

Composición musical y síntesis digital de audio, acercamientos y distancias

Music composition and digital audio synthesis, approaches and distances

José Gallardo

musicainmobiliaria@gmail

Universidad EAFIT / Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia

Resumen

La síntesis de audio es uno de los procesos por los cuales es posible la creación y representación de una sensación acústica deseada. A su vez, los instrumentos musicales acústicos, es decir, los que generan el sonido de manera mecánica sin involucrar un impulso eléctrico, buscan representar una organización de sonidos deseados, lo que comúnmente denominamos música. Tanto la composición musical como la síntesis de audio son procesos que permiten expresar a través de un medio -el sonido- una sensación deseada. El presente artículo tiene como finalidad establecer un estado del arte donde se relacionen la composición musical, las técnicas expandidas de instrumentación y la síntesis como procesos creativos correlacionados entre sí por un factor en común: el timbre.

Palabras clave

Timbre; composición; síntesis; audio; música; técnicas expandidas.

Abstract

The audio synthesis is one of the processes by which it is possible the creation and representation of a desired acoustic sensation. In turn, acoustic musical instruments i.e. those that generate sound mechanically without involving an electrical impulse, an organization seeking to represent the sounds you want, what we commonly call music. Both the musical composition and audio synthesis are process where concerns through sound half-a-desired sensation. This article aims to establish a state of the art which relates the musical composition, techniques and instrumentation expanded, the creative process and synthesis as correlated together by a common factor: The timbre

Keywords

Timbre, composition, synthesis, audio, music, expanded technical

Fecha de recepción: septiembre 30 de 2011

Fecha de aceptación: noviembre 30 de 2011

I. Introducción

La síntesis de sonido es la generación de una señal que crea una sensación acústica deseada (Dodge & Jerse, 1997). Al momento de crear un sonido utilizando síntesis debemos tener en cuenta por lo menos dos elementos. El primero tiene que ver con lo que se desea expresar, para lo que es necesario un creador y un medio que logre esa sensación acústica buscada. El segundo se refiere al plano técnico de la síntesis de audio, que debe encenderse como la generación de un sonido a partir de elementos simples. normalmente señales periódicas y funciones matemáticas, proceso que puede ser realizado por un instrumento análogo. un sintetizador, o por un instrumento digital, un computador. En el segundo caso la síntesis también debe encenderse como la transformación de una señal de audio a datos en un ordenador y su paso de vuelta al mundo análogo a través de su reproducción en altavoces.

El timbre se ha definido como la calidad de los sonidos que diferencia los del mismo cono y depende de la forma y naturaleza de los elementos que entran en vibración (Real Academia Española, 2008). A partir de esa definición se podría afirmar que la síntesis es, entonces, la modificación y creación artificial de timbres. El aparato auditivo humano relaciona el timbre con los armónicos y los parciales encontrados en el espectro de magnitud de una señal y la preponderancia de unos sobre otros.

11. Generación del sonido

A. Generación artificial del sonido

Para sintetizar sonidos ha sido necesario implementar máquinas electrónicas, en particular computadores. Uno de los primeros intentos en este campo fue realizado en los años sesenta por Jean-Claude Risset y su grupo de trabajo de los Laboratorios Bell en los Estados Unidos (Lavista, 1984). En 1964 Risset realizó un estudio con el propósito de simular los sonidos de una trompeta, sonido que hasta ese momento no había podido ser imitado de una manera realista por un ordenador (Claessens, 2004). El estudio muestra que la clave principal para sintetizar la trompeta fue encontrar que la calidad de la acción (refiriéndose a la cualidad metálica del instrumento) no estaba relacionada con un espectro de frecuencias específicas, sino más bien con el hecho de que cuando el espectro varía con la intensidad y se enriquece cuando aumenta la amplitud del sonido.

En su texto *Sculpting Sound with Computers*, Risset (1994) menciona algunas de sus experiencias al trabajar con síntesis

digital de audio. Se refiere específicamente a sus obras *Computer Suite for Little Boy* (Risset, 1968) y *Mutations* (Risset, 1969), realizadas en los Laboratorios Bell, consideradas a menudo como las primeras composiciones musicales sustanciales sintetizadas en su totalidad por una computadora. En ellas, explica Risset, se implementan desarrollos científicos que hicieron posible la imitación de instrumentos tales como la trompeta, el clarinete, el piano, y de la percusión, y la composición interna de los sonidos. En particular, explica Risset, los métodos utilizados fueron: a) Similar sonidos de gong y campanas, componiendo acordes con una armonía preescrita y prolongando el control de los armónicos. lo que da como resultado un realismo címbrico; b) Dispersar en el tiempo los componentes armónicos del sonido, que suelen estar juntos, de la misma manera que un prisma dispersa la luz blanca; c) Transformar, íntimamente, los sonidos inarmónicos, es decir, aquellos emitidos por los componentes no armónicamente relacionados, al cambiar los envolventes de amplitud de los componentes que podrían salir de la armonía fundamental sin cambios, pero influenciando el foco de la escucha, creando así una percepción sintética (escucha por separado los objetos sonoros o eventos) o distribuida, una percepción analítica (escuchando texturas); d) Implementar paradojas de afinación, fabricando para las composiciones mencionadas conos con una estructura de fractal (i.e. tonos que parezcan similares cuando son examinados a diferentes escalas) que parecen deslizarse indefinidamente hacia arriba o abajo pero terminan mucho más alto que donde comenzaron. *Mutations*, por ejemplo, es un viaje metafórico de las escalas de tono discontinuo en un continuo de tono. Esta transición se produce a través de ir armónicos más altos separados por intervalos de estrechamiento (Risset, 1994).

B. Generación acústica del sonido

Para hablar desde el campo de los instrumentos musicales acústicos es necesario encender el concepto de orquestación, por ser la base fundamental para la combinación y exploración sonora de los instrumentos (Adler, 2006). Para Walter Piston, la orquestación se refiere al proceso de escritura para la orquesta usando los principios de combinación instrumental, que pueden ser observados en la obra de grandes compositores como Haydn, Mozart y Beethoven. El mismo autor aclara que es necesario tener en cuenta variantes tanto físicas como mecánicas en el sonido a la hora de escribir un *score* para orquesta, pues nunca dos orquestas van a sonar igual por factores como su composición (e.g. el número de integrantes por sección), la calidad de la construcción de cada instrumento, las habilidades

de los instrumentistas (que suelen ser muy diversas) y el sitio donde se interpreta la obra (Piston, 1955).

Para estas variables la acústica musical ha tratado de apoyar el trabajo tanto de los compositores como de los ingenieros de audio, pues se debe notar que al momento en que la música puede ser grabada todo el proceso de recepción musical cambia: los lugares donde puede ser reproducida la música pueden ser tan diversos como sus escuchas, y las posibilidades de manipulación de una grabación permiten expresiones como el cambio de velocidad, la reproducción *en bucle* la reproducción inversa y el cambio de afinación. Esos procesos afectan directamente la composición musical, como ocurre, por ejemplo, en obras como *Déserts* (Varese, 1954) escrita para

quince instrumentistas y cinta, o *Cuarteto de Cuerdas No. 1* (Penderecki, 1960). y Música para dieciocho instrumentistas (Reich, 1976).

C. Orquestación y notación moderna y contemporánea

Las nuevas implementaciones y dispositivos en el terreno de la composición y orquestación, que surgieron a partir de la grabación de audio, son llamadas técnicas expandidas. Así mismo, la búsqueda de un nuevo universo sonoro fomentó durante el siglo XX una nueva representación gráfica de los eventos sonoros (diferente a la partitura convencional) e interpretaciones (García, 2007). Algunas guardan una relación con el resultado sonoro que se logra, otras modifican

tímbicamente al instrumento o involucran modificaciones físicas del instrumento (instrumentos preparados) (Zúñiga, 2011), como en *Sonaras e interludios para piano preparado* (Cage, 1948).

Algunas de las piezas tomaban como punto de partida técnicas aleatorias, como es el caso de *Venetian Games* (Lutolslawski, 1962). En esta obra, Lutolslawski implementa lo que denomina contrapunto aleatorio, que define como la pérdida de una estructura rítmica predefinida o secuencial (Figura 1), una idea que se asemeja bastante con el concepto de microrritmo y microsónido, encontrado en la síntesis granular planteada por el compositor Curtis Roads (2001).

Otro de los pioneros en lo que se denominó expansión tímbrica fue el arquitecto compositor Iannis Xenakis, con su obra *El pabellón Philips* (Figura 2), obra arquitectónica diseñada por Le Corbusier y él para la Exposición internacional de Bruselas inaugurada en abril de 1958. Sobre la música creada por él es notable cómo toma distancia tanto del determinismo del serialismo tardío como de la improvisación de la música aleatoria, y recurre, para dar forma a sus ideas, a sus conocimientos matemáticos: utiliza estructuras numéricas y probabilísticas en sus composiciones. Xenakis concibió la masa sonora como un rodo y produjo obras que se asemejan a nubes sonoras en transformación en las que se aprecia una cierta idea espacial del fenómeno

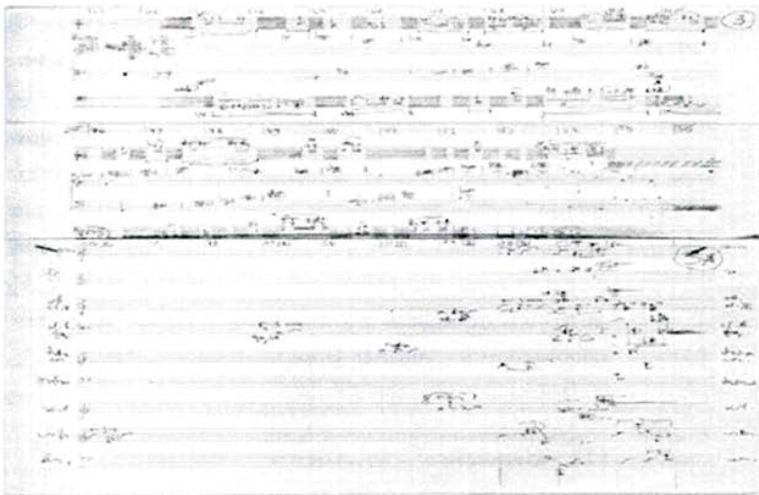


Figura 1. Venetian Games de Witold Lutoslawski (O'Brien, 2000)

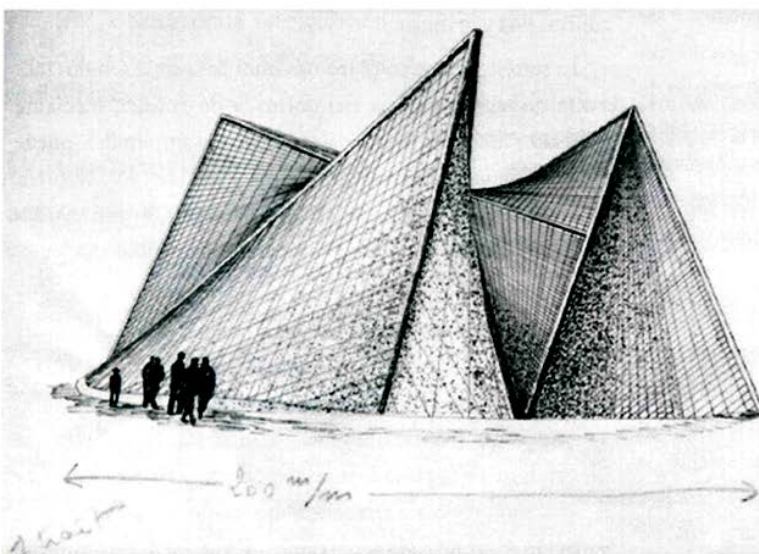


Figura 2. Pabellón Philips

musical (Pérez, 2011). Xenakis es responsable de obras como las ventanas ondulatorias del convento de La Tourette, en que queda patente su esfuerzo por llevar a la arquitectura procedimientos similares a aquellos puestos en juego en la composición musical.

Los procesos implementados por Xenakis luego se verían reflejados en el movimiento denominado espectralismo. El espectralismo es una corriente musical que se forjó en la década de los setenta, principalmente en Francia. La primera generación de compositores espectrales incluye a Horatiu Radulescu compositor de *Credo* (Radulescu, 1969). para algunos autores la primera muestra de espectralismo (Krafft, 2001); Gérard Grisey, Tristan Murail, Hugues Dufourt y Michael Levinas. Emile Leipp, en la academia, contribuyó significativamente a la formación de jóvenes compositores espectrales. Presentó la acústica, en su sentido más amplio, como la ciencia general de los sonidos percibidos por el hombre (Leipp Émile, 1971). Desde un punto de vista más específicamente musical, además de Xenakis, György Ligeti, Karlheinz Stockhausen, Maurice Ohana, Edgar Varese et Giacinto Scelsi influenciaron fuertemente a esa primera generación (Lai, 2008).

Esta música utiliza sistemas complejos de composición, como la Transformada de Fourier, el análisis espectral de notas, acordes, etc. Puede dividir las notas en cuartos u octavas de tono en vez de semitonos. Los precursores de esta música -para Murail y Grisey- fueron Maurice Ravel y Olivier Messiaen, quienes creaban armonías a partir de combinaciones de botones de órganos, canciones de pájaros y cimbres de instrumentos (García, 2007).

El avance de las investigaciones sobre la acústica musical, la acelerada evolución de la tecnológica y la informática y las concepciones revolucionarias de los compositores precursores llevaron la investigación sobre composición hasta el corazón de la naturaleza íntima del sonido. Gracias a esas investigaciones llegarán a la toma de conciencia histórica del derrumbamiento de la barrera que separa los parámetros musicales tradicionales y en particular dos de entre ellos: la armonía y el timbre (Grisey, 1982; Lai, 2008).

El espectralismo puede ser definido como la técnica de síntesis instrumental con la ayuda de espectrogramas, una definición que se refiere de manera explícita a la síntesis aditiva utilizada en la composición asistida por computador (Lai, 2008). El espectralismo utiliza sistemas complejos de composición como la Transformada de Fourier, el análisis espectral de notas, acordes. Pueden dividir las notas en cuartos u octavas de tono, en vez de semitonos. Lo importante en ella

es la relación del timbre de los instrumentos con los armónicos que ellos generan, y la vertiente espacio tiempo; el cómo se desarrollan los timbres, las armonías y las melodías y el cómo se transforman a través del tiempo (García, 2007).

En 1984 el compositor mexicano Mario Lavista publica *Nuevas Técnicas Instrumentales*, donde hace un recorrido por diferentes instrumentos y técnicas expandidas de interpretación, las cuales surgen de un proceso exploratorio entre compositor e instrumentista; dichas técnicas y procesos inciden directamente y en forma definitiva en el pensamiento musical de nuestro tiempo (Lavista, 1989).

A su vez, el compositor norteamericano en 1989 edita el primero de una serie de libros donde se exponen nuevas técnicas instrumentales: *The other flute: a performance manual of contemporary techniques*. Los textos siguientes serán del mismo corte, pero con instrumentos como el clarinete, saxofón y oboe.

El estudio de la creación sonora a partir de la síntesis de audio o de la composición musical puede confluir en el análisis del espectro de una señal, sea acústica, eléctrica o digital. La implementación de nuevos instrumentos en la composición musical (i.e. sintetizadores y computadores) no puede ser entendida como un proceso perpendicular a la creación de las técnicas expandidas con instrumentos tradicionales, pues ambos procesos comparten la misma poética (Geriso, 1992): la creación de nuevas sonoridades.

11. Síntesis de audio

Desde el campo de la síntesis digital de audio es necesario definir los tipos de síntesis más estudiados, como son la síntesis aditiva, FM y granular.

La síntesis aditiva combina oscilador para crear sonidos más complejos. Utilizando la transformada de Fourier, mediante la adición de ondas sinusoidales a distintas amplitudes, puede crear diferentes espectros armónicos (Williams & Webster, 2008). Dicha síntesis suele ser utilizada para lograr sonidos parecidos a los de los instrumentos armónicos como el órgano.

La síntesis FM, por su parte, es un método que permite la manipulación de un timbre para obtener sonidos reales y naturales. Fue descubierta por John Chowning (circa 1970). En FM la frecuencia instantánea de una onda portadora es variada de acuerdo con una onda moduladora, de modo que los cambios en la portadora se convierten en la frecuencia de la onda moduladora o frecuencia moduladora. La cantidad de variación en la onda portadora cambia alrededor de un promedio que se conoce como la desviación de picos de frecuencia entre

ambas ondas y la *vez* es proporcional a la amplitud de la onda moduladora (Reyes, 2004). Los sonidos que se logran con este tipo de síntesis tienden a ser muy cercanos a los que se logran con las campanas.

La síntesis granular se define como el reordenamiento de las muestras de sonido. Una muestra de sonido es, literalmente, cortada en granos muy pequeños de 100 mseg o menos. En el caso de la síntesis granular entran en juego procesos de grabación de los granos, cambio de la velocidad, reproducción de subconjuntos, bucle de granos, entre otros. Su creador fue Curris Roads en 1975. Los sonidos resultantes al utilizar este tipo de síntesis están inscritos en el universo de lo microscópico; sonidos que nacen, crecen, cambian, crean nuevos sonidos que a su vez destruyen otros sonidos. Es la más cercana a la naturaleza libre y dispersa del universo sonoro.

Estos tipos de síntesis han sido constantemente utilizados en la música electroacústica, la cual definiremos como una música que se cimenta en la música concreta francesa y la música electrónica alemana. La música electroacústica extendió las posibilidades sonoras propuestas por la música instrumental y diversificó sus lenguajes y potenciales estéticos de manera drástica (Bejarano, 2007).

Dado que la finalidad de este texto es establecer un estado del arte que relacione la composición musical, las técnicas expandidas de instrumentación y la síntesis como procesos creativos correlacionados entre sí, a continuación, se mencionan obras, compositores, artículos y ensambles que se han encargado de elaborar piezas musicales donde se hace visible la relación entre composición musical con instrumentos acústicos y síntesis a partir de la manipulación espectral, la cual tiene una afección clara en el cimbres.

IV. Compositores, Obras, artículos y ensambles.

A. El movimiento espectralista

En su texto *After-Thought* (2000), el compositor Murail hace un breve recuento histórico de lo que hoy en día se denomina como espectralismo. Menciona que las primeras composiciones usaban el espectro de una manera bastante tímida, como en *Partiels* (Grisey, 1975) escrita para dieciocho instrumentos. El proceso de

composición consistía básicamente en implementar el espectro del trombón a los dieciocho instrumentos, además de simular un sistema electrónico conocido como modulación de anillo y eco, con un desplazamiento y compresión de la serie armónica.

La pieza *Mémoire-Érosion* (Murail, 1967), para corno francés y ensamble instrumental, roma como punco de partida la retroalimentación. Aunque la pieza realmente no es espectralista, en ciertos pasajes tiene construcciones espectrales y cimbrias que se logran en el continuo movimiento entre el cimbres, la armonía y la resonancia del auditorio.

Para Murail, lo fascinante del proceso de composición espectral es la transformación que puede tener cualquier espectro sonoro, que puede ser obtenido por un objeto sonoro diferente a un instrumento musical y al ser tratado con una dialéctica espectralista puede convertirse en un objeto musical (Anderson, 1993). El reconocer los elementos fundamentales de la música, y más aun los que están presentes en el timbre, en correlación a técnicas y procesos como la síntesis, permite que dicha dialéctica sea visible (Scharwitz & Godfrey, 1993).

En la pieza *Désintégration* (Murail, 1983), realizada en el IRCAM para diecisiete instrumentos y cinco de cuatro canales, la idea principal es integrar los sonidos electrónicos al ámbito de los instrumentos acústicos de la mejor manera posible. El compositor trabajó en un análisis cimbriático de cada uno de los instrumentos del ensamble, basándose en el realizado por David Wessel (Wessel, 1979); luego de este proceso se decidió por utilizar la síntesis aditiva, la cual, asegura el autor, es el proceso inverso a una Transformada de Fourier; sin embargo, este proceso trajo bastante problemas en términos de cálculo,

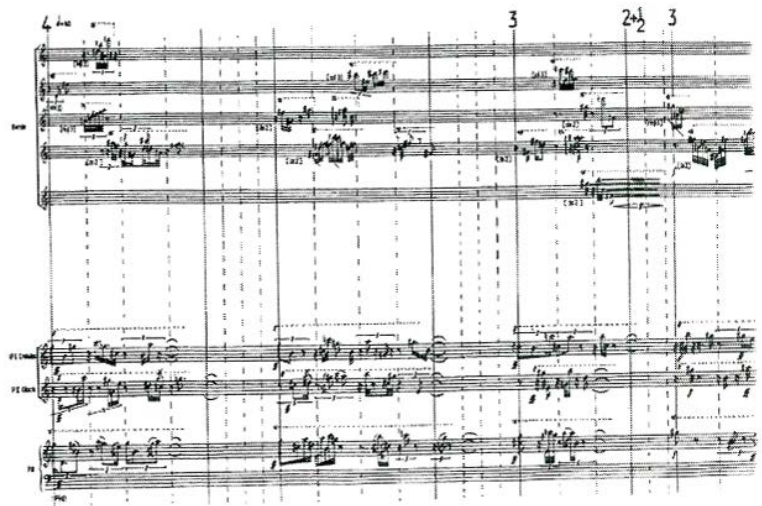


Figura 3. *Désintégration* (Murail, 1983)

pues la síntesis adictiva en aquella época era muy trabajosa (Figura 3).

Otro ejemplo claro de la relación composición acústica y síntesis de audio se encuentra en *L'esprit des dunes* (Murail, 1994), donde el propósito era totalmente contrario al planteado en *Désintégration*. La idea es no lograr una relación perfecta entre electrónica e instrumentos musicales (Figura 4). Para eso fue necesario el proceso de resíntesis, es decir, partir de los sonidos ya existentes para crear otros que guarden ciertas características de los primeros; al realizar esto el compositor se dio cuenta de que los sonidos acústicos guardan cierta naturalidad o vida, como un organismo vivo, que se manifiesta en relación caótica entre las frecuencias. Además, agrega que los instrumentos electrónicos y los instrumentos acústicos se pueden comunicar de una manera más sencilla, tratando los sonidos electrónicos como sonidos acústicos en su manipulación.

Spectra and sprites (Murail, 2005) expone de nuevo cómo es el trabajo espectral, donde básicamente se trabaja en el dominio de las frecuencias y sus modulaciones, la amplitud y la generación de sonido a partir de una misma nota. A su vez, para la construcción armónica en el espectralismo se tienen dos opciones: definirla a partir de un algoritmo o basándose en el timbre de los instrumentos a utilizar (Figura 5).

Did you say spectral? (Grisey, 2000) presenta una definición de espectralismo bastante particular al manifestar que lo que es radicalmente diferente en la música espectral es la actitud del compositor ante el conjunto de fuerzas que hacen o conforman los sonidos y su aparición en el tiempo. La música espectral ya no integra el tiempo como un elemento externo impuesto a un material sónico o sonoro considerado como fuera de tiempo, sino que lo trata como un elemento constitutivo del sonido en sí. Esta música obliga a hacer el tiempo palpable en el lenguaje musical, pero, sin duda, se acerca a otros ritmos biológicos presentes en el sonido, que todavía tenemos que descubrir.

Exploring Perceptual and Acoustical Correlates of Polyphonic Timbre (Toiviainen &

Alluri, 2009) trata el tema del timbre y sus posibles transformaciones tomando como punto de partida la teoría del Timbre Space, presente, según indica el autor, en los trabajos de Grey (1977); Grey y Gordon (1978); Iverson y Krumhansl (1993); Lakatos (2000); McAdams, Winsberg, de Soce, y Krimphoff (1995). A partir de una breve introducción al tema, el texto plantea un análisis del problema del timbre desde un punto de vista polifónico, entendido este término como una categorización, identificación y una afección emocional en el público o espectador. A su vez, nos da otros posibles caminos para comprender la relación composición acústica, timbre, síntesis a partir de un experimento que involucra elementos semióticos y valores cuantitativos.

Computer Music Produced with the Aid of a Digital-to-Analog



Figura 4. *L'esprit des dunes* (Murail, 1994)

2.	1.000000	22.	0.187619	42.	0.119517
3.	0.263176	23.	0.314130	43.	0.120805
4.	0.501411	24.	0.016412	44.	0.025597
5.	0.544941	25.	0.040377	45.	0.050107
6.	0.543653	26.	0.053838	46.	0.019840
7.	0.964906	27.	0.345389	47.	0.029756
8.	0.004356	28.	0.340021	48.	0.006626
9.	0.234125	29.	0.483649	49.	0.010768
10.	0.414792	30.	0.285539	50.	0.024480
11.	0.869808	31.	0.052427		
12.	0.702620	32.	0.006994		
13.	0.703479	33.	0.056200		
14.	0.030799	34.	0.081938		
15.	0.275385	35.	0.168016		
16.	0.009540	36.	0.112062		
17.	0.239106	37.	0.196270		
18.	0.194220	38.	0.100190		
19.	0.394697	39.	0.043469		
20.	0.260476	40.	0.013191		
21.	0.690779	41.	0.031904		

Figura 5. Análisis espectral realizado por Murail sobre los armónicos de la nota C1 en el piano (Sandell, 1995)

Converter (Brown, 1978) es un clásico del análisis espectral. El rema de la creación o emulación de timbres acústicos en contraste a la síntesis es comprendido a partir del tratamiento específico de cada uno de los armónicos y parciales que componen un sonido.

SoundHack (Wisharr, 1997) se refiere al software del mismo nombre creado por Tom Erbe que permite el Sound Morphing y Spectral Morphing. Las dos herramientas permiten manipulación en el ámbito de la amplitud y frecuencia entre dos señales de audio, proceso que les permite a los compositores tener un acercamiento real a la manipulación tímbrica, la cual puede influir el proceso de composición con instrumentos reales y a su vez crear técnicas de instrumentación expandidas.

The Composition of "Vox-5" (Wishart, 1988) expone el trabajo de composición técnico y poético desarrollado para VOX5. Esta pieza es la quinta de una serie de seis que pretenden explorar las posibilidades musicales utilizando la voz humana. El compositor se basa en dos técnicas para su composición, manipulación e interpolación espectrales. En ambos casos la fuente de los sonidos es primero analizada con el software Phase Vocoder, programa que permite la división de frecuencias en varios canales, para luego diseñar envolventes e interpolación espectrales de la señal.

B. Composiciones musicales

La búsqueda tímbrica expandida se manifiesta en las siguientes piezas a través de la implementación de técnicas expandidas de instrumentación, grafismos y escritura diferentes a las tradicionales y un resultado sonoro que tiene fuerza cercana con los desarrollos que ofrece la síntesis.

- *Canto del Alba para flauta en C amplificada* (Lavista, 1943). Síntesis FM y aditiva. Técnicas expandidas: cuartos de tono ascendentes y descendentes, sonidos silbados por el instrumentista, sonidos cantados dentro de la flauta, multitimbres, multifónicos, armónicos naturales y artificiales, glissandos cromáticos, sonidos con llaves percutidas, slap tongue.
- *Cuarteto de cuerdas No. 1* (Penderecki, 1960). Síntesis granular. Técnicas expandidas: col legno batuco, col legno, golpes percutidos en el cuerpo de los instrumentos de cuerda, pizzicato a la Bartok, improvisación aleatoria.

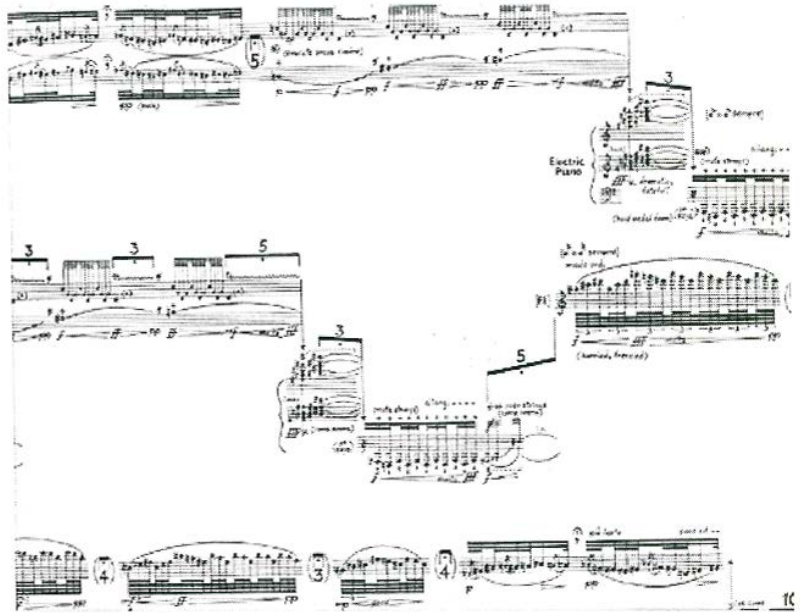


Figura 6. Vox Balaenae, fragmento (Crumb, 1971)

- *The Banshee para piano* (Cowell, 1925). La implementación del arpa eólica en *The Banshee* logra una sensación cercana a la producida por la síntesis aditiva. El arpa eólica consiste básicamente en frotar con las manos las cuerdas del piano; para esto es necesario tener un piano horizontal (cola, semicola o un cuarto de cola) y presionar el pedal derecho.
- *Ionisation para ensamble de percusión* (Varese, 1931), Síntesis granular.
- *Kreuzspiel para oboe, clarinete bajo, piano y cuatro percussionistas* (Schockhausen, 1951). Síntesis aditiva.
- *Vox Balaenae para flauta amplificada, chelo y piano amplificados* (Crumb, 1971). Part I: Vocalise, Sea-Theme, and Archeozoic (Variation I). Síntesis Aditiva, Síntesis FM, Síntesis Granular. Técnicas expandidas: multifónicos, multitimbres, efecto gaviota en el cello, pizzicato a la Bartok (Figura 6).
- *Sequenza 1* (Berio, 1958), for flute, Síntesis granular.
- *Pithoprakta* (Xenakis, 1956) para orquesta. Síntesis granular, síntesis FM.
- *Rondo di Scena* (Bussotti, 1978) Balletto di un Narciso per villoso di quattro flauti (da «Phaidra/Heliogabalus»)
- *Violin Phase* (Reich, 1967). Violín Phase para cuatro violines, Síntesis aditiva, cambio de fase.

V. Conclusiones

Uno de los grandes interrogantes en el terreno de la creación artística es: ¿Para dónde va? (Risset, 1991). Esta pregunta cada vez se hace más frecuente en los encuentros, congresos o simplemente reuniones informales relacionadas con la música contemporánea. Para comenzar a responder esta pregunta se podría asegurar, con una tranquilidad soportada en la historia, que el arce no surge en su tiempo sino que es un fenómeno posterior a su creación, donde un grupo determinado de individuos validan su creación o representación; pero, entonces, ¿dónde queda el arte contemporáneo? ¿Quién lo documenta? ¿Cómo saber existe? ¿Hacia dónde va?

El fenómeno que se trató de exponer en este estado del arce da cuenta de que los procesos creativos desde hace una buena porción de años no son establecidos por una corriente fuerte ni por una disciplina. Son sistemas que podríamos denominar intermedios, donde el proceso tiene una preponderancia más alta que la obra terminada; donde es posible dilucidar una relación entre ciencia, arte, música y tecnología, y se hacen visibles híbridos metodológicos, analíticos y creativos. El compositor ya no solo es la persona que organiza unos sonidos armónicamente deseados, sino que puede desarrollar sistemas de análisis para sus piezas sonoras y a su vez implementa lenguajes de programación en el proceso de una composición que tal vez sea finalmente interpretada por instrumentos acústicos (Grisey, 1987).

Tal vez podríamos asegurar que el camino del timbre, en el caso de la música de arce o música contemporánea, es uno de los posibles lugares en común en la creación actual, pero tendría más validez asegurar que los trabajos actuales en el terreno de la composición buscan una relación más estrecha con el público o espectador y hacerlo participe de la obra.

Otro punto a notar es que cada vez será más común encontrar instrumentos acústicos que manifiesten no solo una expansión címblica en su interpretación sino, a su vez, una expansión física en su construcción, donde se harán notar la aparición del Luthier digital y la figura de creador autócrata (Jorda, 2005). Se espera que este texto pueda servir como una guía introductoria al problema de la composición musical con instrumentos acústicos y su relación con la síntesis y que haya logrado establecer un paralelo creativo donde el medio es el mismo: el sonido.

Referencias

- Adler, S. (2006). *El estudio de Ja orquestación*. Barcelona. España: Idea Books.
- Anderson, J. (1993). In harmony. Julian Anderson introduces the mu-

- sic and ideas of Tristan Murail; *Tristan Murail The Musical Times*. 134(1804), 321-323
- Bejarano, C. (2007). *Música Concreta tiempo destrozado*. (Colección sin condición No.15). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Berio, L. (1958). *Sequenza I* [Music Score].
- Brown, F. (1978). Computer Music Produced with the Aid of a Digital-to-Analog Converter. *Leonardo*, 11(1), 39-40. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1573501>
- Bussotti, S. (1978). *Rondo di Scena ballet de un Narciso para virtuoso de cuatro flautas* [Music Score].
- Cage, J. (1948). *Sonatas e Interludios* [Music Score].
- Claessens, M. (2004, March). The paradoxes of perception. *RDT bifo Magazine for European Research, Special Edition. Art and Science*, 34-35.
- Cowell, H. (1925). *The Banshee* [Music Score].
- Crumb, G. (1971). *Vox Balaenae* [Music Score].
- Dodge, C., & Jerse, T. (1997). *Computer Music: Synthesis, composition, and performance*. New York, NY: Schirmer.
- García, B. (2007). *El siglo musical*. Recuperado de <http://www.lefonica.net/web2/bcmnamadrid/cspccralismo.html>
- García, I. D. (2007). El grafismo musical en la frontera de los lenguajes artísticos. *Sinfonía Virtual*. 5. Retrieved from http://www.sinfoniavirtual.com/revista/005/grafismo_musical_frontera_lenguajes_artisticos.php
- Gerzso, A. (1992). Paradigms and computer music. *Leonardo Music Journal* 2(1), 73-79. <http://www.jstor.org/stable/1513212>
- Grisey, G. (1975). *Partiels for 16 players* [Music Score].
- Grisey, G. (1982). La musique: le devenir des sons. En *Damstätter Beiträge Neven Musik, XIX Conférence Darmstadt résumant les premiers résultats des recherches sur le son et leur application dans la musique*, pp. 16-23.
- Grisey, G. (1987). Tempus ex machina: A composer's reflections on musical time. *Contemporary Music Review*, 2, 239-275
- Grisey, G. (2000). Did you say Spectral. *Contemporary Music Review*, 19(3), 1-3.
- Jorda, S. (2005). *Digital lutherie: Crafting musical computers for new musics, performance and improvisation* [PhD Thesis, Universitat Pompeu Fabra].
- Kraffir, N. (2001, June). Horatiu Radulescu: la composition des nuages. *Le Monde de la Musique*, 255, 46-49.
- Lai, A. (2008). La imagen del sonido y la escritura espectral. *Escritura e Imagen*, 4, 125-146.
- Lavista, M. (1943). *Canto del Alba* [Music Score].
- Lavisra, M. (1984). Nuevas técnicas instrumentales. *Revista Pauta*, 2
- Lavisra, M. (1989). *Nuevas técnicas instrumentales* (2da.ed). México, D.F. México: CENIDIM
- Leipp Émile. (1971). *Acoustique et musique*. Paris. Francia: Presses des Mines.
- Luroslawski, W. (1962). *Venetian Games* [Music Score].
- Murail, T. (1967). *Mémoire-érosion* [Music Score].
- Murail, T. (1983). *Desintegrations* [Music Score].
- Murail, T. (1994). *L'esprit des dunes* [Music Score].
- Murail, T. (2000). After-thought. *Contemporary Music Review*, 19(3), 5-9.
- Murail, T. (2005). Spectra and Sprites. *Contemporary Music Review*, 24(2/3), 137-147. Retrieved from Routledge.

- Nauert, P. (2003). The progression vector: modelling aspects of post-tonal harmony. *Journal of Music Theory* 47(1). 103-123. <http://www.jscor.org/stable/30041084>
- O'Brien, M. (2000). Witold Lutoslawski's Venetian Games. In J. Newsom & A. Mann (Eds.). *The Rosaleen Moldenhauer Memorial. Music History from Primary Sources: A Guide to the Moldenhauer Archives*. Washington, D.C.: Library of Congress.
- Penderecki, K. (1960). *Cuarteto de cuerdas No. 1* [Music Score].
- Pérez, F. (2011). Pabellón Philips: Bruselas, Bélgica. *ARQ*, 63, 54-59. Retrieved from <http://www.scielo.cl/pdf/arq/n63/art13.pdf>
- Piston, W. (1955). *Orquestación*. New York, NY: Real Musical.
- Radulescu, H. (1969). *Credo* [Music Score].
- Real Academia Española. (2008). *Diccionario de In lmg1 In tspmio/II* (21 ed.). Madrid, España: Espasa Calpe.
- Reich, S. (1967). *Violin Phase* [Music Score].
- Reich, S. (1976). *Music for 18 Musicians, para ensemble* [Music Score].
- Reyes, J. (2004). *Teoría de FM*. Recuperado de https://cerma.stanford.edu/~juanig/articulos/fundfm/Teoria_FM.html
- Risset, J.-C. (1968). *Computer Suite from Little Boy* [Music Score].
- Risset, J.-C. (1969). *Mutations* [Music Score].
- Risset, J.-C. (1994). Sculpting sound with computers. *Leonardo Music Journal*, 27(3), 257-261. Retrieved from <http://www.jsror.org/stable/1576064>. Retrieved from The MIT Press.
- Risset, J.-C. (1991). Some comments about future music. *Computer Music Journal* 15(4), 32-36
- Roads, C. (2001). *Microsound*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Sandell, G. (1995). Roles for spectral centroid and other factors in determining "blended" instrument pairings in orchestration. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 13(2), 209-246.
- Scharwtz, E., & Godfrey, D. (1993). *Music since 1945: Issues, materials and literature*. Wadsworth, OH: Editorial Belmont.
- Stockhausen, K. (1951). *Kreuzspiel* [Music Score].
- Toiviainen, P., & Alluri, V. (2009). Exploring perceptual and acoustical correlates of polyphonic timbre. *Music Perception*, 27 (3), 223-241. Retrieved from http://users.jyu.fi/~ptoivai/pdf/Alluri&Toiviainen_MP2010.pdf
- Varèse, E. (1931). *Lonisation* [Music Score].
- Varèse, E. (1954). *Desert* [Music Score].
- Wessel, D. (1979). Timbre Space as a Musical Control Structure. *Computer Music Journal*, 3(2), 45-52. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3680283>.
- Wishart, T. (1988). The Composition of "Vox-5". *Computer Music Journal*, 12(4), 21-27. Retrieved from <http://www.jsror.org/mbic/3680150>.
- Wishart, T. (1997). SoundHack. *Computer Music Journal*, 21(1), 10-11.
- Xenakis, I. (1956). *Pithoprakta* [Music Score].
- Zúñiga, F. (2011). John Cage: Sonaras e Interludios para piano preparado. *Kánina*, 3(1), 199-214. Retrieved from <http://www.latindex.ucr.ac.cr/kanina-31-1/kanina-31-1-14.pdf>.

Currículum

José Alberto Gallardo Arbeláez. Músico con énfasis en composición de la Universidad EAFIT (Medellín, 2008) y actualmente estudiante de la Maestría en Estética de la Universidad Nacional de Colombia (Medellín). Estudió guitarra clásica (Universidad de Antioquia, 2002) y Violín (Corporación Batuta, 1999). Ha compuesto para diversos ensambles dedicándose en especial a la experimentación de música generada por computadores e instrumentos tradicionales. Con su obra ha participado con éxito en diversos eventos, foros y concursos. Es profesor de acústica y sonido digital (Bellas Artes, Medellín) y del programa de Profesionalización en música (Universidad de Antioquia), e investigador en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM, Medellín) en el área de informática musical y en la Universidad EAFIT en los proyectos *La nueva música Sinfónica Colombiana* y *Desarrollo de Herramientas Libres para la Expansión Tímbrica de lmtmmlenlos Tradicionales*.