticas, la historia y la sociología... En el universo de la música electroacústica y la artes sonoras se encuentra con bastante facilidad una

conexión entre la conocida triada: arte-ciencia-tecnología... Cuando hablamos de multidisciplinariedad nos referimos a expertos en diversos campos que trabajan juntos pero cada uno desde su propio espacio disciplinar¹¹⁰.

Así nos lo indica Dal Farra (2017, p. 77), autor del fragmento anterior. No es de extrañar que aún haya quien se pregunta si debe realizarse investigación sobre las artes. Incluso, he conocido amables personas que se sorprenden de que debamos aspirar a estudiar posgrados en arte. Recuerdo también, sucedió en una reunión con profesores, en que alguien daba su opinión al respecto de que a un profesional no debe requerírsele su participación en actividades extraescolares como ponencias o publicaciones, postura que no comparto. En definitiva, todas ellas en conjunto, son actividades necesarias, que dan fundamento, soporte, que nos enriquecen, que nos aportan mejores herramientas y perfecciona nuestra destreza sobre los medios que empleamos, nos vuelve mejores ejecutantes -idealmente-, para lograr el objetivo, la música como medio, no como fin. En consecuencia, estas reflexiones nos dan incluso los elementos que podemos luego emplear en nuestros propios discursos sónicos más allá de su ejecución, aunque están implícitos al momento de la composición e impliquen la participación del que escucha (Mauleón, 2010, p. 1):

Finalmente el gesto implica la transmisión de un significado, un sentimiento o una intención. Un gesto puede ser una actitud corporal, un modo, una postura corporal; o también una acción que expresa los sentimientos, las intenciones o las actitudes; una acción sin otro fin aparente que el denotar estos aspectos internos. Por otra parte el gesto es tal, en tanto que exista un interlocutor que lo decodifique como hecho comunicativo. Dicho de otra manera, los gestos son movimientos o acciones que cobran sentido en un contexto cultural y comunicacional.¹¹¹

El gesto es fundamental para el intérprete, es parte de la experiencia de nuestros sentidos y está lleno de significados y matices. Por supuesto, en la música electroacústica por

110 CAMPOS Fonseca, Susana; Castro Solano, Otto, editores. FARRA, Ricardo Dal, ISSN 2317-9694, Volumen 10, Número 19, Ideas sónicas / *Sonic Ideas*, Investigación-Creación transdisciplinar: cuando la música esta integrada a todo lo demás. p. 77-79. 86 pp.

111 MAULEÓN, Claudia. "El gesto comunicativo del intérprete. Una aproximación al Gesto Musical del Intérprete", en "Actas de la IX Reunión". Sociedad Argentina para las Ciencias Cognitivas de la Música (SACCoM). Universidad Nacional de La Plata. Argentina, 2010. 9 pp.

computadora, se traslada a un ámbito mucho más abstracto, en especial con la música acusmática, y conduce a otras reflexiones adicionales que quizá abran otras líneas de investigación. Como indica a continuación Barry Truax (2016, p. 10) citando a su vez al maestro Trevor Wishart (1996):

De acuerdo a Trevor Wishart, (1996), el gesto es una morfología impuesta que se levanta [arises] desde una entrada continua de energía, tal como el aliento, la voz, el flexionar, el frotar, etcétera, y que se distingue de una morfología intrínseca creada por la energía de impacto que es liberada por las propiedades resonantes de un objeto, como los instrumentos de percusión o de cuerdas punteadas¹¹².

De esta manera, en lo anterior, observamos incluso elementos que ahora nos son comunes, que ya se han sistematizado y forman parte de los recursos con que cuenta el lenguaje musical de nuestro tiempo, que algunas vez fueron considerados extraños, pero que ya atravesaron un proceso de estudio y cimentación. Todos ellos integran también la labor del intérprete, en solitario o en conjunto, al momento de la ejecución. No es un proceso instantáneo, precisa de una formación dedicada, reflexiva y paulatina, similar a la de la tradición de los conservatorios, pero involucrando fundamentalmente a la tecnología.

112 ANDRADE, Iracema de, editora; TRUAX, Barry, ISSN 2317-9694, Volumen 9, Número 17, Ideas Sónicas / *Sonic Ideas, Combining performers with soundtracks: some personal experiences*, p. 10-18. 84 pp.

Traducción no literal:

According to Trevor Wishart (1996), gesture is an imposed morphology that arises from a continuous input of energy, such as breath, voice, bowing, rubbing, etc., as distinct from an intrinsic morphology created by impact energy that releases the resonant properties of an object, as with percussion or plucked instruments.

Recapitulación II.

El estudio acerca de la manera en como percibimos la obra sonora -sobre como distinguimos el sonido y sus características-, es una actividad bastante reciente, de acuerdo a Croce (basado a su vez en Fubini). Es importante porque al considerarla, nuestras propuestas contarán con un elemento más, sino conocido y bajo control, al menos identificable e intervendrá en la experiencia que representa la interpretación. La Estética musical entonces es sumamente útil, porque de su reflexión se obtendrán elementos que permitirán el enriquecimiento del planteamiento artístico. Así lo mencionan Álvarez, y también Mary, misma atención merece evitar que la tecnología empleada o incluso la misma obra entrampe al creativo con sus propios micro universos de posibilidades, a menos que esa sea la intención expresa del compositor. Como señala Escuer, es evidente la influencia tecnológica en este proceso. Todo ello, innegablemente deja su marca en la obra, y por ende tiene alguna consecuencia en su percepción. Si encontramos oportunidad, tenemos que procurar usar cada característica a nuestro favor, como a la Estética. Cada elemento que hayamos usado conscientemente, abona a definir de manera acumulativa más y más a la obra, pero como indica Álvarez Vázquez, habrá que hacerlo con “buen gusto”.

La técnica y la tecnología por lo regular no están dissociadas. De hecho, me atrevo a decir que solo las separamos para fines didácticos. Tienen una coexistencia que puede aprovecharse creativamente. Existen diferentes técnicas para generar sonido en nuestra materia, Burbano las enlista en su texto, unas más elaboradas que otras, y accedemos a ellas mediante la aplicación de diversas implementaciones tecnológicas. Éstas últimas, símiles de técnicas análogas de acuerdo a De Poli, encuentran en la computadora la maleabilidad –así lo manifiesta Ge Wang–, la plasticidad necesaria, la potencia requerida, para que podamos lograr nuestros proyectos, pero en medida de las implementaciones que alcancemos a lograr. La manera en que mezclemos los diversos recursos con sus variadas características, como apoyó Cope, se delimita por nuestra imaginación y nuestro dominio sobre las herramientas empleadas.

Ahora, es necesario resaltar lo obvio: la herramienta plena de nuestra época es la computadora (*hardware* y *software* básicamente, y que iterativamente va reduciendo sus dimensiones físicas, empero, aún no podemos prescindir de una pantalla grande). Me agrada

mucho cómo lo indicó Stallman –aunque quizá fue Turing quien lo acuñó–, es la herramienta universal. No es posible concebir nuestra sociedad sin ella. En el ámbito de la electroacústica, Colasanto señala los principales avances paulatinos en la música y el sonido, de igual manera Rocha enlista ciertos momentos históricos al respecto. Entonces, es posible considerar que los desarrollos públicos considerables en la computación iniciaron a mitad del siglo XX, de una manera muy primitiva. Con cada innovación en ésta área, en cada paso generacional, los artistas de todas las disciplinas, encontraron una manera de sumar al cómputo a sus propuestas creativas, a su estilo y lenguaje personal. Asimismo, con la difusión de su uso, con la reducción considerable y relativa de precios en estas máquinas y el Internet, estas se tornaron en un artículo cada vez más común en los hogares –mientras la inflación regional lo permitiese–, y sumándose al mismo tiempo al fenómeno que generaron las redes, surgió la natural y enriquecedora colaboración entre creativos de todas las áreas, redundando en propuestas más ricas, más diversas y más complejas, aunque no necesariamente mejores. Se habló de la democratización, en ideas de Gutiérrez López, pero tanto de los ordenadores, de la web, y del conocimiento, en favor de la producción artística. Parafraseando a Warhol, todos tendrán así su oportunidad. El *open source* es un recurso idóneo para esto, y aún más cuando se trata de *software* libre.

Para el compositor musical, los suministros elementales de manera evidente son el sonido y el silencio. Nos lo señaló primero Russolo, y más tarde Cage. Sin la limitación de Moncada, el sonido, proviene de las vibraciones de los objetos, donde prácticamente todo puede ser objeto de consideraciones artísticas, por ello también aquí tiene cabida lo que culturalmente conocemos como ruido. Es más, éste último tiene diversas aplicaciones, apuntó Drettakis, o como empleó Grigely. Para el caso del silencio, también se trata de una cuestión relativa, es un resultado cultural, pues al parecer no existe en un estado absoluto, todo se mueve, y el movimiento implica vibración, que a su vez resulta en sonido, de acuerdo tanto con Larson como con Sierra.

Pero estos fenómenos sónicos, vibrantes, móviles, precisan desplazarse y distribuirse en el espacio, interactuar con éste y con lo que lo ocupe, por lo que es necesario citar un aspecto más que, como apunta Gértrudix, se relaciona con éste centinela que representa nuestro oído. La “espacialidad” tiene que ver con las decisiones que tomemos sobre la

distribución de los emisores de sonido para la presentación de nuestra obra, y de cómo usamos las características del entorno donde ésta se interpreta a nuestro favor. De manera simplista, este paradigma es similar a las consideraciones necesarias en la composición de una obra sonora, con la diferencia de que ahora somos más conscientes de la existencia de tres dimensiones en lugar de dos –en lo que respecta al sonido–. Pero el *quid* no es ese, pues siempre ha estado esa tercera dimensión, solo que ahora, podemos ejercer cierto control y manipulación sobre el. Lo que en consecuencia, conduce a cómo se implementa esa influencia recíproca, entre la generación del sonido, su procesamiento en directo, y su distribución en el espacio –público incluido–, todo esto al momento de su ejecución o reproducción, según sea el caso. Di Liscia indica una propuesta, bastante interesante y algo extensa, acerca de los componentes a considerar para su estudio, fuente, entorno y las relaciones que se establecen dentro del fenómeno. Por su parte, Heintz enfatiza hacer una evaluación con los sentidos del espacio donde tendrá lugar la obra. Desde otro punto de vista, Eaglestone cita a Dodge, destacando la importancia de ofrecer facilidades para manipular la materia prima sonora, realizando esto en un entorno integral. A su vez, elaborar esta clase de propuestas, exige la participación de otras áreas del conocimiento, como las Artes Visuales, las cuales son muy atractivas y fructíferas en conjunto con la Electroacústica. Aquí se da una conexión muy interesante, que Dal Farra denomina la triada arte-ciencia-tecnología. Además de Ricardo, Truax, y Wishart también han realizado sólidos textos al respecto.

Mención especial precisa la informática aplicada al Arte. La interacción y manipulación de las obras electroacústicas, tanto en registro como en directo, es posible gracias al uso de Tecnologías de la Información especialmente concebidas para tal efecto. Muchas de esas implementaciones son elaboradas específicamente para cada propuesta en particular, y al mismo tiempo, la tecnología y la filosofía de los programas de código abierto (*open source*) ha tenido una amplia difusión y aceptación entre la comunidad académica y artística. En la mayoría de los casos, estas condiciones permiten una buena gama de recursos y posibilidades al quehacer musical.

Para llevar a cabo las proposiciones de nuestra arte musical y sonora, es posible decantarse, parcial o proporcionalmente, en uno o varios enfoques generales, según nuestras necesidades y afinidades creativas. Aquí se comentó sobre aquellos donde la computadora es

la herramienta auxiliar principal, al implementar acercamientos –por mencionar solo unos cuantos citando a de la Cruz Martínez–, a las probabilidades, a las funciones, a los autómatas, a las redes neuronales, etcétera. Mención especial precisa de entre aquellas enlistadas, el uso de la inteligencia artificial, en especial la generativa, y debo subrayar el concepto de la útil herramienta que es, en su más amplio sentido. Diferentes combinaciones de aplicaciones artísticas de las ya de por sí creativas Matemáticas.

También se indicó que en ciertos momentos es necesario crear de cero el instrumento, o mejor dicho, la obra-instrumento. A través de los años, sin importar cuando se generó la propuesta, cada una de ellas, así como las tecnologías en que se implementó el proyecto, incorporaban las características propias que eran novedosas en su momento. Por ejemplo, en cada etapa de la evolución de los lenguajes de programación, de una u otra manera, éstos dejaron su huella en menor o mayor grado en las obras electroacústicas. Importante también es, lo destacamos con Mary, qué tanto no debería permitirse a la tecnología conducir la estética de la composición a menos que esa fuera la idea. Esto genera una discusión interesante como fue advertido por Thornely basado en Dodge, que seguramente es motivo para un estudio paralelo al propuesto: la computadora, ¿ha impactado en las propuestas creativas? ¿qué tan válido es que estos ordenadores influyeran en los procesos creativos? ¿y la inteligencia computacional? ¿es realidad que sólo el compositor puede manifestar una idea original? Asumamos una pequeña licencia: Chávez en su oportunidad, como otros compositores, seguramente advirtió que la tecnología misma iba a abrir un universo enorme de posibilidades no imaginadas. Ahí es donde podríamos incluir a los sistemas informáticos y la electroacústica.

El papel del compositor como intérprete a manera de traductor es relevante, según señaló Ruiz Guadalajara, en el sentido de que éste debe conseguir llevar su visión, sus ideas, a abstracciones susceptibles de ser realizadas, ejecutadas o reproducidas en un concierto o recital. Esta participación del autor como exégeta en una primera instancia no es muy socorrida, y posiblemente sirva para futuras investigaciones. Por último, es importante recordar la aportación del ejecutante, cuando se trata de alguien que no es el autor de la obra. Si se permite decir, éste es un recurso al que es imprescindible considerar como un colaborador, tan importante, que puede proyectar de manera invaluable la creación,

imprimiéndole elementos que solo un ejecutante especialista puede aportar, o en caso contrario, desear que la obra permanezca en el rotundo olvido colectivo.

Parte 2.

III Proyecto compositivo: Guía práctica para realizar una composición electroacústica, espacializada, envolvente e interactiva en tiempo real.



Figura 29. Sin título (Música aleatoria, Quino).

Debo ser agradecido con los caminos que se me han presentado en mi vida. Permitieron la posibilidad de mezclar mis habilidades en una suerte de intentar traducir la vida a mis herramientas personales para representarla, mezclando ahora la música, la programación y los productos sónicos artísticos –y más recientemente, visuales también–. A final de cuentas, cada uno de nosotros, genera la abstracción del mundo en el lenguaje que le es más natural. De esta manera, buscando usar el medio más sencillo posible, es como a continuación será presentada la propuesta de cómo realizar una composición electroacústica, espacializada, envolvente e interactiva en tiempo real.

Aunque desde niño fui músico autodidacta, es imprescindible decir que convivir con la programación de sistemas y base de datos por internet –a las órdenes de las organizaciones–, y repensar la programación en servicio del Arte, con las tecnologías de la segunda década del siglo XXI, implica un cambio de paradigma, sobre todo personal –situación que seguramente no tendrán que enfrentar quienes no proceden de esas trincheras–. En un ejercicio de humildad debo confesar que no ha sido fácil, en más de un sentido, y que como acabo de insinuar, quizá

será más sencillo para alguien que no ha formado esas estructuras mentales al respecto de la programación, es decir, quien llega como un cuaderno en blanco a aprender a programar con estas herramientas desde cero. En una ocasión tuve oportunidad de entrevistar al Dr. Miller Puckette¹¹³, creador de *Max/MSP*¹¹⁴ y *Pure Data (Pd)*¹¹⁵, lenguajes y entornos de desarrollo sonoro y visual. *Grosso modo* – más bien torpemente–, le pregunté, ¿cuál es la diferencia entre el tipo de programación que se usa comúnmente en las organizaciones, y la programación con fines artísticos, principalmente sonoros y visuales? De manera amable me contestó, “una es una programación interactiva, procedural, funcional, y la otra, es programación en tiempo real”. Tiempo real –me hizo eco en la cabeza–, esto implica que nuestras acciones tendrán un impacto directo y casi inmediato en lo que escuchamos. En clase, el Dr. Roberto Morales mucho comentó acerca de nuestro “instrumento”, al referirse a los proyectos en *Supercollider*. En efecto, la empleada en las organizaciones, es una programación que genera un producto informático (la aplicación, o valga la redundancia, el programa), que funciona solamente mediante la interacción, precisa de la “entrada” de datos para reportar algún servicio útil, casi de manera independiente del paradigma de programación¹¹⁶ dominante en el proyecto. Debe estar probada y lista para su uso. La segunda, la programación en tiempo real, que genera un instrumento en este caso, virtual la mayor parte de las veces, es similar a la música, sólo existe cuando se realiza su ejecución. Pero es precisamente eso, es trabajar en un instrumento, es crear la quimera que permitirá interpretar lo que antes solo estaba en la imaginación.

Ya entrados en materia, al hablar de un tema como la programación, se llega a un punto delicado. Si bien como compositores tendemos a ser curiosos de cómo se comportan y como funcionan las cosas, cómo se conforman o cómo se integran, esto es, cómo está ordenado el

113 Miller Puckette, investigador y compositor estadounidense, es uno de los ejecutantes de música asistida por computadora con mayor impacto de las últimas décadas, sobre todo por su legado en el desarrollo de lenguajes de programación al servicio del arte. Es autor del libro *The Theory and Technique of Electronic Music*, ISBN 978-981-270-077-3. Para la entrevista completa transcrita, remitirse anexo correspondiente.

114 *Max*, que dio origen al *Max/MSP* o *MAX/MSP/Jitter* (un producto informático comercial, que precisa de una licencia de pago para su uso), es un lenguaje de programación visual para música y multimedia, actualmente propiedad de *Cycling '74*, <http://cycling74.com>

115 *Pure Data (Pd)* es también un lenguaje de programación visual, que comparte el mismo “espíritu” de *Max*, al servicio de la creación del sonido y la multimedia. A diferencia de *Max/MSP*, *Pd* es *opensource*. <http://puredata.info>

116 Un paradigma de programación es el enfoque principal en que se organiza la estructura de una solución informática así como la perspectiva en la que se desarrolla una herramienta de programación. Los enfoques principales son imperativo, declarativo, funcional, reactivo, etcétera. Para fines artísticos, se habla de la programación en tiempo real, la que tiene un impacto directo y casi inmediato en la corrida del programa.

universo a nuestro derredor, eso, es diferente de querer asumir el compromiso de aprender a reorganizar nuestras ideas en un estilo de “pensamiento procedural”, ya no digamos un lenguaje de programación, mismo que precisa de sólidas bases matemáticas, además del conocimiento mínimo necesario sobre la física que implica la generación de sonido de manera electrónica (Børg, 2003, p. 1).

La mayoría de los estudiantes de artes liberales están más inclinados a los “temas abiertos” en los cuales el análisis, la discusión e interpretación son competencias centrales, y están menos inclinados a interesarse en “tópicos cerrados y absolutos” como las matemáticas y la programación. Casi todos los estudiantes carecen de calificaciones matemáticas, o peor aún: muchos tienen miedo de las matemáticas y típicamente han tenido muy mala experiencia en este materia.¹¹⁷

Llama la atención cómo en la actualidad, ese proceso en boga desde hace mucho tiempo, pretende arraigarse, ignorando que en nuestra tradición occidental, matemática y música estaban visiblemente emparentadas. Para los creativos los “temas abiertos”, como indica la cita, son tópicos familiares. Tendemos fácilmente a discutir o elaborar sobre ellos, en ocasiones con elocuencia, pero muy pocos pueden abordar de la misma manera el idioma de los números y sus interacciones –con honrosas distinciones–. Es una pena que nuestros cimientos hayan perdido el interés en tales dinámicas, o como cierra el texto señalado, que se haya abordado con desfavorables resultados.

A continuación, propongo emplear varias herramientas e instrumentos del desarrollo de software para organizaciones principalmente, con el fin de generar una metodología válida, ordenada, que allane el camino, y facilite el andar en la generación de un proyecto artístico que encuentre en el sonido su voz principal, todo esto, bajo el tamiz de las bellas artes que ha sido planteado en los capítulos anteriores. No se trata de inventar el hilo negro, sino aplicar en

117 Børg Andersen, Peter; Bennedsen, Jens; Brandorff, Steffen; Caspersen, Michael E.; Mosegaard, Jesper. *Teaching programming to liberal arts students -a narrative media approach*. Aalborg University, y University of Aarhus, Denmark. 2003. 5 pp. Traducción no literal:

Most liberal arts students are more inclined to “open-ended topics” in which analysis, discussion and interpretation are core competencies, and are less inclined to take interest in “closed, absolute topics” like math and programming. Almost all students are lacking in mathematical qualifications, or even worse: many are scared of math and typically have had very bad school experience in that subject.

buena medida técnicas científicas en la resolución de situaciones determinadas (como lo hace la informática mediante los programas y las computadoras). De manera personal, a esto le llamo informática aplicada al arte.

III.1 Planeación.

Quizá te parezca absurdo realizar una planeación, si nosotros solamente nos comportamos creativamente, para generar el material con el que construiremos nuestra propuesta. No es así. No puedes simplemente comenzar a crear una obra de cero, con mera inspiración (salvo muy escasas y extrañas excepciones). Y no estoy diciendo que esté mal, sino que la mayoría de las veces, mucho ayuda trabajar en ello, poner manos a la obra, antes de esperar que baje la musa con la inspiración. En clase, Leonardo Coral nos enseñaba la necesidad de elaborar un plan compositivo, que indique el camino y las diferentes etapas que precisan de la obra. Ahora, la acción de planear, puede ser tan elaborada o detallada, como lo permita tu tiempo y compromiso con la obra, yo le llamé arbitrariamente “los circunstanciales”. Para tal efecto, a manera de ejemplo, responder estas preguntas podrían ayudarte: ¿qué pretendes hacer? ¿cómo debe hacerse? ¿cuándo puede hacerse? ¿en qué orden debe suceder? ¿qué alcance puede tener?

En otro apunte personal, la composición tradicional no difiere mucho de una pieza informática, en el sentido de que se trata de una secuencia de criterios, de órdenes, preestablecidos, y consecuentes, con la intención de dar un sentido a las ondas sonoras. Para el ejemplo de la partitura en específico, ésta –la partitura–, ni es la música ni está en ella, pero si las instrucciones mínimas para generarla. En el caso de la programación, mientras se tenga una mayor conciencia, un entendimiento más amplio sobre el dilema, mejor será el resultado abstraído.

Para nuestros proyectos, es posible que en ocasiones tengamos que recurrir o considerar lo que ya se ha hecho y se encuentra a nuestra disposición. Hay muchas soluciones informáticas ya realizadas en el mercado (en los grupos, en la comunidad o en las redes). De todo tipo de licencias y precios. Pero cuando se trata de composición electroacústica por computadora, como tendencia habitual, es necesario ensuciarse las manos, de darle al “código sin piedad” (como menciona frecuentemente en clase mi maestro Roberto Morales). La razón

principal es generar una herramienta-instrumento *ad-hoc, ex professo*, pero articulado, que resuelva un dilema específico, y que al mismo tiempo cuente con elementos fácilmente reutilizables. He aquí la razón principal de porqué es importante como compositores saber programar (Wang, 2004, p. 30):

*Mucha gente aprende a programar sin la intención de volverse un programador de tiempo completo. Solo quieren un programa que resuelva un problema en particular, pero no pueden encontrar uno que lo solucione, por lo que lo escriben ellos mismos... Cualquiera que sea su interés, puede escribir un programa para resolver una situación específica que otros pueden encontrar útil también.*¹¹⁸

Posiblemente no sea una intención generalizada el aprender a programar, aunque en el futuro cercano considero que será una práctica común hasta llegar a ser obligatoria en todos los niveles, como una nueva alfabetización. Mediante esta habilidad, la programación, es posible generar cualquier instrumento sonoro, pues se tiene control prácticamente sobre todo aspecto teórico (en función de la profundidad de los conocimientos aplicados). Si se tiene especial esmero en su concepción, esta obra-instrumento, puede llegar a ser modular (como comentaré en breve). Sin importar necesariamente lo que origine esta implementación, el interés y características del mismo puede ser compartido en otros proyectos futuros que tengamos, o incluso, por otros artistas o en colaboraciones con otras disciplinas. Cabe mencionar que hay que tener cuidado de mantener un orden al ir avanzando en el aprendizaje, como indica el texto anterior, sin forzosamente volvernos informáticos o ingenieros en sistemas, nos ayudará a desarrollar una práctica sana, evitando volvernos simples “tira códigos” que solo escriben en el lenguaje de programación porque lo conocen desordenadamente, no porque lo dominen, cuyas creaciones no tienen ni pies ni cabeza. De

118 Wang, Wallace. *Beginning programming for Dummies*. Tercera edición. Wiley Publishing, Inc. Hoboken, New Jersey, USA, 2004. ISBN 0-7645-4997-9. p. 30, 412 pp. Traducción no literal:

Many people learn programming with no intention of becoming a full-time, professional programmer. They just want a program that solves a particular problem, but they can't find a program that does it, so they write the program themselves... Whatever your interests, you can write a program to solve a specific problem that others may find useful as well.

manera análoga a la composición, debemos procurar que nuestras ideas sean claras, transparentes, ordenadas (así como nuestro código).

De la misma manera, el resultado no será integrado si por un lado nos ocupamos o solo de la programación del instrumento, o solo de visualizar su atractivo como obra, o solo de la forma en que interactuaremos con ella. Mucho menos si nos desvivimos por enumerar todas las teorías y apartados que recorrimos para concretarla –lo cual se vuelve en ocasiones, aunque muy valioso, pretencioso e insufrible–. No basta con recorrer aisladamente la curva del aprendizaje de un lenguaje de programación sin considerar la abstracción de la música-sonidos, sus gestos y sus articulaciones, y la manera en que podamos interactuar con ella (con lo que apoyaríamos la idea de un “instrumento”), retomando a Børg (2003, p. 2) es necesario replantear las estructuras en las que apoyamos la enseñanza de las ciencias de las computadoras:

[...] tenemos que modificar el método tradicional de las ciencias de la computación, y el enfoque a objetos en particular, de construir primero un modelo del dominio de interés y entonces concebir la funcionalidad requerida por el área de aplicación, y finalmente añadiendo una interfase adecuada. De otra manera, nos arriesgamos a construir un producto, por ejemplo, ¡una historia que a nadie le va a importar en absoluto! La construcción del modelo, la definición de funcionalidad, y el diseño de la interfase deben ir mano a mano.¹¹⁹

Por lo tanto, estaríamos trabajando en la confección de un instrumento en el sentido tradicional, sin restringirnos al aspecto técnico, *hardware* y *software*, mientras que tampoco permaneceríamos en la dimensión idealista de la propuesta. Esto es, persiguiendo un balance entre estas características para lograr la factibilidad de un objeto artístico principalmente

119 Børg Andersen, Peter; Bennedsen, Jens; Brandorff, Steffen; Caspersen, Michael E.; Mosegaard, Jesper. *Teaching programming to liberal arts students -a narrative media approach*. Aalborg University, y University of Aarhus, Denmark. 2003. 5 pp. Traducción no literal:

... we have to modify the traditional computer science method, and object-orientation in particular, of first building a model of the domain of interest, then devising the functionality required by the application area, and finally adding a suitable interface. Otherwise we risk constructing a product e.g. a story that nobody will take any interest in at all! The building of the model, the definition of functionality, and the design of the interface must go hand in hand.

sonoro, al mismo tiempo de dotarle atractivo y ductibilidad, tal como sucede en la composición tradicional.

III.2 Diseño conceptual.

El diseño conceptual está involucrado con aquello que queremos hacer o plasmar y resultado de nuestras abstracciones, esto es, lo que en realidad podemos lograr. Responde a cómo comprendemos la vida, para poder traducirla, de manera clara, a procesos simples, que en el conjunto del todo resolverán la complejidad creativa planteada. Requiere de un amplio entendimiento de la realidad y cómo la podemos traducir en códigos sencillos, por ejemplo, en algoritmos. Más adelante se hablará un poco más de ello. Corres-Peiretti *et alis* (1992, p. 9-10), nos dicen:

El diseño conceptual es un proceso o método de diseño el cual, usando los recursos disponibles – estructurales, tecnológicos, culturales, creativos, etcétera –, tiene el objetivo de facilitar la búsqueda de soluciones a un proyecto, a un problema estructural, etcétera.

El objetivo del proceso es encontrar la solución óptima a un problema multivariable, en donde todas esas variables son importantes.

Debe aclararse que este proceso no garantiza la calidad de la idea. Una idea interesante, incluso una brillante, no viene de la inspiración súbita. Es el resultado de una búsqueda persistente y de trabajo duro y detallado.¹²⁰

La cita anterior enfatiza la importancia de observar la idea a proyectar (y posteriormente desarrollar). Es importante meditar sobre cada aspecto necesario para lograr la obra, y hacerlo no es la regla, principalmente porque con ello ni se garantiza el éxito ni se

120 CORRES-PEIRETTI, Hugo, ROMO, José, LEÓN, Javier, PÉREZ, Alejandro. *Conceptual Design* (conferencia). *University of Sunderland*. Reino Unido. Traducción no literal:

Conceptual design is a process or design method which, using the available resources — structural, technological, cultural, creative, etc. — aims at making easier the search for the solutions to a project, to a structural problem, etc. The objective of the process is to find the optimal solution to a multi-variable problem, in which which all variables are important. It must be made clear that this process does not guarantee the quality of the idea. An interesting idea, even a brilliant one, does not come from sudden inspiration. It is the result of a persistent search and of detailed and hard work.

garantiza la calidad, además de que es una etapa que consume tiempo, mucho tiempo. Hay tantas, pero tantas variables en cada ocasión, que al menos conocerlas nos puede facilitar la actividad, aunque no encontremos una posición óptima. El conocimiento empodera.

III.2.1 *Sketching*: Dibuja tus ideas (dibujo a mano alzada).

Una técnica que resulta muy útil, pero que tampoco es precisamente informática, es la realización de bocetos, o *sketching*, para ayudar a decantar o clarificar más las ideas. Además, muchas de las obras electroacústicas son susceptibles a la multimedia. Esta técnica es común a los lenguajes visuales, no obstante permite también aclarar ideas referentes a nuestros planes composicionales, como lo anotaron Reas y Fry (2007, p. 145) en su manual de *Processing*:

El sketching [bosquejo/boceto] abarca desde la exploración informal hasta el refinamiento enfocado. Se usa para crear muchas variaciones dentro de un periodo corto de tiempo, o para desarrollar una idea específica. El sketching fuerza la definición vaga de ideas al volverlas físicas. Los sketches [bocetos] son poderosas herramientas de comunicación – pueden sacar ideas de la cabeza de uno[,] a un formato que pueda ser mejor entendido por otros.¹²¹

El trabajar en diseñar nuestras ideas, en realizar dibujos a mano alzada –o en su equivalente digital–, sobre lo que proyectamos, aunado a las otras sugerencias incluidas aquí (como la planeación), abonará en gran medida a refinar las ideas, y sobre todo ahorrará un enorme tiempo que podríamos arriesgarnos a perder, al sentarnos directamente frente la computadora para escribir el código, sin previsualizar claramente lo que pretendemos. Con este enfoque, es posible realizar revisiones sucesivas sobre una propuesta simple hacia una más compleja, como continúan señalando Reas y Fry:

121 REAS, Casey, y FRY, Ben. *The MIT press, Cambridge, Massachusetts. USA, 2007. 710 pp. Processing. A programming Handbook for Visual Designers and Artists*. Traducción no literal:

Sketching ranges from informal exploration to focused refinement. It is used to create many variations within a short period of time, or to develop a specific idea. Sketching forces the definition of vague ideas by making them physical. Sketches are powerful communication tools — they can get ideas out of one's head and into a format that can be better understood by others.

Es importante trabajar ideas en papel antes de invertir tiempo en escribir el código. El papel y el lápiz permiten rápida iteración en las primeras etapas de un proyecto. El aspecto más importante de la programación es averiguar qué será creado y cómo funcionará, por lo que trabajar estas ideas lejos de la computadora mantendrá la atención en una idea, en lugar de hacerlo en su implementación.¹²²

Mientras menos tiempo pasemos en la implementación mejor planeada estará nuestra composición, pues es en papel es donde pueden resolverse problemas que en la abstracción del código resultan harto complicados, cómo se hará y cómo se desempeñará. No debe malinterpretarse esto, es importante dedicarle tiempo a la programación, por supuesto, sin embargo, mientras mayor sea el tiempo de laborar en el papel, menor será el que se invierta en la codificación.

No obstante Thiebaut, Healy y Kinns (2008, p. 1) lo indican también, en su investigación destacan la importancia y utilidad de esta actividad, a la vez advierten que aun cuando es posible realizar composiciones mediante bocetos, no parece haber gran soporte en tales propuestas informáticas para el proceso mismo del *sketching*:

Las etapas iniciales del diseño creativo suelen involucrar el sketching. La composición electroacústica no es la excepción. Paradójicamente, la tecnología que habilitó esta forma de composición provee poco soporte para el proceso de elaboración de bocetos en si mismo... Para aplicaciones computacionales una semántica clara y sin ambigüedad es usualmente considerada como deseable.¹²³

122 Ibídem. Traducción no literal:

It is important to work out ideas on paper before investing time in writing code. Paper and pencil allow for fast iteration in the early stages of a project. The most important aspect of programming is figuring out what will be created and how it will function, so working out these ideas away from a computer keeps the focus on an idea, rather than on its implementation.

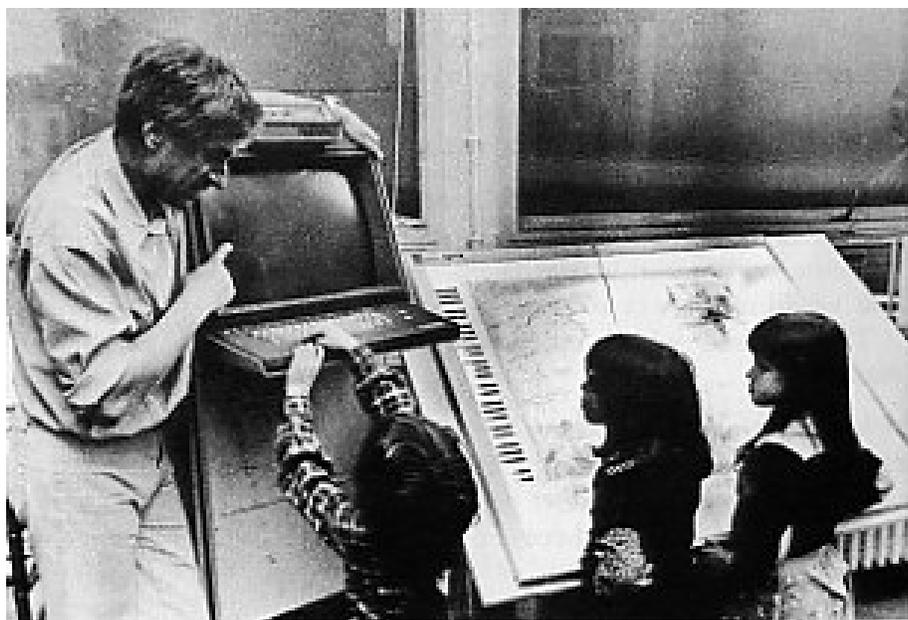
123 THIEBAUT, Jean-Baptiste; HEALY, Patrick G. T.; KINNS, Nick Bryan. *Drawing Electroacoustic Music*, en *Interaction, Media and Communication*. Queen Mary University of London. 2008. Traducción no literal:

The initial stages of creative design often involve sketching. Electroacoustic composition is no exception to this. Paradoxically, the technologies that enable this form of composition provide little support for the sketching process itself... For computational applications a clear and unambiguous semantics is usually considered to be desirable.

En su texto, además, señalan haber realizado una modesta encuesta acerca del uso de esta actividad en sus procesos creativos sonoros, e indicaban que 75% de los compositores participantes reportaron usar pluma y papel en sus primeras etapas compositivas. Asimismo, 50% contestaron que usaban un dibujo como su representación inicial para sus nuevas creaciones. Y continúan (p. 1), “estas respuestas sugieren que, como otras tareas de diseño, las fases iniciales de composición no involucran patrones específicos de sonido pero si una tarea donde mas representaciones abstractas o conceptos de una pieza proveen el punto inicial”¹²⁴. En su estudio, para el 40% de creativos esta etapa corresponde a una representación de estados o estructura musical áspera, mientras que para el 25% corresponde a patrones temporales o dinámicas. Para terminar, el 80% reportó que la pieza evolucionaría de su primera representación. Cerrando este acápite, es necesario comentar una situación más en cuanto al *sketching*. Resulta que en si mismo, también puede servir como otro medio para componer una obra sonora, inclusive, hay programas computacionales dedicados para este fin. Algunos ejemplos específicos son *UPIC*, *UPISketch*, *Ianix*, *Audiosculpt* y *Hyperscore*. Hay varios compositores que han recurrido a los dibujos asistidos por computadora para sus creaciones, Xenakis, Estrada, Risset, Mâche, Aphex Twin, por mencionar solo algunos. Eso si, seguramente todo comienza con un lápiz y papel la mayoría de las veces.

124 Íbidem. Traducción no literal:

These responses suggest that, like other design tasks, the initial stages of composition do not involve commitment to specific sound patterns but rather a task where more abstract representations or concepts of a piece provide the starting point.



Paris Tribune, 30 de julio de 1977.

III.3 Diseño de algoritmos.

III.3.1 Algoritmo.

Otra herramienta en origen ajena a la música, pero sumamente útil para nuestra labor creativa, es el diseño de algoritmos. El nombre proviene del matemático persa del siglo IX, al-Khowârizmî, e indica “un conjunto de reglas para efectuar algún cálculo, bien sea a mano o, más frecuentemente, en una máquina” (Brassard y Bratley, p. 2)¹²⁵. La Real Academia de la Lengua Española, indica que es el “conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema”¹²⁶. Se entiende entonces como al cúmulo de simples instrucciones posibles, cada una de ellas como una acción individual, escritas en el lenguaje más sencillo posible, y ordenadas de manera lógica y secuencialmente –por lo general–, para solucionar un problema dado. Entonces, para resolver la inquietud que motiva este trabajo escrito, es necesario “desmenuzar” a un grado “celular” cada componente para realizar la

125 Brassard, G., y Bratley, P. Fundamentos de Algoritmia, 1ª Edición. Universidad de Montreal, Canadá. Prentice Hall, México.

126 Sitio de la Real Academia de la Lengua Española, www.rae.es

propuesta de una composición electroacústica espacializada e interactiva en tiempo real. Nicholas Bennett (2021, p. 3) lo indica de la siguiente manera:

*Un algoritmo es un procedimiento finito, paso a paso, explícito para resolver un problema específico o lograr un objetivo específico. Frecuentemente hablamos de algoritmos en términos matemáticos, y muchos algoritmos son expresados usando notación tomados de las matemáticas, pero los algoritmos no son necesariamente matemáticos en las operaciones realizadas, o en los resultados producidos.*¹²⁷

Este ejercicio, aunque en principio matemático, mas no limitado a la matemática, nos acerca al proyecto compositivo desde el lenguaje coloquial más simple posible. El ordenamiento de frases evidentemente inteligibles, claras en extremo, es un recurso muchas veces menospreciado. Ricardo Peña Marí, de la Universidad Complutense de Madrid, según señala Fanjul (2018), dice que “el algoritmo tiene que ser finito y que ejecuta las instrucciones de manera sistemática, es decir, que es ciego ante lo que está haciendo, y que los pasos con los que opera son elementales”¹²⁸. Usualmente, ejemplos de algoritmos son las recetas de cocina, los manuales, y las operaciones matemáticas más simples, como la suma o la resta. Y por supuesto, un algoritmo, no es una pieza de *software* que produce sonido, efectos, defectos y demás, como algunos otros consideran. Ésa es, en todo caso, una acepción, un anglicismo bastante discutible, aunque los de tradición añeja no lo vean así.

III.3.2 El pseudo código.

Una vez que se ha transitado por una planeación inicial, seguidos de bocetos o *sketching*, y el debido diseño de algoritmos, es conveniente avanzar hacia el estadio. De manera simplista, el pseudo código es una suerte de híbrido, que emplea recursos del lenguaje

127 Bennett, Nicholas. *Introductions to algorithms and pseudocode*. Central New Mexico Community College. Iniciado en 2015, publicado en 2021. Traducción no literal:

An algorithm is a finite, explicit step-by-step procedure for solving a specific problem or accomplishing a specific goal. We frequently talk about algorithms in mathematical terms, and many algorithms are expressed using notation borrowed from mathematics, but algorithms aren't necessarily mathematical in the operations performed, or in the results produced.

128 FANJUL, Sergio C. En realidad, ¿qué [...] es exactamente un algoritmo?, en El País (sección Matemáticas). Madrid, España, 2018.

coloquial, a la vez que incorpora elementos, básicos, pero del lenguaje matemático específico y/o del lenguaje de programación escogido en etapas anteriores del proyecto. Esta hibridación la anota Bennett (2021, p. 6 y en adelante) de la siguiente manera:

¿Entonces que es pseudocódigo? En pocas palabras, es un conjunto de prácticas y convenciones para producir muy precisas, mínimamente ambiguas descripciones de algoritmos. Una forma en que esto se puede lograr es a través del uso de convenciones algebraicas para nombrar variables y expresiones, así como notación especializada de la teoría de conjuntos, el álgebra lineal, y otras ramas de las matemáticas. El uso de estas convenciones matemáticas puede contribuir en gran medida a reducir la ambigüedad en la descripción de un algoritmo.¹²⁹

Si podemos seguir con la importación de elementos de otras disciplinas, es posible entender al efímero pseudo código como un eslabón “encontrado”, entre el antecesor algoritmo y el futuro sucesor que es el código de programación. De manera indistinta, pero francamente ordenada, emplea en parte palabras comunes a la par de notación matemática, así como también palabras del lenguaje de programación escogido, o en su lugar, palabras en inglés para designar acciones precisas. Por supuesto, las palabras provenientes del código de programación deben ser aquellas más representativas para lo que requiere hacer la pieza de *software*. Y en esto mismo radica su principal riesgo, pues las construcciones pueden llegar a tornarse confusas. Si en nuestra etapa de algoritmos no hemos sido precisos, o incluso hemos cometido errores, con seguridad, en la elaboración de pseudo código, estos aumentarán. Por ello, no es raro que su práctica, la elaboración de estos pseudo códigos, no sea alentada –es un recurso que no afecta por omisión–, pues incluso puede representar un desperdicio de recursos (Bennett, p. 6):

129 Bennett, Nicholas. *Introductions to algorithms and pseudocode*. Central New Mexico Community College. Iniciado en 2015, publicado en 2021. Traducción no literal:

So what is pseudocode? Simply put, it's a set of practices and conventions for producing very precise, minimally ambiguous descriptions of algorithms. One way this can be accomplished is through the use of algebraic conventions for variable naming and expressions, as well as specialized notation from set theory, linear algebra, and other branches of mathematics. The use of these mathematical conventions can go a long way toward reducing ambiguity in the description of an algorithm.

Por supuesto, pseudocódigo no es una bala de plata: mal pseudocódigo – como especificaciones pobremente escritas de cualquier tipo– ciertamente pueden conducir a un mal código. Tampoco es un requisito aprender el uso del pseudocódigo, desarrollar, o implementar algoritmos. De hecho, algunos importantes científicos de computadoras - incluyendo Robert Sedgewick- se oponen al uso del pseudocódigo para describir algoritmos en materiales o referencias educativos, y prefieren en cambio que sean expresados en Java u otro lenguaje de programación ampliamente usado.¹³⁰

Me parece muy útil y clara la disertación del autor en este tema en *Introductions to algorithms and pseudocode*, por lo que adelanto que vamos a estar recurriendo a sus líneas en los siguientes párrafos. En el mismo texto, el autor nos propone una serie de consideraciones que nos encauzaran a tener una práctica más sana al momento de recurrir a la técnica del algoritmo y del pseudo código. Principalmente, se refieren a ser cuidadoso y detallista, como se apunta a continuación:

Evita mezclar y empatar lenguajes naturales (tal como lo harías cuando nombras variables y métodos en código de programa). Por ejemplo, si estás escribiendo pseudocódigo en inglés, evita incluir términos o nombres de variables de otros lenguajes, a menos que haya una razón válida para ello.¹³¹

En nuestro contexto, podemos considerar los casos donde los términos son usualmente empleados en inglés, en lugar de su significado en español: *feedback*, *white noise* o *pink noise*, cuya traducción sería “retroalimentación”, “ruido blanco” o “ruido rosa”, y que producen respectivamente esos tipos de ruidos (“pitido”, blanco y rosa). La mayoría de las herramientas

130 *Ibídem*. Traducción no literal:

Of course, pseudocode isn't a silver bullet: bad pseudocode – like poorly written specifications of any kind – can certainly lead to bad code. Nor is the use of pseudocode a requirement for learning about, developing, or implementing algorithms. In fact, some leading computer scientists – including Robert Sedgewick – recommend against the use of pseudocode for describing algorithms in educational or reference materials, preferring instead that they be expressed in Java or other widely used programming languages.

131 *Ibídem*. Traducción no literal.

Avoid mixing and matching natural languages (just as you should when naming variables and methods in program code). For example, if you're writing pseudocode in English, avoid including terms or variable names from other languages, unless there's a compelling reason to do so.

con las que contamos para generar este tipo de sonidos, disponen de instrucciones que emplean precisamente estas palabras, o sus iniciales, o mnemotécnicos que son fácilmente asociados a estos, por ejemplo: *WhiteNoise*, o *PinkNoise*. Evidentemente resultaría menos útil emplear aquí el español.

*Esfuézate en ser consistente –excepto cuando hacerlo vuelva al pseudocódigo menos claro. Por ejemplo, si en una parte de tu pseudocódigo usas un símbolo en particular para indicar asignación de un valor a una variable, usa el mismo símbolo para todas las operaciones de asignación.*¹³²

Cuando empleamos nombres para nuestras entidades u objetos, por decir, constantes, variables o funciones, debemos tener cuidado de recordarlos, letra por letra, número por número, e incluso si son mayúsculas, minúsculas o una mezcla de las mismas. Prácticamente todas las piezas de *software* que usamos tienen este tipo de consideraciones y funcionamiento, es importante tenerlo en cuenta para evitarnos situaciones frustrantes al momento de programar la obra. De la misma manera, es necesario de vez en vez, usar el lenguaje llano o cotidiano pero respetando sus reglas para conservar orden y claridad en lo que se expresa (en lugar de usar lenguaje matemático, científico o técnico).

*Cuando un paso en el algoritmo es expresado principalmente en lenguaje natural, con pocas notaciones simbólicas, trata de usar correctamente la gramática. De cualquier manera, recuerda que las expresiones matemáticas suelen ser menos ambiguas que el lenguaje natural, aún con la gramática correcta.*¹³³

132 *Ibíd.* Traducción no literal:

Strive for consistency – except when doing so would make the pseudocode less clear. For example, if in one part of your pseudocode you use a particular symbol to indicate assignment of a value to a variable, use that same symbol for all assignment operations.

133 *Ibíd.* Traducción no literal:

Where a step in the algorithm is expressed primarily in natural language, with few symbolic notations, try to use proper grammar. However, remember that mathematical expressions are often less ambiguous than natural language, even with correct grammar.

No obstante, como necesitamos precisión, que sea fácilmente trasladada al código de programa, no hay como emplear lenguaje matemático. De hecho, una gran parte de nuestra materia prima requiere formularse o se basa en teoría de conjuntos y funciones trigonométricas. El afán, insisto, siempre debe ser la lucidez. Recordando que el pseudocódigo suscita suspicacias, para mejorar su factura, aunque puede ser elaborado con palabras similares al lenguaje de programación, no debe atarse a ninguno en particular, porque se está persiguiendo que la propuesta no se limite a una herramienta en especial (por lo que se ha comentado ya).

Como la mayoría de los lenguajes de programación cogen palabras del idioma inglés, el pseudocódigo escrito en inglés usualmente luce como código de programación en cierta medida. Sin embargo, el pseudocódigo no debe estar atado a ningún lenguaje de programación; en lugar de ello, debe emplear concepto[s] que son comunes a la mayoría de ellos. Por ejemplo, la mayoría de los lenguajes de programación incluyen estructuras de control if-then-else, for-next, y while, así como definición e invocación de funciones; combinados con símbolos comunes para calcular expresiones matemáticas y asignar valores a variables, éstos son suficientes para expresar casi cualquier algoritmo.¹³⁴

De esta manera, debe tenerse cuidado de que nuestro pseudocódigo, de prepararse, no debe confundirse de ninguna manera con un lenguaje de programación, ni siquiera con el que trabajemos habitualmente. Debe encontrarse un punto medio, y aprovechar las características comunes a dichas tecnologías, considerando que debe ser claro y entendible, sin llegar a restringirnos a un dialecto de programación. Bennett nos advierte también que no hay que buscar una relación unívoca en estas elaboraciones, pseudocódigo–código de programación, sobre todo cuando se trate de operaciones usuales en estos desarrollos.

134 *Ibíd.* Traducción no literal:

Since most programming languages borrow keywords from English, pseudocode written in English usually resembles programming code to some extent. However, pseudocode shouldn't be tied to any single programming language; instead, it should employ concepts that are common to many of them. For example, most programming languages include if-then-else, for-next, and while flow control constructs, as well as function definition and invocation; combined with common symbols for calculating mathematical expressions and assigning values to variables, these are sufficient for expressing almost any algorithm.

*No es necesario (o incluso deseable, en muchos casos) tener correspondencia uno-a-uno entre cada línea de pseudocódigo y cada línea de código de programa, o entre los nombres simbólicos usados en el pseudocódigo y aquellos usados en el código de programa. En particular, muchas operaciones comunes de alto nivel (por ejemplo, ordenar valores, buscar por un valor mínimo o máximo de una lista, leer un valor de un archivo), pueden generalmente ser establecidos en una sola línea de pseudocódigo, en lugar de incluir todos los pasos necesarios para realizar esas operaciones – a menos, por supuesto, que el algoritmo descrito sea para ejecutar solo una operación.*¹³⁵

Con lo anterior, debe apuntarse que no se debe ser rígido al aplicar estos recursos, pero tampoco conviene dar oportunidad al caos. La manera de expresarlo es procurar un claro balance entre flexibilidad y orden. Todo esto abonará a tener un proceso visible, que será fácilmente codificado en un lenguaje. Y hablando de éste último, algunos entornos integrados cuentan con prestaciones que nos auxilian al evidenciar la estructura de nuestras unidades de programa. Continúa el autor, mencionando un estilo de edición que se incorporó a las prácticas de desarrollo de sistemas desde hace muchas décadas, y que se refiere a la distribución en pantalla dentro una representación del archivo de texto que tenemos frente a nuestros ojos al trabajar en nuestros proyectos, como la indentación, tabulación o “margen”.

*Usa indentación para hacer notar cualquier estructura no lineal. Por ejemplo, cuando usas una declaración if-then para mostrar que esa porción del algoritmo debe ser ejecutada condicionalmente, coloca la porción ejecutada condicionalmente inmediatamente bajo la declaración if-then, e indéntala unos espacios más a la derecha de la misma declaración if-then. Similarmente, si una porción del algoritmo se va a ejecutar iterativamente, bajo el control de una declaración for-next o while, coloca esa porción del algoritmo inmediatamente bajo esa declaración for-next o while, e indenta unos espacios más hacia la derecha. (Estas son prácticas útiles para código de programa también).*¹³⁶

135 Ibídem. Traducción no literal:

It isn't necessary (or even desirable, in many cases) to have a one-to-one correspondence between each line of pseudocode and a corresponding line of program code, or between the symbolic names used in pseudocode and those used in program code. In particular, many common high-level operations (e.g. sorting values, searching for a minimum or maximum value from a list, reading a value from a file) should generally be stated in a single line of pseudocode, rather than including all of the steps necessary to perform those operations – unless, of course, the algorithm being described is for performing just such an operation.

136 Ibídem. Traducción no literal:

Cuando se acude a estas características en el desarrollo de los proyectos, es posible destacar la jerarquía y precedencia de los bloques de código, contribuyendo así a clarificar la estructura y –nuevamente–, el orden de los proyectos. Por supuesto, algunos lenguajes y entornos han sustituido estas peculiaridades por símbolos, como los paréntesis y las llaves en el caso de *Supercollider*, para mostrar como está construido el producto informático que estamos generando. Cabe mencionar que aunque este estilo representa un enfoque más didáctico, en algunos casos, lo natural para el lenguaje empleado, es compactar, como una *matrioshka*, diferentes capas significativas en una unidad simple dentro del universo de nuestra obra-instrumento. Por ejemplo, es posible ver las diferencias en el siguiente conjunto de códigos de programa:

Estilo con indentación o tabulación (enfoque más conservador)

```
(
SynthDef("help-WhiteNoise", { arg out=0;
    Out.ar(out,
        WhiteNoise.ar(0.25)
    )
}).play;
)
```

Estilo “encapsulado” (más actual)

```
(SynthDef("help-WhiteNoise"{arg out=0;Out.ar(out,WhiteNoise.ar(0.25))}).play;)
```

Cada estilo tiene sus detractores y sus defensores. El estilo compacto, era muy útil hace décadas, cuando el espacio en memoria, era muy costoso en proporción a lo que se

Use indentation to make any non-linear structure apparent. For example, when using an if-then statement to show that some portion of the algorithm should be performed conditionally, place the conditionally executed portion immediately below the if-then statement, and indent it one tab stop to the right of the if-then statement itself. Similarly, if some portion of the algorithm is to be performed iteratively, under the control of a for-next or while statement, place that portion of the algorithm immediately below the for-next or while statement, and indent it one tab stop further to the right. (These are useful practices for program code as well).

almacenaba, disco duro, RAM. Actualmente, a menos que se esté trabajando en proyectos en los que absolutamente cada byte cuenta –como una simulación de investigaciones científicas–, en lo personal, me atrevo a recomendar el estilo indentado, por claridad.

Aunque esta manera de editar nuestros programas es sumamente útil, cuando nuestro emprendimiento ha llegado un poco más lejos de lo esperado, y las líneas escritas ya suman al menos tres dígitos, conviene aplicar ese muy viejo dicho, *dīvide et īmpera* (divide y vencerás). Posiblemente el emperador Julio Cesar lo escuchó antes, pero tan antiguo como vigente. Así es compartido en el siguiente punto. Esta es una posibilidad presente en prácticamente todos los lenguajes de programación, donde virtualmente separamos y especificamos donde encontrar esas porciones de código, con lo que el mismo se torna paulatinamente más claro, aunque dependiendo de la madurez del mismo sea un tanto complejo.

Si un algoritmo es tan largo o complejo que el pseudocódigo se vuelve difícil de seguir, trata de romper el código en secciones cohesivas mas pequeñas, cada una con su propio título; podemos pensar en estas secciones como los pseudocódigos análogos a métodos, funciones, y procedimientos. Cuando hagas esto, asegúrate que el pseudocódigo también incluya una articulación de la secuencia de alto-nivel, mostrando el orden en el cual las secciones más detalladas deben ser ejecutadas.¹³⁷

Cuando trabajamos de esta manera, sea algoritmo, pseudocódigo, diagrama de flujo, o incluso ya nuestro lenguaje de programación preferido, tendremos mayores oportunidades de resolver las situaciones que se nos vayan presentando en el desarrollo de nuestras ideas. Al dividir es posible mantener la atención en resolver situaciones específicas, por más complejidad con la que hayamos dotado a nuestro proyecto. No obstante, es imprescindible ser en extremo claros e incluir cómo funcionan esas divisiones y a qué secciones se corresponden dentro del todo o de la unidad del mismo.

137 *Ibíd.* Traducción no literal:

If an algorithm is so long or complex that the pseudocode becomes hard to follow, try breaking it up into smaller, cohesive sections, each with its own title; we can think of these sections as the pseudocode analogues to methods, functions, and procedures. When you do this, make sure that the pseudocode also includes an articulation of the higher-level sequence, showing the order in which the more detailed sections should be performed.

III.4 Diagramas de flujo.

Los diagramas de flujo son otra herramienta a la que también el quehacer artístico puede recurrir para clarificar y evidenciar una sucesión de acciones dentro de un proceso dado. Aquí es posible apreciar a manera de articulaciones figuradas, las entidades, las acciones y los caminos que puede recorrer el arte -al menos algunas rutas-, y más precisamente, los datos para generar esa arte en la materia que me ocupa. Siendo sincero, esta herramienta es pertinente a la labor compositiva, especialmente asistiendo a la programación que genera la música electroacústica. En combinación con los algoritmos, esta representación gráfica inclusive ayuda a resolver errores poco visibles al momento de concebir la propuesta creativa, como apunta el siguiente fragmento extraído de un manual editado por IBM (1970, p. 1) al respecto de las técnicas de procesamiento de datos:

La secuencia en la cual se ejecutará la operación debe ser establecida con precisión. Los datos y la secuencia de operaciones a realizar sobre esos datos constituyen el flujo de la información... Un diagrama de flujo es una representación que muestra la operación ejecutada en un sistema de procesamiento de información y la secuencia en la que las operaciones son hechas. Los símbolos del diagrama de flujo son utilizados para representar las operaciones y la secuencia de las mismas.¹³⁸

Es una herramienta veterana pero muy valiosa, donde la importancia de la claridad vuelve a ser el centro de la atención. Por medio de este diseño, se deja atrás a los bocetos preliminares, y se definen los pasos sucesivos requeridos. Es conveniente conocer los símbolos generales que emplea esta técnica, y advertir también cuales serán útiles dentro de nuestro propio quehacer. Sin involucrar al paradigma, en términos prácticos, cuando

138 IBM International Business Machines Corporation. *Data processing techniques*. New York, USA. 1970, 40 pp. Traducción no literal:

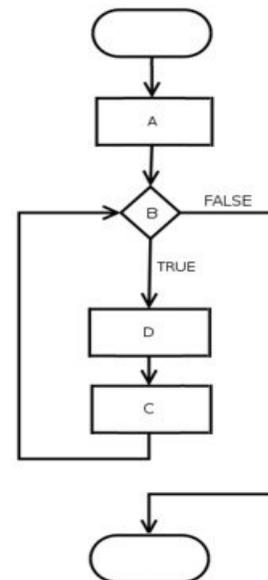
*The sequence in which operation are to be executed should be precisely stated. The data and the sequence of operations to be performed upon the data together constitute the information flow.
A flowchart is a diagram that shows the operation performed in an information processing system and the sequence in which the operations are performed. Flowchart symbols are used to represent the operations and sequence of operations.*

programas para realizar una obra, dicha actividad no difiere mucho de la programación de sistemas para computadora.

En ocasiones puede resultar retórico dedicarle tiempo a las tareas anteriores, sin embargo, cuando se emplean adecuadamente, pueden suponer un fuerte respaldo a nuestras ideas, y en consecuencia, a nuestro proyecto. Por ejemplo, tengamos el siguiente diagrama de flujo, representando un algoritmo general. Sea advertida la manera de dibujar las líneas, para distinguir la precedencia de las acciones y la subordinación a una estructura de control (en este caso, la decisión *if-then-else*, que puede traducirse como “si-entonces-o sino”, la cual es común a la mayoría de los lenguajes de programación):

0. Inicio de proceso.
1. Ejecuta “A”, y continúa.
2. Evalua “B”:
Si es verdadero, continúa a “D” (paso 3).
Si es falso, ve directamente al final (paso 5).
3. Ejecuta “D”, y continúa.
4. Ejecuta “C”, y regresa a “B” (paso 2).
5. Termina proceso.

Del algoritmo anterior,
podemos diseñar el
diagrama de flujo
presentado a la
derecha de
estas líneas:



Ahora bien, la descripción anterior, podemos “escalonarla”, aunque el término correcto es el anglicismo *indentar* (de *indent*), que a su vez corresponde al castellano *sangrar* aunque menos usual –o *sangría*, que serían extraños en la jerga de la programación–, de forma que sea evidente su subordinación o jerarquía:

Inicio (inicia proceso)

1. Ejecuta “A”, y continúa.

2. Evalua “B”:

Si “B” es verdadero, continúa .

2.1 Ejecuta “D”, y continúa.

2.2 Ejecuta “C”, y regresa a paso 2.

Si es falso, ve al final.

Final (termina proceso).

Nótese en el ejemplo anterior, que solamente cuando la condición evaluada en “B” sea falsa, se terminará la iteración, *bucle* o *loop*, como también se le conoce. Ésta es una situación que hay que cuidar para evitar ciclos infinitos o que impidan la ejecución de la pieza de *software* elaborada.

Los diagramas de flujo son herramientas prestadas de las ciencias computacionales, que nos facilitan el estudio del recorrido que realizan los datos en un proceso determinado. Cuentan con simbología simple, para reflejar sucesos como entrada de datos, generación de información (en este caso sonora y visual), y flechas que también facilitan apreciar las estructuras de control necesarias de advertir en una proyecto que involucre la programación de sistemas computacionales o programas. En el ejemplo anterior, encontramos la representación general de una función con tres variables, y algunos de los símbolos más comunes de esta técnica. A continuación, se incluye una tabla con los símbolos más usuales:

SÍMBOLO	NOMBRE	SÍMBOLO	NOMBRE
	Flecha de flujo.		Subproceso
	Comentario o anotación		Documento/ Impresora
	Inicio o finalización		Salida en Pantalla
	Proceso		Datos o Entrada/Salida
	Decisión		Referencia en página
			Referencia a otra página

Figura 32. Simbología de diagrama de flujo.

Flecha de flujo. Indica el camino que siguen los datos o los procesos, eventos, acciones, etc.

Comentario o anotación. Da información alusiva al elemento asignado.

Inicio o finalización. Indica donde comienza y donde termina el diagrama o proceso.

Proceso. Señala que algo recibe algún tratamiento informático (valga la redundancia, un proceso).

Decisión. Cuando se encuentra, es necesario evaluar una condición, para decidir el curso a seguir.

Subproceso. Principalmente se usa para manifestar que el flujo de la programación pasara a otro proceso, o bien, que otro proceso entrará en funcionamiento a partir de ese momento.

Documento o impresora. Es cuando se requiere alguna impresión o guardar un documento digital.

Salida a pantalla. Se emplea para indicar que algo se desplegará en algún dispositivo similar a una pantalla, como por ejemplo un monitor o un cañón.

Datos o Entrada/Salida. Señala el momento en que introducimos datos al proceso (*inputs*).

Referencia en página. Por lo regular, los diagramas de flujo se representan de arriba a abajo, en modo vertical. Debido a que un diagrama puede llegar a ser muy largo, usamos este símbolo para indicar que el proceso continua en otro lugar de la misma página. También es posible diseñarlos de izquierda a derecha, pero implica una dificultad adicional y no es lo usual.

Referencia a otra página. Similar al anterior, pero se usa cuando el proceso es tan grande, que debe ser representado en más de una página.

Aunque es un auxiliar opcional, el diagrama de flujo es una herramienta o técnica muy útil en cualquier desarrollo de proyectos de cualquier índole.

III.5 Documentación.

La documentación es un apartado que no se menciona mucho en la literatura de manuales de composición, y por su parte, apenas se menciona en los textos de análisis, diseño y desarrollo de sistemas computacionales. Con ella, la documentación, es posible no solo registrar el proceso por el cual atravesó la creación, paso a paso, sino también le da al objeto artístico creado la posibilidad de tener una oportunidad de ser replicado en el futuro. En el ínter, y en función de efectuar una práctica sana de programación modular, al documentar también es posible reutilizar el código, volver a dar un uso a partes del programa creado. Eso, en un enfoque macro, pero en un enfoque micro, es posible conocer y entender cómo funciona nuestra aplicación, qué son y para qué sirven, cada parte o sección de la misma. La documentación suele ser subvalorada, pero en conjunto con el código de programación, representan la mitad del proyecto, desde sus entrañas, y la carencia de ella, conduce a un paulatino olvido de la obra y su potencialidad. Por cierto, dado que por lo general, las personas no son eternas en sus puestos de trabajo o actividades, el código de programación también suele documentarse, y a esas frases se les nombre sencillamente comentarios. Más adelante se hará mención a ellos, cuando se hable acerca de la programación. A continuación, se muestra como realizar comentarios en algunos lenguajes de programación:

Ejemplo 1:

```
// En Supercollider, el texto después de barras diagonales (slash) es un comentario:  
//  
// Se define una dirección con su puerto, de manera local,  
// para poder enviar datos a la herramienta Wekinator  
var sender = NetAddr.new("127.0.0.1", 6448);  
// Se define la comunicación, con sus valores por defecto, para enviar la  
// información recibida de la tableta, a Wekinator  
(  
OSCdef.new (  
  \xy1,  
  {
```

```

        arg msg, time, addr, port;
        /* msg[1].post; //El código entre /* */ está comentado, no se ejecuta
        (1-msg[2]).postln; */
        sender.sendMsg("/wek/inputs", msg[1], 1-msg[2]); //envía las entradas
    },
    '1/xy1'
);
)

```

Ejemplo 2:

```
<!-- Esto es un comentario en HTML -->
```

Ejemplo 3:

```
' Esto es un comentario en Visual Basic .Net, (')
```

Ejemplo 4:

```
// Esto es un comentario en Javascript, Processing, Python, etc.

/* y
esto
también
está
comentado
en bloque
*/
```

Cada lenguaje de programación tiene una forma de hacer comentarios, aunque la mayoría se apegan a un estándar no oficial, mediante dos barras diagonales seguidas (//) para comentarios cortos de una sola línea, o encerrando un bloque (/* */) para documentación más larga, de varias líneas.

III.6 Selección de herramientas y recursos tecnológicos.

Me tomaré una licencia, adicional a las que ya he cogido a lo largo de mi texto. Suelo comparar la composición con la programación, por cuanto en una escogemos una dotación, y en la otra las herramientas, porque en la primera previsualizamos un recorrido, y en la segunda prevemos una ruta típica también. La partitura, o el plan compositivo de una –si se carece de su equivalente–, es un símil al código de la otra. De esta manera, para la actividad creativa musical, se realiza una distinción del material con el que se va a trabajar, tanto física como virtualmente. Escoger que podemos emplear para nuestros proyectos, está muy relacionado

con la etapa de la planeación, al responder las preguntas ¿hay una herramienta (o varias), que nos permita hacer todo lo que imaginamos? ¿con qué tecnología, *hardware* o *software* podemos hacer cada parte de nuestro proyecto?

III.6.1 El *opensource*.

El *software open source*, de fuente abierta o de código abierto, es un tipo de producto informático con varias clases de licencias que proporcionan la oportunidad de conocer las entrañas del mismo y modificarlas a conveniencia –se cuenta con el código fuente de programación–, a diferencia del *software* de paga. Ambos tipos de licencias, de paga o gratuita para burdamente generalizar, difieren bastante en cuanto al uso que se le puede dar al *software* mismo, y en si se precisa o no de realizar una compra en un sentido tradicional. No obstante, hay *software* de fuente abierta que es de pago, pero el monto suele ser simbólico en comparación. Adicionalmente, se le comenzó a llamar así, *open source*, para distinguirlo del *software libre*, el cual propone una licencia de uso radicalmente opuesto a las licencias de pago o privativas. Éste último precisamente, el *software* de pago, por el contrario, fuera de una variable o relativa personalización superficial, en muchas ocasiones no se puede ajustar internamente en absoluto, lo que en cierta medida restringe las libertades creativas, o en el mejor de los casos, te circunscribe, debido precisamente a su licencia privativa. El tema del precio es de considerar, además, pues puede llegar a su vez a restringirse a partir de cierto sector con facilidad económica para su adquisición (no así su uso). Y el asunto de la renovación de licencia, o actualización mayor del *software*, en ocasiones puede impactar en detrimento de la obra y los desarrollos, sobre todo si no se consideró al momento de concebir y elaborar el proyecto. Eso si, por experiencia, puedo decir que muchas veces todo funciona enseguida -después de instalarlo-, usando una frase estadounidense, *right out of the box, flawlessly*. Pero en definitiva, para el presente curso de investigación, se ha optado por las herramientas de código abierto, por su costo, difusión y aceptación entre los artistas. Comunidades realmente enormes, abiertas, dispuestas a apoyar iniciativas creativas están listas para brindar apoyo tanto a los que comienzan como a los más experimentados. Y no tienen problema de ilegalidad por el uso de sus licencias gratuitas, o bien, de muy bajo costo, alegóricas –como ya se mencionó–. Además, no requieren de equipos de cómputos muy

costosos, lo que es un recurso muy escaso en nuestro medio con “nuestra economía latinoamericana” (así lo mencionó en Visiones Sonoras 2018 Ricardo dal Farra). Hay que agregar que ésta es una opinión con sustento, pues dal Farra también colaboró con la Fundación Daniel Langlois, quienes han dedicado mucho interés en recopilar, difundir y preservar la actividad y creación artística sonora latinoamericana.



Figura 33. Ricardo dal Farra (foto de la Universidad de Concordia, Canadá)

Para poder hacer uso del *opensource*, en particular de las piezas informáticas que sirven para la labor composicional, también se precisa del sistema operativo, que en este caso es por antonomasia *GNU/Linux*. Ciertamente, la mayoría de los programas con fines artísticos son multiplataforma, pero *Linux* es su hogar nativo en la mayoría de los casos. Éste, de manera análoga a *macOS* (u *OSX*, el sistema que usan las *Mac*) o *Windows* (su “contraparte” en la mayoría de las computadoras personales), se encarga de permitir la comunicación entre “los fierros” (el *hardware*) y los programas (el *software*) en un equipo de cómputo, como cualquier sistema operativo.

Como un breve adelanto, es adecuado decir que “un sistema operativo es un programa o conjunto de programas de un sistema informático que gestiona los recursos de *hardware* y provee servicios a los programas de aplicación, ejecutándose en modo privilegiado respecto de los restantes.” (Jaramillo, 2015, p. 5)¹³⁹. Por lo tanto, está integrado por 2 partes principales, siendo igual para *Linux*. Richard Stallman (abajo a la izquierda) y su equipo (1983~1984), se

139 JARAMILLO Morales, Cesar Omar. Sistemas operativos. Facultad de Ingeniería, Universidad de la Amazonia. Florencia, Caquetá, Colombia, 2015.

encontraban desarrollando un sistema operativo bajo la premisa de ser *software* libre, pero les faltaba el núcleo (1991). Sabían que Linus Torvalds (abajo a la derecha), como parte de su posgrado había desarrollado uno, basado en el sistema operativo MINIX (el cual es muy similar a UNIX). Al unirlos, nació el proyecto *GNU/Linux* en 1991 (un poco más sobre esto en las siguientes páginas). Sin éste, el *open source* no sería como lo conocemos actualmente. Sin temor a equivocarse, es posible afirmar que ese hecho plantó los pilares en donde está fundamentado el *software libre*, aunque en la actualidad tanto Torvalds como Stallman defienden en cierta manera ideologías aparentemente antagonistas.



Figura 34. Richard Stallman.



Figura 35. Linus Torvalds.

Además, el *open source* ha permitido realizar aportes a la academia, pues democratiza y comparte el conocimiento, promueve las redes y el intercambio, lo que representa una positiva acción social, como indica Maria Letizia Jaccheri (2009, p. 2) al comentar acerca de este tipo de *software*, mientras hace alusión a un término destacado por el filósofo del lenguaje John L. Austin “hacer cosas con palabras” (Duque, 2009, p. 87)¹⁴⁰:

La teoría de la performatividad surgió en el contexto de los estudios de arte. De acuerdo a la performatividad, la investigación y la práctica están conectadas y son igualmente importantes. La performatividad se basa en múltiples métodos de colección de datos y la documentación asociadas puede ser una mezcla de imágenes, sonido y acción en vivo [live action] como en el teatro, y el código digital...Los artistas necesitan tecnología de

¹⁴⁰ Duque, Carlos. Judith Butler y la teoría de la performatividad de género, en Revista de Educación & Pensamiento, Colegio Hispanoamericano, 2010.

software para crear y evolucionar sus trabajos... Las herramientas para la creatividad son un tema de estudio dentro de la investigación de las ciencias de la computación. “Los artistas de nuevos medios realizan sus deseos de expresión personal con entornos de desarrollo poderosos que soportan herramientas de edición de animación, música o video”... El sistema operativo Linux (desarrollado por Linus Torvalds, 1991) [sic], recibió un premio a las artes en el festival Ars Electronica en 1994, proveyendo una intersección entre el software y el arte del mundo.¹⁴¹

Personalmente, me agrada lo que se implica en el fragmento anterior. La búsqueda y generación de nuevos conocimientos, así como la producción, no pueden, ni deben, estar separadas. Es más, poseen la misma trascendencia, a diferencia de lo que lamentablemente algunas ideas anacrónicas indican, que proponen que una actividad académica –como la nuestra–, “es de investigación, no de producción”. En mi propia y corta experiencia, considero que en efecto, esta indagación por nuevos saberes puede y debe fundamentar discursos artísticos, pero no puede reemplazar a este último, pues nuestro lenguaje es sonoro –o abrevia principalmente de lo sónico–, y por medio del sonido es como percibimos nuestra realidad e interactuamos con el mundo a nuestro alrededor. Entonces, continuando con la idea vertida en la cita anterior, precisamos de código de programa, *software*, para generar nuestras propuestas. En el caso especial de *Linux*, que es *open source*, incluso fue galardonado por aportar una potente estructura sólida y a la vez dúctil, para elaborar nuestros proyectos, los cuales actualmente implican varios lenguajes y tecnologías de manera concurrente, por lo que ya no es extraño encontrar obras que involucren, mencionando solo algunos, la Escultura, la Pintura, la Música, la Danza, el Teatro o el Cine, con los recursos técnicos y tecnológicos de cada

141 Jaccheri, Letizia. *Artistic performance of Open Source Software*, en *Inderscience Enterprises, Ltd. Department of Computer and Information Science, NTNU, Norway*, 2009. Traducción no literal:

Performativity theory arose in the context of art studies. According to performativity, research and practice are connected and are equally important. Performativity rely on multiple data collection methods and the associated documentation can be a mixture of images, sound, live action as in theater, and digital code. Artists need software technology for creating and evolving their artwork. Tools for creativity are a subject of study within computer science research. ‘New media artists realize their desire for personal expression with powerful development environments that support animation, music, or video editing tools’ [Shn07]. The Linux operating system (developed by Linus Torvalds, 1991) received an art prize at Ars Electronica in 1994, providing an overlap between the software and the art world.

materia, manteniendo un equilibrio entre tales disciplinas o favoreciendo solo a algunas, con resultados diversos.

III.6.1.1 *Linux*.

Amplieemos un poco la idea mencionada en el apartado anterior. Se dijo que el sistema operativo *GNU* fue concebido inicialmente por el grupo de Richard Stallman, la *Free Software Foundation*, mas la incorporación del desarrollo de Linus Torvalds. Stallman y compañía entonces estaban trabajando en un nuevo sistema operativo, con la idea de que fuera completamente libre, sin restricciones comerciales con la premisa de usarlo, modificarlo, mejorarlo y compartirlo -las cuatro garantías según promueve el grupo-, como lo indica en las charlas que comparte por todo el mundo. Adicionalmente, la *FSF* persigue y comparte el ideal de no vulnerar la privacidad del usuario y para soportar esto entrega el código fuente para ser corroborado por quien así lo desee (al respecto, es posible encontrar más información en el sitio de www.fsf.org).

Recordemos, como se indicó hace algunos párrafos, que el sistema operativo en una computadora se ocupa de permitir el interacción de la parte física, la lógica y el usuario (Jorba y Suppi, 2011, p. 7¹⁴²). Pero a su proyecto *GNU*, ya se señaló, le faltaba el núcleo. El *kernel* -o núcleo- es la parte del sistema operativo que se encarga de realizar las operaciones más básicas o elementales (controla el *hardware* principalmente), y suele estar por debajo de todo el *software* adicional (Jorba y Suppi), similar a un desarrollo por capas. Como se indicó, por ese tiempo, Torvalds se encontraba preparando su propio sistema operativo con fines académicos -basado a su vez en otra propuesta conocida como *Minix*, el cual es una versión reducida, clonada en el mejor de los sentidos, del sistema operativo *UNIX*-, a la que llamó *Linux*. Enseguida, el grupo que se encontraba desarrollando *GNU* (que dicho sea de paso, *GNU* significa “*not UNIX*”), observó potencial en el proyecto *kernel* de *Linux*. En poco tiempo, analizaron, adaptaron y reescribieron parte del código para lograr la compatibilidad, y así

142 JORBA Esteve, Josep, y SUPPI, Remo. Administración avanzada del sistema operativo GNU/Linux. Universitat Oberta de Catalunya, España. 2014.

nació *GNU/Linux*¹⁴³ (en la práctica, aunque le desagrade mucho a Stallman, es más reconocido como Linux, a secas).



Fig. 36. Richard Stallman, caracterizado de San IGNUcius, en Monastir, Tunisia, 2012.

Controversias.

La vida privada de las personas, por supuesto, no tiene nada que ver con sus aportaciones o invenciones, y menos con los escándalos. Aunque la cultura y la comunidad del *open source* goza de una muy buena situación en general, y los desarrollos principales han adquirido considerable madurés y aceptación, en años recientes tanto Stallman como Torvalds, han tenido mucha atención del público, principalmente por desafortunadas declaraciones e importantes desacuerdos con sus colegas, e incluso entre ellos mismos, pero eso definitivamente es otra historia.

III.6.1.2 Distribuciones

Seguramente conoces o has escuchado que hay muchas versiones de *GNU/Linux*, pero no es así. *Linux* (o *Linux GNU*, o *GNU/Linux*), es uno solo: es simplemente el sistema

¹⁴³ Es posible leer una breve historia sobre GNU/Linux en el sitio oficial del proyecto:
<https://www.gnu.org/gnu-history.es.html>

operativo, con sus herramientas y su núcleo. Lo que si hay, son muchas distribuciones del mismo, controladas, desarrolladas y soportadas por diversos grupos de profesionales, algunos constituidos en empresas, e incluso, los menos, apoyados por grandes compañías tecnológicas, incluida la misma *Microsoft Corporation*. Una distribución es el sistema operativo, más una selección de *software*, conocidos comúnmente como paquetes, que por lo regular giran en torno a un perfil, criterio o interés particular. Hay distribuciones dedicadas a la seguridad informática y redes, hay también distribuciones orientadas a la recuperación de datos y rescate de sistemas, hay otras dedicadas a la ofimática, a las empresas y trabajo tradicional de oficina, y más allá hay distribuciones enfocadas en aspectos artísticos, como la creación sonora y musical, el arte y diseño, y el modelado en 3D y la animación. Tratándose del sistema operativo *GNU/Linux*, es necesario mencionar que casi todo puede ser personalizable, incluso hay al menos 6 tipos principales de manejador de escritorio de donde elegir: *Gnome*, *KDE (Plasma)*, *Mate*, *Cinnamon*, *Xfce* o *Pantheon*¹⁴⁴. Es más, cuando algún artista quiere incursionar en el *open source* sin conocer *Linux*, no dudo en recomendar o *Ubuntu Studio*, o la edición *Debian nonfree* –versión de *Debian* no oficial, se llama así porque incluye archivos controladores o *firmware* propietario, que no es *software* libre, facilitando su instalación–. Por cierto que la apariencia, sensación y comportamiento que aporta esta plataforma, *Linux* –si, a secas–, es bastante familiar: accesos directos, botones para cerrar, restaurar o minimizar la aplicación, manejador de archivos, en fin. Cuando uno la comienza a emplear, encuentra muchas similitudes con las otras opciones dominantes, como *Apple MacOS/OSX* o *Microsoft Windows*. Para conocer un poco más al respecto, sugiero visitar el sitio oficial de *Debian*¹⁴⁵.

144 Ejemplo de escritorios de Linux <https://www.softzone.es/linux/programas/entornos-escritorio-linux/>

145 Sitio oficial de *Debian* <https://www.debian.org/releases/jessie/amd64/ch01s03.html.en>



Figura 37. Debian 10.7 con Gnome 3.30

Otro ejemplo más, de como luce el escritorio de *Ubuntu Studio*, es incluido en la imagen siguiente, con una pequeña ventana que incluye la terminal de comandos de *Linux*, al tiempo que podemos apreciar también una aplicación muy importante para nuestra actividad creativa sonora, *Qjackctl*, que se explicará un poco más adelante.

En los siguientes apartados se enunciarán partes esenciales para las propuestas electroacústicas por computadora actuales que involucran casi *de facto* al *open source*. No obstante que hace años migré mi máquina de *Ubuntu* a *Debian*, puedo decir que dentro de un bastante amplio abanico, hay algunas distribuciones orientadas a facilitar la realización de proyectos creativos, como *Fedora Design Suite*, *KXStudio*, *io GNU/Linux*, según lo anota el sitio web de *MuyComputer*¹⁴⁶, aunque personalmente prefería recomendar para alguien que recién inicia, insisto, la distribución *Ubuntu Studio* con baja latencia, de muy fácil administración y uso cotidiano. Por supuesto, la instalación es realmente sencilla también.

146 MEDINA, Eduardo. 5 Distribuciones pensadas para artistas, músicos y editores, en *MuyComputer*. <https://www.muycomputer.com/2016/07/19/5-linux-artistas-musicos-editores/> Recuperado 10 de septiembre de 2021.

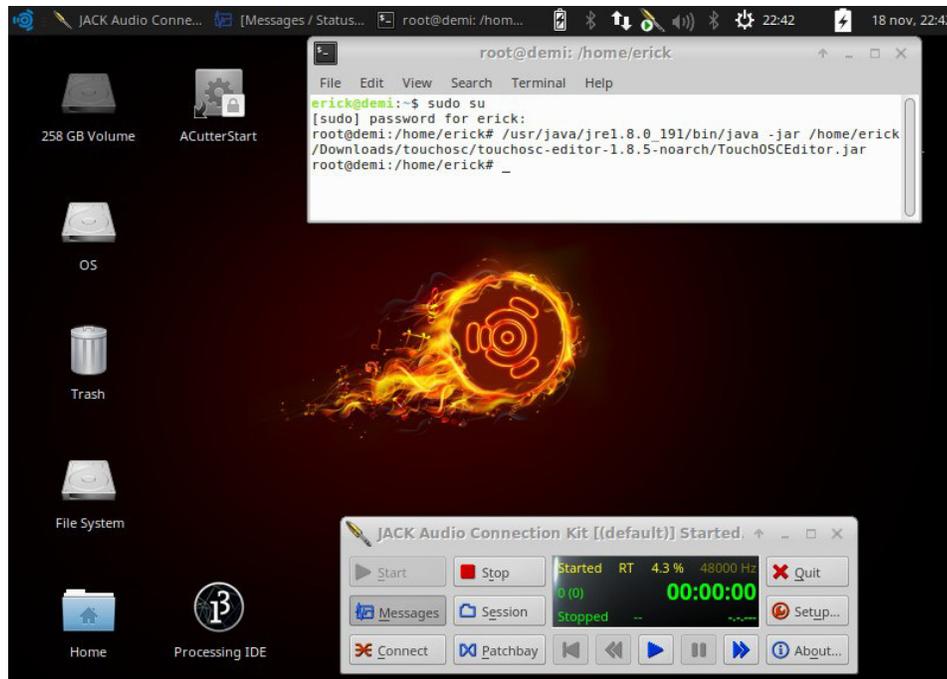


Figura 38. Entorno de escritorio de *Ubuntu Studio 16.04*, con *gnome-terminal* y *qjackctl*.

III.6.1.3 *Jack* y el servidor de audio de *Linux*.

En los sistemas operativos dominantes, como *macOS* o *Microsoft Windows*, uno no repara acerca del sonido, todo funciona bien –a secas–, casi todas las ocasiones. Vale la pena decir que no tenemos acceso a conocer cómo es el proceso. En el caso que nos atañe, *GNU/Linux*, al ser *software libre*, virtualmente lo tenemos todo a la mano, desde documentación hasta aplicaciones, pasando por controladores, con la delicada excepción de que el *firmware*, una pieza de programa que instruye al *kernel* como se establece la comunicación con el *hardware*, no lo tenemos a nuestra disposición pues es cerrado, aunque poco a poco, muy pero muy lentamente, cada vez más fabricantes se están abriendo ante la necesidad de los usuarios de *open source*, de compartir el cómo funcionan sus placas y sus circuitos, lo que conduce al *open hardware*. Al respecto es posible citar brevemente a Díaz Sánchez (2007), quien señala que “la expresión *open hardware*, u *open source hardware*, se refiere al *hardware* cuyo diseño se hace público para que cualquiera pueda estudiarlo, modificarlo y distribuirlo, así como el poder producir y vender *hardware* basado en ese

diseño”¹⁴⁷. Retomando entonces, el sonido en el *open source*, es considerado un servicio - dentro del sistema informático, de la computadora-, y por lo tanto, requiere de un servidor para poder ser administrado.

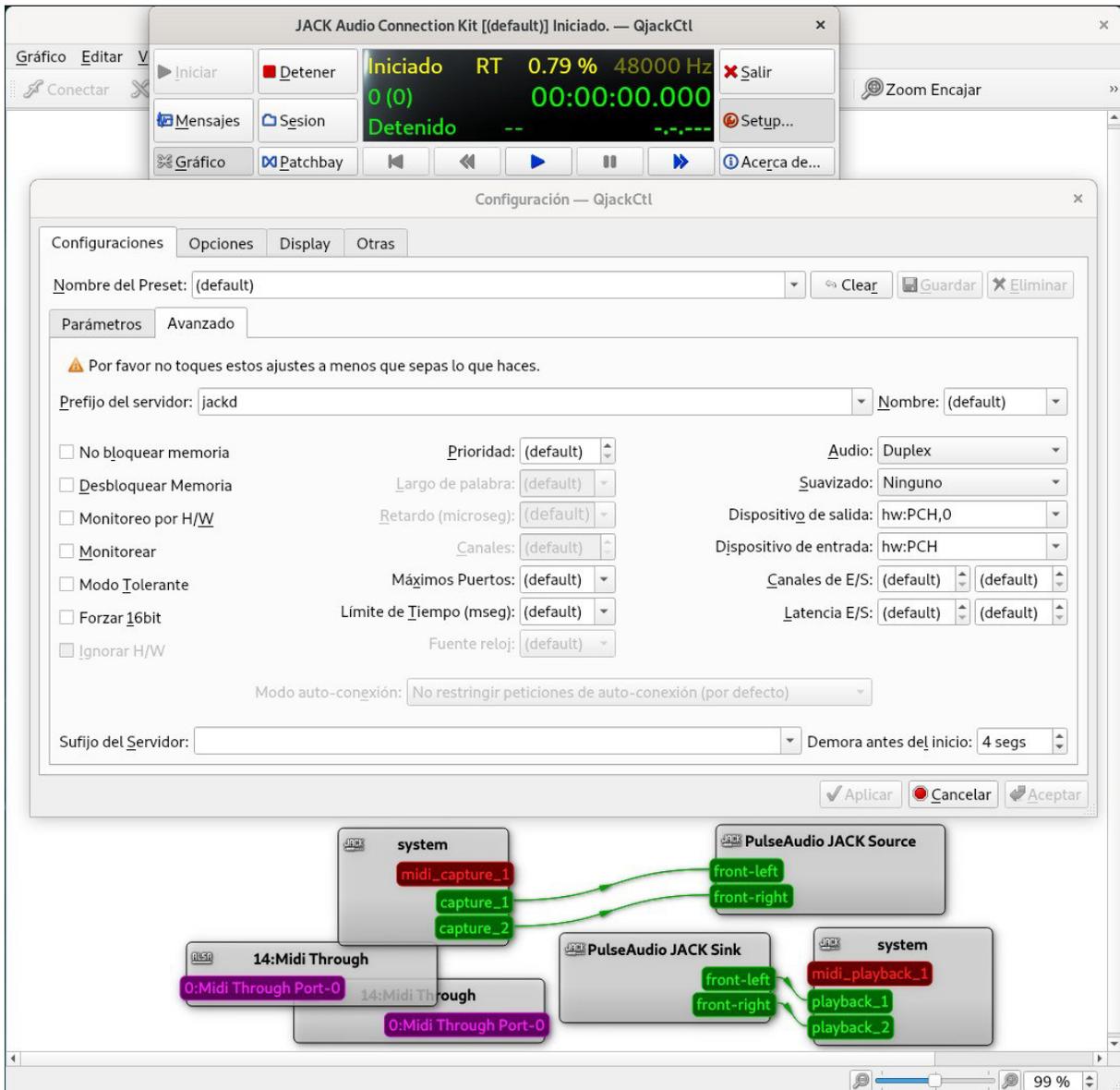


Fig. 39. Jack Audio Connection Kit, ventanas de configuración y gráfico de conexiones.

147 Díaz Sánchez, Javier. “Open hardware y software, herramientas para el desarrollo de competencias educativas”, en Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Volumen 2, número 3, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ISSN 2007-8412. 2015.

En un servidor de sonido como *Jack*, podemos configurar con mucha mayor flexibilidad parámetros como profundidad, frecuencia, y tasa, así como entradas, salidas, procesadores, conexiones y prioridad necesarios. Por supuesto, como indica Turcotte-McCusker (2017)¹⁴⁸, todo puede ser igual de simple como en *Mac* o *Win*, pero podemos obtener mejores resultados cuando tenemos ese nivel de configuración, funcionalidad y adaptabilidad. El *kernel* o núcleo se enlaza con, por decirlo de una forma coloquial, el sistema de audio *ALSA* (Arquitectura Avanzada de Sonido de Linux), quien a su vez interactúa con un servidor de audio, por ejemplo *Pulseaudio* o el mismo *Jack*, para entonces comunicarse con las aplicaciones instaladas en el sistema.

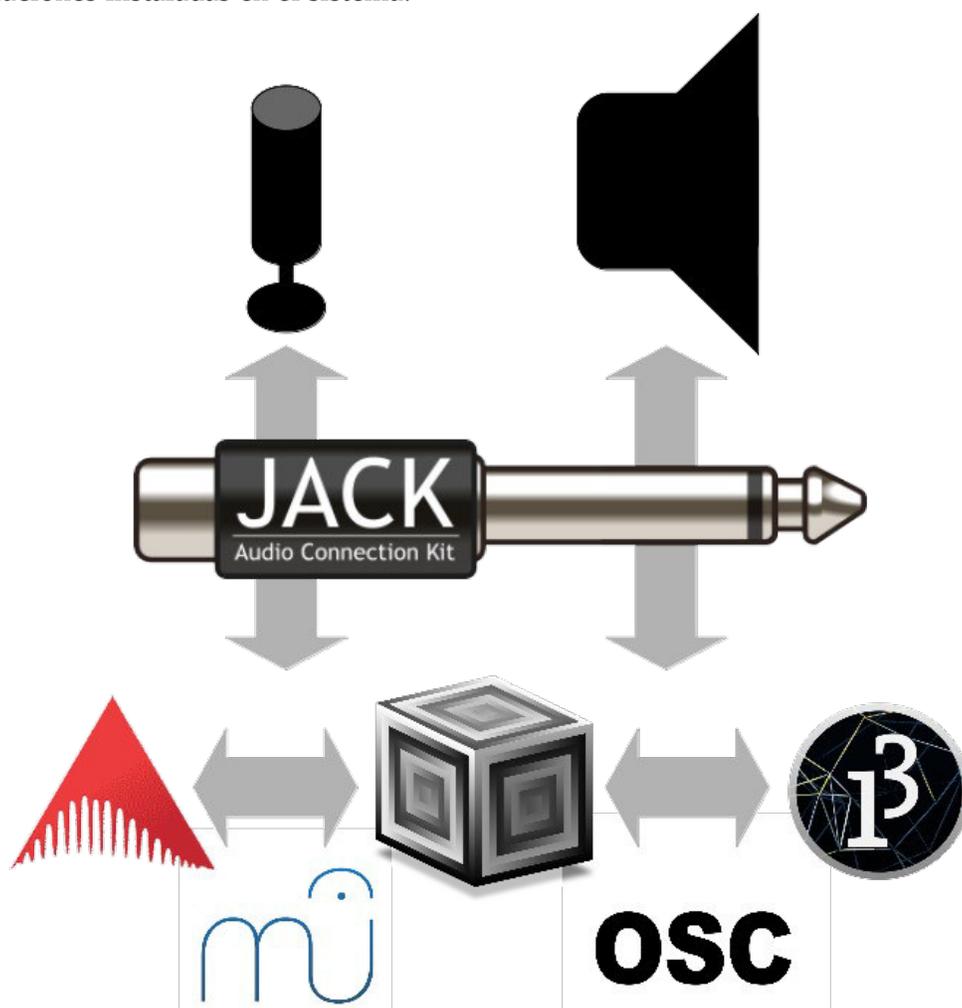


Figura 40. Ejemplo de la interconexión entre aplicaciones y el servidor de sonido Jack.

148 TURCOTTE-McCusker, Mike. *GNU/Linux for beginners: How Audio Works*, 2017.
<https://www.ghacks.net/2017/08/16/linux-audio-explained/>

En la imagen anterior, podemos apreciar la función del servidor de audio *Jack*, por un lado, éste controla y administra las conexiones entre salidas y entradas de audio, y por otro los enlaces con diversas aplicaciones. En el caso de este diagrama, encontramos representados a la estación de trabajo audio digital (*DAW*) *Ardour*, el editor de partituras *MuseScore*, el entorno de programación y síntesis *Supercollider*, la interfaz *Open Sound Controller (OSC)*, y el entorno de programación *Processing*. Nótese también, que esa comunicación es bidireccional, o bien, de ida y vuelta. Por supuesto, esto solo es un ejemplo, a *Jack* le podemos conectar muchísimas cosas más, pero su mayor ventaja es reducir la latencia favoreciendo la ejecución en directo (la que conocemos con el nombre coloquial de “tiempo real”).

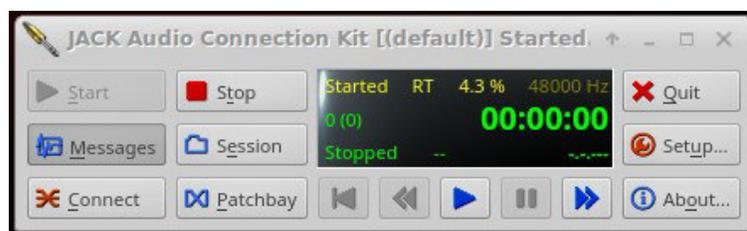
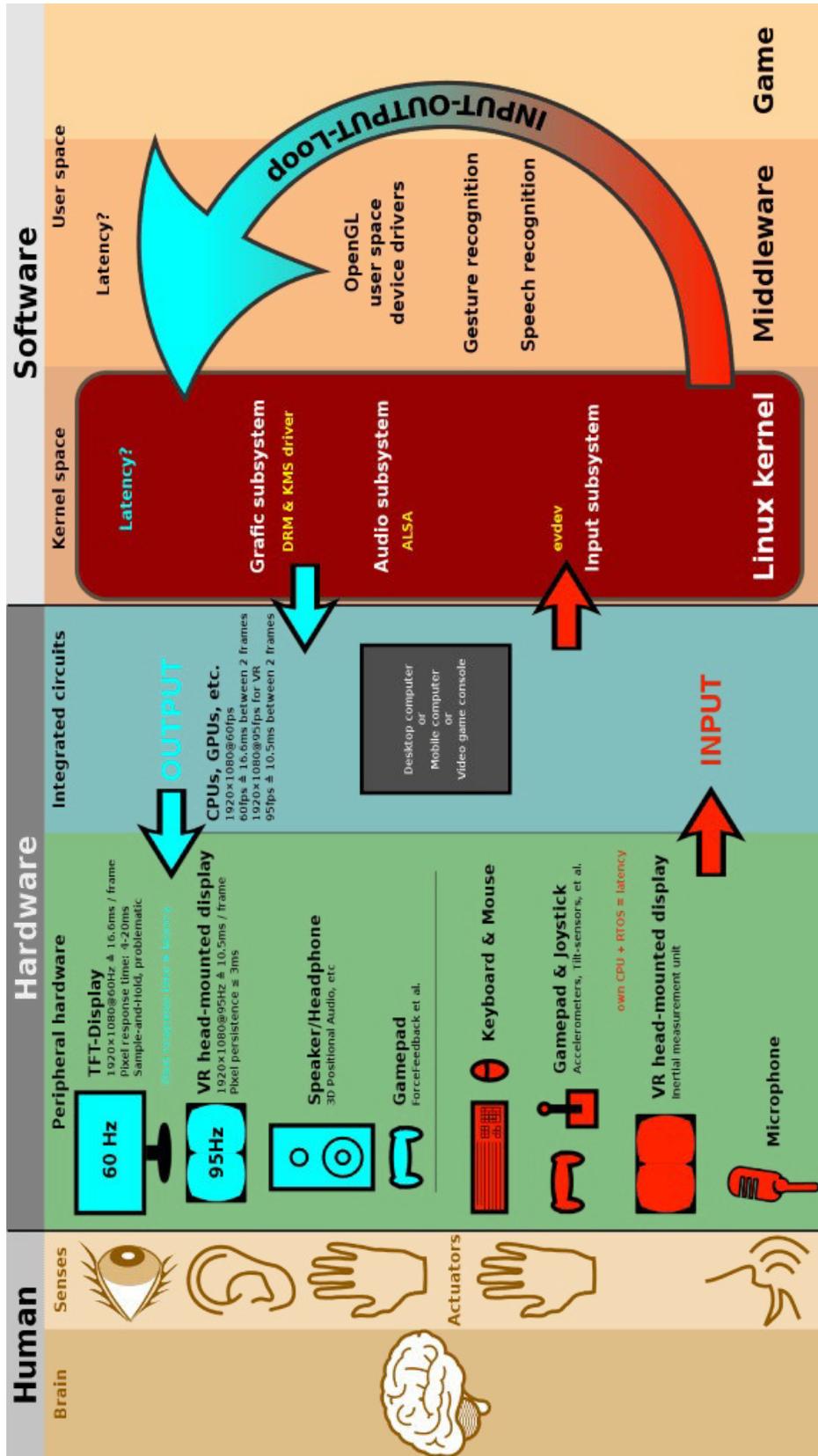


Figura 41. Aplicación de control del servidor de audio *Jack* (*Qjackctl*).

Sorteando la curva de aprendizaje que implica usar un servidor de audio dedicado en el sistema operativo *Linux*, es necesario resaltar que la utilidad radica en el nivel de manipulación que podemos realizar sobre éste. A continuación puede observarse una excelente representación de cómo se integra el audio en *GNU/Linux* (esquema elaborado por Shmuel Csaba Otto Traian ¹⁴⁹), tomando como ejemplo un videojuego hipotético, donde precisamente se involucra al usuario con diversos elementos computacionales para participar de la actividad. La infografía es útil, porque la música o los proyectos multimediales generados mediante el ordenador usan recursos similares a los requeridos en una experiencia *gamer*:

149 Shmuel Csaba Otto Traian, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31418026>

Fig. 42. Infografía del flujo de información en una experiencia gamer (con videojuegos), compuesta por la parte humana, el hardware y el software.



III.6.1.4 Lenguaje y entorno de programación *Supercollider*.

Un entorno de desarrollo integrado provee al usuario (o los usuarios, cuando se trabaja colectivamente), un conjunto de facilidades para realizar aplicaciones o sistemas basadas en un lenguaje de programación dado¹⁵⁰. El concepto proviene del “acrónimo del inglés *Integrated Development Environment* (entorno de desarrollo integrado)”, *IDE* llanamente es, el “entorno donde el programador tiene todas las herramientas de trabajo a su disposición” (Moreno, p. 36)¹⁵¹. Para mi estudio, es posible encontrar varias opciones con las cuales es factible programar nuestras propuestas, algunos de ellos son *Pure Data (Pd)*, *Max/MSP*, *Supercollider*, e incluso hay herramientas de enfoque más general pero no por ello menos potentes, como *Python* o *Java*. Con cualquiera de ellos, es posible generar instrumentos virtuales y confeccionar diferentes caminos a recorrer durante la ejecución de la propuesta en su generación e interpretación.

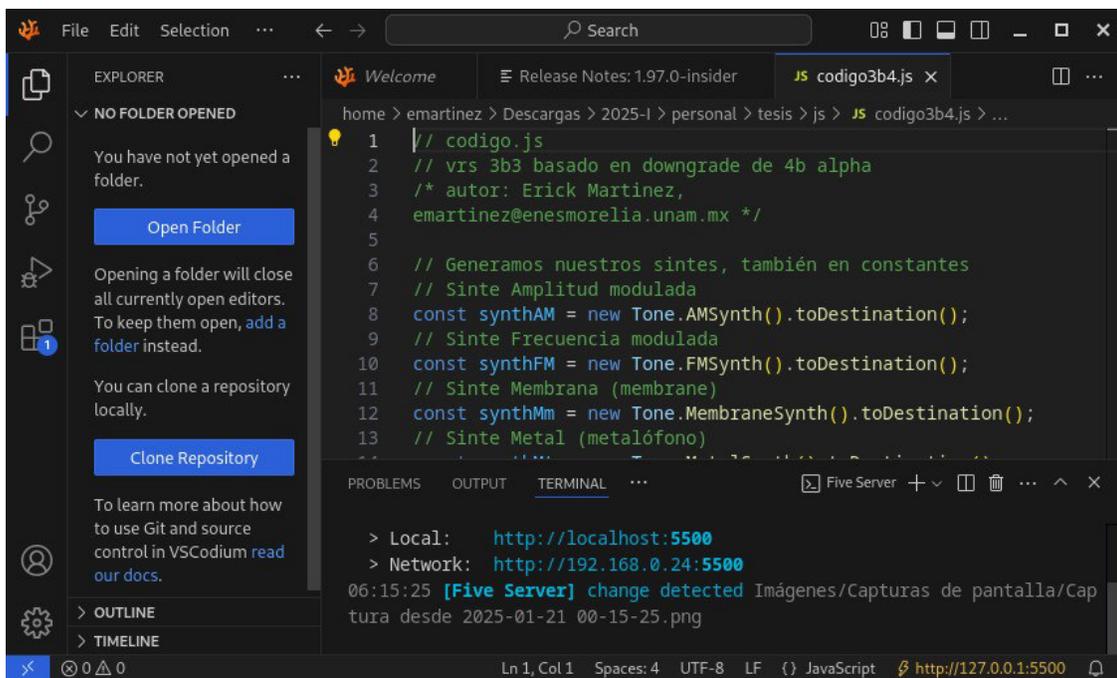


Fig. 43. Codium, ejemplo de IDE.

150 MARTÍNEZ Viruette, Erick Fernando. Base de datos: Desarrollo de un sistema de reinscripción por internet. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2001. 123 pp.

151 MORENO Pérez, Juan Carlos. Entornos de Desarrollo. Editorial Síntesis, Madrid España. 2018. 146 pp.

En la siguiente imagen, el ejemplo de *La Malinette*, el IDE oficial de Pd. Sirva además para comparar con las siguientes imágenes, y destacar que no todos los entornos de programación son iguales. No es ocioso indicar que como la mayoría de editores disponibles, es posible configurar en cada uno, con algunas diferencias, los colores, fuentes, fondos, menús y ciertos comportamientos o automatizaciones para facilitarnos el trabajo en cada uno de ellos. El nivel de personalización es definitivamente algo deseable y en general termina siendo bastante útil en términos de producción.

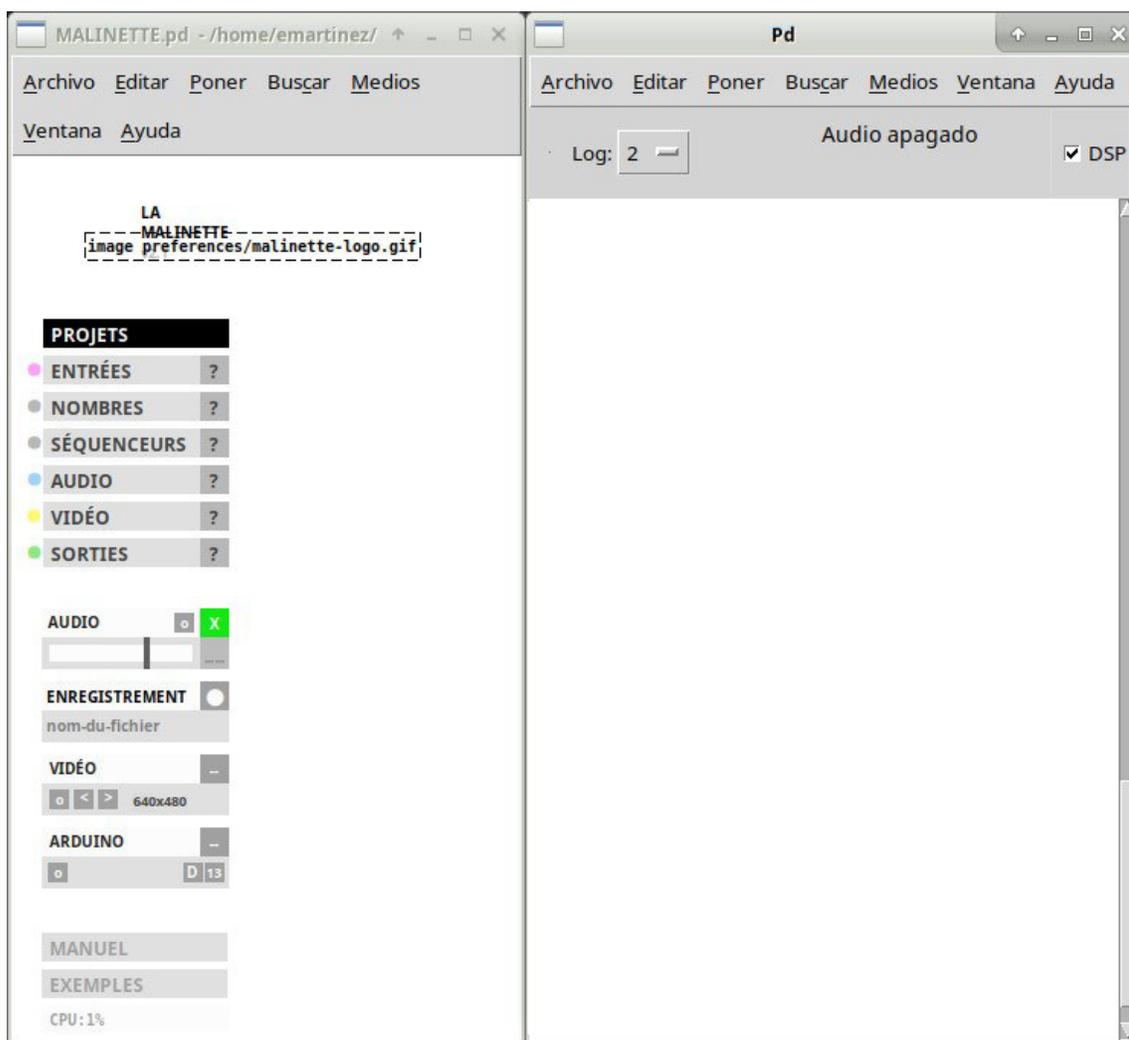


Figura 44 *La Malinette*, el IDE oficial de Pd

Con *Supercollider*, como cualquier otro *IDE* especializado, se cuenta con un menú de comandos (en la siguiente imagen ubicado en la parte superior), atajos de teclado, y una ventana dividida en tres áreas principales, que son el navegador del manual y la ayuda incluida (misma imagen, parte superior derecha), la consola de mensajes generados por nuestras aplicaciones (justo debajo de la ayuda, parte inferior derecha), y el editor de código de programación (el resto del área mostrada en la imagen, del lado izquierdo).

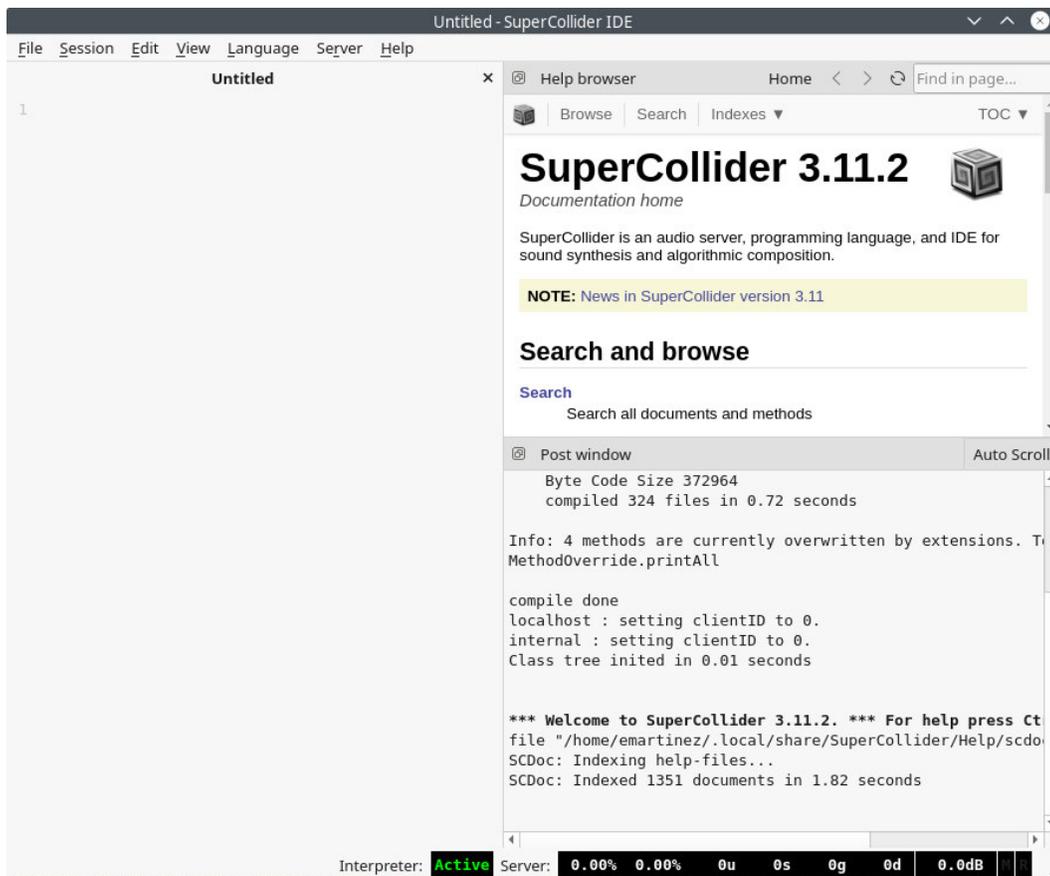


Fig. 45 Entorno de desarrollo integrado (*IDE*) de *Supercollider*.

III.6.1.5 *Software* para imagen y video en vivo: *Processing*.

Processing es otro *IDE* (y librería) *open source* creado especialmente para las artes visuales electrónicas y el diseño visual mediante programación de código. Existen otras implementaciones, tanto *open source* como de licencia propietaria o restrictiva, con las que es posible dotar de elementos visuales a una obra, como lo son *JavaFX*, *Open Frameworks*,

Clinder, e incluso *Max*. Es una herramienta que hereda la potencia del lenguaje de programación *Java*, y algunas de sus características. Convive muy bien con *Supercollider*, por lo que junto a éste logra propuestas mixtas muy interesantes. También cuenta con un menú de comandos en la parte superior del programa, una área principal para editar el código de programa, y en la parte inferior “pestañas” con las que podemos conocer la información de los mensajes escritos en sus consola y los errores que nuestro desarrollo fuera teniendo.

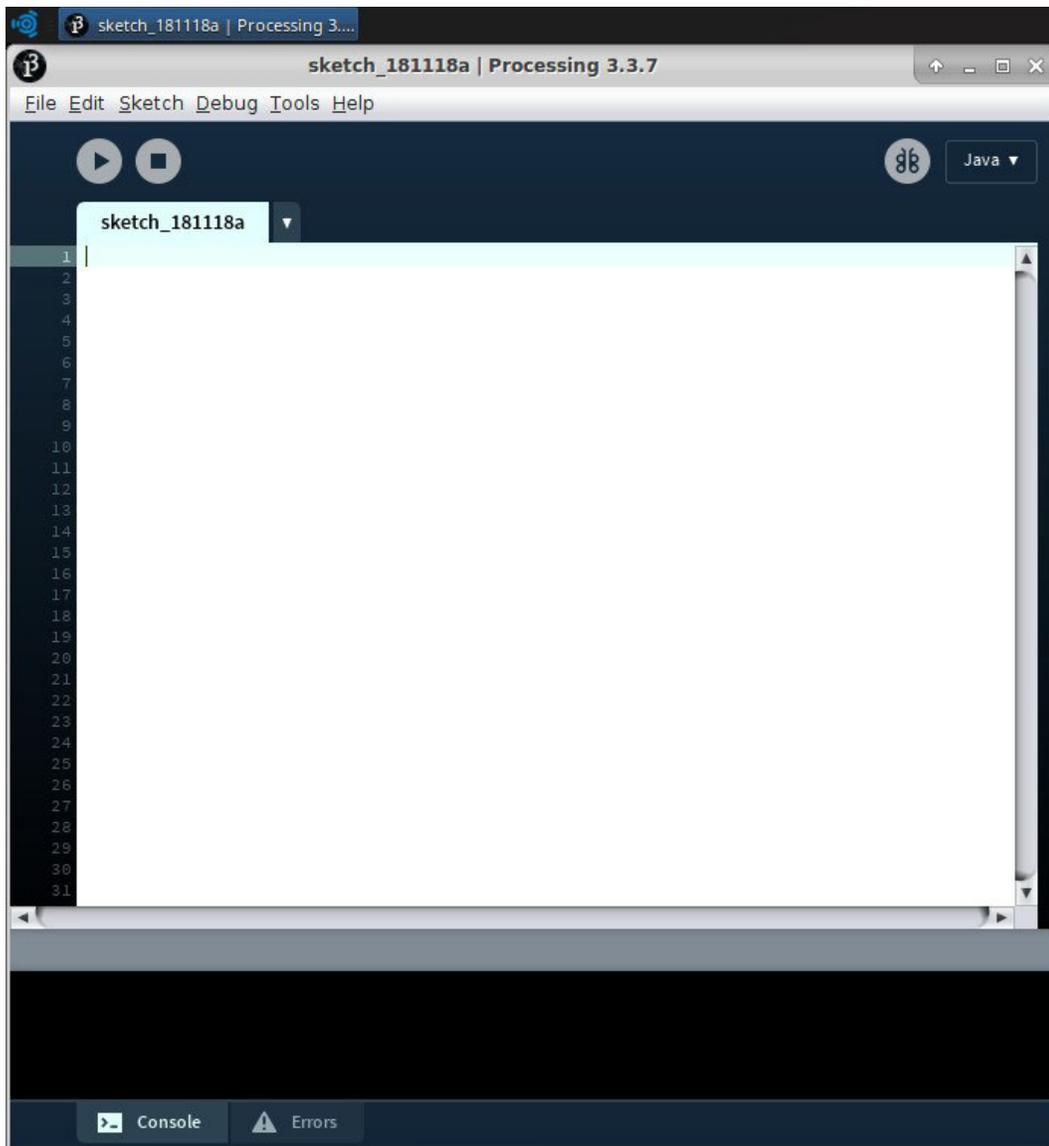


Figura 46. Entorno de desarrollo integrado (IDE) de Processing.

Como se comentó ya, cada entorno es diferente, en mayor o menor medida, dependiendo del enfoque y las necesidades a las que esté dirigido y el language de programación de emplee. De esta manera, visualmente son comparables las imágenes anteriores .de *La Malinette*, *Supercollider* y *Processing*.

III.6.1.6 *Software* para capturar gestos e interactuar con la obra.

Es posible recurrir a librerías previamente escritas para interactuar con *hardware* dedicado a detectar el movimiento, dentro de las herramientas seleccionadas. Sin embargo, en ocasiones estas piezas de *software* no se adecuan a la visión del proyecto, o incluso no existen, por lo que programarlas se vuelve parte del proyecto mismo. Cada caso tendrá sus ventajas y desventajas. En 2011, tuve una amable charla con el compositor peruano Rajmil Fischman, y me dijo que en ocasiones hay que volverse programador, cuando lo que necesitas no existe o no se ha hecho aún, especialmente cuando tienes precisas de ello. Como consejo personal, es importante hacer una revisión de las dificultades que otros usuarios han vertido en los foros que existen en línea sobre uso de los equipos y aplicaciones, así como las fechas en que fueron escritos. La imagen incluida a continuación muestra algunos dispositivos creados para otros fines, como los videojuegos, pero que han sido bien utilizados en varios proyectos multimedia. De izquierda a derecha, en las imágenes encontramos la cámara *Astra Pro* de *Orbbec*, *Kinect* de Microsoft, y *Wii/Wii U Sensor Bar* de *Nintendo*. Si se usan en una ordenada y creativa combinación, digamos, junto a teléfonos móviles inteligentes, pueden aportar una serie de datos valiosos para los proyectos. Estos son solo algunos, en la actualidad la oferta es mucho más variada:



Fig. 47. Izq. a der. (arriba) Orbbec Astra Pro, Microsoft Kinect, (abajo) Leap Motion sensor y Nintendo Wii Sensor Bar (genérica).

III.6.1.7 OSC, *Open Sound Control*.

Existe también *software* con el que será posible controlar, e interactuar con la propuesta concebida. Con este tipo de programas, se envían diversos mensajes previamente contemplados en el desarrollo hacia la aplicación que tenemos en la computadora, para ser procesados y generar algún tipo de respuesta. Por ejemplo, además de la opción que yo escogí, es posible encontrar el programa *Osculator*¹⁵², con el que también se pueden intercambiar mensajes entre computadora y dispositivo, para que estos puedan ser interpretados y utilizados en un proyecto determinado. Peculiarmente, en mi caso, no escogí una opción *open source*, sino una aplicación o *app* de paga que puede lidiar muy bien con estos datos generados y este tipo de interfaz. Se llama *TouchOSC*¹⁵³. *TouchOSC* es una *app* que bien puede estar en un dispositivo tecnológico moderno o *gadget* compatible con *iOS* o *Android*, sea *smartwatch* (reloj inteligente), tableta, teléfono celular o *phablet* (una mezcla de los dos últimos). La finalidad, *grosso modo*, es leer los mensajes introducidos en su superficie táctil, usar su micrófono, o como suele elaborarse, recibir los mensajes de los sensores con los que cuente el dispositivo móvil, como lo son principalmente el acelerómetro, el podómetro, o el giroscopio,

152 Sitio oficial de *Osculator*, <https://osculator.net/>

153 Sitio oficial de *TouchOSC*, <https://hexler.net/docs/touchosc>

con los que puede realizarse tanto zonificación como sonificación de datos para poder generar respuestas audibles adecuadas a nuestro discurso sonoro. Al realizar nuestras plantillas es necesario contar con un programa, en este ejemplo conocido como *TouchOSCEditor*, que se muestra en la siguiente imagen. En el, de manera similar a los *IDEs* comentados, podemos acceder a un menú de comandos en la parte superior de la aplicación, mientras que el editor es dividido verticalmente en dos zonas, la de la izquierda incluye el catálogo de elementos a los que podemos acceder para nuestros proyectos, y del lado derecho la región que permite editar nuestro diseño personalizado. Por cierto, no soy partidario en ninguna manera, pero *TouchOSC* también está desarrollado e implementado en *Java*.

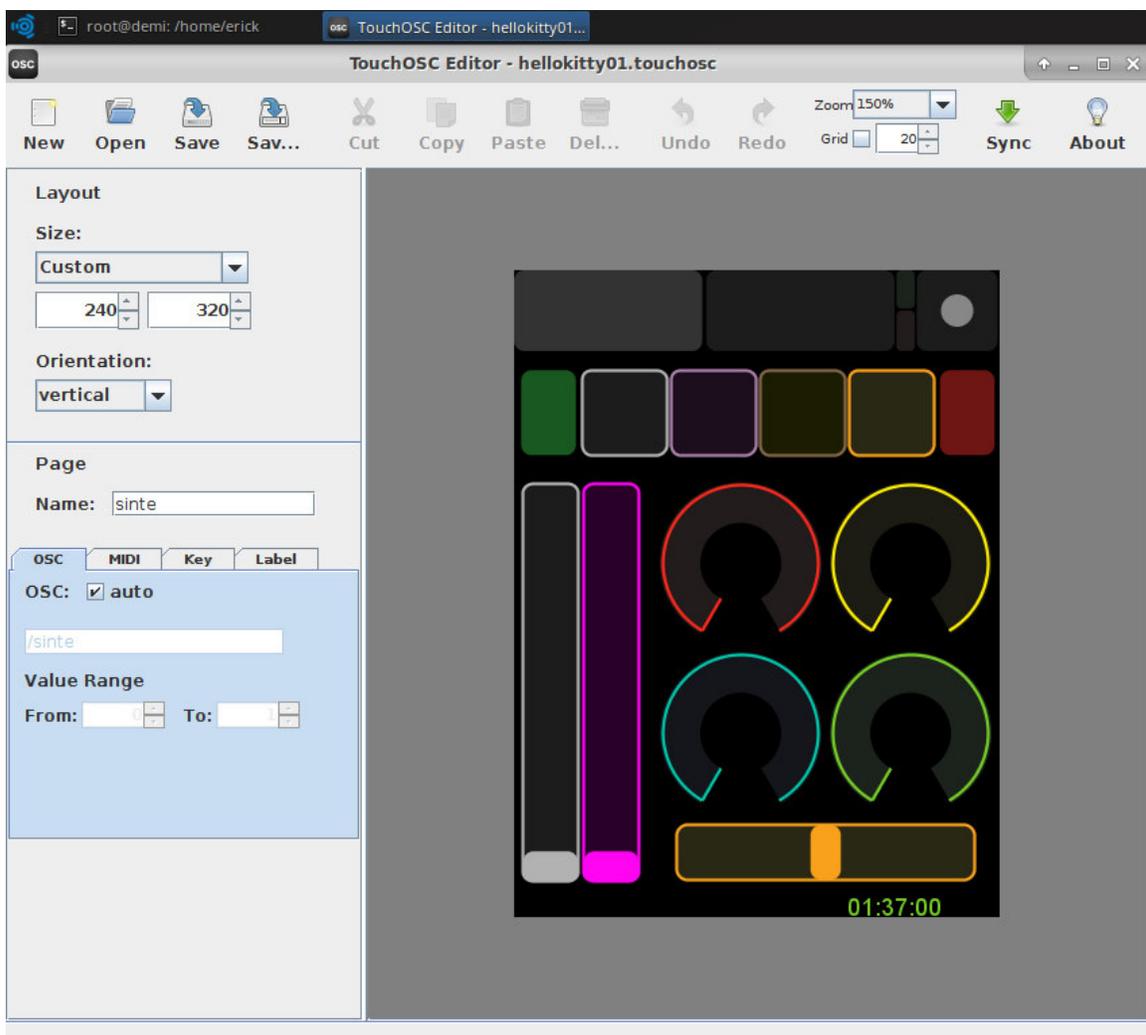


Figura 48. Entorno de *TouchOSCEditor*.

Hay otro tipo de elaboraciones, que involucran *hardware* propietario. También son dispositivos e interfaces táctiles, algunos muy económicos, y otros más costosos, como lo es *Launchpad* de *Novation* (fig. 48), o el *Yamaha DTX-Multi* (fig. 49, orientado específicamente a la percusión), pero de verdad hay mucha variedad. Asimismo es posible interactuar con algunos dispositivos electrónicos diseñados para los sistemas de videojuegos, como las barras de sensores infrarrojos de *Nintendo*, el sensor de captura de movimiento *Kinect* de *Microsoft* – ya señalados– , o inclusive una cámara genérica compatible con sensor de movimiento, aunque ya son de generaciones tecnológicas anteriores. Mediante ciertas librerías y aplicaciones, es posible establecer comunicación entre estos y la computadora, similar a la que se establece con *OSC*.



Figura 48. *Launchpad mini* (*hardware* propietario) de *Novation*.



Figura 50. *DTX multi pad* (hardware propietario) de Yamaha.

III.7.1 La programación.

Linus Torvalds en diferentes ocasiones ha hablado de lo que él llama buen gusto (*good taste*) de las habilidades del programador o al momento de programar. Este es un tema polémico, pero revisándolo con un poco de apertura, con más tolerancia que la del mismo Torvalds, puede rescatarse mucho de ahí. En su página oficial del proyecto Linux en github.com¹⁵⁴, de vez en vez, él escribe acerca del estilo de código. De ahí, de manera general, es posible rescatar los siguientes puntos, los cuales se perciben como válidos la mayor parte de las veces aunque como él mismo indica, el estilo de programar es personal:

Indentación. Usa 8 espacios –de caracteres–, para facilitar la lectura del código. También se cuidadoso a la hora de anidar no más de 3 niveles.

Líneas largas y cadenas de caracteres. Él sugiere que las líneas de código no sean más largas de 80 caracteres, en medida de lo posible será necesario dividir, pero esto no aplica para

¹⁵⁴ TORVALDS, Linus. Sitio oficial en github.com del proyecto Linux.

<https://github.com/torvalds/linux/blob/master/Documentation/process/coding-style.rst>

los mensajes para el usuario (mismos que conviene permanezcan en una sola línea).

Corchetes/llaves. Apoyándose a su vez en Kernighan y Ritchie (1999), los corchetes o llaves – { }, según se les denomine–, también pueden ayudar a volver claro el código, usarlas cuando sea preciso siempre abriendo ({) al final de la línea y cerrando (}) al inicio. Igual, citando a Kernighan y Ritchie, para delimitar estructuras como funciones o métodos, usar ambas llaves al inicio de la línea.

Uso de espacios (de caracteres). Haz un uso cuidadoso pero consistente de los espacios, se emplean por ejemplo junto a operadores binarios o ternarios (sumas, restas, asignaciones, etcétera), pero procura no usarlos con operadores unarios (aquellos que solo afectan a un elemento).

Nombres de variables y entidades. Torvalds recomienda que se haga un uso inteligente al nombrar las cosas en el código, como palabras clave o mnemónicos/mnemotécnicos, en lugar de frases largas que restan legibilidad, pues ayudan a recordar para que sirven o que contienen. Al mismo tiempo, procurar ser más descriptivos cuando sea necesario, por ejemplo al definir estructuras de datos más elaboradas, o funciones.

Centralizar las salidas de las funciones. Se refiere a, una vez procesado u obtenido el valor o decisión requerida, salir de la función, aunque éste estilo es polémico, suele ayudar a reducir consumo de recursos, sobre todo de procesador. Una analogía personal, para clarificar dicha sugerencia, si vas a una tienda, en cuanto consigas lo que fuiste a buscar, paga y sal de ahí.

Procura legibilidad. En medida de lo posible, lo que programes, debe perseguir la claridad y la legibilidad. Evita formas confusas a menos que sea estrictamente necesario. Siempre ten en mente la inteligibilidad de tu código.

Configuración de tu editor. Sea cual sea tu editor o entorno de programación seleccionado, procura ajustar su configuración a un estilo más legible para programar, por ejemplo, lo sugerido en éstas líneas.

Conoce la herramienta. En ocasiones, cada una de tus selecciones para personalizar una aplicación, podría no ser lo más recomendable, u obtener menor desempeño, o bien, generar un problema inesperado. Lo bueno es que son muy pocas ocasiones en las que esto suele pasar, como experiencia personal recuerdo un problema relacionado al gestor de arranque de Linux y

todo fue por un espacio de carácter, es decir, mi sistema dejó de iniciar y todo fue ocasionado por un espacio en blanco.

Comentarios al código. Linus sugiere que tu código sea tan claro, que precise la menor cantidad de comentarios. De colocarlos, sugiere que sean sencillos, breves y directos. De manera que eso da pie para el siguiente apartado, acerca de la adecuada realización de comentarios al código.

III.7.2 Los comentarios en el código.

Como ya se dijo un poco antes, los comentarios en el código son una suerte de documentación del mismo. Realizar esta actividad, como cualquiera otra dentro del proyecto, requiere compromiso, tiempo, dedicación. Este no será un desperdicio ni de tiempo ni de recursos, si se tiene atención al incluirlos a lo largo de la aplicación generada, preferentemente al estar trabajando en ella. Ahora bien, como se señaló en el apartado anterior, aunque en la actualidad no tenemos prácticamente limitaciones con respecto al espacio como hace más de medio siglo, hay que ser balanceados. Veamos lo que comentan Wilson, Cottle y Collins (2011, p. 718) en ese sentido:

Hay una sobrecarga de mantenimiento en proporcionar estas alternativas, pero la ganancia en eficiencia pueden ser grande. En esta tensión entre eficiencia y comprensión/reusabilidad de código, debería recordar la importancia de agregar comentarios a su código para clarificar las decisiones de flujo y diseño que ha hecho.¹⁵⁵

Es indispensable procurar no abusar de los comentarios, de acuerdo a lo que ya apuntó Torvalds. Su presencia enriquece el proyecto, le proporciona sentido, pero el exceso, al contrario, solo le estorba. Es preciso ser sintéticos, usar las palabras adecuadas, para disipar cualquier duda con solo consultarlas, son una suerte de instructivo de cómo usar la herramienta, de cómo modificar sus parámetros, de cómo reutilizar el código programado.

155 Wilson, Scott; Cottle, David; Collins, Nick. The Supercollider Book. Traducción no literal:

There is a maintenance overhead in providing these alternatives, but the efficiency gains can be large. In this tension between efficiency and code comprehensibility/reusability, you should remember the importance of adding comments to your code to clarify the flow and the design decisions you have made.

Aunque las aplicaciones informáticas son diferentes, aún hay similitudes en este aspecto. Entonces, hay que decir que en lo que respecta a los comentarios, los mejores son aquellos que se necesitan debido a la claridad de la programación, menos es más.

III.7.3 La depuración.

La depuración es quizá el proceso más complicado de cada sistema, y se trata llanamente de buscar, hallar y corregir errores o fallas en el código. No es fácil que todas las posibilidades generadas al programar sean detectadas. De hecho, varias dificultades surgen en este momento, y es responsabilidad del realizador resolverlas, antes de presentar la obra. Es un proceso que ocurre de manera similar en todos los sistemas informáticos. Por supuesto, no es posible prever que alguien se mueva y desconecte una consola o una fuente de poder durante un hipotético concierto en un festival internacional de música electroacústica, pero al menos la parte lógica, la que es del dominio del código de programa, es menester nuestro. Los elementos comentados antes, como el diagrama de flujo, ayudan mucho a encontrar los errores, sobre todo cuando se ha seguido la metodología adecuada al proyecto. Aunque es posible que la aplicación que representa el instrumento falle durante la presentación -como dice un excompañero de trabajo, “la tecnología no tiene palabra”-, hay que minimizar en lo posible ese riesgo. Incluso, en la jerga computacional, existe el concepto de “corrida en papel”, y consiste en simular el funcionamiento de la aplicación, colocando en una hoja, los valores que va a procesar o evaluar la pieza informática durante su ejecución.

III.8 La interpretación en directo.

El momento de la ejecución de la obra también es un momento importante en un proyecto creativo sónico. Previo a preparar el concierto, es necesario hacer una reflexión sincera de los aspectos necesarios para la realización del proyecto, en pocas palabras, ¿qué necesito para que el día del concierto, la obra suene? Parecerá trivial, pero no lo es. Intentando ser objetivo y sintético, advierto entonces tres grandes áreas generales que son necesarias para lograrlo:

- a) Una componente física.

- b) Una componente lógica
- c) Una componente humana

En la componente física, o *hardware*, tenemos todo el equipo requerido, computadora, cables, micrófonos, altavoces, amplificadores, líneas, instrumentos, etc., todo lo tangible, que participará de una u otra manera en el discurso sonoro. Como en ocasiones le llamo, “los fierros”.

En la componente lógica, o *software*, tenemos todo los programas, *suites*, librerías, *plugins*, *frameworks*, *apis*, plataforma del sistema operativo y la obra-instrumento misma. Todo esto es lo intangible.

En la componente humana, a diferencia de las dos anteriores, es la única en la que no contamos con ningún sentimiento, ni siquiera ilusorio, de control. Vigilamos el *hardware*, hasta el punto en que éste se descompongan y comience a fallar –o se detenga del todo–. Al *software* en general le configuramos, dentro de ciertos límites, para que funcione bien, de manera paralela pero virtual al *hardware*. Pero el factor humano, intérprete o ensamble, director y/o asistente, el personal del foro y de soporte, incluso considerando a la audiencia misma, sobre ello no podemos ejercer un pleno control en absoluto. Es necesario ser empáticos, pacientes, y transformarnos en líderes, de otra manera no funcionaría la empresa concebida sin esta componente.

III.9 Perspectiva.

La nuestra es una actividad como cualquier otra, que se ha nutrido de los avances tecnológicos con los que se ha topado. Aunque antes se enfatizaba la separación entre las “ciencias” y las “artes”, así como sus productos respectivos, posteriormente esta división se fue diluyendo, con el arribo de la computación. Conforme las computadoras han “madurado” y “evolucionado”, las características y capacidades de éstas han cambiado. Este es el proceso normal de los cambios que suceden en la actividad humana, de acuerdo a lo indicado por Bøgh, Bennedsen *et alis* (2003, p. 2) :

En una mano, la Ciencia vio las leyes de la naturaleza y las empleó en la construcción de herramientas y máquinas. En la otra mano, las Artes Liberales se preocuparon con la cultura humana y el arte, y aplicaron sus conocimientos para analizar y producir objetos de medios, como los libros, las obras de teatro, las películas, la televisión y los diarios. Pero con la llegada de la computadora, algo vino al mundo que era una herramienta, una máquina y un medio al mismo tiempo. Este hecho necesita una renegociación de fronteras de conocimiento establecidas. Qua machine y medio, la computadora requiere de sus usuarios tantos tipos de calificaciones, y por lo tanto las artes liberales necesitan tomar interés en utilizar estas características.¹⁵⁶

La computación es una ciencia constantemente cambiante, mucho más que otras en las que se basa. Por lo tanto, nuestra labor no debe ser ajena a este cambio constante y exponencial, o al menos, no debemos de dejar de meditar en ello. Un error muy grande, es no tener en cuenta esta naturaleza, cuando desarrollamos una idea que involucra esta potente herramienta. Debemos conscientemente decidir considerarla o no en nuestras deliberaciones acerca de la obra, pero no podemos ignorarla en absoluto (craso error). De manera análoga a propuestas de otra época, como de inicio de siglo XX, donde no se contaba con los recursos existentes en la actualidad, donde muchas obras pudieron perderse, o en el mejor de los casos, apenas puede suponerse una recreación, con la música electroacústica actual se corre el mismo riesgo, a menos que se contemple una alternativa desde el momento de su planeación preliminar. Es responsabilidad del creador, en el mejor de los anhelos, aportar todos los medios posibles para poder ayudar a su propuesta a trascender, que pueda sobrevivir a las tecnologías que la generaron cuando estas acaben su ciclo de vida útil, irónicamente, como cualquier otro aparato que usa energía para funcionar. Por ello es que a continuación se

156 Bøgh Andersen, Peter; Bennedsen, Jens; Brandorff, Steffen; Caspersen, Michael E.; Mosegaard, Jesper. *Aalborg University, Denmark, University of Aarhus, Denmark. Teaching programming to Liberal Arts Students – a Narrative Media Approach-*, en la conferencia ITiCSE'03, Tesalónica, Grecia, 2003. Traducción no literal:

On one hand, Science sought the laws of nature and put them to use in building tools and machines. On the other hand, the Liberal Arts concerned themselves with human culture and art, and applied their knowledge to analyzing and producing media objects, such as books, plays, movies, television, and newspapers. But with the advent of the computer, something came into the world that was a tool, a machine and a medium at the same time. This fact necessitates a renegotiation of established knowledge borders. Qua machine and medium, the computer requires from its user both types of qualifications, and therefore the liberal arts need to take an interest in utilizing its characteristic features.

comentaran algunas estrategias, provenientes originalmente de la ingeniería del *software*, con el fin de que sean contempladas desde el momento de iniciar la puesta en marcha del proyecto, y preferentemente, lo acompañen, a manera de recordatorio para facilitarle larga vida al mismo. Recordemos que las civilizaciones fenecen -es cíclico-, por lo tanto, ninguno de nosotros sabe si nuestra música -o nuestros sonidos, o sea cual fuere nuestro medio-, va a trascender. pero al menos podemos proveerle -al arte-, de las mejores características para propiciarlo.

III.9.1 Restructuración.

Tómese una situación dada, en que se está frente a la necesidad de cambiar el código, para mejorarlo en diferentes niveles, por medio de su recomposición, de su reordenamiento. A esto se le llama reestructurar. Los cambios que sean requeridos, no deberán cambiar en esencia el funcionamiento de la aplicación en cuestión, como apuntan Tom Mens y Tom Tourwé (2004, p. 126) a continuación:

*la transformación de una forma de representación a otra en el mismo nivel de abstracción relativa, mientras se preserva el comportamiento externo (funcionabilidad y semántica) de la materia del sistema. Una transformación reestructurada suele ser una en apariencia, como alterar el código para mejorar su estructura en el sentido tradicional de diseño estructurado. Mientras reestructurar crea nuevas versiones que implementan o proponen cambios a la materia del sistema, normalmente no involucran modificaciones debido a nuevos requerimientos. De cualquier manera, esto puede conducir a nuevas observaciones de la materia del sistema que sugiere cambios que pueden mejorar aspectos del sistema.*¹⁵⁷

157 Mens, Tom, and Tourwé, Tom. *IEEE Transactions of software engineering*, volumen 30, número 2. *A survey of software refactoring*. 2004. Traducción no literal:

“the transformation from one representation form to another at the same relative abstraction level, while preserving the subject system’s external behavior (functionality and semantics). A restructuring transformation is often one of appearance, such as altering code to improve its structure in the traditional sense of structured design. While restructuring creates new versions that implement or propose change to the subject system, it does not normally involve modifications because of new requirements. However, it may lead to better observations of the subject system that suggest changes that would improve aspects of the system.”

De acuerdo con esto, mientras la reestructuración no debe impactar el desempeño de la ejecución, también representa una oportunidad para buscar nuevos enfoques de analizar una situación particular, representada por la obra a la que se aplicará. Ninguna de estas recomendaciones son forzosas, sin embargo, aportan un gran enriquecimiento al proyecto compositivo. Por cierto, esta reorganización también implica una práctica sana de programación, de acuerdo a lo comentado por Torvalds con anterioridad.

III.9.2 Refactorización.

La refactorización es un tipo especial de reestructuración. Aquí es necesario dividir el todo, hacer un análisis, para advertir unidades que sean susceptibles de efectuarles estos cambios, pero asegurándose que los mismos no impacten negativamente en el funcionamiento de esa unidad ni de su papel en el todo que representa la obra. Mens y Tourwé (p. 128) lo enlistan de la siguiente manera:

- 1. Identifique donde el software puede ser refactorizado.*
- 2. Determine cuál refactorización puede aplicarse a los lugares identificados.*
- 3. Garantizar que los refactorizaciones aplicadas preservan el comportamiento.*
- 4. Aplicar la refactorización.*
- 5. Evaluar el efecto de la refactorización en características de calidad del software (por ejemplo, complejidad, , mantenibilidad) o el proceso (por ejemplo, productividad, costo, esfuerzo).*
- 6. Mantenga la consistencia entre código de programa refactorizado y otros artefactos de software (como la documentación, diseño de documentos, especificaciones requeridas, pruebas, etcétera).¹⁵⁸*

158 *Ibíd.* Traducción no literal:

- 1. Identify where the software should be refactored.*
- 2. Determine which refactoring(s) should be applied to the identified places.*
- 3. Guarantee that the applied refactoring preserves behavior.*
- 4. Apply the refactoring.*
- 5. Assess the effect of the refactoring on quality characteristics of the software (e.g., complexity, understandability, maintainability) or the process (e.g., productivity, cost, effort).*
- 6. Maintain the consistency between the refactored program code and other software artifacts (such as documentation, design documents, requirements specifications, tests, etc.).*

Entonces, al emplear esta técnica, al tiempo de mejorar la codificación, debe guardarse una coherencia, de cada sección modificada, con el resto. No sería aceptable que al aplicar las modificaciones estas generen cambios negativos en la obra-instrumento. Además, esta técnica, también aplica a otras áreas del desarrollo de la obra, como las anteriormente listadas: pseudo códigos, diagramas, comentarios en el código, por mencionar unos cuantos.

III.9.3 Caducidad tecnológica.

III.9.3.1 Conservación de la obra.

El *Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique (IRCAM)* o Instituto de Investigación y Coordinación Acústico Musical, es quizá uno de los sitios de investigación de música electroacústica más importantes y activos del mundo, desde su fundación en 1970 bajo la responsabilidad de Pierre Boulez y encargo del entonces presidente francés Georges Pompidou. Además de los estudios sobre la materia, se aboca a apoyar la creación de obras sonoras, así como también se dedica a la conservación de las mismas. Esta última actividad, no dista mucho de la conservación tradicional en otras expresiones del arte. En el caso especial del *IRCAM*, según reseñan Serge Lemouton y Samuel Goldszmidt (2016, p. 3-4)¹⁵⁹, cuenta con una metodología denominada Sydney, basada prácticamente en el registro histórico en una base de datos de las interpretaciones de una obra.

159 LEMOUTON, Serge, y GOLDSZMIDT, Samuel. *La préservation des œuvres musicales du répertoire de l'IRCAM : présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel. Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique.* 2016.



Figura 51. Ircam.¹⁶⁰

¹⁶⁰ IRCAM. La fotografía se considera de dominio público.

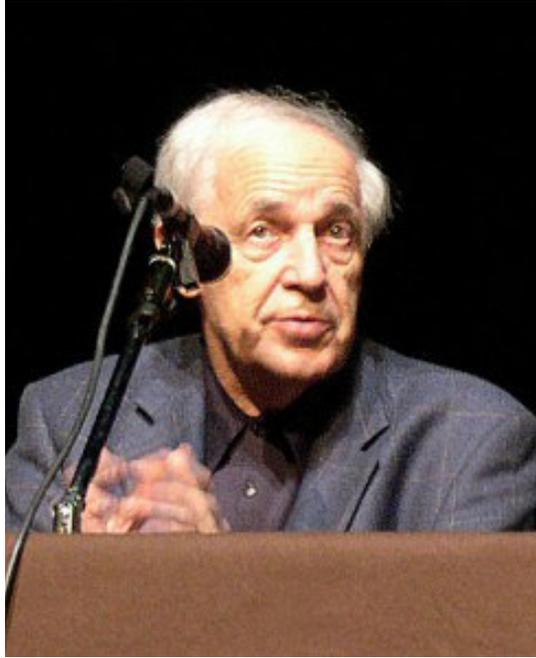


Figura 52. Pierre Boulez¹⁶¹

¹⁶¹ Pierre Boulez, foto de Jorge Franganillo, Universidad de Barcelona.

Metodología Sydney:

0. Estado predeterminado de documentación.

1. Archivado. Resultante de la transferencia directa y no directa, de archivos documentados o cajas de música.

2. En progreso. Parte creada pendiente o en proceso de documentarse.

3. Documentado, pendiente de validación.

4. Validado. Ejecución en concierto.

Ejecutable fuera del IRCAM (sin realizador/director).

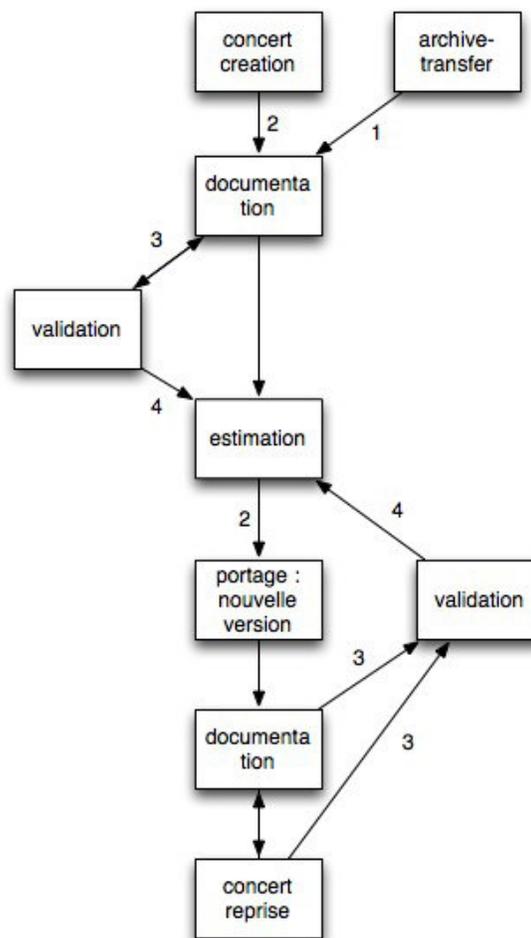


Fig. 53. Modelo Sydney del IRCAM (o Ircam).

Mi propuesta es un tanto diferente, pues al desarrollar una metodología de creación musical, sin perseguirlo, parte de documentar el proceso de creación genera datos y material sumamente valiosos y útiles para contribuir a la conservación de la obra. Con ello, se dota de elementos para regenerar la creación de la obra, si la grabación o tecnología empleada, sea *hardware* o *software*, llega a cambiar o caduca definitivamente. En un sentido, en conjunto, sería complementaria a este enfoque, pues al documentar el proceso creativo para facilitar la recreación de la obra, también permite el acercamiento musicológico al compositor. En la siguiente imagen, es posible observar el modelo de datos que emplea la base de datos del IRCAM para su proyecto de conservación:

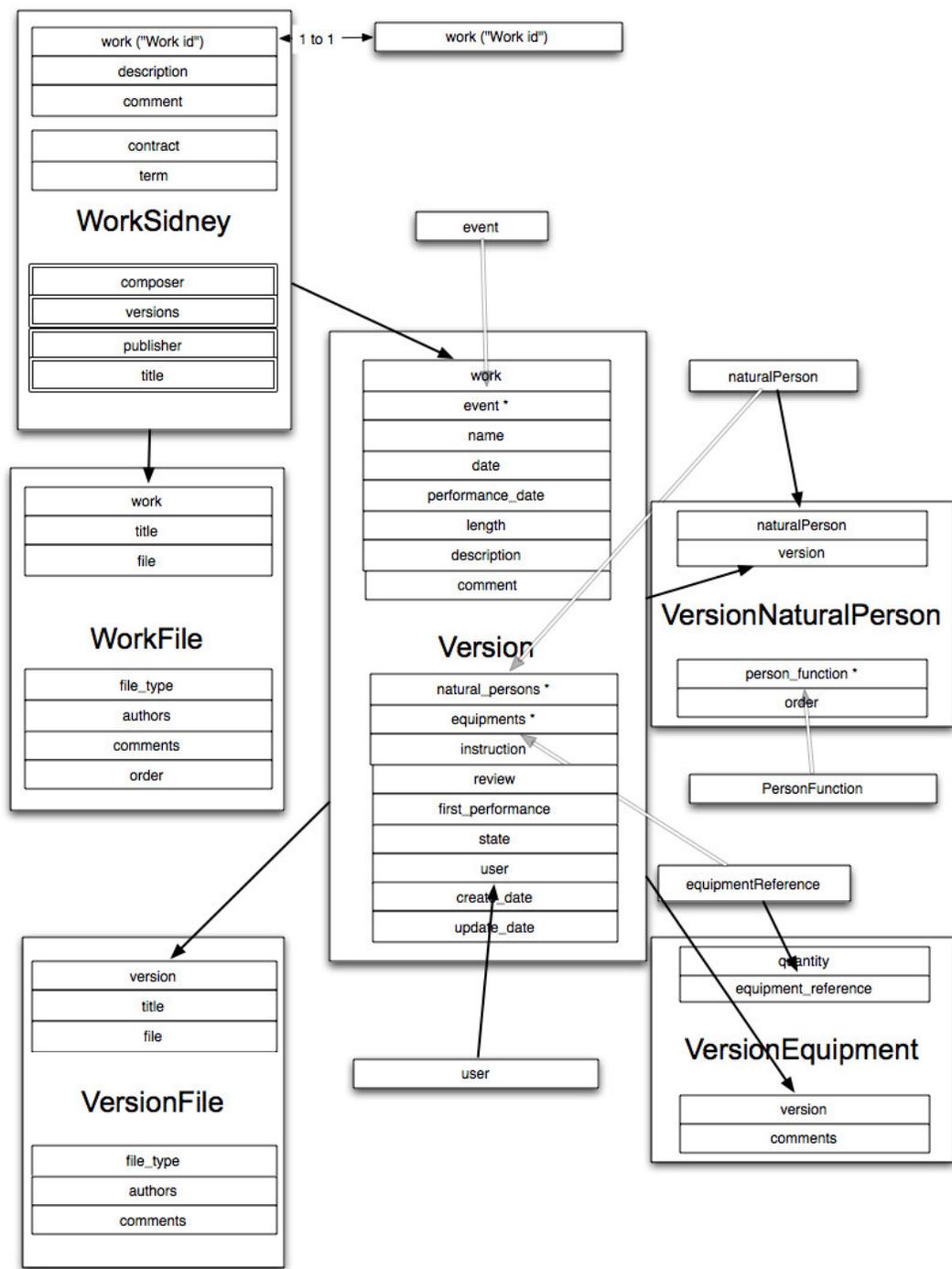


Figura 54. Modelo de datos del proyecto Sydney del *Ircam*¹⁶².

162 LEMOUTON, Serge, y GOLDSZMIDT, Samuel. La préservation des œuvres musicales du répertoire de l'IRCAM : présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel. Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique. 2016.

El anterior es un ejemplo de que en algunas partes del mundo se están preparando para salvaguardar desde hace años datos referentes a las obras. Un ejemplo local, definitivamente lo tenemos en el que varios artistas que he tenido oportunidad de entrevistar me lo han indicado de esa manera, y es el Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, el CMMAS¹⁶³, que desde hace alrededor de 4 lustros tiene su sede en la ciudad de Morelia, Michoacan.

III.9.3.2 Caducidad del *hardware* y del *software*.

El ejemplo más reciente, en relación al momento en que redacto estas líneas, es la multa que aplicó Italia, tanto a Apple como a Samsung, por afectar negativamente el desempeño de sus dispositivos móviles, según reportó Diana Verdugo en su artículo para AFP, publicado en Tribuna y en El Economista (2018):

Roma, Italia.- El regulador italiano de la competencia anunció este miércoles una multa de diez millones de euros a Apple y de cinco millones de euros a Samsung por limitar deliberadamente la vida útil de sus teléfonos, una práctica conocida como obsolescencia programada...Las actualizaciones de los sistemas operativos en los viejos modelos de Apple y Samsung "provocaron graves disfunciones y redujeron de manera significativa sus prestaciones, acelerando así su sustitución".¹⁶⁴

Este es un ejemplo de caducidad de “*hardware*”, aunque de ser cierta, provocada por manipulación calendarizada del *software*. Sea o no premeditado, la caducidad del *hardware* está ahí, inherente a su fabricación. Los materiales tienen fecha de expiración. No es una cuestión opcional. Un ejemplo más burdo: muchos aparatos que adquirimos en la actualidad, parecen desechables, los materiales con que están fabricados no son de la mejor calidad ni los más resistentes, su fabricación está calculada para dejar de funcionar o romperse al cabo de un tiempo. ¿Y que pasa con el *software*? Pues lo mismo. El ejemplo más trascendente que puedo citar es la fecha del año 2000, la mayoría de los sistemas informáticos alrededor del mundo no

163 Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS.

<http://www.cmmas.org/cmmas.php?lan=es&secc=cmmas>

164 Verdugo Chávez, Diana Alejandra. Apple y Samsung reciben multa por obsolescencia programada, en Tribuna. Recuperado el 26 de noviembre de 2018 de <https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Apple-y-Samsung-reciben-multa-de-15-millones-de-euros-por-obsolescencia-programada-20181024-0053.html>

fueron diseñados contemplando el cambio de fecha, principalmente por limitaciones de *hardware*¹⁶⁵. También se le conoció como el error del milenio, o Y2K. Aunque la transición al nuevo siglo fue acompañada de una alarma al respecto, el paso no fue tan grave en la práctica. Pero de que existió, existió. Por cierto, que en unos años (2038), se espera una situación similar, aunque teniendo el antecedente del Y2K, posiblemente para entonces ya haya sido salvada la situación. Un caso representativo fue el lenguaje de programación *Java*. Creado en el año 1996 por *Sun Microsystems*, *Java* tuvo gran aceptación, no por ser sencillo, ni por la premisa de “programa una vez, corre en todas las máquinas virtuales que quieras”, como solía promoverse (que muchas veces debido a descuidos de compatibilidad en la máquina virtual tal premisa no se cumplía al cien por ciento), sino que su adopción se dio por el fuerte nivel de seguridad que ofrecía la tecnología, que le ha permitido hoy día figurar en todo tipo de aparatos, desde automóviles¹⁶⁶, electrodomésticos, hasta el sistema operativo de mayor cuota entre los teléfonos móviles^{167 168}. El detalle fue cuando *Sun Microsystems* fue vendido a *Oracle*, lo que provocó una situación de veras preocupante y tensa en el ámbito de los sistemas, pues se corrió el peligro de ser abandonado o incluso retirado del mercado, aunque al final no ocurrió así.

III.9.4 Migración del código de la obra.

Hay momentos en que las aplicaciones que involucramos en nuestra composición necesitan un cambio radical, al grado que incluso hay que llevarlas a otros lenguajes de programación. Esta situación en la jerga de sistemas suele llamarse migración. El proceso de migrar puede no limitarse al código del programa, también puede involucrar al sistema operativo, a la plataforma, y a los demás dispositivos que sean requeridos por la obra (*Transvive Inc.*, 2011):

165 SANDOVAL, Alan A. El problema del año 2000, en Revista ¿Cómo ves? Universidad Nacional Autónoma de México, <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/5/el-problema-del-ano-2000>

166 Computing, <https://www.computing.es/mercado-ti/noticias/1000456046401/java-automoviles.1.html> , España, año 2000.

167 SHANKLAND, Stephen. *Google's Android parts ways with Java industry group*. <https://www.cnet.com/news/googles-android-parts-ways-with-java-industry-group/>

168 O'DEA, S. *Mobile operating systems' market share worldwide from January 2012 to December 2019*. en *Statista*. <https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>

En términos generales, la palabra migración se refiere al movimiento de tecnología de aplicaciones y sistema operativo, de sistemas mas antiguos o propietarios a más nuevos, más versátiles, ricos en prestaciones y económicos. En adición al ahorro en costos, la migración resulta en una interoperabilidad mejorada, rentable y manejabilidad.¹⁶⁹

La migración implica un cambio mayor al proyecto en general. Cuando se realiza, debe contemplarse que las nuevas tecnologías tengan una mayor esperanza de “vida útil” que aquellas que están dejando de emplear. Pero posibilita su vigencia, y al tiempo en que involucra nuevos retos, también abre nuevas posibilidades, al incorporar las capacidades de su nuevo ecosistema. En ocasiones, es la misma reimplementación la que enriquece de características a los lenguajes de programación.

III.9.4.1 Reimplementación.

La reimplementación es una técnica que parte de que se haya trabajado correctamente desde un inicio, con buenas prácticas de programación, quizá hasta con “buen gusto”, al tiempo que también se haya realizado una buena documentación del mismo, como lo indican Johannes Martin y Hausi A. Müller (2001, p. 2):

Un manera para cambiar código fuente de un lenguaje de programación a otro, es emplear los documentos de diseño original del código y seguir un enfoque de ingeniería directo para reimplementar el código empleando estos documentos en el nuevo lenguaje destino. En muchos casos, de cualquier manera, estos documentos de diseño original no existen ya, o no reflejan la arquitectura o funcionalidad real del sistema.¹⁷⁰

169 *Mainframe migration strategy manual*. Transvive Inc. Toronto, Ontario, Canada, 2011. Traducción no literal:

In general terms, the term “migration” refers to the movement of technology from older or proprietary systems to newer, more versatile, feature-rich and cost-effective applications and operating systems. In addition to cost savings, migration results in improved interoperability, reliability and manageability.
<http://www.platformmodernizationalliance.org/transvive>

170 Martin, Johannes, Müller, Hausi A. *Strategies for migration from C to Java (conference paper)*. University of Victoria, BC, Canada, 2001. Traducción no literal:

One way to turn source code from one programming language into another is to use the original design documents of the code and follow a forward engineering

Luego entonces, si se cuenta con los elementos requeridos, como documentos, diagramas, diseños, bocetos, y comentarios en el código de programación anterior, la migración puede ser factible, y hasta cierto punto sencilla. Pero sería imposible aplicar esta técnica en caso de que no haya documentación alguna en absoluto. Como sucede con los sistemas mal respaldados, o cuando ésta última ha desaparecido o no está disponible, la migración se complica demasiado, al grado de imposibilitarse. De ahí la importancia de conservar un registro ordenado de nuestros proyectos, aunque seamos creadores, para la computadora solo somos programadores al fin y al cabo. Es necesario dejar de lado la flojera, la apatía, la indiferencia o el desconocimiento, incluso, en el mejor de los casos, se encontrará el tiempo necesario de entre las muchas, cotidianas y mundanas ocupaciones para darle al menos una oportunidad más de trascendencia al proyecto.

III.9.5 Hacia la estandarización.

III.9.5.1 MusicXML.

Si bien en la variedad está la riqueza, también lo está en la heterogeneidad. Así lo demostraban hasta hace no mucho, el número de opciones para editar una partitura asistidos por el ordenador¹⁷¹. Por mencionar un ejemplo concreto, contábamos con los dominantes *Finale* y *Sibelius*, pero también existían *Encore*, *Overture*, *Mozart*, *Harmony Assistant* o *Lilypond* (de una cuota de mercado mucho pero mucho menor). Cada aplicación, poseía su formato de archivo propio, incompatibles entre sí, y solo *Sibelius* ofrecía una extraña pero bien intencionada compatibilidad hacia adelante, esto es, una versión anterior en la mayoría de los casos podía abrir una versión posterior del formato de archivo propietario. Hasta hace poco, la compatibilidad inter-aplicación era muy escasa, pues ninguna había acertado en adoptar un formato conveniente para esta interoperabilidad. Es más, posiblemente no figuraba en sus

approach to reimplement the code using these documents in the new target language. In many cases however, these original design documents do no longer exist, or do not reflect the real architecture and functionality of the system.

171 TIC aplicadas a la Educación Musical. Universidad Camilo José Cela, España.

<https://www.magister.es/grado/materiales5/Grado%20Semi%20Presencial/1%C2%AA%20Sesi%C3%B3n/Menciones/M%C3%BAsica/TIC%20M%C3%BAsica/clase%202%20tic.pdf>

objetivos. Por supuesto, una manera para salvar esto era usar el veterano *MIDI*, pero carecía de muchos elementos necesarios musicalmente hablando, solo permitía escribir las notas, su “velocidad” y su duración. Absolutamente nada más, por lo que matices, acentos, articulaciones, ligaduras, en fin, todo lo que intenta quitar lo frío a la música impresa y dar una pista acerca de su interpretación, aunque muchas de estas precisiones podían emularse de alguna manera¹⁷², su representación no era algo estandarizado, cada aplicación lo implementaba de manera distinta. Enseguida se incluye un ejemplo de código de *MusicXML* (basado en XML), el cual se convirtió en un estándar aceptado internacionalmente y abierto para la representación de notación musical occidental en ordenadores. La consideración aquí es al hacer uso de las herramientas compatibles, por ejemplo *Sibelius*, *Finale* o *MuseScore* (editores WYSIWYG, “*What You See Is What You Get*”, que permiten una edición visual del documento), las cuales desplegarán la partitura de una forma ligeramente diferente entre ellas (dado que las implementaciones varían relativamente de compañía a compañía), no obstante lo anterior, la renderización o representación en la mayoría de los casos será equivalente entre versiones, en la medida en que se apeguen al estándar oficial:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE score-partwise PUBLIC
    "-//Recordare//DTD MusicXML 3.1 Partwise//EN"
    "http://www.musicxml.org/dtds/partwise.dtd">
<score-partwise version="3.1">
  <part-list>
    <score-part id="P1">
      <part-name>Music</part-name>
    </score-part>
  </part-list>
  <part id="P1">
    <measure number="1">
      <attributes>
```

172 *Standard MIDI-File Format Spec. 1.1, The International MIDI Association.*

<http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt306/StandardMIDIfileformat.html>

```

<divisions>1</divisions>
<key>
  <fifths>0</fifths>
</key>
<time>
  <beats>4</beats>
  <beat-type>4</beat-type>
</time>
<clef>
  <sign>G</sign>
  <line>2</line>
</clef>
</attributes>
<note>
  <pitch>
    <step>C</step>
    <octave>4</octave>
  </pitch>
  <duration>4</duration>
  <type>whole</type>
</note>
</measure>
</part>
</score-partwise>

```



Si. A mi también me llamó la atención, tantas líneas de código para representar solamente lo anterior (la imagen del pentagrama). Por eso existen esos editores WYSIWYG, “lo

que ves es lo que obtienes”, aunque hay quien gusta de escribir solamente código para sus partituras.

III.9.5.2 *Faust*.

Quizá a estas alturas, surge la pregunta. “Está bien, *MusicXML* puede representar la notación de la música tradicional académica occidental, ¿pero que hay de la electroacústica?”. La cuestión en si también es complicada, y presenta varios retos. En este momento no hay proyectos con gran madurez a este respecto, en el sentido de establecer una manera definitiva de hacerlo. Sin embargo, es importante mencionar que al menos para facilitar la traslación o traducción entre lenguajes de programación dentro de los proyectos sónicos que nos ocupan, existe el proyecto *Functional Audio Stream*, o *Faust*, que a decir de sus creadores, es un “lenguaje de programación funcional para síntesis sonora y procesamiento del sonido con un fuerte enfoque en el diseño de sintetizadores, instrumentos musicales, efectos de audio, etcétera”¹⁷³.

173 Sitio oficial de *Faust*. <http://faust.grame.fr/>. Traducción no literal:

Faust (Functional Audio Stream) is a functional programming language for sound synthesis and audio processing with a strong focus on the design of synthesizers, musical instruments, audio effects, etc.

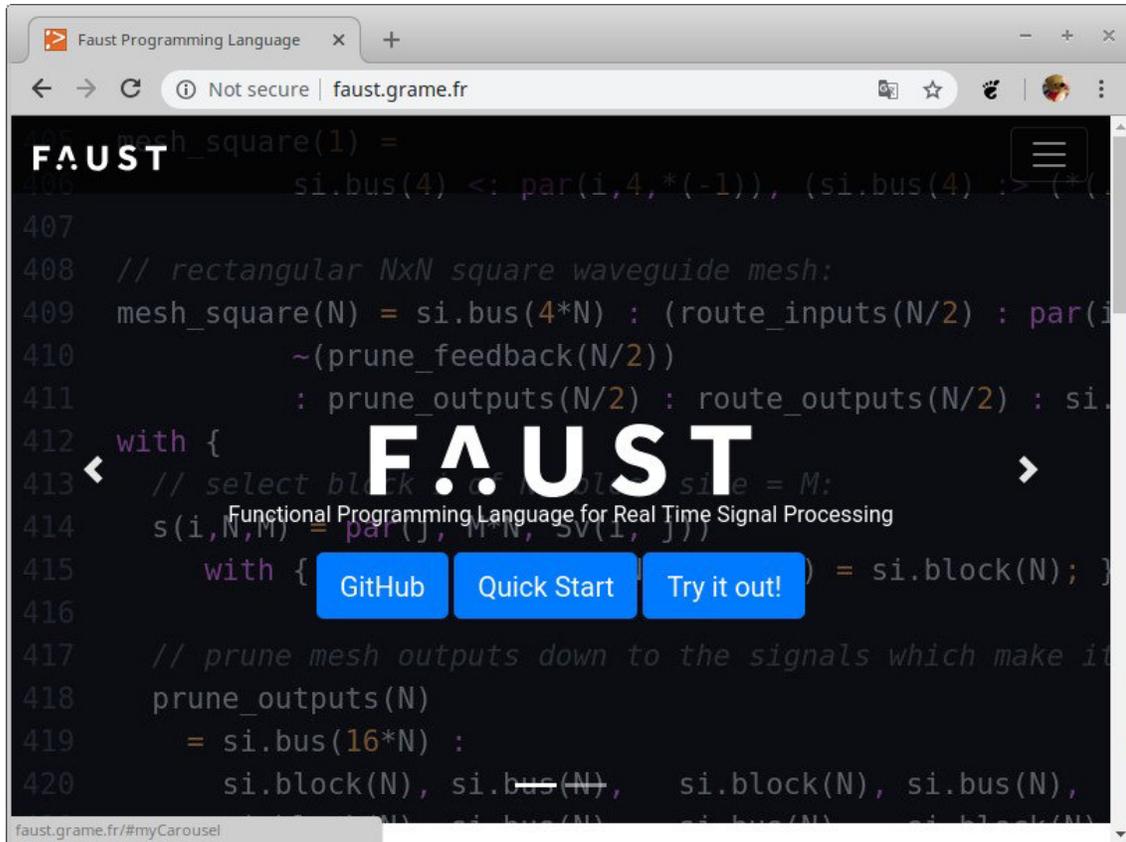


Figura 55. Imagen del sitio web de la herramienta *Faust*

Solo para recalcar la importancia de un proyecto como *Faust*, en los últimos acápites he dicho la necesidad de formular una metodología que arroje de mejor manera a la propuesta artística, para que esta pueda trascender a nosotros mismos. Esta es una herramienta que representa una oportunidad para facilitar la actividad de migración del código. Incluso, de acuerdo a lo que ya se mencionó, esta herramienta sería útil al momento de reimplementar o refactorizar un proyecto. No es *Panacea*, pero me parece que se encuentra lejos de ser la caja de *Pandora*.

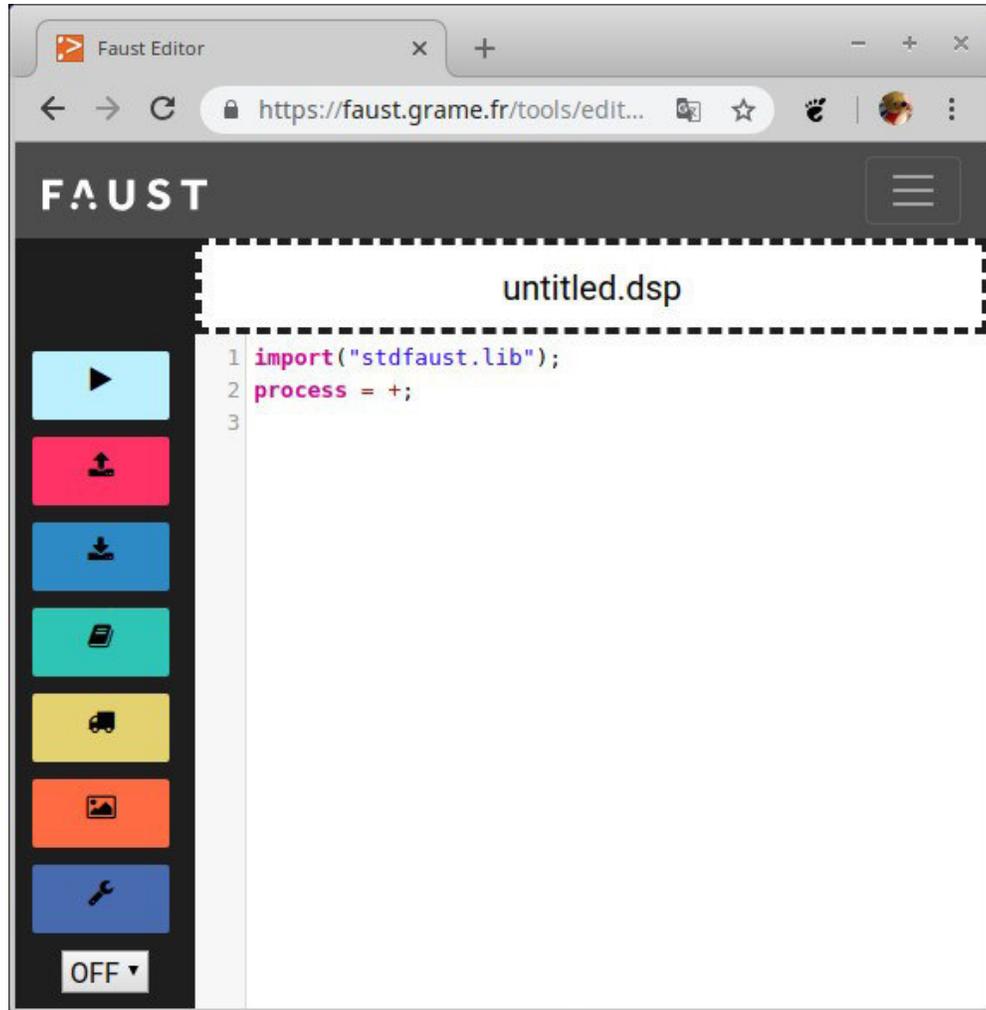


Fig. 56. Ejemplo del aspecto -anterior- que mostraba la aplicación en línea de *Faust*.

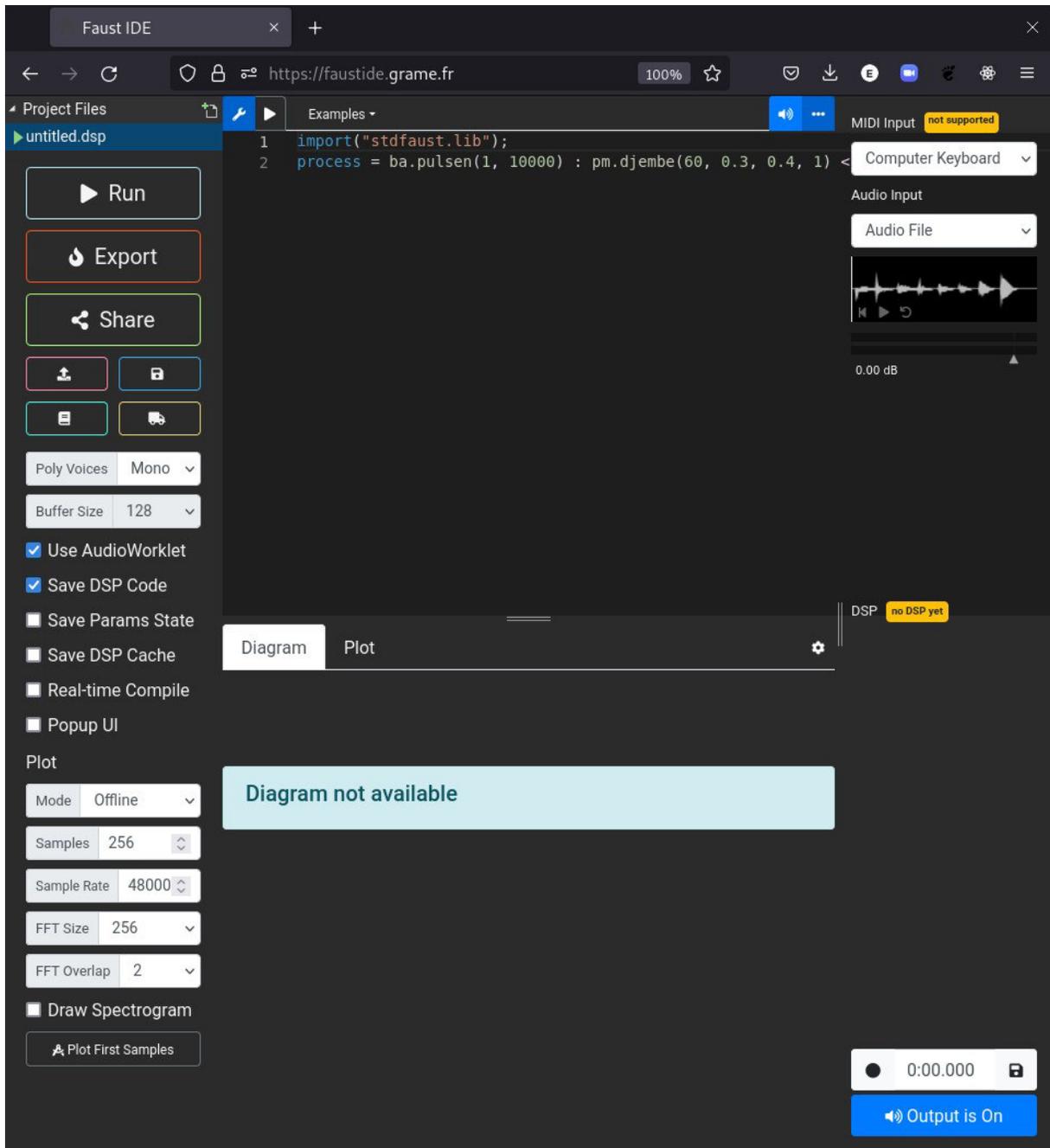


Figura 57. La interfaz del editor web Faust (apariencia actual).

Es posible advertir actualizaciones tanto del editor como del código de programación, al comparar ambas versiones del mismo proyecto (pero en diferentes años).

Recapitulación III.

Pudiera parecer que la programación de sistemas, ordenadores o computadoras, como se esté más familiarizado, es una sola sin tomar en cuenta el contexto donde se realiza. En general, he tenido oportunidad de apreciar que esto cuenta al menos con dos lados principales. Por un lado, si, la programación es una sola, en cuanto que sigamos indicando estados eléctricos, encendido o apagado, si o no. La computadora comercial aún no dice, “tal vez”. El otro lado nos indica que no podemos aplicar el mismo paradigma, no es lo mismo programar para una organización, que para generar contenido artístico. Miller Puckette, creador de *Max/MSP* y *Pure Data* les llama, a una, “programación interactiva, “procedural”, “funcional”, y a la otra, “programación en tiempo real” (en directo). A una empresa -por ejemplo-, le interesa un enfoque funcional o procedural, interpretado o compilado. La aplicación generada, debe funcionar bien y de una sola forma, si o si, por ello debe estar listo antes de liberarse a su funcionamiento cotidiano. Pero un material creativo, puede realizarse y modificarse en directo, esto es, mientras se está ejecutando, lo que hagas se refleja pues, en tiempo real, al momento, en directo. Roberto Morales nos indica siempre llamándolo nuestro “instrumento”, ese producto informático que termina siendo lo programado, sea *Supercollider*, *Max/MSP*, *Python*, *Javascript* o la herramienta seleccionada. Infiero que en más de un sentido es un símil de la música misma. Para programar no es necesario tener estudios especializados. Sin embargo, es necesario contar con bases matemáticas claras y sólidas. Por experiencia, recomendaría especial cuidado en el estudio de la Lógica, y si es posible, también tener claro el ámbito del cálculo, lo cuál será útil para la generación de síntesis de sonido. Pero esas “mates” no son el “hit” de los estudiantes, Børg y sus colegas señalaron el desinterés de los alumnos de Arte al estudio de las matemáticas en general. Ahora, mucho tiempo atrás, siguiendo las raíces de nuestra cultura occidental, encontraremos lo cercanas que eran la Música y la Matemática, cuando en la actualidad aparente o superficialmente se han vuelto tan lejanas. Si la relación personal con “las mates” no es buena o es distante, recomendaría una reconciliación sin condiciones o términos.

A lo largo del presente trabajo se hizo un recuento histórico sobre la electroacústica, con algunos momentos significativos y aspectos que propician la elaboración de una metodología que persigue dotar al proceso creativo de herramientas para trabajar

ordenadamente. Al mismo tiempo y de ser necesario, siguiendo estos pasos sería posible regenerar la propuesta creativa a partir de su completa documentación, análogamente a como debería suceder en un buen desarrollo de sistemas.

Supongamos que alguno quiere construir una casa. ¿Acaso no se sienta primero a calcular el costo, para ver si tiene suficiente dinero para terminarla? ¿Te gustaría que te quedara incompleta? Seguramente no. La importancia de la planeación es vital. Es cierto que en ocasiones, de la improvisación puede salir una creación completa, válida por mérito propio, única e irrepetible. Pero en la mayoría de las ocasiones no es así. Leonardo Coral continuamente nos solicitaba elaborar un plan de composición, no forzosamente detallado, pero si bien esbozado, donde se adviertan todas sus fases claramente. En cuanto al trabajo necesario para llevar a la programación nuestra propuesta, ayudará mucho el tener plena conciencia de la relación entre lo real y lo imaginado. Sin duda una vital parte de los proyectos electroacústicos exitosos, debe tener una proporción muy grande sobre la reflexión que implica la planeación, incluso ya iniciado el proyecto. En esta etapa de planificación, debemos procurar que nuestras ideas sean claras, transparentes y ordenadas. Una mención importante merece que quizá el compositor no tenga obligación de aprender a programar. Claro, hay colaboradores que pueden dedicarse a ello, quizá mucho mejor de lo que nosotros podríamos hacerlo. Sin embargo, un “pensamiento procedural” es una habilidad muy valiosa que enriquecería mucho al creativo sin duda. De hecho, de acuerdo a Wang, es necesario modificar la manera en que éstos tópicos son enseñados, para generar nuevamente interés pero con expectativas reales. Realmente es un potencial enorme saber programar.

Dicho lo anterior, es necesario tener cuidado en concebir un diseño conceptual, que a su vez precisa de varias herramientas, algunas de ellas prestadas de otras disciplinas. Una vez realizada -o avanzada- la planeación, será necesario transitar por un número de las siguientes fases (todas ellas aportan beneficios a quien las selecciona y practica):

Sketching. La importancia de hacer bocetos, dibujos, croquis, bosquejos de tus ideas. Hacer dibujos a mano alzada, literal. Plasmar visualmente, incluso aunque tu propuesta no tenga nada que ver con lo visual. La capacidad con la que puedas abstraer una idea a lo visual, por si sola es muy valiosa.

Diseño de algoritmos. Piensa en qué necesitas hacer para lograr cada parte de tu proyecto, paso a paso. Para eso te serán útiles los algoritmos. ¿Cómo puedes vaciar tus ideas, en acciones simples, explícitas, para nada complejas, una a una, en sus unidades más sencillas? Es necesario aproximarse a las mismas de la manera más coloquial posible.

Pseudo código. Después de los dibujos realizados, de haber escrito los algoritmos esenciales, puede seguir una etapa no obligatoria –la menos de todas–, pero útil, en la que es posible trabajar en un paso previo a la escritura en un lenguaje de programación (cuando este es necesario). Para verlo de una forma llana, el pseudo código es escribir tu programación sin usar un lenguaje de programación en especial. Esta etapa será útil para saber si están claras las ideas necesarias para el proyecto.

Diagramas de flujo. Si tus ideas han sido revisadas, si has transcurrido por las etapas anteriores, hay una etapa más que es importante elaborar, y se trata de elaborar diagramas, dibujos y esquemas, que muestran el camino y la secuencia de las acciones y los datos para tu propuesta creativa. Estos diseños incluyen símbolos estándar, que indican dónde inicia y termina un flujo, una operación o un recorrido, cuál es la entrada que requieren así como la salida, además de diversas decisiones y procesos, entre otras cosas más. Muchas veces es en esta etapa cuando se detectan algunos errores, dando oportunidad de corregirlos. Además, con los diagramas se otorga un respaldo documental, junto a las etapas anteriores, a la propuesta creativa. Dicho soporte es común –o debería serlo–, en el análisis, diseño y desarrollo de sistemas, pero no lo es en la electroacústica.

La escritura del programa, del instrumento, o de la obra-instrumento, en un lenguaje de programación de computadora, adquirirá robustez al agregar todo los elementos anteriores, más algunas prácticas útiles adicionales, como el empleo de breves, claros y concisos comentarios directamente en el código. Ellos describen y explican cómo funciona la aplicación generada, para qué funciona cada parte, en qué modifica o influye cada constante y variable de todas las empleadas en la propuesta artística.

Lo ya mencionado, representa la documentación mínima deseable de un proyecto informático, y en consecuencia, de la creación artística. Pero si así se determina, escribir acerca del proyecto, a partir de las múltiples iteraciones derivadas de las etapas previas, sin duda será enriquecedor. Un ensayo sobre la obra y el proceso creativo desarrollado hasta el

momento, sería muy pertinente. No obstante, advierto que hay que tener cuidado, pues muchas veces se le da mayor importancia a una senda tesis con una explicación de tres horas, cuando la obra apenas transcurre en un par de minutos. Por supuesto que hay tolerancia, pero debe haber un balance.

Todas las etapas anteriores, representan el pilar fundamental, la columna que soportará la propuesta electroacústica en un aspecto técnico. Hay un elemento que discurre paralelamente a los anteriores, y se trata de la selección de herramientas y tecnologías a emplear en la creación. Esta cuestión va en función de lo que se necesita realizar, aunque también depende de nuestro conocimiento y dominio de tales herramientas (a veces en detrimento del proyecto o limitándolo, pero no hay por que ser severos, todo en la vida se trata de aprendizaje continuo, y cada quien aprende a su ritmo). Ya es tiempo que lo señale, de manera muy personal, quizá incluso ideológica, recomiendo el uso de *open source*, en especial de *software libre*, por la libertad que representa. De hecho, muchas de las aplicaciones que empleamos en la electroacústica, son *free software*, en su mayoría, alentan el compartir y democratizar el conocimiento, promueven el intercambio y generan una dinámica de enriquecimiento con tendencia social, de acuerdo a como lo señala Jaccheri. De esto, de los programas de código abierto y libre, hay mucho que decir, pero será en las conclusiones. Sin embargo, para fines de esta sección, es preciso recordar que fue posible observar aspectos necesarios como lo son el sistema operativo *GNU/Linux*, sobre el cual se montarán las herramientas tecnológicas seleccionadas, como el servidor de sonido *Jack*, la estación de trabajo de audio digital *Ardour*, los lenguajes y entornos de programación *Supercollider* y *Processing*, así como las tecnologías basadas en *Open Sound Control* y el editor de partituras WYSIWYG *MuseScore*. Todo lo anterior, debidamente configurado, establecen nuestro estudio básico -junto a una computadora con prestaciones decentes en cuanto a desempeño, baja latencia, estabilidad y rendimiento-, de creación sonora y musical de *software libre* y *open source*. Sobre éste último, debo insistir en su profundo nivel de personalización y adecuación a nuestros proyectos y nuestras necesidades.

Es importante recordar, que nuestros proyectos creativos cuentan con 3 pilares indispensables: el *hardware*, el *software*, y el ser humano. Los 2 primeros, funcionan similar a un foco en una habitación, los encendemos o los apagamos, hasta que se descomponen, dicho

de una forma muy burda. El tercer pilar, lo integran al menos el compositor –o creador, según se prefiera–, y ocasionalmente el intérprete o ensamble, director, asistente y personal del foro. Esta parte humana, le añade cierta cantidad de incertidumbre y emoción al proceso.

Hay otros elementos más a considerar en un desarrollo informático con fines artísticos, y que suelen estar incluidos en los desarrollos de aplicaciones prosaicas (o deberían de estarlo). Se trata de la depuración, la reestructuración y la refactorización, así como la caducidad tecnológica, la migración del código y la reimplementación. La depuración persigue rastrear errores, minimizarlos o eliminarlos, corrigiendo tanto en la programación como desde las etapas previas, por ejemplo, al momento de trabajar los diagramas de flujo (de hecho esa es una de sus bondades). Hablamos de reestructurar, según Mens y Tourwé, cuando es necesario modificar la aplicación obra/instrumento –por extensión–, para que de una forma diferente conserve su funcionamiento original, y en combinación con la refactorización (la cual es una forma especial de reestructuración), consiste en dividir lo programado en unidades funcionales, enfocándose en resolver situaciones particulares, una a la vez. Para Torvalds, la reorganización del material es importante y sano para aquello que es escrito “con buen gusto” en un programa. El último aspecto, pero no por eso menos importante, es la consideración al respecto de la caducidad tecnológica. El *hardware* o equipo físico con el que elaboremos nuestros proyectos, puede ser vigente solo por un tiempo determinado. El *software* corre una suerte virtualmente similar, como fue expuesto, cada producto informático puede experimentar errores desde su concepción como pasó con la transición del año 2000 (Y2K, situación similar del 2034) o por ejemplo con el riesgo del abandono de las iniciativas privadas por reorientación de sus negocios, como estuvo a punto de pasar con el lenguaje de programación *Java*. Para fines de preservación, esto resulta muy relevante, y es el interés de organizaciones internacionales el preservar el Arte y la Cultura de la humanidad, con fines de ayudar a trascender a través del tiempo. En el análisis, diseño y desarrollo de sistemas, existe la migración del código y la reimplementación. La primera, se refiere a reescribir la obra instrumento en un lenguaje diferente, el cual suele en general tener una vida útil más larga que la que tiene el lenguaje original. Y junto con la migración, está la mencionada reimplementación, que de acuerdo a Martin y Müller, abrevia de todo lo documentado alrededor del desarrollo del programa, involucrando precisamente los mismos pasos que

tomaron lugar al momento de trabajar en el proyecto original. Todo esto, con la meta de regenerar el proyecto llegada la necesidad de hacerlo. Pero, si nada de lo anterior expuesto es realizado, será menos posible reproducir la obra en un futuro, cuando aquella persona creativa ya no esté con nosotros.

Hay que mencionar la importancia de retomar los estándares si estos ya han sido bien aceptados, cuando ya han atravesado un periodo de madurez. Este es el caso del *MIDI* y de *MusicXML*. Su importancia estriba precisamente en que muchas de nuestras propuestas o incluso nuestros procesos de formación han transitado por la necesidad de representar nuestras propuestas musicales en papel, aunque sea virtual en una pantalla. Finalmente, es importante recordar que comienza a haber esfuerzos muy valiosos, que van en el mismo sentido de colaborar en una manera de estandarización. El ejemplo destacado aquí es *Faust*, una suerte de meta traductor en línea entre lenguajes de programación, que flexibiliza la posibilidad de usar –exportar–, diferentes lenguajes y herramientas para aquellos aspectos que involucran lenguajes de programación aplicados a la síntesis y procesos del sonido.

Conclusiones.



Figura 58. Tres músicos, obra de Pablo Picasso.

Más allá de lo obvio, de conocer más acerca de un tema en específico, de desarrollar habilidades –en este caso, de investigación–, la intención principal de este trabajo es la de proponer una suerte de armazón, un andamio en medida de lo posible, para facilitar el proceso de creación electroacústica. No persigo explicar cómo se realizan algunos procesos de síntesis del sonido, los principales están muy bien documentados, y en *Internet* hay también buen material al respecto, además del dominio que ya podemos adquirir en las clases formales con nuestros grandes maestros y compañeros. La intención es otra, quizá paralela. Mi aportación

pretende ser una metodología para la composición de este tipo de proyectos, una guía paso a paso para realizar una propuesta donde se ha dedicado algún tiempo considerable a reflexionar la construcción de la obra-instrumento cuando está involucrado el uso de la informática, aunque no se limita a esa característica. Mi visión es transitar, siempre que sea posible, etapa por etapa, iniciando con vaciar nuestras ideas en papel, someter la imaginación a una serie de abstracciones iterativas, hasta llegar a montar los ensayos para la presentación. Estoy convencido que el nivel de conciencia que tengamos sobre lo que imaginamos influye en el resultado final.

Claro es que no invento el hilo negro –mas bien, sugiero un orden adecuado–, en el sentido de lo mucho que se ha hablado de la electroacústica, como documento en los primeros capítulos de mi texto. Pero tampoco es conveniente escribir sin sentar un marco, sin un referente en este contexto. Sería incorrecto, o descortés, no hacer una invitación al tema. Teniendo ese pretexto en mente, en el primer capítulo abordé los aspectos principalmente históricos de la composición electroacústica. En una ocasión en clase de Historia del Arte en la ahora Facultad de Música de la UNAM, el maestro Roberto Ruiz Guadalajara nos invitó a una interpretación libre de la obra “Los tres músicos” de Pablo Picasso (1921). Para esa ocasión, citando su licencia y “haciendo una pirueta mental”, la pintura representaba tres vertientes de gran importancia en la música, el clero, el juglar y el músico de jazz –sí, así lo indicó–. En la actualidad, simbólicamente contamos con eso precisamente, una enorme libertad de recursos y saberes, de los cuales disponer, en la nuestra, una época por demás ecléctica (¿post-ecléctica?). La música electroacústica con mayor razón comparte estas características, músicas concreta, abstracta (la más tradicional y familiar para nosotros) y electrónica, músicas entremezcladas, en menor o mayor medida, en la mente del creador, para destilar su propuesta sónica. Schaeffer y Henry, en Francia, así como Eimert, Meyer-Eppler y más tarde Stockhausen, en Alemania, fueron los elementos germinales de este tipo de música en la primera mitad del siglo XX. No fueron los únicos, pero sí de los que recibimos mayor herencia. Aunque hubo ciertos dispositivos importantes pero aislados que empleaban la energía eléctrica en algún momento en relación al sonido, la invitación a la apertura a nuevas sonoridades, ya había sido prefigurada a inicio del mencionado siglo, a través de Russolo y la inclusión del ruido al discurso artístico (que mucho más adelante también insinuaría Cage). En suma, la Música

Concreta, la Música Electrónica y el ruido, a un mismo nivel e importancia, conformaron los pilares básicos de la Música Electroacústica. Con ésta última, como ya había señalado, ni se reemplaza ni se rivaliza de modo alguno a la Música en su concepción occidental tradicional sino que se enriquece y se trascienden sus límites.

La Electroacústica no es tan diferente de otras músicas, en el sentido indicado por Álvarez, ésta sólo es en la memoria. También, cada capa involucrada funciona como un instrumento o una voz más, y debe integrarse en el plan general de la composición. A diferencia de otras artes, además de su abstracción innata, la Música cuenta con una dimensión muy especial. La Pintura, la Escultura, o la Arquitectura, emplean de dos a tres dimensiones principales, alto, largo y ancho, en general y sin limitarse a ellas. Pero es la Música (y otras artes que la involucran), aquella que de manera indispensable emplea una cuarta dimensión, el tiempo. Es ahí donde tiene lugar (en la memoria, en el tiempo), y solo ahí, donde existe.

La materia prima de la Música en general es el sonido, y éste, como cualquier otra vibración, es por naturaleza omnidireccional. Se traslada por el espacio hacia todo rumbo, a partir de aquello que lo genera y alejándose de su origen, similar a cuando arrojamamos una piedra a un cuerpo de agua, como un charco y sus ondas. El sonido se comporta de una manera similar, sea en un recinto eclesiástico como en la Música Antigua, en un castillo para entretener a una corte o en una sala de usos múltiples de un complejo cultural. Por esta razón es importante meditar en ello, asirse de manera creativa a ésta característica y emplearla en nuestro favor. Entonces es posible envolver con el fenómeno sonoro al escucha, haciendo uso literalmente de todo lo comprometido en la obra, desde la participación de un intérprete hasta las bocinas, amplificadores o altoparlantes que sean usados. En la electroacústica, por obvias razones, se enfatiza especialmente el uso de la tecnología y no sería posible sin la participación de ésta, lo que ineludiblemente conduce a la latencia (o retardo), y a re-imaginar la interacción, aspectos ambos relacionados a la interpretación. De hecho, pueden emplearse con un pretexto “performático”, si así lo considera el compositor o la compositora, pero válido solamente en una decisión consciente mas no ingenua.

Al hablar de *performance*, naturalmente implicamos una atención diferente al fenómeno sónico. Así como se advierten diferencias entre la escucha de una obra, y su interpretación en directo –o dirán los clásicos, “en vivo”–, tampoco es la misma experiencia

cuando se añaden elementos interpretativos extra a la vivencia musical. Y entender como percibimos, estudio menos antiguo según apunta Fubini (y otros que lo citan, como Croce), reporta un gran enriquecimiento a la propuesta artística. No hay que olvidar lo indispensable de la consciencia en el proceso creativo. De manera natural, la técnica y la tecnología imprimen su esencia en aquello que es creado por su aplicación y ejercicio, pero en ningún momento lo anterior justificaría acaso algún control en las deliberaciones por las que se transite (Álvarez, Mary). Esto solo tiene razón cuando se hace de manera consciente (Losa), no puede ser por mera ingenuidad. Sin embargo, la influencia de lo sintético ahí está, no es posible abstraerse de ella, resulta evidente (Escuer). Hacia un lado u otro, las decisiones sin duda deben contar con “buen gusto” (Álvarez Vázquez), pero definir esto último escapa a los límites del presente ejercicio.

Aún evitando lugares conocidos, o como dirían los veteranos, clichés, técnica y tecnología coexisten como una misma entidad, por lo que su influencia en la creación es innegable, reflexión señalada por Dodge a través de Thornely, independientemente de su identidad como obra. Pero como advirtió Mary, por descuido no hay que permitir a la tecnología dictar la Estética de la composición. En su oportunidad, la investigación de Burbano fue citada aquí como ejemplo de las diversas maneras en las que se produce el sonido; asimismo, las formas para sintetizar el material sónico, se asemejan a planteamientos anteriores –de otras épocas–, de menor tecnología, como lo señaló De Poli, pero que naturalmente toman ventaja de los ordenadores (Ge Wang). Es importante recordar que en este medio, muchas veces el instrumento –o la obra-instrumento–, no existe, y tiene que generarse desde cero. Esta aplicación de tecnología y técnica naturalmente nos lleva a nuestra herramienta universal, así llamada por Stallman (y a su vez quizá acuñada por Turing), la computadora –y en consecuencia, la Informática–, la cual está constantemente cambiando, muchas veces mejorando, en el mejor de los casos. Con cada variación, como señalan Colasanto o Rocha cada uno en su oportunidad, los artistas de cada disciplina la emplean según su estilo y lenguaje personal dentro de las limitaciones y características generacionales. Paulatinamente, pero de una manera relativamente bastante rápida en escala de tiempo, los ordenadores redujeron tanto sus dimensiones como su precio, luego dejaron de ser algo exclusivo de las fuerzas armadas y de los gobiernos, para adquirir un claro papel en la

creación artística y en su difusión. Gutiérrez López apuntó que con todo ello se favoreció la democratización de la computación y las redes. Y si el *hardware* comenzó a estar al alcance de muchos, también lo estuvo el *software* para la creación artística. En especial, aunque al inicio puede resultar un poco complicado –pues demanda más conocimiento del usuario pero se compensa con la comunidad a su alrededor–, el *open source* y el *free software* facilitaban los medios para la realización de estas propuestas. De hecho, la mayoría de los productos informáticos más utilizados en la creación son de código o fuente abierta. Mi disertación definitivamente se apoya fuertemente en todos los recursos de las Tecnologías de la Información a nuestro alcance. Ya lo había prefigurado incluso Chávez, al admirarse de las posibilidades que aportaba la tecnología a las propuestas creativas.

Con Russolo, y posteriormente con artistas como Cage, la definición de la materia prima del compositor se amplió. El sonido, ya no solo es aquel con características musicales que nos son familiares, sino que se agrega al ruido, perdiendo cierta connotación peyorativa del término. Drettakis o Grigely también lo destacaron, éste –el ruido–, tiene diversas aplicaciones. Conviene aquí recordar que no hay un silencio absoluto como tal (Cage), sino más bien, en nuestro ámbito, el silencio es una concepción cultural, baste recordar, que toda materia tiene algún grado de movimiento –incluso a nivel atómico, como propuso Hawking–, y éste produce vibración, que a su vez genera algún sonido (Larson, y Sierra).

Ahora, el presente texto incluye en la discusión a la “espacialidad”, que implican los emisores y la distribución del sonido en un entorno, y de cómo percibimos dicho fenómeno. Gértrudix resalta la importancia de ese guardia siempre atento, el oído. La “espacialidad” no es algo nuevo, pues siempre ha estado presente al lado del fenómeno sonoro. Pero es importante tomar conciencia de ello, buscar una manera de aprovecharlo, especialmente porque ahora podemos ejercer cierto control y manipulación sobre los elementos involucrados. Aquí se observó una propuesta de Di Liscia, que considera fuente, entorno y relaciones del fenómeno sonoro. Heintz por su parte señaló la necesidad de hacer una evaluación de todos los elementos donde tendrá lugar la interpretación. De la misma manera, Dodge via Eaglestone apuntan la necesidad de aportar facilidades para realizarlo en un entorno integral. En esa misma tónica, para permitir y en ocasiones enriquecer la práctica, es preciso involucrar otras

disciplinas, en conexiones a las que Dal Farra reconoce como la triada Arte-Ciencia-Tecnología. Truax y Wishart también han retomado estas relaciones en sus investigaciones.

Para lograr las proposiciones artísticas sonoras, existen diversos enfoques, tan amplios como la imaginación límite. Hay todo tipo de material al respecto, por ejemplo: ensayos, investigaciones, libros, manuales, tutoriales y videos, sobre como producir el material sónico para estas obras. Aquí se revisó el material de Cruz Martínez, quien nos indicó diferentes ideas para tal efecto, como las probabilidades, las funciones, la generación de autómatas, las redes neuronales, o la combinación de varios planteamientos, destacando por supuesto la creativa aplicación de las Matemáticas. Y pensar que existe quien cree que en el estudio del Arte casi no las hay. Enseguida, quizá de manera un tanto injusta, menciono la utilización de la inteligencia computacional –aquello que debido a los medios de entretenimiento reconocemos como inteligencia artificial– en el proceso de creación artística y sonora. Aunque la IA ofrece nuevas formas de composición, sigue siendo vista como una herramienta asistencial que expande las posibilidades creativas, en lugar de reemplazar al compositor humano. El futuro de la composición asistida por IA promete una mayor colaboración entre humanos y máquinas, desafiando los límites tradicionales de la creación musical y abriendo caminos hacia nuevas formas de expresión artística, donde por supuesto, es necesario reglamentar y legislar al respecto (Azoulay). E insisto, mi aproximación a la materia es injusta, porque es un tema de gran amplitud y trascendencia, que sienta las bases para futuros estudios. Termina el capítulo II destacando la importancia del intérprete en el proceso creativo, haciendo una reflexión alrededor del compositor como un tipo de (re)intérprete de sus propias abstracciones (Ruiz Guadalajara). La participación de quien interpreta es invaluable, entidad orgánica o inorgánica. Sin ella sencillamente no hay obra.

Ya en la última parte del presente trabajo de investigación, se realiza una propuesta a manera de guía composicional electroacústica, un *checklist*, una sugerencia de método paso a paso. Una parte de mi formación es la de programador, otra parte es la de compositor, y un pilar –muy honroso–, como productor de radio académica universitaria. De ahí encuentro afortunadas coincidencias, entre la programación de sistemas, ordenadores o computadoras (incluso, computadores, si se necesita) y la creación. Escribir una partitura, o su equivalente, es dar una serie de instrucciones a algo o alguien, para reproducir las ideas del compositor,

parecido a la serie de instrucciones preconcebidas en una aplicación. Y esto seguirá siendo así, mientras la programación siga basándose en estados eléctricos, *grosso modo*, encendido y apagado, que para fines prácticos, reflejan un “sí” y un “no”. Mientras la computación comercial no incluya un tercer estado de “tal vez” (oportunidad de la computación cuántica), el fondo continuará igual. Ahora bien, existen diversos paradigmas o planteamientos en la programación, pero conviene señalar una diferencia muy importante entre las soluciones informáticas para las organizaciones y aquellas para el Arte. Aunque ambas pueden ser empleadas creativamente con fines artísticos, teniendo a la música, el sonido o la multimedia como protagonistas, hay una que ha cobrado relevancia, quizá por su similitud con la interpretación instrumental. Miller Puckette la distingue como “programación en tiempo real”, diferente a la “programación interactiva, procedural, funcional”. En el estilo de programar en las organizaciones, se sigue un recorrido lógico al servicio de sus necesidades específicas, una serie de caminos a seguir, según las posibilidades consideradas al momento de su diseño. En la programación en tiempo real, todo cuanto hagas, todas las decisiones que tomes e implementes mediante código de computadora, van a impactar directa e inmediatamente en la ejecución de la obra. Curiosamente, para nuestros proyectos creativos composicionales, no es forzoso contar con formación de programador de computadoras, pero vaya que es útil. Destaco la importancia de contar con un buen conocimiento de la Lógica Matemática, pues ayudará a resolver varias situaciones al momento de implementar el todo. Para subsanar las necesidades de programación y plasmar nuestras ideas, cuando no somos programadores, es posible recurrir a alguien con conocimientos técnicos y dominio en esta materia. Børg hace notar la falta de interés en este estudio por parte de los estudiantes de Arte, lo cual en un comentario personal puede resultar en una desventaja. La enseñanza de una habilidad a la que conozco como “pensamiento procedural”, representa una oportunidad de enriquecer la formación personal, pues es posible aplicarla en todo ámbito. Wang incluso advierte la necesidad de reformular los planes de estudios, para generar nuevo interés pero acorde a expectativas reales.

A continuación reseñaré brevemente la guía de composición electroacústica que propuse en los apartados anteriores. Antes de empezar, debe tenerse en cuenta que de mayor a menor medida, el lenguaje coloquial o cotidiano, debe ser empleado prioritariamente en las

primeras etapas, y menos favorecido en las últimas, donde se precisará un lenguaje más técnico, necesario para la realización del proyecto:

Diseño conceptual. Este es vital, a manera de realizar una verdadera traducción de nuestra idea, de nuestras abstracciones, al papel. Lo importante aquí es preguntarse, ¿qué tan bien entiendo mi idea, y la puedo trasladar en un lenguaje común a la realidad? También es posible elaborar un plan composicional, que muestre cada paso necesario para lograr la obra-instrumento. Aquí es el momento para pensar todo alrededor de la composición: una visión general, la dotación, los intérpretes, la tecnología a emplear –como los lenguajes y quizá algún tipo de *hardware* especial–. Por supuesto, lo aquí concebido no es definitivo en absoluto, pues mientras mas conocimiento tengamos alrededor del proyecto, mejores ajustes realizaremos. Me gusta la forma en que lo dicen las Escrituras, en Lucas 14:28: “¿cuál de ustedes, queriendo edificar una torre, no se sienta primero y calcula los gastos, a ver si tiene lo que necesita para acabarla?”.

Sketching. En pocas palabras, esta etapa quiere decir dibujar tus ideas, bocetar, llevar tus pensamientos hacia una representación visual, hasta donde te sea posible. También puede ser útil mezclar tus dibujos con explicaciones sintéticas, esquematizando todo el proceso, incluida la composición.

Diseño de algoritmos. Aquí será necesario pensar y escribir, como lo señalé en su momento, el paso a paso, una a una las acciones necesarias para lograr el objetivo. El algoritmo no es un rimbombante elemento que arrastras en la pantalla en tu composición, ni un cálculo matemático. El algoritmo es, de acuerdo a la RAE, un conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Pseudo código. Esta es la única etapa que considero puede omitirse, por ser un híbrido entre la escritura del código de programación y el diseño de algoritmos –una buena práctica puede ser útil, pero una mala, por pequeña que sea, será fulminante para tu proceso–. En el pseudo código, traduces tu algoritmo, como una primer iteración, para que luzca más similar a un lenguaje de programación. Por ejemplo, para las acciones, aquí puedes usar palabras en inglés (casi todos los lenguajes de programación están escritos en inglés). Ya no es tan coloquial, pero tampoco es el lenguaje computacional formal.

Diagramas de flujo. Cuando ya elaboraste las etapas anteriores, ya debes haber encontrado algunos problemas, y corregiste en consecuencia. Cuando diseñas de manera estándar, la secuencia que se necesita seguir para tu proyecto, estás entonces en la etapa de los diagramas de flujo, respetando y apegándote a la simbología establecida internacionalmente. Esta técnica te permite hacer un seguimiento de la lógica necesaria para resolver las tareas requeridas para conseguir tus objetivos, y por lo tanto, es sumamente útil para detectar y depurar –corregir–, tus errores (casi todos los tenemos al principio de un proyecto). Esta práctica también es sumamente útil por si sola como técnica de análisis.

Escritura del programa (en lenguaje de programación). Aquí tendrá lugar propiamente la escritura del producto informático, el programa, en un lenguaje que previamente debimos haber investigado y seleccionado en respuesta a las necesidades del proyecto creativo –para eso es la planeación–. Para facilitar en cierta medida esta etapa, en las anteriores debieron de haberse encontrado situaciones especiales y solucionado los errores de nuestro planteamiento. Es más fácil tener éxito, o llegar a estar cerca del mismo, cuando hemos alcanzado a generar una idea general clara y deseablemente sin fallas, que faciliten la traducción a un código de programación.

A lo largo de cada una de las etapas, será invaluable documentar el proceso de creación mismo. Todo los textos, dibujos y esquemas elaborados en el recorrido creativo aportan pistas, soportan la creación de la obra misma, de manera independiente si ésta funciona o no. Explican cómo fue creada y cómo funciona, lo cual no tiene precio en caso de carecer del creador y querer reproducirla en el futuro. La documentación es una actividad que suele ser menospreciada, pero es realmente útil. Inclusive, suele documentarse el código de programación directamente en el mismo archivo –cada lenguaje tiene su estilo para ello.

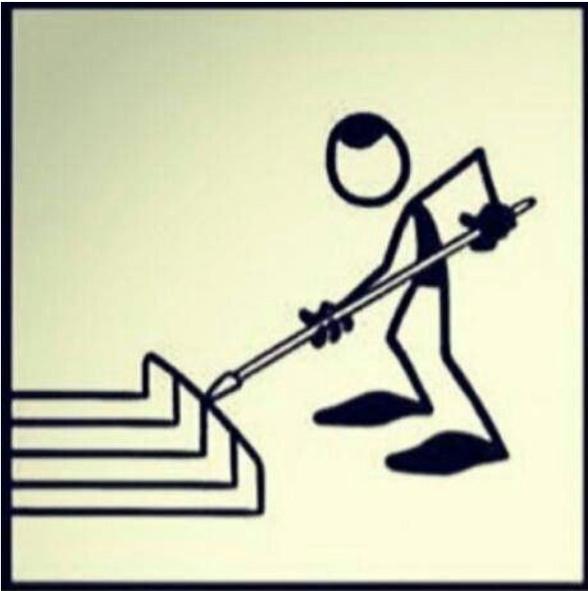
En su momento lo señalé, me considero un difusor de las tecnologías *open source*, y del *free software* (o *software libre*). Este tipo de productos informáticos son una verdadera alternativa al *software* privativo (o de licencia restrictiva), esto es, el *software* comercial. En la mayoría de los casos, tienen un funcionamiento muy similar a su contraparte, pero en relación costo beneficio, son una verdadera opción: la mayoría de estos son gratuitos (además, reconocen la libertad del usuario, promueven su respeto y su privacidad, al menos en sus postulados). Quizá pueda considerarse que no toda la gente tiene ánimo de conocer estas

opciones, por desconocimiento o desinformación, por malas experiencias previas o simplemente porque no tiene tiempo de usar algo nuevo. Pero en la actualidad, el panorama es bastante optimista y alentador, dado que alrededor de casi todas las herramientas que necesitamos como creativos, existe una comunidad, que muchas veces incluye a los programadores mismos –los creadores de la herramienta–, lo cual brinda soporte y auxilio en caso de ser requerido. Hay mucha gente dispuesta a ayudar a usar y sacar el mejor provecho de estos programas. En lo personal, mi plataforma creativa es *Debian* –aunque comencé con *Ubuntu Studio*, ambas distribuciones *Linux* con un gran soporte comunitario–. Algunos ejemplos de aplicaciones especializadas en este campo son la estación de trabajo de audio digital (*DAW*) *Ardour*, el editor de audio lineal *Audacity*, el lenguaje de programación –especializado en síntesis de sonido– *SuperCollider*, el lenguaje de programación para procesamiento y generación de video en tiempo real *Processing*, la programación de maquetas sonoras mediante aplicación del estándar *MIDI* en *Rosegarden*, la *API/framework Tone.js* para generar proyectos sonoros a partir de *Javascript* en el *web browser*, por mencionar solo algunos.

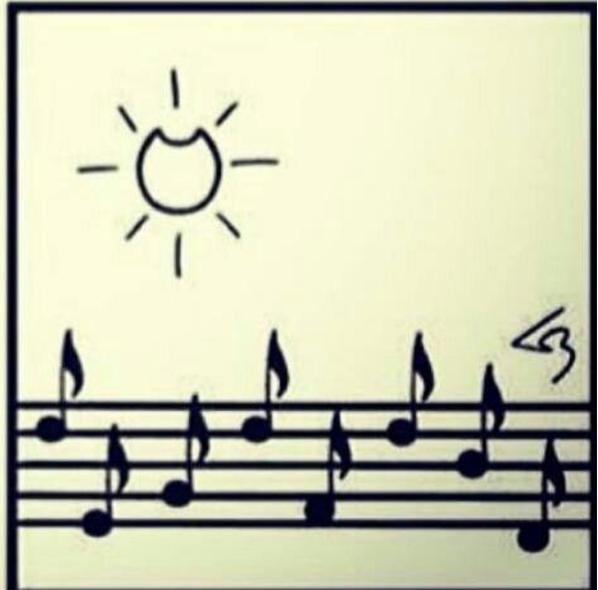
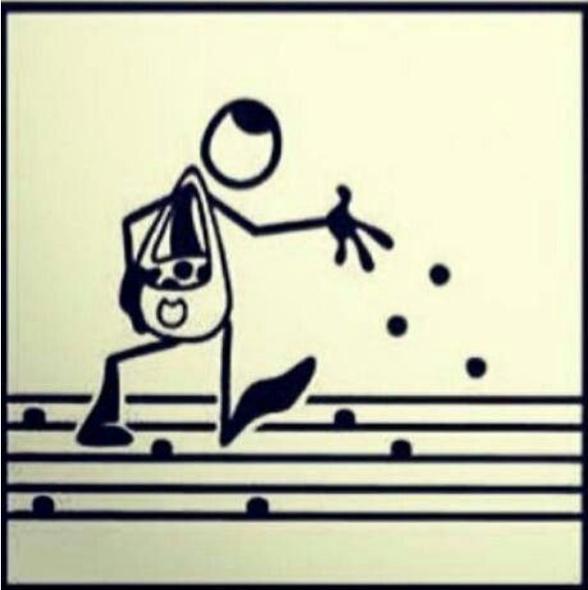
Otra parte importante en mi disertación fue definir tres protagonistas indispensables en una composición electroacústica. Estos son la parte física, *hardware*, la parte lógica, *software*, y la parte humana, quien interpreta, sea la compositora o el compositor, el o la solista o un ensamble. Es en esta última fracción, en la que no tenemos prácticamente control alguno, lo cual agrega cierto grado de impredecibilidad en una ejecución en directo. Pero también en como lograr integrar las tres es tema de reflexión a fin de llevar a buen termino el proceso creativo.

Casi para finalizar, abordé la aplicación de los conceptos de depuración, reestructuración y refactorización, la caducidad tecnológica, la migración del código y la reimplementación. La eliminación de errores –o depuración–, es un proceso recurrente, que persigue rastrear, minimizar y corregir fallos. La depuración hace un uso intensivo de los esquemas como el diagrama de flujo y las pruebas en papel (el rastreo a mano de los valores que asume cada variable y constante en un proceso dado). La reestructuración, según Mens y Tourwé, es cuando hay que modificar la aplicación pero conservando el mismo funcionamiento. La refactorización persigue el mismo fin, pero lo hace mediante dividir el

todo en unidades funcionales que solucionen situaciones específicas. Torvalds por su parte destaca la importancia de la reorganización del material que integra el programa informático, pero añade subjetividad: el buen gusto al programar. En el tema de la caducidad tecnológica, ésta atañe a la parte física, el *hardware*, y en cierta manera, al *software* también. Al *hardware*, en menor o mayor medida, dado que los componentes electrónicos tienen expiración, han sido contruidos con un tiempo de vida útil predefinido, limitado y también son susceptibles de sufrir descomposturas. Y el *software*, aunque con una frecuencia menor, salvo la expiración de licencia comercial, también deja de funcionar como se espera de vez en vez. Para que una obra no sea perjudicada por la caducidad física o lógica, esta desventaja debe ser considerada o prevista con oportunidad desde el momento de su generación. Finalizando, están la migración del código y la reimplementación. En la migración del código, se tiene que reescribir el producto informático en un lenguaje diferente en el que estaba originalmente pero haciendo exactamente lo mismo, el funcionamiento no debe cambiar en ninguna medida. La reimplementación es similar a la migración, y de acuerdo a Martin y Müller, se basa en toda la documentación existente para regenerar la aplicación, muchas veces desde cero. Por cierto, en todo este proceso, hay que recordar la utilidad de involucrar tecnología estandarizada, como el veterano *MIDI* o *MusicXML*, pues aportan un marco robusto y bien reconocido. Estas técnicas, junto con el resto que integran mi propuesta de guía de composición electroacústica, aunque dotan a la obra de elementos para poder persistir en el tiempo, no garantizan su trascendencia como Arte –ese es tema para otro estudio aparte.



**BENDITO AQUEL
QUE CULTIVA LA
MÚSICA**



Bibliografía.

- ADORNO, Theodor W. Teoría Estética [obra póstuma, 1970]. Ediciones Akal. Madrid, España, 2004. 546 pp.
- ÁLVAREZ, *Compositional Strategies in Music for solo instruments and electroacoustic sounds*, City University, London, England, 1993. Página 1, (párrafo 1). 162 pp.
- ÁLVAREZ, José Rogelio, Enciclopedia de México. 3a edición. Ciudad de México, 1978. 600 pp.**
- ANDRADE, Iracema de, editora; TRUAX, Barry. *Combining performers with soundtracks: some personal experiences*, en Ideas sónicas / *Sonic Ideas*. Volumen 9, Número 17. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS. México. ISSN 2317-9694 p. 10-18. 84 pp.
- BARREAU, Pierre. *How AI could compose a personalized soundtrack to your life*, en *TED*. 2018 (video).
- BRASSARD, G., y BRATLEY, P. Fundamentos de Algoritmia, 1a Edición. Universidad de Montreal, Canadá. *Prentice Hall*, México. 579 pp.
- CABRERA, Andrés. Moldeando el espacio sonoro, en Ideas Sónicas/*Sonic Ideas*. Volumen 8, número 16. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS, México. ISSN 23179694, 78 pp.

- CAMPOS Fonseca, Susana; Castro Solano , Otto, editores. FARRA, Ricardo Dal, Investigación-Creación transdisciplinar: cuando la música esta integrada a todo lo demás, en *Ideas sónicas / Sonic Ideas*. Volumen 10, Número 19. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS. México, ISSN 2317-9694, p. 77-79. 86 pp.
- CERRADO Somolinos, José Antonio. Introducción a la Ingeniería del *Software*. Centro de Estudios Ramón Areces, UNED. Madrid España, 2006. 322 pp.
- CHAMORRO Escalante, Jorge Arturo. Guía etnográfica: para la investigación de la música y la danza tradicionales. Departamento de Música, de la División de Artes y Humanidades, del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, de la Universidad de Guadalajara. Jalisco, México, 2003. 57 pp.**
- CHÁVEZ, Carlos. (1937), *Toward a new music: Music and Electricity*. New York: W. W. Norton & Company, Inc. Estados Unidos de América. 1937. 180 pp.
- CISNEROS Fernández, Marcela Susana. El impacto de la Tecnología en el Arte, su utilización y aprovechamiento en la danza contemporánea. Maestría en Metodología de la Ciencia, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 2004. 106 pp.
- COLASANTO, Francisco. *Max/MSP* Guía de programación para artistas. Volumen 1. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras. México, 2010. 371 pp.
- COLLINS, Nick. d'ESCRIVAN, Julio. *The Cambridge companion to electronic music*. Cambridge University Press. 2013. United Kingdom. ISBN 978-0-521-86861-7. 287 pp.

COPE, David. *Experiments in musical intelligence*. A-R Editions, Inc. 1996.

COPE, David. *The Algorithmic Composer. The Computer Music and Digital Audio Series. Volume 16*. A-R Editions, Inc. Madison, Wisconsin. 2000, 302 pp.

CRUZ Martínez, Gustavo De la. Modelo en computadora del proceso creativo en música. Tesis. Maestría en Ciencias de la Computación. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México D. F., 2005. 122 pp.

FELDMAN, Joel. *The art of artificial intelligence: a recent copyright law development*, en Reuters. 2022. Recuperado de: <https://www.reuters.com/legal/legalindustry/art-artificial-intelligence-recent-copyright-law-development-2022-04-22/> , consultado el 24 de agosto de 2024.

FUBINI, Enrico. *Estética de la música*. Machado Libros, S. A., Madrid España, 2008. Tercera edición. 167 pp.

FUBINI, Enrico. *La estética de la música desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Alianza Música, Madrid, España, 2005. Segunda Edición. 596 pp.

GALLAGHER, Mitch. *The music tech dictionary: A glossary of Audio-Related Terms and Technologies*. Course Technology PTR, CENGAGE Learning, Boston. Massachusetts, 2009. 249 pp.

GÉRTRUDIX Barrio, Felipe y Manuel. Etnografía de una música envolvente: Notas y reflexiones sobre los antecedentes del ideario técnico, Revista Icono 14, Número 13, pp. 259-277, REVISTA DE COMUNICACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, ISSN: 1697-8293 C/ Salud, 15 5º dcha. 28013 – Madrid, CIF: G – 84075977, 2009. www.icono14.net .

- GRIVELLARO, Caroline. En busca de Pierre Schaeffer. Retratos. Edición conjunta de CMMAS, Gobierno del Estado de Michoacán y CONACULTA, *et alis*. México, 2013. 245 pp.
- GUTIÉRREZ López, Carlos Octavio. *Laptop performance y software libre*. Caso práctico: Programación en *Supercollider*, instrumento virtual *Beat*. Tesina. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2014. 109 pp.
- HEINTZ, Joachim, Volumen 8, Numero 16, *Do you believe in space? Some thoughts on composition and spatialization*, 2016, p. 46-48. 77 pp.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, *et alis*. Metodología de la investigación, *Mc Graw Hill* Interamericana, México, D. F., 2006. Cuarta edición. 850 pp.
- IBM International Business Machines Corporation. Data processing techniques*. New York, USA. 1970, 40 pp.
- JARAMILLO Morales, Cesar Omar. Sistemas operativos. Facultad de Ingeniería, Universidad de la Amazonia. Florencia (Caquetá), Colombia, 2015. 36 pp.
- JORBA Esteve, Josep, y SUPPI, Remo. Administración avanzada del sistema operativo *GNU/Linux*. *Universitat Oberta de Catalunya*, España. 2014. 434 pp.
- LARSON Guerra, Samuel. Pensar el sonido. Centro Universitario de Estudios Cinematográficos – UNAM, México, D. F., 2010. 274 pp.
- PUCKETTE, Miller. *The Theory and Technique of Electronic Music*, ISBN 978-981-270-077-3.**
- MARTÍNEZ Viruette, Erick Fernando. Base de datos: Desarrollo de un sistema de reinscripción por internet. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2001. 123 pp.

MARTY, Gisèle. Psicología del Arte. Ediciones Pirámide, Madrid, España, 1999. 267 pp.

MARQUEZ Carrillo, Jesús, y CARDOSO Martínez, Alma Elena, coordinadores; Patiño Espino, Ramón, y Álvarez Azcárraga, Luis. Escucha ampliada: El arte sonoro como extensión de la percepción auditiva . Un acercamiento desde la teoría de medios, en Crisol y Trayectorias, Acercamientos a la Estética y el Arte. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Filosofía y Letras. Puebla, México, 2016. 286 pp.

MÁXIMO R., Antonio, y Alvarenga, Beatriz. Física General. *Oxford University Press*. México, 18 reimpresión, 2008. 1220 pp.

MOLINA Alarcón, y Cerdà i Ferré, Josep. Entre el arte sonoro y el arte de la escucha. *Catedràtic d'Universitat. Departament d'Escultura. Universitat Politècnica de València*. mmolina@esc.upv.es, *Catedràtic d'Universitat. Director Màster en Art Sonor de la Universitat de Barcelona*. cerda@ub.edu.es . 2012. 277 pp.

MONCADA García, Francisco. Teoría de la música. Musical Iberoamericana, Ediciones Framong, Ciudad de México, México, 1997. 209 pp.

MORENO Pérez, Juan Carlos. Entornos de Desarrollo. Editorial Síntesis, Madrid España. 2018. ISBN 978-84-9171-161-2. 146 pp.

Music Business Research, AI in the Music Industry – Part 9: Finishing the Unfinished. 2024.

Recuperado

de

<https://musicbusinessresearch.wordpress.com/2024/04/01/ai-in-the-music-industry-part-9-finishing-the-unfinished/> , consultado el 24 de

agosto de 2024.

OLIVEIRA, Joao Pedro, editor. MARY, Mario. Emancipación de la Estética Impuesta por los medios tecnológicos en la música mixta, en *Ideas Sónicas/Sonic Ideas*. Año 6, Número 11. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS, México. ISSN 23179694. Julio a Diciembre de 2013. páginas 27-36. 116 pp.

OPENAI. *MuseNet*. 2019.

Recuperado de <https://openai.com/index/musenet/> , consultado el 24 de agosto de 2024.

PISTON, Walter. *Armonía* . Idea Books S. A. (W. W. Norton & Company, Estados Unidos de América, 1987), Barcelona, España, 2001. 550 pp.

PISTON, Walter. *Orquestación* . Real Musical Editores (W. W. Norton, Nueva York, Estados Unidos de América, 1955), Madrid, España. 1984. 493 pp.

RADIGALES BABÍ, Jaime, y POLO, Magda. *La estética de la música y La música en el cine*. Editorial UOC SL. 208 pp.

RANDEL, Don Michael. *Diccionario Harvard de Música*. Editorial Diana (*The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass., London, England*, 1984). México, Distrito Federal, 1999. 559 pp.

REAS, Casey, y FRY, Ben. *The MIT press, Cambridge, Massachusetts. USA, 2007. 710 pp. Processing. A programming Handbook for Visual Designers and Artists.*

RESNICK, Robert; Halliday, David; Krane, Kenneth S. *Física Vol. 1, Cuarta Edición (Tercera en Español)*. Compañía Editorial Continental, México, 2001, pp 658, más apéndices.

- RIBEIRO da Luz, Antônio Máximo; Alvarenga Álvarez, Beatriz. Física General. Con experimentos sencillos. 4a Edición. Oxford, *University Press*. Distrito Federal, México, 1998. 1220 pp.
- ROGERS, Michael R. *Teaching approaches in music theory. Southern Illinois University Press, United States of America, 1984. 223 pp.***
- RUSS, Martin. *Sound, Synthesis and Sampling*, página 3, párrafo 1.
- SABZALIEVA, Emma y VALENTINI, Arianna. ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior. Guía de inicio rápido. Educación 2030. UNESCO. Publicación simultánea París, Francia, y Caracas, Venezuela, 2023 16 pp.
- SADIE, Stanley. *The new Grove, Dictionary of Music & Musicians. Macmillan Publishers Limited Crawsfordville, Indiana, USA (1980). Reprinted 1995.*
- SADIE, Stanley; Latham, Alison. *The Norton/Grove conise encyclopedia of music, revised and enlarged, W. W. Norton & Company. New York, 1994. 909 pp.*
- SÁNCHEZ Escuer, ISSN en trámite, Volumen 4, Número 8, El rol del paradigma científico: Música, arte, y nuevas tecnologías. Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras, CMMAS, México. ISSN 23179694, p. 22-25. 84 pp.
- SANDRED, Örjan, LAURSON, Mikael, KUUSKANKARE Mika. *Revisiting the Illiac Suite – a rule based approach to stochastic processes. Studio FLAT, University of Manitoba; CMT, Sibelius Academy. Manitoba, Canadá, y Helsinki, Finlandia. 2009, 8 pp.*

- SCHOENBERG [SCHÄ-NBERG], Arnold. *Structural functions of harmony. Revised Edition. W. W. Norton & Company, Inc., New York, United States of America, 1969. 203 pp.***
- SCHÖNBERG, Arnold. *Fundamentos de la composición musical. Real Musical Editores (Faber and Faber Limited, Estados Unidos de América, 1967), Madrid, España. 1989. 263 pp.***
- SHEPTAK, Miroslava. *Diccionario de términos musicales. Dirección general de Publicaciones y Fomento Editorial de la UNAM. México, Distrito Federal, 2008. 196 pp.*
- SIERRA Tabla, Mario Abraham. *Sistema Caracterizador de Equipos de Audio (SCEA). Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 2010, 215 pp.*
- SIGAL, Rodrigo. *Compositional Strategies in Electroacoustic Music. VDM Verlag Dr. Muller, (Saarbrücken, Germany, 2009) San Bernardino, California, USA, 2014. 147 pp.*
- SILVA, Patricio da. *David Cope and Experiments in Musical Intelligence. UC Santa Cruz, California, Estados Unidos de América. 2003, 86 pp.*
- *SOSA, Juan Pablo, y Díaz, Santiago, coordinadores. Justel, Elsa. *Hacer audibles... devenires, planos y afecciones sonoras entre Deleuze y la música contemporánea. Apartado “El niño en la hierba. Trayectos y devenires en la música electroacústica”. Universidad Nacional del Mar del Plata, Argentina, 2013.*
- TAKEMITSU, Tōru; Ozawa, Seiji. *Confronting silence: Selected writings. 1995 (EPUB). The Scarecrow Press, Inc. A fallen Leaf Press Book. 43 pp. EPub*
- WANG, Wallace. *Beginning programming for Dummies. Tercera edición. Wiley Publishing, Inc. Hoboken, New Jersey, USA, 2004. ISBN 0-7645-4997-9. 412 pp.*

WILSON, Scott; Cottle, David; Collins, Nick. *The supercollider book*,
The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Londres,
Inglaterra. 2011. ISBN 978-0-262-23269-2. 756 pp.

**ZAMACOIS, Joaquín. Curso de formas musicales. Idea Books, S.
A. Barcelona, España, 2004. 275 pp.**

Índice de ilustraciones

Figura 1. Sin título (1981) [Músico con batidora y triángulo], en *Ni arte ni parte*, de Joaquín Lavado [Quino]. Página 16.

Figura 2. Fotografía de Javier Álvarez. La foto pertenece al compositor. Consultada de *Wikipedia*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Javier_%C3%81lvarez_\(composer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Javier_%C3%81lvarez_(composer)) . Página 21.

Figura 3. Fotografía histórica (ca. 1948) de Pierre Schaeffer. Propiedad de Serge Lido, consultada de <https://musicologynow.org/dissertation-digest-listening-to-a-liberated-paris-pierre-schaeffer-experiments-with-radio/> . Página 26.

Figura 4. Fotografía de Elsa Justel. Consultada del perfil de la compositora en la web de Discogs, <https://www.discogs.com/artist/176498-Elsa-Justel> . Página 27.

Figura 5. Fotografía (1994) de Karlheinz Stockhausen. Propiedad de Kathinka Pasveer. Consultada de *Wikipedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Karlheinz_Stockhausen . Página 28.

Figura 6. Fotografía (ca. 1916) de Luigi Russolo. Dominio público. Consultada de *Wikipedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Luigi_Russolo , https://en.wikipedia.org/wiki/The_Art_of_Noises . Página 29.

Figura 7. Fotografía (1988) de John Cage. Propiedad de Rob Bodaerts / Anefo. Consultada de *Wikipedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/John_Cage . Página 30.

Figura 8. Karlheinz Stockhausen y Messías Maiguashca en la *WDR* (1971). Propiedad de stockhausen.org, consultada de http://www.stockhausen.org/photo_juni_71_studio.jpg . Página 35.

Figura 9. Fotografía de Robert Moog. Consultada de *Wikipedia*. Consultada de https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Moog . Dominio público. Página 35.

Figura 10. Fotografía del interior de la Abadía de Westminster. Propiedad de la Abadía de Westminster. Consultada de <https://www.westminster-abbey.org/es/about-the-abbey/history/history-of-westminster-abbey> . Página 40.

Figura 11. Fotografía (2016) de Denis Smalley. Propiedad del *MAAST Music & Audio Arts Sound Theatre*, Universidad de Kent. Consultada de

<https://blogs.kent.ac.uk/maast/2016/05/21/denis-smalley-70th-birthday-celebration-concert-with-world-premiere-2/> . Página 43.

Figura 12. Diagrama de distribución de sonido envolvente. Propiedad de *The National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc.* Página 45.

Figura 13. Ejemplo de configuración de bocinas multicanal. Propiedad de *Home Theater Academy*. Consultada de <https://hometheateracademy.com/2-1-vs-5-1-vs-7-1-home-theater/> . Página 46.

Figura 14. Esquema de distribución de sistema de sonido envolvente. Propiedad de Xataka. Consultado de <https://www.xataka.com/audio/como-debemos-colocar-los-altavoces-de-nuestro-home-cinema> . Página 47.

Figura 15. Cartel de la película *Gravity*. Propiedad de *Warner Bros. Pictures*. Consultado de <https://www.warnerbros.com/movies/gravity> . Página 48.

Figura 16. Fotografía de una sala con sonido envolvente. Propiedad de *Professional System Magazin*. Consultada de <https://www.professional-system.de/basics/immersive-sound-raumsound-in-der-festinstallation/> . Página 49.

Figura 17. Sin título [Recibiendo la música nueva por fax], Quino. Página 58.

Figura 18. Fotografía de Mario Mary. Propiedad de Centro Cultural Kirchner. Consultada de <https://www.cck.gob.ar/events/fime-clase-magistral-de-composicion-electroacustica-1-a-cargo-de-mario-mary/> . Página 61.

Figura 19. Fotografía de Alejandro S. Escuer. Propiedad del compositor. Consultada de <https://alejandroescuer.com/bio> . Página 62.

Figura 20. Diagrama de 4 formas de onda de sonido. Propiedad de *iZotope*. Consultada de <https://www.izotope.com/en/learn/the-beginners-guide-to-synths-for-music-production.html> . Página 64.

Figura 21. Diagrama de ejemplo de síntesis aditiva. Propiedad de *Planet of Tunes*. Consultada de <http://www.planetoftunes.com/synthesis/synthesis-types.php> . Página 66.

Figura 22. Diagrama de ejemplo de síntesis por frecuencia modulada. Propiedad de *Planet of Tunes*. Consultada de <http://www.planetoftunes.com/synthesis/synthesis-types.php> . Página 67.

Figura 23. Diagrama de ejemplos de ondas de sonido. Ribeiro y Alvarenga, *Física General*, 4a edición, México, 1998. Página 73.

Figura 24. Fotografía del interior del *Dolby Atmos Theater* en *Shree Balaji Studios* en Adheri, Mumbai. Propiedad de *Gadgets 360°*. Consultada de <https://www.gadgets360.com/tv/features/making-bollywood-movies-with-dolby-atmos-570913> . Página 78.

Figura 25. Fotografía de Oscar Pablo Di Liscia. Propiedad de Observatorio Iberoamericano de Artes Digitales y Electrónicas. Consultada de <https://observatorio.enba.edu.uy/index.php/participantes/item/53-oscar-pablo-di-liscia> . Página 80.

Figura 26. Fotografía (1937) de Carlos Chávez. Propiedad de Carl Van Vechten. Consultada de *Wikipedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Carlos_Ch%C3%A1vez . Página 90.

Figura 27. Captura de pantalla de *Wekinator*. Sitio oficial www.wekinator.org . Página 101.

Figura 28. Sin título. [Director e intérprete de música nueva]. Quino. Página 104.

Figura 29. Sin título. [Música aleatoria]. Quino. Página 112.

Figura 30. Fotografía de Iannis Xenakis explicando a niños y niñas sobre el funcionamiento de la *UPIC, Unité Polyagogique Informatique CEMAMu (Centre d'Etudes de Mathématique et Automatique Musicales)*. Consultada de internet pero sin autor o propiedad referenciable. Incluida por su valor histórico. Página 122.

Figura 31. Diagrama de flujo. Consultado de *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo . Autoría de Pawel Zdziarski (faxe). Página 133.

Figura 32. Tabla de símbolos básicos de diagramas de flujo. Consultada de <https://platzi.com/tutoriales/1444-pensamiento-logico/6052-que-es-un-diagrama-de-flujo/> . Propiedad de Jorge Arias. Página 134.

Figura 33. Fotografía de Ricardo dal Farra. Propiedad de la Universidad de Concordia. Consultada de <https://www.concordia.ca/finearts/music/faculty.html?fpid=ricardo-dal-farra> . Página 138.

Figura 34. Fotografía de Richard Stallman. Propiedad de Rubén Rodríguez. Consultada de https://en.wikipedia.org/wiki/Richard_Stallman . Página 139.

Figura 35. Fotografía de Linus Torvalds. Propiedad de *linuxmag.com* Consultada de *Wikipedia* https://en.wikipedia.org/wiki/Linus_Torvalds . Página 139.

Figura 36. Fotografía de Richard Stallman caracterizado de *St. IGNUcius*. Propiedad de Gisle Hannemyr. Consultada de *Wikipedia*. Página 142.

Figura 37. Captura de pantalla propia, de *Debian Linux* 10.7 con el escritorio *Gnome* 3.30. Página 144.

Figura 38. Captura de pantalla propia, de *Ubuntu Studio* 16.04, mostrando la terminal de comandos (*gnome-terminal*) y *Jack Audio Connection Kit (qjackctl)*. Página 145.

Figura 39. Captura de pantalla propia, del servidor de sonido *Jack Audio Connection Kit (Jack o qjackctl)*, mostrando ventana de configuración y al fondo, ventana de gráfico de conexiones. Página 147.

Figura 40. Ejemplo de la interconexión entre aplicaciones y el servidor de sonido *Jack*. Elaboración propia (a partir de imágenes de *Wikipedia*). Página 148.

Figura 41. Captura de pantalla propia de la aplicación principal del servidor de audio *Jack (qjackctl)*. Página 149.

Figura 42. Infografía del flujo de información en una experiencia *gamer* (con videojuegos), compuesta por la parte humana, el *hardware* y el *software*, y su latencia. Propiedad de Shmuel Csaba Otto (ScotXW). Consultado de *Wikimedia* <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=31418026> . Página 150.

Figura 43. Captura de pantalla propia de la aplicación *Codium IDE*. Página 151.

Figura 44. Captura de pantalla propia de la aplicación *IDE* de *La Malinette* (de *Pd, Pure Data*). Página 152.

Figura 45. Captura de pantalla propia de la aplicación *Supercollider IDE*. Página 153.

Figura 46. Captura de pantalla propia de la aplicación *IDE* de *Processing*. Página 154.

Figura 47. Elaboración propia, a partir de imágenes de *Astra*, *Wikipedia* y *Amazon* (<https://shop.orbbec3d.com/Astra> , <https://en.wikipedia.org/wiki/Kinect> , <https://www.amazon.com/-/es/Infrared-Controller-Tracker-Replacement-Nintendo-Consoles/dp/B07GWHB47C> , https://www.amazon.com.mx/Leap-Motion-Controller-Mac-PC/dp/B00HVYBWQO/ref=asc_df_B00HVYBWQO/?tag=gledskshopmx-20&linkCode=df0&hvadid=346645174943&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=175904844728172

[65882&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010149&hvtargid=pla-404289865150&psc=1](https://www.ircam.fr/65882&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmld=&hvlocint=&hvlocphy=1010149&hvtargid=pla-404289865150&psc=1) . Página 156.

Figura 48. Captura de pantalla propia del entorno de *TouchOSCEditor*. Página 157.

Figura 49. Fotografía del producto *Launchpad Mini*. Propiedad de *Novation*. Consultada de <https://novationmusic.com/en/launch/launchpad-mini> . Página 158.

Figura 50. Fotografía del producto *DTX multi pad*. Propiedad de *Yamaha*. Consultada de https://mx.yamaha.com/es/products/musical_instruments/drums/el_drums/drum_kits/dtx_multi_pad/features.html . Página 159.

Figura 51. Fotografía del *Ircam, Institut de recherche et coordination acoustique/musique*. Autoría de Megawattbulbman, pero en el dominio público. Consultada de *Wikipedia* <https://en.wikipedia.org/wiki/IRCAM> . Página 168.

Figura 52. Fotografía de Pierre Boulez. Posiblemente realizada por Jorge Franganillo de la Universidad Barcelona (según *Wikipedia*). Consultada de https://es.wikipedia.org/wiki/Pierre_Boulez . Página 168.

Figura 53. Diagrama del modelo Sydney para preservación de obras del *Ircam*. LEMOUTON, Serge; Goldszmidt, Samuel. *LA PRESERVATION DES ŒUVRES MUSICALES DU REPERTOIRE DE L'IRCAM: PRESENTATION DU MODELE SIDNEY ET ANALYSE DES DISPOSITIFS TEMPS REEL*. Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique. Página 169.

Figura 54. Diagrama del modelo de datos del proyecto Sydney del *Ircam*. *Ibidem*. Página 170.

Figura 55. Captura de pantalla propia del sitio *Faust*. Consultada de <https://faust.grame.fr/> . Página 178.

Figura 56. Captura de pantalla propia del editor *web* del proyecto *Faust* (mismo sitio *web*, *Faust*, pero apariencia anterior incluida para fines de comparación). Consultada de <https://faustide.grame.fr/> . Página 179.

Figura 57. Captura de pantalla propia del editor *web* del proyecto *Faust* (mismo sitio *web*, *Faust*, pero apariencia actual, para fines de comparación). Consultada de <https://faustide.grame.fr/> . Página 180.

Figura 58. Imagen de la obra (pintura) Los tres músicos de Pablo Picasso. Museo de Arte Moderno de Nueva York. Consultada de *Wikipedia*

https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Musicians . Página 187.

Figura 59. Imagen artística sobre la bondad de la música, con la leyenda "Bendito aquel que cultiva la música". Consultada de Internet. No fue posible determinar su autor. Página 198.

Recursos en línea.

En este apartado, serán incluidos los recursos en línea consultados, como el sitio de la revista Sonic Ideas / Ideas Sónicas (www.ideassonicas.com), coordinada por el Centro Mexicano para las Artes Sonoras ubicado en Morelia Michoacán, dependiente del CONACULTA.

Así se escuchaba la primera grabación de sonido del mundo realizada en 1877, en 20bits, del portal informativo 20 minutos, España. 2019.

<https://www.20minutos.es/noticia/4084073/0/asi-se-escuchaba-primera-grabacion-sonido/?autoref=true>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

AGAZZI, Evandro. *From technique to technology: The role of modern science*, en *Phil & Tech* 4:2, Winter 1998. University of Fribourg, Switzerland, 1998.

<https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v4n2/pdf/AGAZZI.PDF>

Recuperado el 15 de enero de 2023.

ALONSO, Edith. El concepto de “imagen-de-lo-sonoro” en la música acusmática según el compositor François Bayle, en *Escritura e imagen*, volumen 9, 2013. Universidad Complutense de Madrid, ISSN 1885-5687. Publicado a principios de 2014.

<https://revistas.ucm.es/index.php/ESIM/issue/view/2470>

Recuperado el 14 de enero de 2023.

ARROYAVE, Myriam. ¡Silencio!.. Se escucha el silencio, en *Calle14*, Volumen 8, Número 11. ISSN 2011-3757. Colombia, 2013. pp. 143-159

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=279029761011>

Recuperado el 16 de enero de 2023.

BBC News Mundo. Así sonaba la primera melodía de una computadora creada por el pionero de la informática Alan Turing en los años 50, en BBC Mundo. 29 de septiembre de 2016.

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-37506881>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

BENNETT, Nicholas. *Introductions to algorithms and pseudocode*. Central New Mexico Community College. 2021. 20 pp.

https://www.researchgate.net/publication/309410533_Introduction_to_Algorithms_and_Pseudocode/link/60a489d04585158ca05c54bc/download

Recuperado el 18 de enero de 2023.

BØGH Andersen, Peter; Bennedsen, Jens; Brandorff, Steffen; Caspersen, Michael E.; Mosegaard, Jesper. *Teaching programming to liberal arts students -a narrative media approach*. Aalborg University, y University of Aarhus, Denmark. 2003. 5 pp.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Teaching-programming-to-liberal-arts-students%3A-a-Andersen-Bennedsen/cd2a6be0e2fed05b6bf7f7cdb5245eb5413df74c>

Recuperado el 16 de enero de 2023.

CÁDIZ, Rodrigo F. Propuestas metodológicas para el análisis de música electroacústica, en *Resonancias: Revista de investigación musical (sección Estudios)*. Volumen 12, número 23. pp. 69-85. ISSN 0719 5702 (en línea); ISSN 0717 3474 (impresa). Centro de Investigación en Tecnologías de Audio, Instituto de Música. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

<https://resonancias.uc.cl/n-23/propuestas-metodologicas-para-el-analisis-de-musica-electroacustica/>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

CHACOBO, David. Recensión de *Estética de la música* de Dahlhaus, edic. Reichenberger (1996), p. 2, párrafo 4. <http://www.geocities.ws/dchacobo/EsteticaMusica.PDF>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

Computing, España, año 2000.

<https://www.computing.es/mercado-ti/noticias/1000456046401/java-automoviles.1.html> ,

Recuperado el 19 de enero de 2023.

CORRES-PEIRETTI, Hugo, ROMO, José, LEÓN, Javier, PÉREZ, Alejandro. *Conceptual Design*. FHECOR, Ingenieros Consultores. Madrid España

https://www.researchgate.net/publication/221410278_Conceptual_Design/link/0deec529664623b09b000000/download

Recuperado el 18 de enero de 2023.

DÍAZ Sánchez, Javier. “*Open hardware y software*, herramientas para el desarrollo de competencias educativas”, en Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Volumen 2, número 3, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ISSN 2007-8412. 2015.

<https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/504/543>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

DUQUE, Carlos. Judith Butler y la teoría de la performatividad de género, en Revista de Educación & Pensamiento, Colegio Hispanoamericano, 2010. pp. 85-95.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/2675/1/Judith.pdf>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

EAGLESTONE, B & Ford, Nigel & Nuhn, R & Moore, Adrian & Brown, Guy. (2001). *Composition systems requirements for creativity: what research methodology?* en la Conferencia *Mozart Workshop*. 2001. [10 pp.]

https://www.researchgate.net/publication/303547441_Composition_systems_requirements_for_creativity_what_research_methodology

Recuperado el 16 de enero de 2023.

ESPINOSA, Susana. Filosofía y música electroacústica. Problemáticas estéticas, discursos y públicos. Tesis dirigida por Dr. Graciela Fernández, Universidad Nacional de Lanús, Departamento de Humanidades y Artes, Página 11, último párrafo. 2014. 176 pp.

http://www.repositoriojmr.unla.edu.ar/descarga/TE/DFilo/035003_Espinosa.pdf

Recuperado el 12 de enero de 2023.

FANJUL, Sergio C. En realidad, ¿qué [...] es exactamente un algoritmo?, en El País (sección Matemáticas). Madrid, España, 2018.

https://elpais.com/retina/2018/03/22/tendencias/1521745909_941081.html

Recuperado 18 de enero de 2023.

Fedora Documentation. Musicians Guide. Chapter 3. Real-Time and Low Latency.

https://jfearn.fedorapeople.org/fdocs/en-US/Fedora_Draft_Documentation/0.1/html/Musicians_Guide/chap-Musicians_Guide-Real_Time_and_Low_Latency.html

Recuperado el 14 de enero de 2023.

FITCH, W. Tecumseh, Popescu, Tudor. *Universal Features of music around the world*, en *Science Daily*, 2019.

<https://www.sciencedaily.com/releases/2019/11/191122113300.htm>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

HAUSER, H.; Reinhard, E. Cook, R. *et allis*. “*State of the Art in Procedural Noise Functions*” en *STAR – State of the Art Report, Eurographics*, 2010.

https://www.academia.edu/2854259/State_of_the_art_in_procedural_noise_functions

Recuperado el 15 de enero de 2023.

JACCHERI, Letizia. *Artistic performance of Open Source Software, en Inderscience Enterprises, Ltd. Department of Computer and Information Science, NTNU, Norway, 2009. 23 pp.*

<https://folk.idi.ntnu.no/letizia/technical-report-arte-2011.pdf>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

JACK, Robert H., Stockman, Tony, McPherson, Andrew. *Effect of latency on performer interaction and subjective quality assessment of a digital musical instrument. Queen Mary University, Reino Unido, 2016.*

<https://www.researchgate.net/publication/>

[309706298](https://www.researchgate.net/publication/309706298) [Effect of latency on performer interaction and subjective quality assessment of a digital musical instrument](https://www.researchgate.net/publication/309706298)

Recuperado el 15 de enero de 2023.

LANDY, Leigh. *Electroacoustic music studies and accepted terminology, Beijing, 2006, en EARS ElectroAcoustic Resource Site, <http://ears.pierrecouprie.fr>*

Recuperado el 12 de enero de 2023.

LEMOUTON, Serge, y GOLDSZMIDT, Samuel. *La préservation des œuvres musicales du répertoire de l'IRCAM : présentation du modèle Sidney et analyse des dispositifs temps réel. Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique. 2016.*

<https://www.researchgate.net/publication/>

[305570699](https://www.researchgate.net/publication/305570699) [La préservation des oeuvres musicales du repertoire de l'IRCAM presentation du modele Sidney et analyse des dispositifs temps reel](https://www.researchgate.net/publication/305570699)

Recuperado el 19 de enero de 2023.

LISCIA, Oscar Pablo Di. Algunas reflexiones sobre la espacialidad del sonido en el marco de la producción discográfica comercial y la música electroacústica. Revista LIS - Letra Imagen Sonido, Ciudad Mediatizada, año III, número 5, mar-jun 2010, Buenos Aires, UBACyT, FCS-UBA. pp. 158-162.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5837783>

Recuperado el 16 de enero de 2023.

LISCIA, Oscar Pablo Di. Sentido y espacialidad en la musicalización de las glosas de Figuración de Gabino Betinotti, en La Semana del Sonido, Rosario, 2014. Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2014. 7 pp.

https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/SemSon_DiLiscia-1.pdf

Recuperado el 16 de enero de 2023.

MASSEY, Howard (compilador y editor), Dahmer, Chuck (ilustrador). *P&E Wing Recommendations for Surround Sound Production*, The National Academy of Recording Arts & Sciences, Inc., 2004. [68 pp.]

http://www2.grammy.com/pdfs/recording_academy/producers_and_engineers/5_1_rec.pdf

Recuperado el 14 de enero de 2023.

MARTIN, Johannes, MÜLLER, Hausi A. *Strategies for migration from C to Java* (conference paper). University of Victoria, BC, Canada, 2001.

https://www.researchgate.net/publication/3893289_Strategies_for_Migration_from_C_to_Java

Recuperado el 19 de enero de 2023.

MAULEÓN, Claudia. “El gesto comunicativo del intérprete. Una aproximación al Gesto Musical del Intérprete”, en “Actas de la IX Reunión”. Sociedad Argentina para las Ciencias Cognitivas de la Música (SACCoM). Universidad Nacional de La Plata. Argentina, 2010. 9 pp.

http://www.saccom.org.ar/2010_reunion9/actas/17.Mauleon.pdf

Recuperado el 16 de enero de 2023.

MEDINA, Eduardo. 5 Distribuciones pensadas para artistas, músicos y editores, en MuyComputer. <https://www.muycomputer.com/2016/07/19/5-linux-artistas-musicos-editores/>
Recuperado 18 de septiembre de 2023.

MENS, Tom, and Tourwé, Tom. *IEEE Transactions of software engineering*, volumen 30, número 2. *A survey of software refactoring*. 2004.

https://www.researchgate.net/publication/3188387_A_Survey_of_software_refactoring

Recuperado el 19 de enero de 2023.

MILLS, Ted. [Escucha la primera grabación de voz humana,] *Hear the First Recording of the Human Voice* (1890), en *Open Culture*.

<http://www.openculture.com/2019/07/hear-the-first-recording-of-the-human-voice-1860.html>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

MINSBURG, Raúl. ¿Qué es la acusmática? Música Electroacústica. Música – tecnología y de todo un poco. <http://raulminsborg.blogspot.com/2008/02/qu-es-la-acusmtica.html>

Recuperado el 14 de enero de 2023.

MINSKY, Marvin. Música, Mente y Significado, *Music, Mind and Meaning*, en *Computer Music Journal*, otoño de 1981, Vol. 5, No. 3,

<https://web.media.mit.edu/~minsky/papers/MusicMindMeaning.html>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

MINTZ, Susannah B. *The Art of Joseph Grigely: Deafness, Conversations, Noise*, en *Journal of Literary and Cultural Disability Studies* 6.1. ISSN 1757-6458, ISSN en línea 1757-6466. Liverpool University Press, 2012. 16 pp.

<https://www.academia.edu/19804862/>

[The Art of Joseph Grigely Deafness Conversation Noise](#)

Recuperado el 15 de enero de 2023.

O'DEA, S. *Mobile operating systems' market share worldwide from January 2012 to December 2019*. en Statista.

<https://www.statista.com/statistics/272698/global-market-share-held-by-mobile-operating-systems-since-2009/>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

PATEL, Ruhee. *Neuromaestro: Music Composition in the Brain*, 2018,

<https://scholarblogs.emory.edu/summerinparis/2018/06/01/neuromaestro-music-composition-in-the-brain/>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

PARADISO. Joseph A. *Electronic Music Interfaces*. MIT Media Laboratory, Cambridge, Massachusetts, Estado Unidos de América, 1998.

<http://paradiso.media.mit.edu/SpectrumWeb/SpectrumX.html>

Recuperado el 14 de enero de 2023.

POLI, Giovanni De. *A Tutorial on Digital Sound Synthesis Techniques*, en *Computer Music Journal*, Volumen 7, No. 4, Invierno, 1983. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, Estados Unidos de América.

https://www.academia.edu/26853751/A_Tutorial_on_Digital_Sound_Synthesis_Techniques

Recuperado el 15 de enero de 2023.

ROCHA Iturbide, Manuel. Cronología comparada de la Historia de la Música Electroacústica en México. <https://www.artesonoro.net/articulos/Cronologia.pdf>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

ROCKWELL, John. *CLASSICAL VIEW; Cage Merely An Inventor? Not a Chance*, en *The New York Times*. 23 de agosto de 1992. <https://www.nytimes.com/1992/08/23/arts/classical-view-cage-merely-an-inventor-not-a-chance.html>

Recuperado el 14 de enero de 2023.

SANDOVAL, Alan A. El problema del año 2000, en Revista ¿Cómo ves? Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/5/el-problema-del-ano-2000>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

SHANKLAND, Stephen. *Google's Android parts ways with Java industry group*.

<https://www.cnet.com/news/googles-android-parts-ways-with-java-industry-group/>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

SHERMAN, Larry; Plies, Dennis. *Every brain needs music*. Ilustraciones de Susi B. Davis. *Columbia University Press*. Publicación anunciada para mayo de 2023. ISBN 9780231209106.

<http://cup.columbia.edu/book/every-brain-needs-music/9780231557795>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

The International MIDI Association. Standard MIDI-File Format Spec. 1.1.

<http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt306/StandardMIDIfileformat.html>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

THIEBAUT, Jean-Baptiste; HEALY, Patrick G. T.; KINNS, Nick Bryan. *Drawing Electroacoustic Music, en Interaction, Media and Communication*. Queen Mary University of London, 2008.

<http://www.eecs.qmul.ac.uk/~nickbk/papers/ThiebautHealeyKinns-ICMC2008.pdf>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

THORNELLY, Steven. *The Impact of Computer Music Technology on Music Production*.

<https://stevethornely.files.wordpress.com/2012/05/the-impact-of-computer-music-technology-on-music-production-steven-thornely.pdf>

Recuperado el 16 de enero de 2023.

TIC aplicadas a la Educación Musical. Universidad Camilo José Cela, España. 9 pp.

<https://www.magister.es/grado/materiales5/Grado%20Semi%20Presencial/1%C2%AA%20Sesi%C3%B3n/Menciones/M%C3%BAsica/TIC%20M%C3%BAsica/clase%202%20tic.pdf>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

TORVALDS, Linus. Sitio oficial en github.com del proyecto Linux.

<https://github.com/torvalds/linux/blob/master/Documentation/process/coding-style.rst>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

Transvive Inc. Mainframe migration strategy manual. Transvive Inc. Toronto, Ontario, Canada, 2011

<http://www.platformmodernizationalliance.org/transvive>

NO SE PUDO RECUPERAR AL MOMENTO DE ESCRIBIR ESTAS LÍNEAS.

TREHUB, Sandra E., Becker, Judith, Morley, Iain. Perspectivas Cross-Culturales en música y musicalidad, *Cross cultural perspectives on music and musicality, en Philosophical Transactions B*, 2015,

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4321137/>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

TURCOTTE-McCUSKER, Mike. GNU/Linux for beginners: How Audio Works, 2017.

<https://www.ghacks.net/2017/08/16/linux-audio-explained/>

Recuperado el 18 de enero de 2023.

VELEMA, *From technique to technology*, ISSN 1567-7745, *A reinterpretation of Adorno's concept of musical material*, apartado 4.2.1.

<http://soundscapes.info>

[http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME10/From technique to technology.shtml](http://www.icce.rug.nl/~soundscapes/VOLUME10/From_technique_to_technology.shtml)

Recuperado el 14 de enero de 2023.

VENTURA, Dalia. El misterio de las grabaciones de voz humana hechas 3 décadas antes que las de Thomas Edison, en BBC News Mundo, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56255462>

. Recuperado el 12 de enero de 2023.

Verdugo Chávez, Diana Alejandra. Apple y Samsung reciben multa por obsolescencia programada, en Tribuna.

<https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Apple-y-Samsung-reciben-multa-de-15-millones-de-euros-por-obsolescencia-programada-20181024-0053.html>

Recuperado el 19 de enero de 2023.

VICIOSA, Mario. La primera grabación de la historia cumple años con sorpresa, en El Independiente, publicado el 20 de abril de 2018, y actualizado el 21 de enero de 2019.

<https://www.elindependiente.com/futuro/2018/04/20/la-primera-voz-grabada-de-la-historia-cumple-anos-con-sorpresa/>

Recuperado el 12 de enero de 2023.

The Brain Functional State of Music Creation, en nature.com,

<https://www.nature.com/articles/srep12277>

Anexos.

Modelo de cuestionario para la entrevista a compositores, artistas y creadores sonoros.

A continuación se incluye el modelo de cuestionario aplicado a ciertos creativos con reconocida trayectoria en el medio. Se trata de tres preguntas, la primera hace referencia a la situación actual en esta materia, la segunda sobre recursos para aterrizar la idea compositiva, y la tercera, sobre como otorgarle elementos para facilitar la reproducción en directo a largo plazo. He aquí las preguntas:

1. Para ti, ¿cuál es el estado, la situación, de la música electroacústica, primero en México, y enseguida, cuál es tu apreciación de fuera de México?
2. Para el ejercicio creativo, ¿cuál consideras que es un buen recurso, fuera de la computadora, esto es, cuál es un buen camino/medio para perfilar con claridad, tu idea compositiva?
3. Suponiendo una interpretación en directo, ¿cómo puedes darle elementos a tu propuesta, tu obra, para que tenga mejor oportunidad de trascender al paso del tiempo?

Entrevista a Ignacio Bacalobera (18 de agosto de 2019).



Ignacio Baca Lobera (imagen de Amigos OFUNAM)

E. Martínez - Para ti, ¿cuál es el estado, la situación, de la música electroacústica, primero en México, y enseguida, cuál es tu apreciación de fuera de México?

I. Bacalobera - Los últimos 25 ó 30 años han sido de un gran desarrollo exponencial, cada vez hay más gente trabajando muchos aspectos que involucran programación, síntesis, composición algorítmica, *live coding*, *circuit bending*, instalación, improvisación, *net-art* (término del que ya nadie se acuerda, por cierto), video y todos los derivados de estas áreas. Esto se debe a que el hardware y el software ha sido más accesible y barato y a que las instituciones son cada vez más abiertas a todo tipo de cursos y de programas de estudio, por una parte y a las posibilidades de Internet como herramienta de difusión de conocimiento y materiales.

En pocas palabras, tenemos más acceso a recursos y es más accesible poder crear música electroacústica. Creo que nunca habíamos tenido tanta actividad creativa, ya hay

muchos festivales y tenemos programas de estudio, y tenemos el CMMAS que ha contribuido enormemente.

Por otro lado tenemos diferentes caminos artísticos (disculpa que no use la palabra "estética" que no la soporto) y muchas voces en varias generaciones, y esto se puede afirmar sobre prácticamente toda la música que se está haciendo en México.

Ahora la parte que veo problemática: se han ido creando nichos que ya no se relacionan entre sí; veo poca disposición a intercambiar opiniones, ideas, y proyectos entre esos nichos. Me parece que hay una tendencia a aislarse, pero es mi punto de vista. Y así como en la música instrumental, se tiende a crear "mafias" cerradas. En la música instrumental también veo que no tiene ninguna relación con la electroacústica: o eres acústico o eres electroacústico, si vemos lo que se enseña y se hace dentro de las instituciones como la UNAM, el Conservatorio o la Superior de Música. En lugar de aprovechar las posibilidades de estos dos extremos, instrumentos acústicos y música electroacústica, se opta por uno u otro en detrimento de la experimentación. Siempre me ha parecido más interesante la música de un compositor cuando se mueve por esos dos mundos sin problemas (Joji Yuasa, Joao Pedro Oliveira, Kaija Saariajo, Panayotis Kokoras, por ejemplo).

En el terreno de la música acústica se fomenta una tendencia hacia lo conservador, con la idea de que será más exitoso componer danzones que una obra microtonal para orquesta y live electronics.

En fin, esto es lo que veo en el panorama nacional, y descontando los comentarios sobre los danzones, se podría aplicar a nivel mundial.

E. Martínez - Para el ejercicio creativo, ¿cuál consideras que es un buen recurso, fuera de la computadora, esto es, cuál es un buen camino/medio para perfilar con claridad, tu idea composicional?

I. Bacalobera - Mi experiencia es que no hay un camino único; durante muchos años he trabajado con la idea del tiempo real y experiencial como fundamento para construir o inventar. Y me he servido de papel y lápiz bosquejando versus tiempo real. Gestos, desarrollos, reelaboraciones, variaciones, de poco material que se comprime, expande, superpone y se reinstrumenta según lo que sea necesario.

Creo que hay varios procedimientos creativos que pueden ser a corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo, un bosquejo me puede decir dónde están los puntos importantes (sin saber exactamente qué son), y en un segundo nivel podría poner la instrumentación y compases. Sin embargo el detalle puede ser espontáneo; hay cosas que es mejor espontáneamente cuando ya el trasfondo está definido. Hay que saber dónde se pone la espontaneidad y dónde está la estructura formal. También me pasa mucho que hay que ir descubriendo de qué trata la obra, cuáles son sus límites y sus propuesta como obra.

E. Martínez - Suponiendo una interpretación en directo, ¿cómo puedes darle elementos a tu propuesta, tu obra, para que tenga mejor oportunidad de trascender al paso del tiempo?

I. Bacalobera - Trascender el paso del tiempo puede ser una carga para el trabajo creativo y hay ninguna garantía, y menos ahora, cuando todo lo que considerábamos como básico para una carrera o como garantía de calidad se ha tambaleado gracias al Internet y a esta sociedad esquizofrénica dónde todo cambia mucho en lapsos de tiempo cada vez más corto.

No sé si todavía aplica aquello que nos decían nuestros maestros con respecto a la obra: que entre más trabajo pongamos en ella, más se va a notar ese trabajo y que no se pueden crear piezas que valgan sin haber puesto muchísimo tiempo de trabajo concentrado. pero ya nada es seguro, lo cuál hace que estos tiempos sean difíciles y confusos pero muy interesantes.

Entrevista a Rodrigo Sigal (21 de agosto de 2019).



Rodrigo Sigal (crédito de la imagen: www.rodrigosigal.com)

E. Martínez - Para ti, ¿cuál es el estado, la situación, de la música electroacústica, primero en México, y enseguida, cuál es tu apreciación de fuera de México?

R. Sigal - ¿Sabes? Bueno, tu conoces mi trayectoria, México es uno de los bastiones, desde hace muchos años, 25 ~ 30 años, de la música electroacústica, pero hay algo interesante, y es que la música electroacústica, bueno, como muchas de las artes, no suceden en un lugar, creo que la música electroacústica mexicana, sucede en muchos lados, y comenzó, obviamente por el conservatorio nacional, los grandes compositores, todo el trabajo por supuesto muchos años después de Russek, que es fundamental, de Roberto Morales pero también la trayectoria y el tiempo de Javier Álvarez en Inglaterra, la oportunidad que tuvo de ir a estudiar ahí, todas las generaciones nuevas que tu conoces bien que han pasado por el CMMAS, pero creo que eso ha colocado y dispersado en muchos países del mundo a un grupo creativo de compositores mexicanos que hacen música super interesante. Lo que creo es que nos hace falta es consolidar en México como el regreso, de muchos de esos artistas, que aunque están vinculados con México, realmente no necesariamente se hace una música que sea mexicana

electroacústica, y eso me llama la apreciación fuera de México, yo creo si se conoce mucho a México sobre todo en América Latina y en algunos lugares de Europa, como España, probablemente Inglaterra, como uno de los lugares en donde más actividad hay, los latinoamericanos en general ubican a México en el ámbito de la música electroacústica no solo por el CMMAS, sino por todo lo que se hace en todas las instituciones, la UNAM, y muchísimos otros lugares.

E. Martínez - Para el ejercicio creativo, ¿cuál consideras que es un buen recurso, fuera de la computadora, esto es, cuál es un buen camino/medio para perfilar con claridad, tu idea composicional?

R. Sigal - ¿Cuál es un buen camino medio, para perfilar con claridad tu idea composicional? A mi lo que me parece fundamental, en el camino para perfilar con claridad mi idea composicional es esta visión de que la música instrumental y la música con tecnología no son diferentes en la manera en la que se piensa un lenguaje y en la manera en que se estructuran las ideas, la herramienta es otra, y el proceso para llevarla a cabo si pasa por la tecnología y te da otras alternativas y otras técnicas disponibles que cambian mucho el estilo, el problema fundamental que tiene que ver con organizar una coherencia de los timbres, de las dinámicas, de las duraciones, de la armonía, y sobre todo del espacio, es el mismo, sin embargo, en el lenguaje tecnológico, el espacio y el timbre son los dos elementos principales y los otros se vuelven secundarios, eso es lo que genera una claridad de lenguaje en la música electroacústica desde mi perspectiva y eso es lo que a mi me interesa explorar, y a la hora de trabajar en música mixta, la conexión con los instrumentos acústicos en esos ámbitos, del espacio y del timbre, es para mi lo más, más atractivo.

E. Martínez - Suponiendo una interpretación en directo, ¿cómo puedes darle elementos a tu propuesta, tu obra, para que tenga mejor oportunidad de trascender al paso del tiempo?

R. Sigal - Es una pregunta interesante, porque yo desde hace mucho tiempo, por lo menos 20 años, me he interesado mucho por hacer obras que en el proceso tecnológico a la hora de componer probablemente sean complejas usando *Max*, electrónica en vivo, samples, improvisación, varios instrumentos que se graban muchas veces, pero para mi es muy importante que la interpretación sea super simple, yo antes le llamaba la versión

latinoamericanizada de la música mixta, en donde básicamente solo se utilice, una cinta en CD, o ahora un teléfono celular, un video y ahí esté toda la parte tecnológica y el instrumentista pueda tocar super fácil ahí con lo que tenga a la mano. Para mi esa posibilidad de transportabilidad en donde el compositor no es indispensable en el concierto le da un valor a la música muy atractivo y además se abre a nuevos estudiantes y nuevos públicos, para mi esa parte es fundamental y en general prácticamente todas mis obras tienen diferentes versiones con los requerimientos técnicos y lo más fácil siempre es un audio estéreo desde el teléfono con un timer con la música pero van subiendo, pueden tener ocho canales, electrónica, video, ya sabes, ¿no?

Ejemplo de desarrollo de miniaturas sonoras mediante *HTML*, *Javascript* y *CSS*.

Enseguida, se describe de la manera más coloquial posible, un caso que ejemplifique las propuestas incluidas en el texto compartido. En primer lugar, a través solo de palabras, y después, a través de diagramas de flujo –que persiguen explicar las partes esenciales de una obra musical pequeña o miniatura, y de cómo van surgiendo ideas adicionales, cómo se va descubriendo a la obra misma paulatinamente en cada iteración, hasta llegar al código.

Planteamiento inicial.

La idea general, es realizar una miniatura, una pequeña obra, aprovechando las capacidades sonoras de *Javascript*, para ofrecerla por medio de una página *web*. Una página *web* tiene una doble ventaja, puede ofrecerse a casi cualquier tipo de cliente o dispositivo, por ejemplo, un móvil o una computadora portátil, aunque tiene una enorme desventaja, quizá la principal, y es que todo lo que publiques, puede ser usado sin tu consentimiento, incluido tu código de programa. Entonces, habiendo dicho lo anterior, sigamos adelante. Hablando desde el punto de vista de los dispositivos o clientes a emplear, hay diferencias en cuanto a prestaciones, capacidades y desempeño, pero en general, puede apreciarse la potencia de un diminuto proyecto como este –la miniatura–. En general puede ser apreciado o valorado desde cualquier situación de consulta, sabiendo que habrá diferencias significativas en función de la plataforma escogida, aunque en definitiva, en una computadora se obtendrá una mejor experiencia.

La miniatura, estará basada en sonidos aleatorios, aprovechando que el azar puede simplificar las líneas de código, aunque puede elevar la dificultad en cuanto a la implementación de la programación. De hecho, toda la propuesta emplea el azar, por lo que puede considerarse una propuesta estocástica. Ahora, como el medio –o mejor dicho, el multimedia–, se trata de una página de internet, se buscará aprovechar su componente visual, para no desperdiciar la oportunidad. Por último, una *web page* es susceptible de adaptarse para generar una aplicación móvil o *app* posteriormente aunque eso escapa a las intenciones de esta sección en el presente texto.

En cuanto a la interfaz de usuario, será necesario incluir una breve mención a la obra, al menos al título, al autor, y algún vínculo, *link* o botón que permita iniciar su ejecución. En cuanto a la parte interna, donde están los datos y demás infraestructura que permite la corrida, esto es, el *back end*, se escogerá un relativamente pequeño conjunto de sonoridades –en este caso, hablo y opto por notas musicales–, de las infinitas posibilidades propias de las capacidades de síntesis de una herramienta informática, para poder hacerlas sonar durante la ejecución, de manera aleatoria, por supuesto. Al mismo tiempo, como se ha señalado ya, se aprovechará el canal visual, generando también, figuras de manera aleatoria, en posiciones y dimensiones en ese mismo sentido. El usuario o espectador, decide cuando terminar la ejecución de la obra.

Por lo tanto, partiendo de la idea anterior, podemos elaborar los siguientes pasos de la propuesta.

Algoritmo inicial.

- Inicializar todas y cada una de las entidades requeridas por el programa, previo a su ejecución, por ejemplo:
 - Generar la selección de notas musicales.
 - Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 - Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas durante la corrida.
- Iniciar el bucle de la ejecución.
- Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.
- Escoger al azar una figura, así como sus dimensiones, ubicación, colores o tonalidades –todo al azar–.
- Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.
- Repetir mientras no se decida terminar la obra.

Mientras realizaba una primer implementación del código –como suele ocurrir–, encontré tres cuestiones o facetas que no había considerado. La primera: en clientes o dispositivos de menor poder o antiguos, es necesario eliminar elementos visuales para reducir la carga de ejecución. Derivado de ello, decido entonces un enfoque de verdad minimalista, no habrá otra entidad en la pantalla más que las necesarias, y una vez que cumplan su función, serán removidas, lo que implica que, para terminar la corrida de la obra, tendrá que finalizarla el usuario regresando en su navegador o cerrando la pestaña o incluso el mismo navegador. La segunda cuestión: la obra puede formar parte de una serie, digamos 3 miniaturas, que compartan principios, reutilizando el código siguiente por el mismo camino iniciado. Y la tercera, que ocurrió precisamente durante las primeras ejecuciones: teniendo el aspecto visual a la mano, podemos intentar agregar más interés a la experiencia, generando un efecto ante los ojos del espectador, algo así como lograr una ilusión –al menos espero que así se perciba–.

Algoritmo Revisado.

- Inicializar todo lo indispensable.
 - Generar la selección de notas musicales.
 - Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 - Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas durante la corrida.
- Iniciar el bucle de la ejecución.
- Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.
- Escoger al azar una figura, así como sus dimensiones, ubicación, colores o tonalidades –todo al azar–.
- Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.
- Antes de repetir lo anterior, buscar una manera de generar una ilusión óptica. La ilusión puede ser de movimiento, como percibir profundidad, cercanía o lejanía, o alguna otra manera de modificar lo que está frente al usuario o espectador.

- Repetir mientras no se decida terminar la obra.
- Terminar.

Consideraciones.

La miniatura uno, mostrará rectángulos.

La miniatura dos, mostrará rectángulos de una manera en que simule que después de dibujado se vuelve a dibujar, como enfatizando su presencia. La idea es darle un poco de variedad.

La miniatura tres, mostrará círculos o puntos –dependiendo como decidas apreciarlo– de diferentes colores –mismos que serán escogidos también al azar–.

Las miniaturas dos y tres, tendrán un efecto de alejamiento o profundidad. Al realizarlo, cuando las figuras se funden con el fondo, también aparentan oscurecerse.

Sobre los algoritmos, los primeros cuatro pasos, se repiten para cada una de las miniaturas en cuestión.

Los sonidos emitidos en cualquiera de las miniaturas, serán todos generados al azar, en selección de sintetizador, altura y duración. Aunque así será para las tres miniaturas de la serie, no serán prácticamente iguales en ninguna de sus ejecuciones debido a la aleatoriedad.

Algoritmo Revisado, Miniatura 1 “Cuadros”.

1. Inicializar todo lo indispensable:
 1. Generar la selección de notas musicales.
 2. Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 3. Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas durante la corrida.
2. Iniciar el bucle de la ejecución.
3. Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.
4. Dibujar un rectángulo, cuyas dimensiones y posición sean determinadas por el azar.
5. Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.

6. Repetir mientras no se decida terminar la obra.

Algoritmo Revisado, Miniatura 2 “Cuadros (y fondo)”.

1. Inicializar todo lo indispensable:
 1. Generar la selección de notas musicales.
 2. Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 3. Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas durante la corrida.
2. Iniciar el bucle de la ejecución.
3. Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.
4. Dibujar un rectángulo, cuyas dimensiones y posición sean determinadas por el azar.
5. Volver a dibujar la misma figura, para aparentar que se remarca o que se dibuja en dos pasos.
6. Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.
7. El lienzo en general, se reducirá para simular que se está alejando del espectador.
8. Repetir mientras no se decida terminar la obra.

Algoritmo Revisado, Miniatura 3 “Puntos (y fondo)”.

1. Inicializar todo lo indispensable:
 1. Generar la selección de notas musicales.
 2. Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 3. Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas durante la corrida.
2. Iniciar el bucle de la ejecución.
3. Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.

4. Dibujar un círculo –o punto–, cuyas dimensiones, color, transparencia y posición sean determinadas por el azar.
5. Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.
6. El lienzo en general, se reducirá para simular que se está alejando del espectador.
7. Repetir mientras no se decida terminar la obra.

Try&Catch.

En la mayoría de los lenguajes de programación actuales, podemos emplear atrapado o captura de errores. A grandes rasgos, funciona como un intenta/trata y captura/atrapa, *try & catch*, resultando en la siguiente versión

1. Inicializar todo lo indispensable:
 1. Generar la selección de notas musicales.
 2. Generar la selección de registros o índice de las notas musicales.
 3. Generar la selección de sintetizadores que producirán los sonidos de las notas.
2. Intenta/trata:
 1. Iniciar el bucle de la ejecución.
 2. Escoger al azar un tipo de sonido o tipo de sintetizador, una duración y una altura a sonar.
 3. Dibujar un círculo –o punto–, cuyas dimensiones, color, transparencia y posición sean determinadas por el azar.
 4. Efectuar la emisión del sonido, así como la realización del dibujo de la figura antes mencionada.
 5. El lienzo en general, se reducirá para simular que se está alejando del espectador.
 6. Repetir mientras no se decida terminar la obra.
3. Atrapa/capura el error

Diagramas de flujo.

A continuación, se incluyen los diagramas de flujo que representan las ideas básicas aquí señaladas. La intención no es profundizar en las miniaturas, sino describir un procedimiento válido y funcional, para realizar una obra como las discutidas en el presente texto.

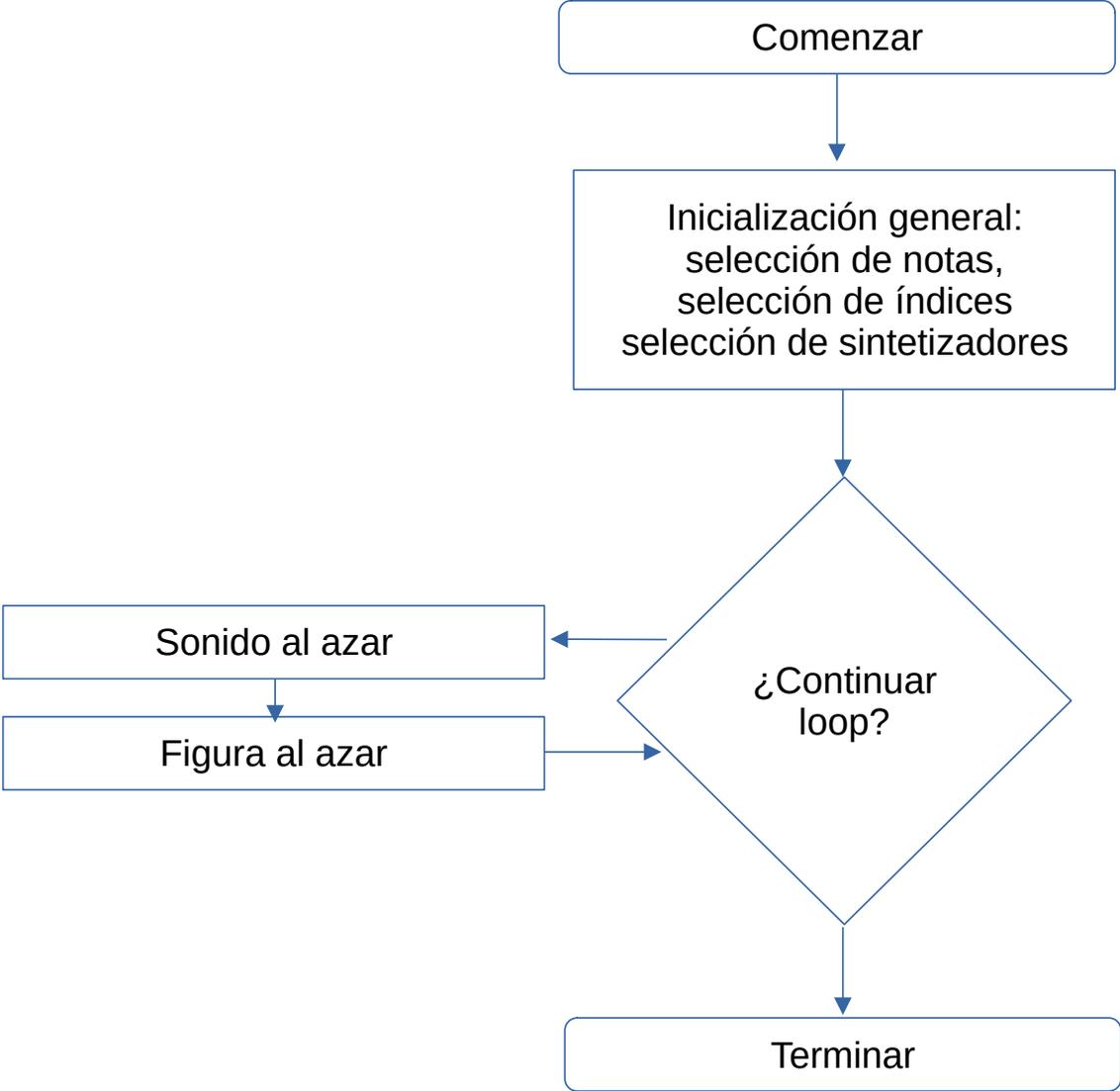


Diagrama del algoritmo general de la miniatura (aplica para miniatura uno).

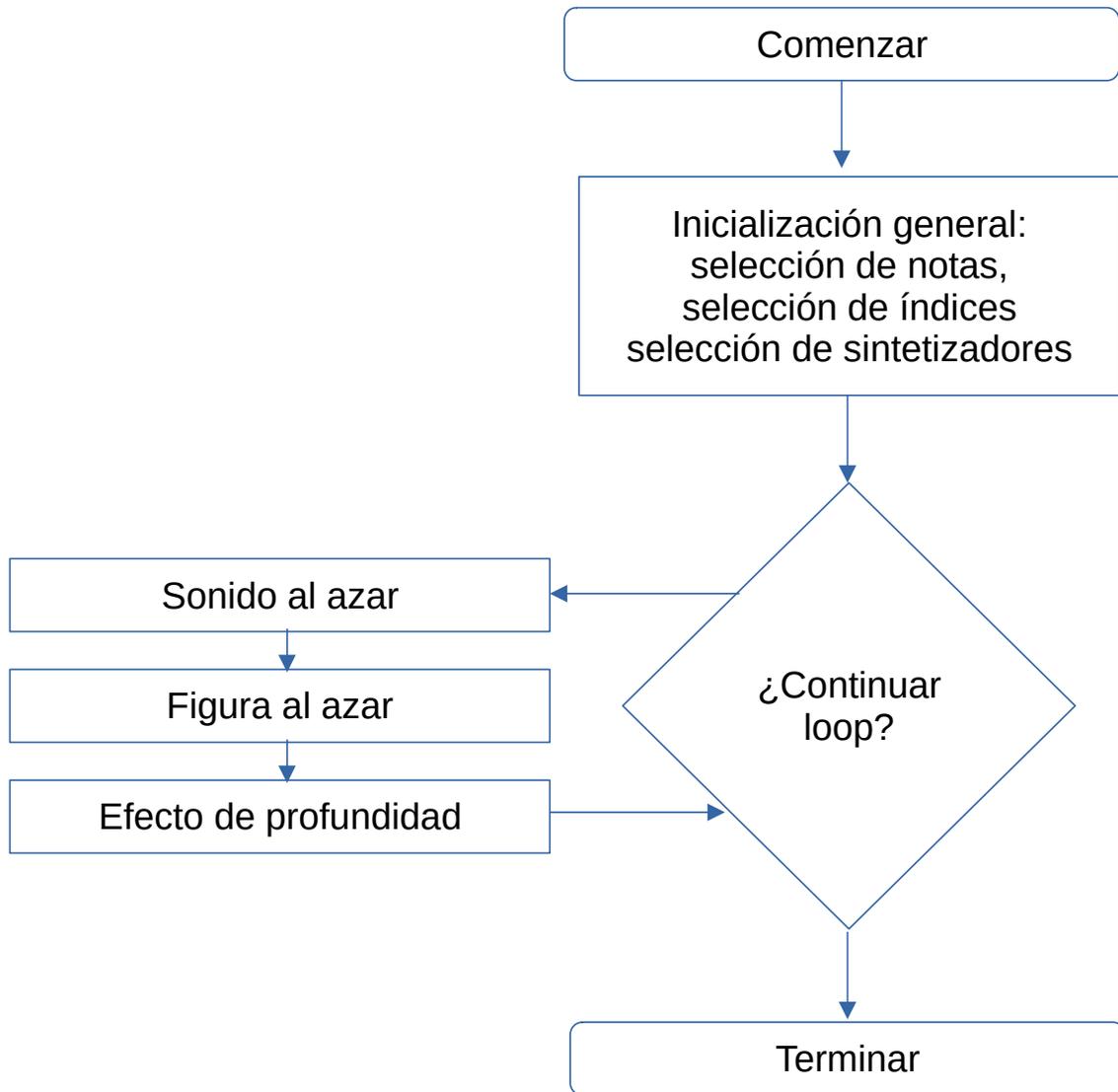


Diagrama del algoritmo revisado de la miniatura (aplica para miniatura dos y tres).

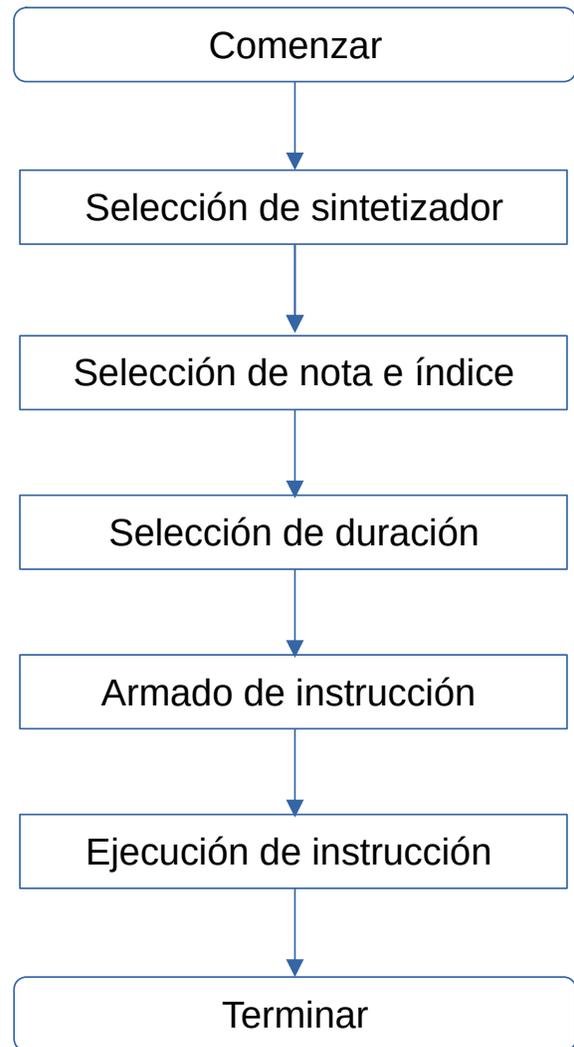


Diagrama del algoritmo de proceso “Sonido al azar”

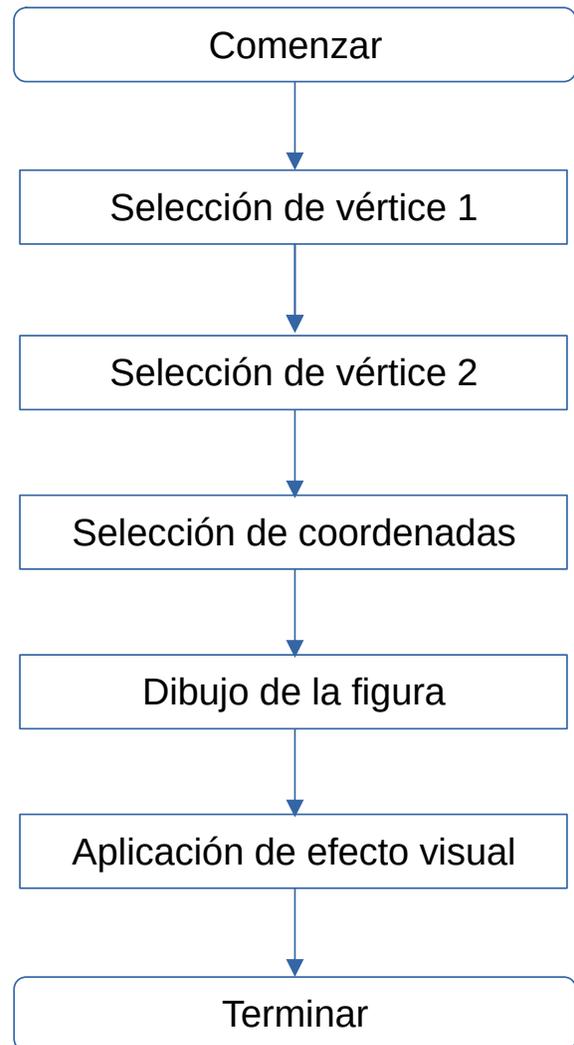


Diagrama del algoritmo del proceso “Figura al azar”

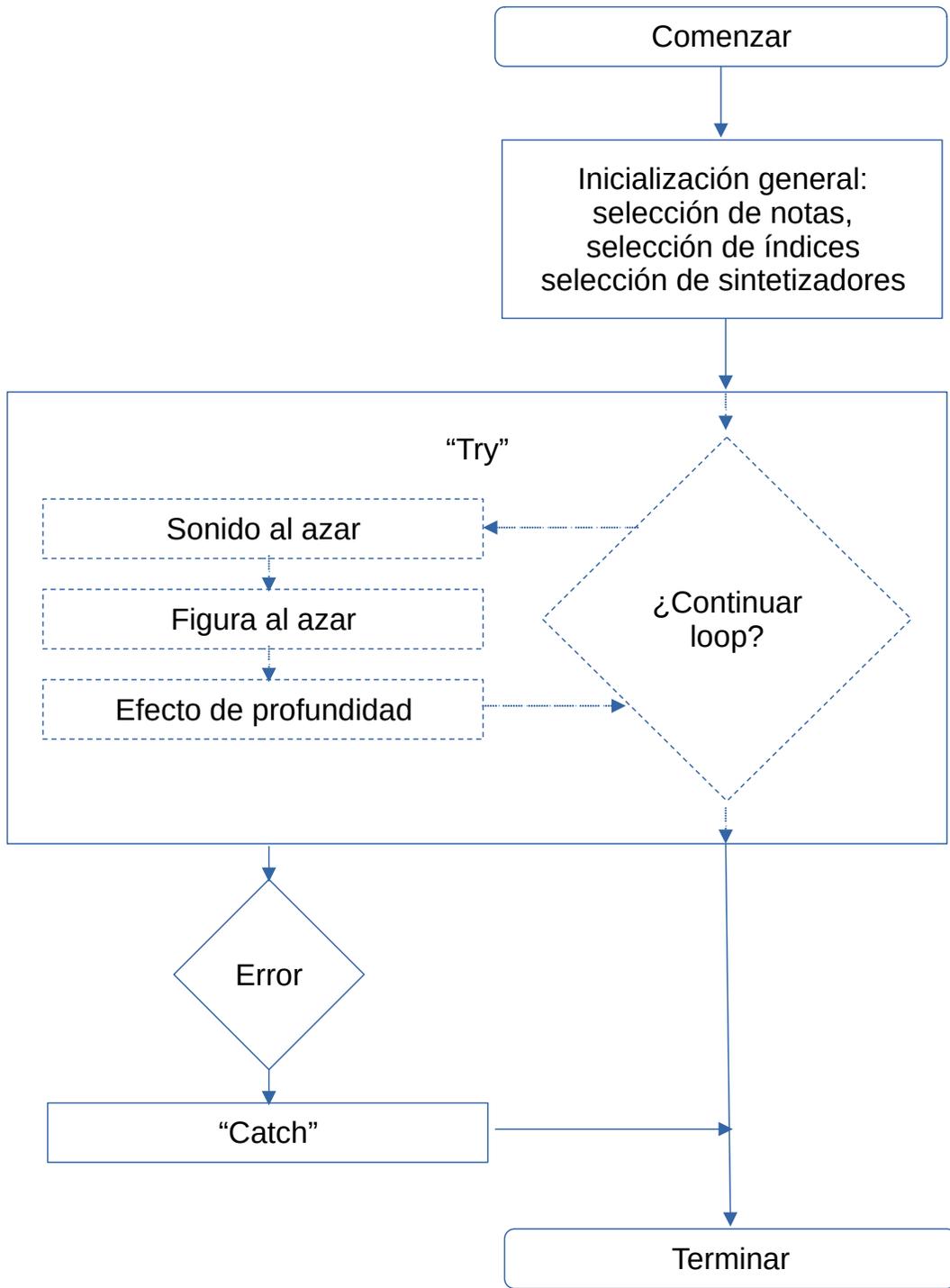


Diagrama del algoritmo revisado de la miniatura (aplica para miniatura dos y tres principalmente), con rutina Try&Catch para atrapado de errores.

Código fuente del ejemplo.

Cada una de las miniaturas audiovisuales *web* constan de 3 componentes: *HTML*, *CSS* y *Javascript* (como lenguaje de programación y síntesis). Comparten una pequeña librería *JS* y hojas de estilo *CSS* con cuestiones comunes a las tres, más una página *web* y código *Javascript* particular para cada una –por obvia necesidad–. Este puede considerarse como un trabajo en proceso.

Comunes a las tres:

En el *back end*:

ajolotes.js // librería Javascript general, reutilizable, como la función de azar.

```
// ajolotes.js
// vrs 1 alpha
/* autor: Erick Martinez,
emartinez@enesmorelia.unam.mx */

// Función para detectar si es dispositivo móvil
// Consulta en el userAgent si es móvil
function fncEsMovil() {
    const userAgent = navigator.userAgent || navigator.vendor || window.opera;
    // Lista de identificadores comunes en dispositivos móviles
    return /android|webos|iphone|ipad|ipod|blackberry|iemobile|opera mini/i.test(userAgent);
}

// Función para detectar al cliente del usuario
// ( llama a su vez a fncEsMovil() )
// Regresa true si es movil o false si no lo es
function fncDetectaCliente(){
    let strCliente = fncEsMovil();
    if(strCliente) {
        //alert('Es movil');
        return true;
    } else {
        //alert('No movil');
        return false;
    }
}

// Funcion para generar aleatoriedad
// Genera un número al azar a partir de semilla
// y la incluye, pero excluye al 0 (cero)
function fncAzarE ( semilla ) {
    return Math.floor((Math.random()*semilla)+1);
}
```

estilacho.css // hoja de estilo general, reutilizable.

```
h1, h2, h4, h5 {
```

```

    text-align: center;
    font-family: 'Courier New', Courier, monospace;
    margin-top: 25px;
    margin-bottom: 25px;
    text-shadow: 0px 2px 5px yellow, 2px 0px 5px red;
}

h4 {
    color: black;
}

h5 {
    color: black;
}

.botonAnimado1 {
    width: 80px;
    height: 20px;
    display: block;
}

.botonAnimado1 {
    background-color: black;
    color: antiquewhite;
    font-family: 'Franklin Gothic Medium', 'Arial Narrow', Arial, sans-serif;
    font-size: small;
    flex-basis: 160px;
    border: 1px solid red;
    border-radius: 25px;
    box-shadow: 0px 2px 5px yellow, 2px 0px 5px red;
    opacity: 0.75;
    margin: 10px;
    display: block;
}

.botonAnimado1:hover {
    opacity: 1;
    background-color: whitesmoke;
    color: black;
}

.botonAnimado1:hover span {
    padding-right: 25px;
}

.botonAnimado1:hover span:after {
    opacity: 1;
    right: 0;
}

.botonAnimado1 span {
    cursor: pointer;
    display: inline-block;
    position: relative;
    transition: 0.5s;
}

.botonAnimado1 span:after {
    content: '\00bb';
    position: absolute;
    opacity: 0;
    top: 0;
}

```

```

        right: -20px;
        transition: 0.5s;
    }
    .botonAnimado1:active {
        opacity: 0.25;
        background-color: yellowgreen;
        box-shadow: 5px 5px white;
        transform: translateY(7px), translateX(4px);
    }

```

elegancia.css // hoja de estilo particular, con cuestiones para cada miniatura.

```

html{
    zoom:100%;
    /* transform: scaleXY(2,2);
    transform-origin: 0 0; */
}

@media only screen and (hover: none) and (pointer: coarse){
    html{
        zoom:400%;
    }
}

#btnInicia {
    background-color: #4CAF50;
    color : white;
    border : none;
    text-align : center;
    font-family : arial;
    margin : 2px 20px;
}

#txtTempo {
    color: cornflowerblue;
    font-family : code;
    font-weight : bold;
}

.btnPara {
    background-color: #f44336;
    color : white;
    border : none;
    text-align : center;
    font-family : fantasy;
}

/*
#canvas0 {
    filter:blur(5px);
    background-color:#f44336;
    margin-top: 0;
    margin-bottom: 0;
    margin-left: 0;
    margin-right: 0;
    top: auto;
    bottom: auto;
}

```

```

    left: auto;
    right: auto;
}
*/
#lienzo {
    position: relative;
    /* border: 3px dotted blue; */
    /* width: 400px;
    height: 400px;*/
}
#canvasBack, #canvasFront {

    position: relative;
    top: 0;
    left: 0;
    width: 100%;
    height: 100%;
    /* border: 1px solid orange; */

    margin-top: auto;
    margin-bottom: auto;
    margin-left: auto;
    margin-right: auto; /*
    top: auto;
    bottom: auto;
    left: auto;
    right: auto; */
}

#canvasFront, #canvasMiddle {
    display: none;
}

#divPanel {
    text-align: center;
}

body {
    background : black;
    color:aliceblue;
    zoom:200%;
}

```

codigo3b.js // para la primer miniatura.

```

// codigo.js
// vrs 3b
/* autor: Erick Martinez,
emartinez@enesmorelia.unam.mx */

// Generamos nuestros sintes, también en constantes
// Sinte Amplitud modulada
const synthAM = new Tone.AMSynth().toDestination();
// Sinte Frecuencia modulada
const synthFM = new Tone.FMSynth().toDestination();
// Sinte Membrana (membrane)
const synthMm = new Tone.MembraneSynth().toDestination();

```

```

// Sinte Metal (metalófono)
const synthMt = new Tone.MetalSynth().toDestination();
// Sinte de ruido (noise)
const synthNs = new Tone.NoiseSynth().toDestination();
// Sinte Default
const synthDf = new Tone.Synth().toDestination();

// Creamos nuestras arreglos de cadenas de caracteres
// para nuestra diferentes opciones.
// Para seleccionar nuestro sinte
// 6 posiciones
const selecSinte = ["AM", "FM", "Mm", "Df", "Mt", "Ns"];
// Para seleccionar nuestra nota (ojo: acepta frecuencia en hz)
// 7 posiciones (es diatónico)
const notas = ["C", "D", "E", "F", "G", "A", "B"];
// Para seleccionar nuestra duracion
// 1n=Redonda, 2n=Blanca, 4n=Cuarto, 8n=Octavo, etc...
// 7 posiciones
const duracion = ["1n", "2n", "4n", "8n", "16n", "32n", "64n", "128n"];

// Aquí inicializamos lo necesario
var iniciado=0;
var now = Tone.now();

var canvasB=document.getElementById("canvasBack");
var canvasF=document.getElementById("canvasFront");

// Creamos un contexto para cada canvas (lienzo)
// Google Chrome sugirió agregar la propiedad de lectura frecuente
var ctxB = canvasB.getContext("2d", { willReadFrequently: true });
var ctxF = canvasF.getContext("2d", { willReadFrequently: true });

// Redimensionamos el canvas
document.getElementById("lienzo").width = window.innerWidth;
document.getElementById("lienzo").height = window.innerHeight - 50;

// Redimensionamos el canvas Fondo
canvasB.width = window.innerWidth;
canvasB.height = window.innerHeight - 50;
canvasF.width = window.innerWidth;
canvasF.height = window.innerHeight - 50;

// Sincronizamos los sintes sin iniciar el transporte
synthAM.sync();
synthFM.sync();
synthMm.sync();
synthDf.sync();
synthMt.sync();
synthNs.sync();

// Ahora comenzamos a definir las funciones:

// función para dibujar un rectángulo
function fncDibujaRectangulo(x, y, a) {
    var x2 = (a*fncAzarE(a)), y2 = (a*fncAzarE(a)), d = 0 ;
    d = (document.getElementById("canvasBack").width*
    document.getElementById("canvasBack").height)

```

```

    // evaluamos para no dibujar fuera del canvas
    if ( (x+x2) < ( document.getElementById("canvasBack").width-20 ) && (y+y2) <
( document.getElementById("canvasBack").height-20 ) ) {
        ctxB.globalAlpha = 1;
        ctxB.strokeStyle = "white";
        ctxB.beginPath();
        ctxB.rect( x, y, x2, y2 );
        ctxB.stroke();
    }
}

// Función para iniciar el transporte
function fncInicia () {
    // Si no agregamos esta línea, nomás no funciona fuera de Firefox
    Tone.start();
    // Aquí iniciamos el 'dichoso' transporte
    Tone.Transport.start();
    // Definimos el tempo de nuestro transporte
    Tone.getTransport().bpm.value=100;
    //document.getElementById("canvasBack").focus();
    document.getElementById("divPanel").style.display="none";
    // Desplaza la página a la parte superior
    window.scrollTo({
        top: 0,
        behavior: 'smooth' // Hace el desplazamiento de manera suave
    });
    //fncDetectaCliente();
    fncSonidosAleatorios();
}

// Función para hacer sonar un sinte específico,
// nota y duración específicas
function fncSuena ( seleccion, notas, duracion, time ) {
    var texto='';
    let imgData = new Image();
    let imgDummy = new Image();
    // Aquí generamos el código a partir de las variables
    // y lo evaluamos para poder ejecutarlo.
    // Como precaución, lo estructuramos en try {} catch (error){}
    // por precaución
    try {
        if (seleccion.includes("Ns")){
            seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('";
        } else {
            seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('"+notas+"', '";
        }
        texto=seleccion;
        if (iniciado==0) {
            texto = "synth"+texto+duracion+"', now );" ;
            iniciado=1;
        } else {
            texto = "synth"+texto+duracion+"', " +time+ "' );" ;
        }
        eval (texto);
    }

    pointSize =
fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width)/fncAzarE(document.getElementById("canvasB
ack").height);

```

```

    pointSize = pointSize*10;
    pxX = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width);
    pxY = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").height);
    ctxB.save();

    imgDummy.src=document.getElementById("canvasBack").toDataURL();
    imgData = ctxB.getImageData(0, 0, document.getElementById("canvasBack").width,
document.getElementById("canvasBack").height);

    ctxB.putImageData(imgData, 0, 0);
    ctxB.drawImage(imgDummy, 0, 0);

    // dibujar la fig seleccionada
    fncDibujaRectangulo( pxX, pxY, pointSize );
    ctxB.restore();
    // Dibujar los canvas en el tercer canvas
    ctxF.drawImage(canvasB, 0, 0);
    ctxF.clearRect(0, 0, canvasF.width, canvasF.height);
}
catch(err) {
    console.log("lanzó un error!");
    document.getElementById("eco").innerHTML =
        "|"+seleccion+
        "|"+notas+
        "|"+duracion+
        "|"+time;
    alert(err);
}
}

// Función para añadir sonidos al azar
function fncSonidosAleatorios(){
    var sinte='0', nota='0', dura='0', inicia='0';
    Tone.Transport.scheduleRepeat( (time) => {
        sinte = selecSinte[fncAzarE(6)-1];
        nota = notas[fncAzarE(7)-1]+fncAzarE(7);
        dura = duracion[fncAzarE(8)-1];
        fncSuena( sinte ,
            nota,
            dura, time );
    }, now);
}

// Espera a que el DOM esté completamente cargado
document.addEventListener('DOMContentLoaded', (event) => {
    // Selecciona el botón usando su id
    const boton = document.getElementById('btnInicia');
    // Añade un event listener para el evento 'click'
    boton.addEventListener('click', () => {
        // Aquí va el código que quieres ejecutar cuando el botón sea clicado
        fncInicia();
        // Puedes hacer cualquier otra cosa aquí
        //console.log('El usuario hizo clic en el botón.');
```

```

// Función para ajustar elementos antes de iniciar
function fncPrevio(){
  if(fncDetectaCliente()){
    // es móvil
    document.getElementById("canvasBack").width = (window.innerWidth/4)-10;
    document.getElementById("canvasBack").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
    document.getElementById("canvasFront").width = (window.innerWidth/4)-10;
    document.getElementById("canvasFront").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
    document.getElementById("btnInicia").focus();
    // la siguiente línea ha dado problemas UX
    //document.body.style.transform = "scale(4,4)";
  } else {
    // no es móvil
  }
}
}

```

codigo3b3.js // para la segunda miniatura.

```

// codigo.js
// vrs 3b3 basado en downgrade de 4b alpha
/* autor: Erick Martinez,
emartinez@enesmorelia.unam.mx */

// Generamos nuestros sintes, también en constantes
// Sinte Amplitud modulada
const synthAM = new Tone.AMSynth().toDestination();
// Sinte Frecuencia modulada
const synthFM = new Tone.FMSynth().toDestination();
// Sinte Membrana (membrane)
const synthMm = new Tone.MembraneSynth().toDestination();
// Sinte Metal (metalófono)
const synthMt = new Tone.MetalSynth().toDestination();
// Sinte de ruido (noise)
const synthNs = new Tone.NoiseSynth().toDestination();
// Sinte Default
const synthDf = new Tone.Synth().toDestination();

// Creamos nuestras arreglos de cadenas de caracteres
// para nuestra diferentes opciones.
// Para seleccionar nuestro sinte
// 6 posiciones
//                               Mt/Mm
const selecSinte = ["AM", "FM", "Mm", "Df", "Mt", "Ns"];
// Para seleccionar nuestra nota (ojo: acepta frecuencia en hz)
// 7 posiciones (es diatónico)
const notas = ["C", "D", "E", "F", "G", "A", "B"];
// Para seleccionar nuestra duracion
// 1n=Redonda, 2n=Blanca, 4n=Cuarto, 8n=Octavo, etc...
// 7 posiciones
const duracion = ["1n", "2n", "4n", "8n", "16n", "32n", "64n", "128n"];

// Funcion para generar aleatoriedad
/* function fncAzarE ( semilla ) {
  return Math.floor((Math.random()*semilla)+1);
} */

// Aquí inicializamos lo necesario

```

```

var iniciado=0;
//var tt = Tone.time;
var now = Tone.now();
var parche = undefined;

var canvasB=document.getElementById("canvasBack");
//var canvasM=document.getElementById("canvasMiddle");
var canvasF=document.getElementById("canvasFront");

// Creamos un contexto para cada canvas (lienzo)
// Google Chrome sugirió agregar la propiedad de lectura frecuente
var ctxB = canvasB.getContext("2d", { willReadFrequently: true });
//var ctxM = canvasM.getContext("2d", { willReadFrequently: true });
var ctxF = canvasF.getContext("2d", { willReadFrequently: true });

var imageDataF = ctxF.createImageData(canvasF.width, canvasF.height);
var pixels = imageDataF.data;

document.getElementById("lienzo").width = window.innerWidth;
document.getElementById("lienzo").height = window.innerHeight - 50;

// Redimensionamos el canvas Fondo
canvasB.width = window.innerWidth;
canvasB.height = window.innerHeight - 50;
// canvas medio y frontal
//canvasM.width = window.innerWidth;
//canvasM.height = window.innerHeight - 50;
canvasF.width = window.innerWidth;
canvasF.height = window.innerHeight - 50;
// Sincronizamos los sintes sin iniciar el transporte
synthAM.sync();
synthFM.sync();
synthMm.sync();
synthDf.sync();
synthMt.sync();
synthNs.sync();

// Espera a que el DOM esté completamente cargado
document.addEventListener('DOMContentLoaded', (event) => {
  // Selecciona el botón usando su id
  const boton = document.getElementById('btnInicia');
  // Añade un event listener para el evento 'click'
  boton.addEventListener('click', () => {
    // Aquí va el código que quieres ejecutar cuando el botón sea clicado
    fncInicia();
    // Puedes hacer cualquier otra cosa aquí
    //console.log('El usuario hizo clic en el botón.');
```

```

  });
});
```

```

// Ahora comenzamos a definir las funciones:
// función para dibujar un rectángulo
function fncDibujaRectangulo(x, y, a) {
  var x2 = (a*fncAzarE(a)), y2 = (a*fncAzarE(a)), d = 0 ;
  d = (document.getElementById("canvasBack").width*
  document.getElementById("canvasBack").height)
  // evaluamos para no dibujar fuera del canvas
```

```

        if ( (x+x2) < ( document.getElementById("canvasBack").width-20 ) && (y+y2) <
( document.getElementById("canvasBack").height-20 ) ) {
            ctxB.globalAlpha = 1;
            //ctxB.globalAlpha = fncAzarE(100)/100;
            ctxB.strokeStyle = "white";
            ctxB.lineWidth = "5";
            ctxB.beginPath();
            ctxB.rect( x, y, x2, y2 );
            ctxB.stroke();
        }
    }
    /*
// función para dibujar un círculo,
// en una coordenada específica.
function fncDibujaCirculo(canvas, ctx, x, y, x2, y2, aRGB, r, a) {
    ctx.fillStyle = "rgb(" + aRGB[0] + ", " + aRGB[1] + ", " + aRGB[2] + ")";
    // evaluamos para no dibujar fuera del canvas Fondo
    if ( ((x+(2*r)) < ( canvas.width)-20 ) && (y+(2*r)) < ( (canvas.height)-20 )) &&
        ( ( x > (2*r) ) && ( y > (2*r) ) ) )
    ) {
        ctx.globalAlpha = a;
        ctx.beginPath();
        ctx.arc( x, y, r, 0, Math.PI * 2, true);
        ctx.fill();
    }
} */

// Función para iniciar el transporte
function fncInicia () {

    // Si no agregamos esta línea, nomás no funciona fuera de Firefox
    //Tone.Transport.stop();
    //Tone.Transport.cancel();
    // Aquí iniciamos el 'dichoso' transporte
    Tone.Transport.start("+0.1");
    Tone.Transport.cancel();
    Tone.Transport.start("+0.1");
    //var tt = Tone.time;
    //var now = Tone.now();
    document.getElementById("divPanel").style.display="none";
    fncSonidosAleatorios();
}
/*
// Función para aplicar desenfoque a un área específica de un canvas
// estas funciones no le gustan a iOS, busca otra compatibles
function fncDesenfoca(ctx, x, y, width, height, cantidadDesenfoque) {
    // Crear un área de recorte para aplicar el desenfoque solo a la región deseada
    ctx.save();
    ctx.beginPath();
    ctx.rect(x, y, width, height);
    ctx.clip();
    // Aplicar desenfoque
    ctx.filter = 'blur(' + cantidadDesenfoque + 'px)';
    ctx.drawImage(ctx.canvas, 0, 0);
} */

// Función para hacer sonar un sinte específico,

```

```

// nota y duración específicas
function fncSuenas ( seleccion, notas, duracion, time ) {
    var texto='' /*, aRGB=["0","0","0"] */ ;
    let imgData = new Image();
    let imgDummy = new Image();
    try {
        // Aqui generamos el código a partir de las variables
        // y lo evaluamos para poder ejecutarlo.
        // Como precaución, lo estructuramos en try {} catch (error){}
        // por precaución
        try {
            if (seleccion.includes("Ns")){
                seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('";
            } else {
                seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('"+notas+"', '";
            }
            texto=seleccion;
            if (iniciado==0) {
                texto = "synth"+texto+duracion+"', now );" ;
                iniciado=1;
            } else {
                texto = "synth"+texto+duracion+"', ' +time+ '');" ;
            }
        }
        eval (texto);

        pointSize =
fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width)/fncAzarE(document.getElementById("canvasB
ack").height);
        pointSize = pointSize*10;

        // coordenada punto (1)
        pxX = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width);
        pxY = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").height);

        ctxB.save();

        // efecto de dibujo "paulatino"
        imgDummy.src=document.getElementById("canvasBack").toDataURL();
        imgData = ctxB.getImageData(0, 0, document.getElementById("canvasBack").width,
document.getElementById("canvasBack").height);

        //
        ctxB.putImageData(imgData, 0, 0);
        ctxB.drawImage(imgDummy, 0, 0);

        // coordenada del punto 2
        /*
        pxX2 = (pointSize*fncAzarE(pointSize));
        pxY2 = (pointSize*fncAzarE(pointSize));
        */
        // valor alpha
        //a = (fncAzarE(100)/100);
        /*
        aRGB[0] = fncAzarE(255);
        aRGB[1] = fncAzarE(255);
        aRGB[2] = fncAzarE(255);
        */
        //fncDibujaCirculo( canvasM, ctxM, pxX, pxY, pxX2, pxY2, aRGB, pointSize, 1 );

```

```

fncDibujaRectangulo(pxX, pxY, pointSize)
ctxB.restore();
// Aplicar desenfoque selectivo al primer canvas
// (versión alternativa inhabilitándolo)
//fncDesenfoca(ctxB, 0, 0, canvasB.width, canvasB.height, 1 );

// Dibujar los canvas en el tercer canvas
ctxF.drawImage(canvasB, 0, 0);
//ctxF.drawImage(canvasM, 0, 0);

//ctxB.filter = 'brightness(99.9%)';
//ctxB.filter = 'contrast(99.9%)';
//ctxB.filter = 'saturate(99.9%)';
// depuracion
//darkenCanvas(canvasF);
//ctxB.opacity = 0.9;
ctxB.clearRect(0, 0, canvasF.width, canvasF.height);

// pegamos la imagen resultante reduciéndola
ctxB.drawImage(canvasF, 0, 0, canvasF.width, canvasF.height,
    ((canvasF.width/2)-((canvasF.width*0.999)/2)),
    ((canvasF.height/2)-((canvasF.height*0.999)/2)),
    (canvasF.width*0.999), (canvasF.height*0.999));
ctxF.clearRect(0, 0, canvasF.width, canvasF.height);
}
catch(err) {
    console.log("lanzó un error!");
    document.getElementById("eco").innerHTML =
        "|" +seleccion+
        "|" +notas+
        "|" +duracion+
        "|" +time;
    alert(err);
}
}catch(err){
    alert("Sucedio el error: "+err);
}
}

/*
// Función para obtener el índice del píxel en el arreglo de píxeles RGBA
function getIndex(canvas, x, y) {
    return (y * canvas.width + x) * 4;
}

// Función para oscurecer gradualmente el canvas hacia el negro
function darkenCanvas(canvas) {
    for (var y = 0; y < canvas.height; y++) {
        for (var x = 0; x < canvas.width; x++) {
            var index = getIndex(canvas, x, y);
            // Modificar el color del píxel hacia el negro
            pixels[index] = Math.max(pixels[index] - 25, 0); // R
            pixels[index + 1] = Math.max(pixels[index + 1] - 25, 0); // G
            pixels[index + 2] = Math.max(pixels[index + 2] - 25, 0); // B
        }
    }
}
// Actualizar los píxeles en el canvas

```

```

    ctxB.putImageData(imageDataF, 0, 0);
} */

// Función para añadir sonidos al azar
function fncSonidosAleatorios(){
    var sinte='0', nota='0', dura='0', inicia='0';
    Tone.Transport.scheduleRepeat( (tt) => {
        sinte = selecSinte[fncAzarE(6)-1];
        nota = notas[fncAzarE(7)-1]+fncAzarE(7);
        dura = duracion[fncAzarE(8)-1];
        fncSuenas( sinte ,
            nota,
            dura, tt);
    }, now);
}

// Función para ajustar elementos antes de iniciar
function fncPrevio(){
    //alert("Previo!");

    if(fncDetectaCliente()){
        //alert(((window.innerHeight-50)/4)-10);
        // es móvil
        document.getElementById("canvasBack").width = (window.innerWidth/4)-10;
        document.getElementById("canvasBack").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
        document.getElementById("canvasFront").width = (window.innerWidth/4)-10;
        document.getElementById("canvasFront").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
        document.getElementById("btnInicia").focus();
        // la siguiente línea ha dado problemas UX
        //document.body.style.transform = "scale(4,4)";

    } else {
        // no es móvil
    }
}

}

    codigo4ba.js // para la tercera miniatura.

// codigo.js
// vrs 4b alpha
/* autor: Erick Martinez,
emartinez@enesmorelia.unam.mx */

// Generamos nuestros sintes, también en constantes
// Sinte Amplitud modulada
const synthAM = new Tone.AMSynth().toDestination();
// Sinte Frecuencia modulada
const synthFM = new Tone.FMSynth().toDestination();
// Sinte Membrana (membrane)
const synthMm = new Tone.MembraneSynth().toDestination();
// Sinte Metal (metalófono)
const synthMt = new Tone.MetalSynth().toDestination();
// Sinte de ruido (noise)
const synthNs = new Tone.NoiseSynth().toDestination();
// Sinte Default
const synthDf = new Tone.Synth().toDestination();

```

```

// Creamos nuestras arreglos de cadenas de caracteres
// para nuestra diferentes opciones.
// Para seleccionar nuestro sinte
// 6 posiciones
//                               Mt
const selecSinte = ["AM", "FM", "Mm", "Df", "Mt", "Ns"];
// Para seleccionar nuestra nota (ojo: acepta frecuencia en hz)
// 7 posiciones (es diatónico)
const notas = ["C", "D", "E", "F", "G", "A", "B"];
// Para seleccionar nuestra duracion
// 1n=Redonda, 2n=Blanca, 4n=Cuarto, 8n=Octavo, etc...
// 7 posiciones
const duracion = ["1n", "2n", "4n", "8n", "16n", "32n", "64n", "128n"];

// Funcion para generar aleatoriedad
/* function fncAzarE ( semilla ) {
    return Math.floor((Math.random()*semilla)+1);
} */

// Aquí inicializamos lo necesario
var iniciado=0;
var tt = Tone.time;
var now = Tone.now();
var parche = undefined;

var canvasB=document.getElementById("canvasBack");
var canvasM=document.getElementById("canvasMiddle");
var canvasF=document.getElementById("canvasFront");

// Creamos un contexto para cada canvas (lienzo)
// Google Chrome sugirió agregar la propiedad de lectura frecuente
var ctxB = canvasB.getContext("2d", { willReadFrequently: true });
var ctxM = canvasM.getContext("2d", { willReadFrequently: true });
var ctxF = canvasF.getContext("2d", { willReadFrequently: true });

var imageDataF = ctxF.createImageData(canvasF.width, canvasF.height);
var pixels = imageDataF.data;

document.getElementById("lienzo").width = window.innerWidth;
document.getElementById("lienzo").height = window.innerHeight - 50;

// Redimensionamos el canvas Fondo
canvasB.width = window.innerWidth;
canvasB.height = window.innerHeight - 50;
// canvas medio y frontal
canvasM.width = window.innerWidth;
canvasM.height = window.innerHeight - 50;
canvasF.width = window.innerWidth;
canvasF.height = window.innerHeight - 50;
// Sincronizamos los sintes sin iniciar el transporte
synthAM.sync();
synthFM.sync();
synthMm.sync();
synthDf.sync();
synthMt.sync();
synthNs.sync();

```

```

// Espera a que el DOM esté completamente cargado
document.addEventListener('DOMContentLoaded', (event) => {
  // Selecciona el botón usando su id
  const boton = document.getElementById('btnInicia');
  // Añade un event listener para el evento 'click'
  boton.addEventListener('click', () => {
    // Aquí va el código que quieres ejecutar cuando el botón sea clicado
    fncInicia();
    // Puedes hacer cualquier otra cosa aquí
    //console.log('El usuario hizo clic en el botón.');
```

```
  });
});

// Ahora comenzamos a definir las funciones:
// función para dibujar un rectángulo
function fncDibujaRectangulo(x, y, a) {
  var x2 = (a*fncAzarE(a)), y2 = (a*fncAzarE(a)), d = 0 ;
  d = (document.getElementById("canvasBack").width*
  document.getElementById("canvasBack").height)
  // evaluamos para no dibujar fuera del canvas
  if ( (x+x2) < ( document.getElementById("canvasBack").width-20 ) && (y+y2) <
  ( document.getElementById("canvasBack").height-20 ) ) {
    ctxB.globalAlpha = 1;
    //ctxB.globalAlpha = fncAzarE(100)/100;
    ctxB.strokeStyle = "white";
    ctxB.lineWidth = "5";
    ctxB.beginPath();
    ctxB.rect( x, y, x2, y2 );
    ctxB.stroke();
  }
}

// función para dibujar un círculo,
// en una coordenada específica.
function fncDibujaCirculo(canvas, ctx, x, y, x2, y2, aRGB, r, a) {
  ctx.fillStyle = "rgb(" + aRGB[0] + ", " + aRGB[1] + ", " + aRGB[2] + ")";
  // evaluamos para no dibujar fuera del canvas Fondo
  if ( ((x+(2*r)) < ( canvas.width)-20 ) && (y+(2*r)) < ( (canvas.height)-20 )) &&
  ( ( x > (2*r) ) && ( y > (2*r) ) ) )
  ) {
    ctx.globalAlpha = a;
    ctx.beginPath();
    ctx.arc( x, y, r, 0, Math.PI * 2, true);
    ctx.fill();
  }
}

// Función para iniciar el transporte
function fncInicia () {

  // Si no agregamos esta línea, nomás no funciona fuera de Firefox
  //Tone.Transport.stop();
  //Tone.Transport.cancel();
  // Aquí iniciamos el 'dichoso' transporte
  Tone.Transport.start("+0.1");
  Tone.Transport.cancel();
  Tone.Transport.start("+0.1");

```

```

//var tt = Tone.time;
//var now = Tone.now();
document.getElementById("divPanel").style.display="none";
fncSonidosAleatorios();
}

// Función para aplicar desenfoque a un área específica de un canvas
// estas funciones no le gustan a iOS, busca otra compatibles
function fncDesenfoca(ctx, x, y, width, height, cantidadDesenfoca) {
  // Crear un área de recorte para aplicar el desenfoque solo a la región deseada
  ctx.save();
  ctx.beginPath();
  ctx.rect(x, y, width, height);
  ctx.clip();
  // Aplicar desenfoque
  ctx.filter = 'blur(' + cantidadDesenfoca + 'px)';
  ctx.drawImage(ctx.canvas, 0, 0);
}

// Función para hacer sonar un sinte específico,
// nota y duración específicas
function fncSuena ( seleccion, notas, duracion, time ) {
  var texto='', aRGB=["0","0","0"];
  let imgData = new Image();
  let imgDummy = new Image();
  try {
    // Aquí generamos el código a partir de las variables
    // y lo evaluamos para poder ejecutarlo.
    // Como precaución, lo estructuramos en try {} catch (error){}
    // por precaución
    try {
      if (seleccion.includes("Ns")){
        seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('";
      } else {
        seleccion = seleccion+".triggerAttackRelease('"+notas+"', '";
      }
      texto=seleccion;
      if (iniciado==0) {
        texto = "synth"+texto+duracion+"', ' +time+ '');" ;
        iniciado=1;
      } else {
        //texto = "synth"+texto+duracion+"', ' +time+ '');" ;
        texto = "synth"+texto+duracion+"', ' +(time+0.05)+ '');" ;
      }
    }
    eval (texto);
    pointSize =
fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width)/fncAzarE(document.getElementById("canvasB
ack").height);
    pointSize = pointSize*10;
    texto = "synth"+texto+duracion+"', ' +(time)+ '');" ;
    // coordenada punto (1)
    pxX = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").width);
    pxY = fncAzarE(document.getElementById("canvasBack").height);

    //ctxB.save();

    // efecto de dibujo "paulatino"

```

```

imgDummy.src=document.getElementById("canvasBack").toDataURL();
imgData = ctxB.getImageData(0, 0, document.getElementById("canvasBack").width,
document.getElementById("canvasBack").height);

//
ctxB.putImageData(imgData, 0, 0);
ctxB.drawImage(imgDummy, 0, 0);

// coordenada del punto 2
pxX2 = (pointSize*fncAzarE(pointSize));
pxY2 = (pointSize*fncAzarE(pointSize));
// valor alpha
//a = (fncAzarE(100)/100);

aRGB[0] = fncAzarE(255);
aRGB[1] = fncAzarE(255);
aRGB[2] = fncAzarE(255);

// se dibuja en ctxM
fncDibujaCirculo( canvasM, ctxM, pxX, pxY, pxX2, pxY2, aRGB, pointSize, 1 );
//ctxB.restore();
//fncDibujaRectangulo(pxX, pxY, pointSize)

// Aplicar desenfoque selectivo al primer canvas
// (versión alternativa inhabilitándolo)
//fncDesenfoca(ctxB, 0, 0, canvasB.width, canvasB.height, 1 );

// Dibujar los canvas en el tercer canvas
ctxF.drawImage(canvasB, 0, 0);
ctxF.drawImage(canvasM, 0, 0);

//ctxB.filter = 'brightness(99.9%)';
//ctxB.filter = 'contrast(99.9%)';
//ctxB.filter = 'saturate(99.9%)';
// depuracion
//darkenCanvas(canvasF);
ctxB.opacity = 0.9;
ctxB.clearRect(0, 0, canvasB.width, canvasB.height);
//ctxM.clearRect(0, 0, canvasM.width, canvasM.height);

// pegamos la imagen resultante reduciéndola
ctxB.drawImage(canvasF, 0, 0, canvasF.width, canvasF.height,
((canvasF.width/2)-((canvasF.width*0.999)/2)),
((canvasF.height/2)-((canvasF.height*0.999)/2)),
(canvasF.width*0.999), (canvasF.height*0.999));
ctxF.clearRect(0, 0, canvasF.width, canvasF.height);
ctxM.clearRect(0, 0, canvasM.width, canvasM.height);
}
catch(err) {
console.log("lanzó un error!");
document.getElementById("eco").innerHTML =
"|"+seleccion+
"|"+notas+
"|"+duracion+
"|"+time;
alert(err+ "\n(Try&Catch anidado)");
}

```

```

    }
    }catch(err){
        alert("Sucedio el error! : "+err);
    }
}

/*
// Función para obtener el índice del píxel en el arreglo de píxeles RGBA
function getIndex(canvas, x, y) {
    return (y * canvas.width + x) * 4;
}

// Función para oscurecer gradualmente el canvas hacia el negro
function darkenCanvas(canvas) {
    for (var y = 0; y < canvas.height; y++) {
        for (var x = 0; x < canvas.width; x++) {
            var index = getIndex(canvas, x, y);
            // Modificar el color del píxel hacia el negro
            pixels[index] = Math.max(pixels[index] - 25, 0); // R
            pixels[index + 1] = Math.max(pixels[index + 1] - 25, 0); // G
            pixels[index + 2] = Math.max(pixels[index + 2] - 25, 0); // B
        }
    }
    // Actualizar los píxeles en el canvas
    ctxB.putImageData(imageDataF, 0, 0);
} */

// Función para añadir sonidos al azar
function fncSonidosAleatorios(){
    var sinte='0', nota='0', dura='0', inicia='0';
    Tone.Transport.scheduleRepeat( (tt) => {
        sinte = selecSinte[fncAzarE(6)-1];
        nota = notas[fncAzarE(7)-1]+fncAzarE(7);
        dura = duracion[fncAzarE(8)-1];
        fncSuenas( sinte ,
            nota,
            dura, tt);
    }, now);
}

// Función para ajustar elementos antes de iniciar
function fncPrevio(){
    //alert("Previo!");

    if(fncDetectaCliente()){
        //alert(((window.innerHeight-50)/4)-10);
        // es móvil
        document.getElementById("canvasBack").width = (window.innerWidth/4)-10;
        document.getElementById("canvasBack").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
        document.getElementById("canvasFront").width = (window.innerWidth/4)-10;
        document.getElementById("canvasFront").height = ((window.innerHeight-50)/4)-20;
        document.getElementById("btnInicia").focus();
        // la siguiente línea ha dado problemas UX
        //document.body.style.transform = "scale(4,4)";

    } else {
        // no es móvil

```

```

    }
}

```

tone.js // framework necesario para preparar los sonidos y la música con JS.

En el *front end*:

r1.html // para la primer miniatura, “Cuadros”.

```

<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="Cache-control" content="no-cache, no-store, must-revalidate">
    <meta http-equiv="Pragma" content="no-cache">
    <meta http-equiv="Expires" content="0">
    <title>Cuadros, de Erick Martinez</title>
    <link rel="stylesheet" href="css/estilacho.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/elegancia.css">
    <link rel="stylesheet" href="styles.css?v=<script>document.write(new
Date().getTime());</script>">
    <script src="scripts.js?v=<script>document.write(new
Date().getTime());</script>"></script>
  </head>
  <body onload="fncPrevio()">
    <div id="divPanel">
      <h4 id="lblEncabezado">
        <label id="lblTitulo"><i>Cuadros</i></label>,
      </h4>
      <h5>Erick Martínez</h5>
      <!-- textarea rows="3" cols="50" name="estado" id="estado"> </textarea -->
      <button type="button"
        class="botonAnimado1"
        onclick="fncInicia();"
        name="btnInicia"
        id="btnInicia">
        <span>Iniciar</span>
      </button>
    </div>
    <label id="timestamp"></label>
    <div class="container" id="lienzo">
      <!-- Crear un lienzo / canvas (indispensable) -->
      <canvas name="canvasBack" id="canvasBack" width="10" height="10"
tabindex="1"></canvas>
      <canvas name="canvasFront" id="canvasFront" width="10" height="10"></canvas>
    </div>
  </body>
  <!-- script type="application/javascript" src="https://unpkg.com/tone"></script -->
  <script src="js/Tone.js"></script>
  <script src="js/codigo3b.js"></script>
  <script src="js/ajolotes.js"></script>
  <!-- <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@1.6.0/lib/p5.js"></script> -->
</html>

```

r2.html // para la segunda miniatura, “Cuadros (y fondo)”.

```

<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="Cache-control" content="no-cache, no-store, must-revalidate">
    <meta http-equiv="Pragma" content="no-cache">
    <meta http-equiv="Expires" content="0">
    <title>Cuadros (y fondo), de Erick Martinez</title>
    <link rel="stylesheet" href="css/estilacho.css">
    <link rel="stylesheet" href="css/elegancia.css">
    <!--
      <link rel="stylesheet" href="css/styles.css?v=<script>document.write(new
Date().getTime());</script>">
      <script src="js/scripts.js?v=<script>document.write(new Date().getTime());</script>">
    -->
  </head>
  <body onload="fncPrevio()">
    <div id="divPanel">
      <h4 id="lblEncabezado">
        <label id="lblTitulo"><i>Cuadros <br>(y fondo)</i></label>
      </h4>
      <h5>de Erick Martínez.</h5>
      <button type="button"
        class="botonAnimado1"
        onclick="fncInicia();"
        name="btnInicia"
        id="btnInicia"
        alt="Click aquí para iniciar el transporte">
        <span>Iniciar</span>
      </button>
    </div>
    <div class="container" id="lienzo">
      <!-- Crear un lienzo / canvas (indispensable) -->
      <canvas name="canvasBack" id="canvasBack" width="10" height="10"></canvas>
      <canvas name="canvasFront" id="canvasFront" width="10" height="10"></canvas>
    </div>
  </body>
  <!-- script type="application/javascript" src="https://unpkg.com/tone"></script -->
  <script src="js/Tone.js"></script>
  <script src="js/codigo3b3.js"></script>
  <script src="js/ajolotes.js"></script>
  <!-- <script type="application/javascript" src="js/codigo3b2.js"></script>
  <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@1.6.0/lib/p5.js"></script> -->
</html>

```

c1a.html // para la tercera miniatura, “Puntos (y fondo)”.

```

<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="Cache-control" content="no-cache, no-store, must-revalidate">
    <meta http-equiv="Pragma" content="no-cache">
    <meta http-equiv="Expires" content="0">
    <title>Circulos, de Erick Martinez</title>

```

```

<link rel="stylesheet" href="css/estilacho.css">
<link rel="stylesheet" href="css/elegancia.css">
<!--
    <link rel="stylesheet" href="css/styles.css?v=<script>document.write(new
Date().getTime());</script>">
    <script src="js/scripts.js?v=<script>document.write(new
Date().getTime());</script>"></script>
-->
</head>
<body onload="fncPrevio()">
    <div id="divPanel">
        <h4>
            <label id="lblTitulo"><i>Puntos</i></label>, <h5>de Erick Martínez</h5>
        </h4>
        <button type="button"
            class="botonAnimado1"
            onclick="fncInicia();"
            name="btnInicia"
            id="btnInicia"
            alt="Click aquí para iniciar el transporte">
            <span>Iniciar</span>
        </button>
    </div>
    <div class="container" id="lienzo" width="10" height="10">
        <!-- Crear un lienzo / canvas (indispensable) -->
        <canvas name="canvasBack" id="canvasBack" width="10" height="10"></canvas>
        <canvas name="canvasMiddle" id="canvasMiddle" width="10" height="10"></canvas>
        <canvas name="canvasFront" id="canvasFront" width="10" height="10"></canvas>
    </div>
</body>
<!-- <script src="https://unpkg.com/tone"></script> -->
<script type="application/javascript" src="js/Tone.js"></script>
<script src="js/codigo4ba.js"></script>
<script src="js/ajolotes.js"></script>
<!-- <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/p5@1.6.0/lib/p5.js"></script> -->
</html>

```

Como es evidente, no se precisa de instalar ningún tipo de extensión o *plugin*. Estas *webs*, han sido “testeadas”/probadas en diferentes dispositivos con sistemas *Android*, *iOS*, Microsoft Windows, MacOS y diversas versiones del escritorio de Linux. **La mejor experiencia se obtiene cuando dichos sitios se consultan desde un dispositivo *Android* –gama media alta y en adelante–, o una computadora portátil con cualquier sistema operativo.**