

Experiencia de aprendizaje en el arte de la música experimental basada en patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos de la ciencia moderna

HÉCTOR JAVIER ESPINOZA ESCOBAR

Músico–ingeniero civil. Universidad Católica de Chile

FILIACIÓN INSTITUCIONAL: Independiente

ORCID:<https://orcid.org/0009-0000-1022-3011>

musera2020@gmail.com

Universidad de Valparaíso

Facultad de Arquitectura

Revista Márgenes

Espacio Arte y Sociedad

Learning experience in the
Art of Experimental Music
Based on Patterns, Structures,
Transformations,
and Algorithms of Modern
Science

Diciembre 2023 Vol 16 N° 24

Páginas 44 - 52

Recepción: marzo 2023

Aceptación: septiembre 2023

RESUMEN

La tecnología y el conocimiento actual permiten desarrollar música experimental que consiste en traducir a sonido el mundo real y abstracto que nos rodea, sin perder su esencia, y sobre bases científicas. Se presenta una estructura de pensamiento que podría servir de base, incluyendo ejemplos simplificados. La experiencia de aprendizaje de este arte muestra la necesidad de aplicar conocimientos y herramientas científicas que no se suelen utilizar en la música comercial. Cabe preguntarse si ya es necesario explorar nuevos medios para la formación del artista.

Palabras clave: modelación digital / sonido / tecnología / disonancia / micro tonalidad / naturaleza

SUMMARY

Current technology and knowledge allow for the development of experimental music that involves translating the real and abstract world around us into sound, without losing its essence, and based on scientific foundations. A thought structure is presented that could serve as a foundation, including simplified examples. The learning experience of this art demonstrates the need to apply knowledge and scientific tools that are not typically used in commercial music. It's worth considering whether it's already necessary to explore new means for the artist's education

Keywords: digital modeling / sound / technology / dissonance / micro tonality / nature

<https://doi.org/10.22370/margenes.2023.16.24.3902>

INTRODUCCIÓN

Los grandes avances en tecnología y conocimiento actuales hacen posible desarrollar, en mayor profundidad, la música experimental que consiste en tomar los patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos que describen la existencia que nos rodea, y traducirlos a parámetros con significado musical, sin alterar la esencia de la fuente original y sin descuidar la consonancia. Esta forma de arte nos permite “comprender” mejor la existencia que nos rodea valiéndonos de las habilidades de nuestro sistema auditivo, aun cuando dicha existencia no genere sonido.

Para lograr tal traducción se requiere combinar el conocimiento musical tradicional con herramientas científicas y tecnológicas que van mucho más allá de las que se suelen utilizar en la música comercial.

Al respecto, ¿cuenta el artista con las herramientas suficientes para desarrollar este tipo de música experimental?, ¿es necesario explorar nuevos medios para la formación del artista?

Este artículo propone una estructura ordenada de pensamiento para esta línea de música experimental. En una de sus formas, se toman los parámetros y algoritmos que describen un fenómeno del mundo real o abstracto y se les traduce a parámetros con significado sonoro o musical, intentando, a la vez, no perder la esencia de la fuente original; en otra de sus formas se toman estos mismos parámetros y se traducen a sonido, combinándolos con las técnicas tradicionales de composición musical. Schoenberg (1974) dice: *El arte es, en su grado ínfimo, una simple imitación de la naturaleza. Pero imitación de la naturaleza en el más amplio sentido; no mera imitación de la naturaleza exterior, sino también de la interior* (13). Las fuentes para traducir a música también pueden provenir de fórmulas matemáticas y/o de creaciones de nuestra imaginación, entre otras posibilidades. Al explorar esta línea de música experimental se vive una experiencia única de aprendizaje en el campo del arte, pues se trata de arte combinado con ciencia explícita.

Existen muchos aportes científicos que sirven de inspiración en este camino, entre ellos los de Jeffrey (1995) y Mari (1987), así como otros referidos a lo largo de este artículo.

LO LOGRADO EN EL ARTE DE LAS IMÁGENES ABSTRACTAS

El mundo de las imágenes abstractas sirve como fuente de inspiración, la traducción de parámetros y algoritmos del mundo real y/o abstracto a valores con significado gráfico ha arrojado resultados excepcionales. Conviene citar, en especial, los trabajos (separados) de Mario Marcus (2009) y Omar Cañete *et al.* (2015). Marcus (2009), dice: *Quien da un vistazo a este libro ha de saber que todas las imágenes son de origen matemático y que cada imagen corresponde a una única fórmula... (1)*. Por otra parte, Omar (2015) dice: *se plantea una partitura morfológica generada a partir de*

improvisaciones sobrepuestas a imágenes creadas sobre los principios de la fuga. (20).

El autor (del presente artículo), inspirado en los trabajos señalados en el párrafo anterior, ha desarrollado también imágenes a partir de fórmulas matemáticas como un paso previo al intento de musicalizar, por métodos científicos, dichas fórmulas. Las figuras 1 a 3 muestran parte de ese trabajo.

Para generar estas imágenes se tomaron fórmulas matemáticas y algoritmos probabilísticos y con ellos se generó una base de datos de puntos en coordenadas cartesianas; estos puntos se insertaron en Autocad, al cual se le dio la instrucción de conectarlos automáticamente, con líneas rectas o curvas suaves. Esta expresión de arte (imágenes) requiere incorporar diversas herramientas científicas, lo cual muestra, indirectamente, que el arte relacionado con la música experimental también demanda incluir este tipo de herramientas.

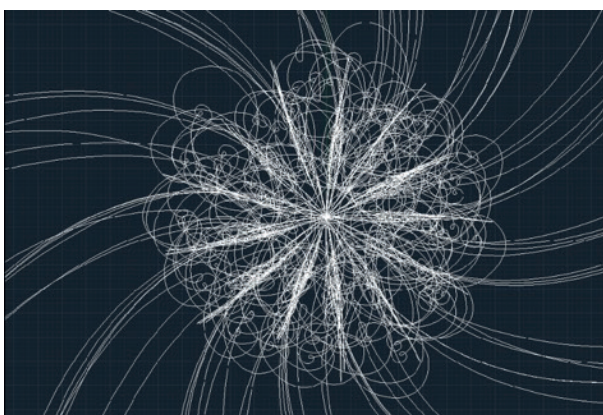
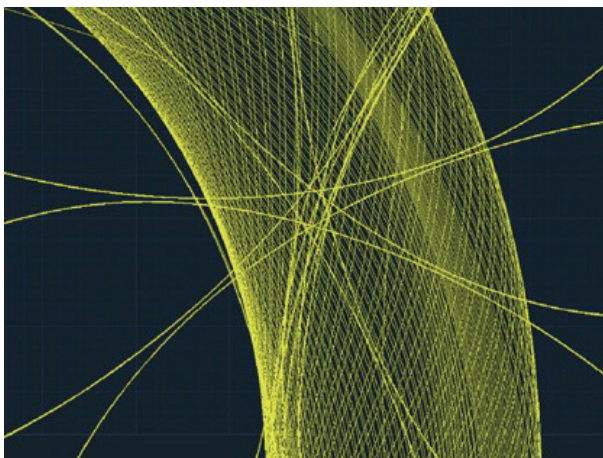
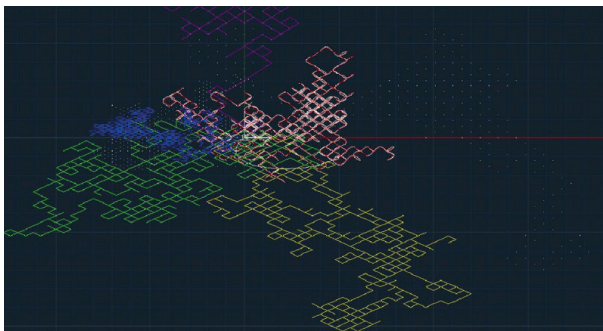
Pero existen importantes diferencias entre las traducciones de lo abstracto a imágenes y las traducciones de lo abstracto a sonido. Si se logran traducir las imágenes 1 a 3, el sonido podría resultar “ordenado”, pero no necesariamente consonante; adicionalmente, el manejo del tiempo en la traducción impacta de forma trascendental, entre otros asuntos.

Se busca musicalizar el mundo real y abstracto que nos rodea. La musicalización no consiste en réplicas del sonido que este mundo emite, tampoco consiste en improvisaciones musicales inspiradas en la observación tradicional de este mundo. La musicalización objeto de este artículo consiste en la incorporación, al sonido mismo, de los patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos que están presentes en el mundo que se traduce, y donde el traductor que se utiliza arroja características emergentes que sean de interés musical y que sigan representando, adecuadamente, a dicho mundo.

EL POTENCIAL DE LA TECNOLOGÍA Y CONOCIMIENTO ACTUALES

Antiguamente, la música y la ciencia caminaban de la mano, los compositores eran artistas y científicos simultáneamente, pero en la actualidad la enseñanza musical tradicional deja en segundo plano a la ciencia. Ahora es tiempo de reincorporar la ciencia a la composición musical, por las razones siguientes:

- La tecnología de audio digital permite generar prácticamente cualquier frecuencia de afinación con cualquier timbre en forma casi inmediata.
- La música puede ser interpretada por secuenciadores o software, esto elimina una serie de restricciones fisiológicas.



> **Figura 1. Título obra digital: Trayectorias Probabilísticas. Fuente: Elaboración propia**

> **Figura 2. Título obra digital: Anillos Sagrados. Fuente: Elaboración propia**

> **Figura 3. Título obra digital: Flor Cósmica. Fuente: Elaboración propia**

- Se conocen muchos patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos presentes en la realidad física y abstracta que nos rodea y que en la antigüedad eran desconocidos.
- Se conocen muchas herramientas matemáticas y científicas con las que no se contaba en la antigüedad, y muchas de ellas aún no han sido incorporadas en la composición musical actual.
- Se sabe más acerca de la forma en que nuestra mente procesa el mundo que la rodea y acerca de cómo percibimos sonidos.
- Prácticamente tenemos libre acceso a la ciencia y a la inteligencia artificial, todo ello facilita el estudio autodidacta y el desarrollo de esta línea de música experimental.

Todo indica que debemos complementar la enseñanza tradicional de la música con herramientas científicas y matemáticas duras para poder aprovechar estas nuevas herramientas; esto sin olvidar que la música tradicional es excepcional. Respecto a esta última, Reilly, Jack (1993) dice: *Music is a great gift for everyone, it uplifts our spirits and brings joy to our lives.* (60).

¿QUÉ ES "MÚSICA"?

Para desarrollar esta música instrumental experimental desde una base teórica que imponga un cierto orden y cambio en la estructura tradicional de pensamiento, hay que preguntarse primero: ¿Qué es música? Roederer, Juan, (2008) dice: *But do we really know what music is? Like the concept of information, we know what it is, but it is not easy to define!* (18); Malcolm Budd (2003) afirma: *Rameau opened his Treatise on Harmony by defining music as the science of sounds. But when music is regarded as one of the fine arts it is more accurate to define it not as science, but as the art of sounds...* (ix). Por otra parte, David Cope (2000) dice: *However music is defined (and it matters little in the final analysis), it possesses elements that make craft and consistency fundamental to its quality* (xi). Resulta evidente que no existe una única definición de "música".

Con el propósito de ir conformando una cierta estructura de pensamiento, el autor propone la siguiente definición para esta línea de música experimental (parte de esta definición aparece sugerida por diversos autores): *Música son las características emergentes de una sucesión de ondas sonoras que transporta patrones, estructuras, transformaciones, algoritmos y caos.*

Una característica emergente es una cualidad que no está presente entre las partes que la generan, y que resulta de la combinación de las partes que la generan. Hablamos aquí, por ejemplo, de consonancia, disonancia, resonancia, expectativas, sentimientos, tonalidad emergente o de

cualquier otra sensación nunca antes experimentada. Estas características emergentes dentro de nuestro contexto están también vinculadas a la forma en que el auditor percibe, entre otros factores.

Una onda sonora es una perturbación en la presión del aire provocada por el desplazamiento repentino de un objeto.

Un patrón es la característica que permite establecer que un fenómeno no es producto del desorden. Por ejemplo {1, 1, 2, 3, 5, 8, ...} es un patrón, corresponde a la serie de Fibonacci, en la cual cada número es igual a la suma de los dos números anteriores.

Una estructura es un patrón de más alto nivel, es un patrón de patrones. Por ejemplo si 2122= “undos un undos undos” y 22= “ undos undos” son patrones, una estructura rítmica sería 2122 2122 22 2122 2122 22 2122 2122 22.

Una transformación es una variación temporal o permanente de un patrón, de una estructura, de otra transformación o de un algoritmo. El patrón anterior 22 es una transformación del patrón 2122, se eliminaron los dos primeros elementos de la lista 2122.

Un algoritmo aquí es un conjunto de reglas o recomendaciones que genera una cierta tendencia. Por ejemplo, parte de un algoritmo puede consistir en imponer que después de un acorde mayor aparezcan dos acordes menores, ya sea en el piano o en contexto microtonal. Una variación de este algoritmo podría consistir en imponer que, en un determinado pasaje, aparezcan solamente acordes menores. Los fractales, por otra parte, se generan con algoritmos matemáticos de otra índole.

Caos aquí es la ausencia de patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos. Como analogía, incorporar caos en esta línea de música experimental es equivalente a distorsionar el sonido de una guitarra eléctrica.

Todos los conceptos planteados en este acápite son también parte de la música tradicional, la diferencia radica en incorporar patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos encontrados o creados en la era moderna, es “más de lo mismo, pero en otro plano”. Existen también otros elementos, además de los antes mencionados, y que pueden incluirse; muchos de ellos se pueden rescatar de la música tradicional.

PROPIEDADES DE PATRONES, ESTRUCTURAS, TRANSFORMACIONES Y ALGORITMOS

Se propone aceptar como propiedades a los siguientes postulados:

- Nuestra mente está programada, instintivamente, para detectar patrones, descifrarlos y extrapolarlos como parte de nuestro mecanismo de supervivencia o como parte del entrenamiento de dicho mecanismo. La sola presencia de un patrón captura la atención de la mente.

- Cuando un patrón es muy complejo puede ser confundido con desorden y rechazado por el auditor; cuando es muy simple puede dejar de ser de interés para el auditor en un breve lapso de tiempo, o bien, puede inducir al auditor a caer en un estado de trance. El cuán simple o complejo es un patrón depende del patrón, del contexto, del auditor y de su entrenamiento musical.

- Las variaciones de patrones vuelven a capturar la atención de la mente. Nuestro sistema de supervivencia siempre está atento para detectar los cambios que ocurren a nuestro alrededor y evalúa, inmediatamente, sus implicancias.

- Cuando un patrón es similar a nuestras estructuras internas nos parece más interesante. Este postulado aparece mencionado en diversos textos, el propósito de incorporarlo es incentivar a “musicalizar la naturaleza”.

- Cuando un patrón es extremadamente complejo y, a la vez, sublime nos puede inducir más sentimiento. El propósito de incorporar este postulado es incentivar la generación de eventos sonoros extremadamente complejos y, a la vez, ocultar dicha complejidad, con la esperanza de que ello genere un impacto especial en el auditor.

- Todo lo dicho anteriormente para los patrones aplica también a las estructuras, transformaciones y algoritmos. El objetivo de este postulado es conformar una estructura de pensamiento fractal. Por ejemplo, el cuarto postulado de esta lista también significa “cuando un algoritmo es similar a los algoritmos que formaron nuestras estructuras internas nos parece más interesante”.

Notar nuevamente que los conceptos planteados en este acápite también forman parte de la música tradicional. Sean correctos o no estos postulados, su relevancia radica en que aportan una estructura de pensamiento que sirve de marco teórico para este tipo de música experimental.

FUENTES DE PATRONES, ESTRUCTURAS, TRANSFORMACIONES Y ALGORITMOS

Entre las fuentes posibles de patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos están nuestra imaginación, lo existente o variaciones de lo existente en la música actual y en otras formas de arte, expresiones gráficas, fenómenos físicos, comportamiento humano y animal, estructuras del lenguaje, series de números, funciones (matemáticas), distribuciones de probabilidades, cadenas de ADN, fractales, cualquier manifestación del mundo real y abstracto, y otras. Estas fuentes suelen estar descritas mediante parámetros científicos que no se relacionan con el sonido. Para reforzar estos conceptos se puede citar lo siguiente:

- Mediante la observación de la forma en que vibran las cuerdas se generó la serie de armónicos y, a partir de ella, se construyeron las bases de la teoría armónica de Occidente.
- Las distribuciones de probabilidades están presentes en muchos fenómenos de la naturaleza y algunas son parte de la composición musical. David Temperley (2007) plantea: *To me... The pursuit of Meyer's vision —towards an understanding on how probabilities shape music perception, and indeed music itself— is the underlying mission of this book. (1).*
- Cualquier gráfico basado en coordenadas (X, Y) puede ser incorporado al contexto musical, con ello todas las transformaciones gráficas (desplazamiento, simetría, crecimiento, rotación, espejo...) con las cuales se generó son transportadas automáticamente al mundo sonoro.
- El lenguaje humano nos entrega ritmos, cambios de *pitch*, cambios de intensidad, y lo hace con la ventaja adicional de que estos eventos suelen estar ligados a sentimientos humanos.
- Una serie de números proveniente de una fórmula matemática o de datos extraídos desde un fenómeno físico suele ser el resultado de un conjunto de leyes, patrones y eventos ordenados, y al musicalizarlos una parte de esta esencia es incorporada a la música.
- Los fractales son abstracciones matemáticas que cuando se traducen a imagen son espectaculares, y si se traducen a sonido también podrían ser espectaculares.
- Las cadenas de ADN, si logramos musicalizarlas adecuadamente sin malograr su esencia, podrían arrojar resultados sin precedentes.

Las fuentes de inspiración son infinitas, y varias de ellas se utilizan también en la música tradicional.

DESTINO DE PATRONES, ESTRUCTURAS, TRANSFORMACIONES Y ALGORITMOS

Los patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos se pueden colocar en cualquier parámetro o concepto con significado sonoro o musical y en combinaciones de ellos. Entre estos destinos están, pero sin limitarse a, los siguientes:

- Frecuencias de afinación, proporciones entre frecuencias de afinación.
- *Pitches*, diferencias de *pitch*.
- Cromas (tonos), distancias entre cromas, secuencias de cromas.
- Melodías, tipos de melodías, contornos de melodías.
- Ritmo, velocidad del ritmo, patrones rítmicos, Gestalt del ritmo.
- Acordes, tipos de acordes, secuencias de acordes.
- Arpeggios, tipos de arpeggios, contornos de arpeggios, secuencias de arpeggios.
- Escalas, tipos de escalas, secuencias de escalas, grados de escalas, distancias (en grados) entre grados de escalas.
- Partes (Parte A, Parte B, ...) y estructuras.
- Efectos.
- Paneo.
- Masterización y ecualización
- Timbres, modulaciones de timbres
- Pasajes de consonancia y disonancia.
- Pasajes de orden y desorden.
- Cualquier otro parámetro relacionado con frecuencia, intensidad y tiempo, o relacionado con una combinación de ellos.

Estos destinos se pueden representar en forma numérica y científica, algunos pueden resultar mejor representados que otros, pero todos son representables por este medio. Este comentario es crucial, ya que las fuentes de patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos referidos en el acápite anterior, en su mayoría, también están descritos en lenguaje científico. Nuestro apego a los pentagramas y al sistema de representación musical tradicional (sistema excepcional, por cierto) nos divorció de la representación científica, pero cuando la meta es, por ejemplo, “musicalizar fractales sin destrozar su esencia”, la notación científica es necesaria. Se citan algunos ejemplos de representación científica en música:

- El nombre de una nota musical es su frecuencia de afinación en Hertz.
- La diferencia de *pitch* ($p_2 - p_1$) entre dos notas musicales es $(p_2 - p_1) = (1200 / \ln(2)) * \ln(f_2 / f_1)$ (Cents), f_1 y f_2 son las frecuencias de afinación en Hertz, p_1 y p_2 son los *pitches* en cents.
- La croma (el tono) de una nota musical se identifica por la frecuencia de afinación de otra nota musical, que tiene la misma croma que la primera, y que se ubica dentro de una octava escogida como referencia.
- La distancia “geométrica” entre dos cromas es la diferencia mínima de *pitch* entre dos notas musicales cualquiera, que tienen estas dos cromas, y que se ubican a menos de una octava de distancia.
- Las intensidades y los tiempos se cuantifican, obviamente, con parámetros numéricos.
- El nombre numérico de un timbre es su espectro de frecuencias.

- Tanto la consonancia como el caos se pueden cuantificar mediante evaluación auditiva, seguida de una asignación de puntaje numérico que represente nuestra apreciación personal, esto sin perjuicio de las herramientas matemáticas disponibles para hacerlo.
- La disonancia se puede evaluar utilizando el modelo matemático propuesto por William Sethares (2004) y/o utilizando sus mejoras posteriores.
- Otros

TRADUCTORES

Para musicalizar la naturaleza real o abstracta que nos rodea, o musicalizar estructuras de nuestra propia creación, sin destruir la esencia de todas ellas, se requiere tomar los parámetros que la describen y traducirlos, adecuadamente, a parámetros con significado sonoro. Cualquier traductor o conjunto de traductores es válido si arroja características emergentes interesantes. La composición de música tradicional también utiliza traductores, la diferencia con esta música experimental radica, principalmente, en las fuentes y tipos de traductores que se utilizan. El traductor es parte de la composición musical y, por sí mismo, constituye una forma de arte.

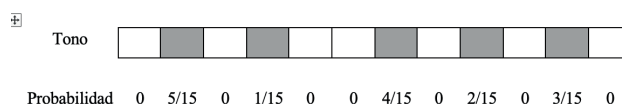
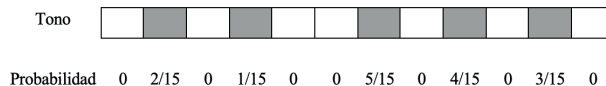
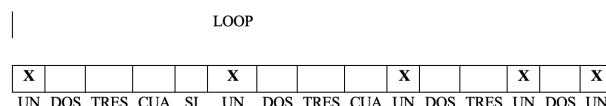
Para aclarar el concepto de “traducción”, supongamos que tenemos la lista de números {5, 4, 3, 2, 1} proveniente de algún fenómeno abstracto; entre algunas de las opciones para su traducción están:

Generar una secuencia de cortes rítmicos, los cortes ocurrirían en los instantes marcados con X en la figura 4

- Interpretar las notas musicales correspondientes a los grados {5°, 4°, 3°, 2°, 1°} de alguna escala, en este mismo orden, el ritmo puede ser obtenido de otro fenómeno numérico, o puede utilizarse el ritmo de la figura 4; con esto último, el concepto abstracto {5,4,3,2,1} se estaría traduciendo a dos conceptos musicales simultáneamente.
- Generar un arpeggio probabilístico. Tomamos los 5 tonos de una escala pentatónica mayor (los arpeggios sobre esta escala son muy consonantes en un piano) y les asignamos probabilidades de ocurrencia basados en la proporción entre los números {5, 4, 3, 2, 1}, como $5+4+3+2+1=15$ asignamos las probabilidades 5/15, 4/15, 3/15, 2/15, 1/15. La figura 5 muestra las probabilidades asignadas a una escala pentatónica formada por las teclas negras del piano:

Para crear más interés, las asignaciones de probabilidades pueden reasignarse cada ciertos lapsos de tiempo, por ejemplo, variando a la asignación de la figura 6:

Cortamos entonces 15 papeles, en 5 de ellos escribimos 5/15, en 4 de ellos escribimos 4/15, en 3 de ellos escribimos 3/15, en dos de ellos escribimos 2/15 y en uno de ellos escribimos 1/15, los ponemos en un frasco, escogemos uno al azar y con ello generamos la primera nota del arpeggio, reingresamos el papel escogido al frasco y repetimos el



> **Figura 4. Cortes rítmicos según el patrón {5, 4, 3, 2, 1}. Tema Evil Machine (minuto 4.10). Fuente: Elaboración propia (Espinosa, 2009). Ver: <https://www.reverbnation.com/hectorespinosa/songs>**

> **Figura 5. Asignación de probabilidades de ocurrencia. Fuente: Elaboración propia**

> **Figura 6. Reasignación de probabilidades de ocurrencia. Fuente: Elaboración propia**

proceso cuantas veces queramos, generando así todas las notas del arpeggio. Desde luego este proceso se puede simular mediante software y puede extenderse a varias octavas.

- Generar un timbre armónico donde {5, 4, 3, 2, 1} aparece en el espectro de frecuencias del timbre:

Frecuencia (Hertz)	f	2f	3f	4f	5f
Amplitud de Fourier	1	1/2	1/3	1/4	1/5

(el resultado es una nota musical de frecuencia de afinación f (Hertz) con el timbre de una cuerda, timbre carente de armónicos más agudos que 5f).

Estos ejemplos permiten mostrar las siguientes propiedades de los traductores: (1) No hay reglas, se puede intentar cualquier traductor. (2) Mediante distintos traductores se puede colocar el mismo concepto original en varios conceptos sonoros simultáneamente. (3) Algunos parámetros del traductor pueden variar en el tiempo, como el paso de la figura 5 a la figura 6. (4) Los resultados sonoros son muy distintos dependiendo del traductor. (5) Con un simple traductor aplicado a una simple lista no se genera una obra musical, pero sí se puede enriquecer una parte de ella. Cuando intentamos musicalizar algo como un fractal, las traducciones que deberemos crear no son tan evidentes como las recién mencionadas, sin embargo, las propiedades (1) a (5) se mantienen.

CONSIDERACIONES DE CONSONANCIA

No se trata solo de traductores, patrones, estructuras, transformaciones y algoritmos. Una de las características emergentes importante es la consonancia. Una de las maneras de cuantificar la consonancia consiste en asignar puntajes de consonancia (a gusto personal) a elementos que son “semillas” de la música; por ejemplo, se puede asignar un puntaje de consonancia a los tipos de intervalos musicales que ofrece la escala cromática del piano o alguna otra escala microtonal, y posteriormente se puede inferir, a partir de lo anterior, la consonancia de estructuras más complejas formadas a partir de esas semillas; ya sea que esta inferencia sea perfecta o deficiente arroja resultados bastante útiles.

La disonancia se puede cuantificar a través de las fórmulas de disonancia propuestas por William Sethares y sus mejoras posteriores (la consonancia se logra, en este caso, minimizando la disonancia). William Sethares (2004) dice: *Dissonant curves provide a straightforward way to predict the most consonant intervals for a given sound. And the set of most consonant intervals defines a scale related to the specified spectrum (vi)*. Debe destacarse que este método moderno no se limita a la música armónica ni a la 12TET,

sino que aplica también a cualquier contexto inarmónico y microtonal y, además, nos regala un camino explícito y científico para modificar los timbres y, con ello, optimizar la consonancia de conjunto dado de *pitches*. Estamos aquí aceptando, para fines prácticos de composición, que nuestra percepción de consonancia (al menos una buena parte de ella) no es subjetiva.

Si bien la consonancia tratada como característica emergente también depende del entorno y del auditor (entre otros factores), los métodos aquí mencionados para su estimación numérica siguen siendo un buen punto de partida.

Al asignar números a la consonancia podemos apoyarnos en un computador para evaluar, preliminarmente, la gran cantidad de alternativas que se nos presentan.

Complementando este concepto, supongamos que tenemos la cadena de símbolos {QQZRP} proveniente de un evento abstracto interesantísimo que encontramos o que creamos; supongamos, además, que decidimos convertirlo en una secuencia de acordes y, arbitrariamente, asumimos que Q=Cmin, Z=F#, R=E7, P=Fm, la secuencia de acordes resultante es Cmin □ Cmin □ F# □ E7 □ Fm, y nos parece muy desagradable. ¿Debemos descartar la idea de traducir {QQZRP} a acordes? No necesariamente, ya que tal vez solo utilizamos los acordes inadecuados y debemos tantear con otros. Pero, ¿con cuales acordes tanteamos? ¿En lo posible, con todas las combinaciones factibles, no solo dentro de la escala cromática temperada del piano, sino que dentro de otras escalas microtonales! Como no tenemos tiempo para escuchar todos nuestros intentos, probablemente necesitaremos automatizar el proceso, incluyendo la automatización de la evaluación de consonancia.

La consonancia aún es materia de intenso estudio y debate y no es parte del alcance de este artículo. El punto de fondo es que si no incorporamos, adecuadamente, las consideraciones de consonancia podríamos obtener solamente sonido desagradable.

EJEMPLO DE PROPAGACIÓN DE PATRÓN A ESTRUCTURA

Considere el pasaje musical de la figura 7 (al interpretarla con timbres de cuerdas, agregando un bajo permanente en el tono de la nota de inicio, suena bastante interesante). Un análisis tradicional de este pasaje mencionaría, tal vez, lo siguiente: (1) Las tres primeras notas forman un acorde mayor. (2) Las notas 1 y 3 forman la dupla tónica-dominante. (3) Las tres últimas notas forman un acorde menor. (4) La primera y la última nota forman un salto de dominante a tónica en otro tono. (5) El motivo de las notas 4, 5 y 6 rota en torno a un eje horizontal que pasa por la nota 4, y esto da origen al motivo de las notas 7, 8 y 9. (6) El tono que más aparece es el de la nota 1, lo cual entrega una sensación de que todo gira en torno a la tonalidad

correspondiente al tono de la nota 1. Pero este pasaje no nació de este tipo de razonamientos, su génesis es muy distinta y es la siguiente: (1) Se impuso el patrón {4,3}. (2) Se crearon variaciones del patrón original alterando los signos, formándose la siguiente lista {4,3},{4,-3},{-4,3},{-4,-3}. (3) Estos valores numéricos se tradujeron a saltos de semitonos dentro de la 12TET, generándose lo mostrado en la figura 7. (4) Se insertó un patrón de tiempo de la forma {2,2,4,4}. La figura 8 muestra los patrones {4,3},{4,-3},{-4,3},{-4,-3} por separado. Este tipo de técnicas son utilizadas en todos los estilos musicales, antiguos y modernos, y aplican cabalmente a esta línea de música experimental. El lector no debe perder de vista que esta línea de música experimental también busca tomar patrones de la naturaleza y traducirlos adecuadamente a sonidos; en este sentido {4,3} {4,-3},{-4,3},{-4,-3} tendría que provenir de alguna existencia que nos rodea.

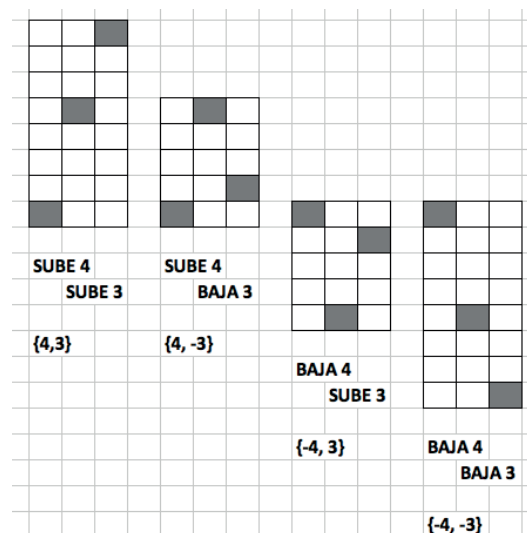
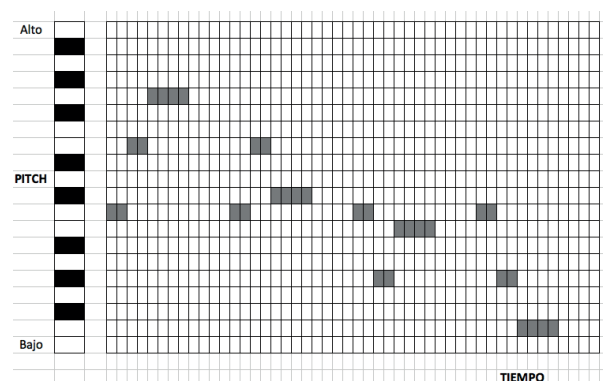
MUESTRAS SONORAS

Se citan muestras sonoras (Espinosa, 2009) que contienen pasajes donde se aplicaron estos conceptos:

- Tema *Rare Jamming* (minuto 1.47 al 2.40), se basa en propagación de formas geométricas.
- Tema *Alien Ship Landing on Earth Searching For Water* (minuto 4.18 al 5.21). Sonido de fondo (de *pitch* descendente) basado en frecuencias generadas por una fórmula matemática, interpretado por el oscilador de un computador.
- Tema *My Guitar Plays What She Wants* (minuto 0.5 al 1.20). Riff de guitarra basado en la propagación de {1,-2,1} a {{1,-2,1}...{2,-4,2}...{3,-6,3}...{4,-8,4}}, traducido a saltos de semitonos.
- Tema *Rare Star*. Composición creada con esta estructura de pensamiento.
- Tema: *Contemplación*. Traducción a sonido de “dos ruedas girando a distintas velocidades, montadas sobre grados de escalas musicales”, del Dúo Pomilhec (Espinosa y Jara, 2021; disponible en <https://www.reverbNation.com/pomilhec>)

CONCLUSIONES

Los grandes avances en tecnología y conocimiento actual hacen posible desarrollar, en mayor profundidad, el arte de la música experimental, que consiste en musicalizar, científicamente, la esencia de la naturaleza real y abstracta que nos rodea, y para ello se requiere aplicar muchas herramientas y conocimiento científico que, habitualmente, no forman parte del arte tradicional. Teniendo presente lo anterior cabe preguntarse: ¿cuenta el artista tradicional con las herramientas suficientes para desarrollar este tipo de arte experimental, u otra forma de arte similar?, ¿es necesario explorar nuevos medios para la formación del artista?



> **Figura 7. Línea instrumental del tema Zombie World (desde minuto 2.05)¹. Fuente: Espinosa, 2009; en: <https://www.reverbNation.com/hectorespinosa/songs>**

> **Figura 8. Patrones de la figura 7 mostrados por separado. Fuente: Elaboración propia**

¹Para esto, se utilizó la 19TET como escala microtonal de contexto, manteniendo las diferencias de pitch (en cents) lo más cercanas posibles a las que ofrece la 12TET

Esta línea de música experimental puede ser encasillada en una estructura de pensamiento específica, como la que se sugiere en este artículo.

Tanto las herramientas científicas como el conocimiento científico que se requieren para desarrollar a plenitud esta línea de música experimental, son las mismas que, actualmente, se requieren para desenvolverse en la ciencia misma. En cierta medida se requiere volver al pasado muy antiguo, donde científico y músico eran atributos inherentes a una misma persona.

(Observación: Cabe mencionar que algunas universidades imparten carreras relacionadas con ciencia aplicada al mundo de las artes, donde se abarcan estos temas en profundidad).

REFERENCIAS

- Cañete, Omar; Correa, Aníbal; Mateo, Felipe. 2015. *Bitácoras morfológicas en el Laberinto del Mandala*. Valparaíso. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, Gobierno de Chile.
- Budd, Malcolm. 2003. *Music and the Emotions, The Philosophical Theories*. London and New York. Routledge.
- Cope, David. 2000. *Techniques of the Contemporary Composer*. Australia. Schirmer.
- Espinosa, Héctor. 2009a. Evil Machine. Disponible en: <https://www.reverbnation.com/hectorespinosa/songs>
- Espinosa, Héctor. 2009b. Zombie World. Disponible en: <https://www.reverbnation.com/hectorespinosa/songs>
- Espinoza, Héctor; Jara, Milton. 2021. Pomilhec homepage Disponible en: <https://www.reverbnation.com/pomilhec>
- Markus, Mario. 2009. *Una Fórmula= Una Imagen*. Santiago. Editorial LOM.
- Pressing, Jeffrey. 1995. *Cognitive Complexity and the Structure of Musical Patterns*. Melbourne, Australia. University of Melbourne.
- Reilly, Jack. 1993. *The Harmony of Bill Evans*. New York. Unichrom Ltd.
- Riess Jones, Mari. 1987. *Dynamic Pattern Structure in Music, Recent Theory and Research*. Ohio. Wassenar
- Roederer, Juan G. 2008. *The Physics and Psychophysics of Music*. New York. Springer.
- Schoenber, Arnold. 1974. *Tratado de Armenia*. Madrid. Real Musical
- Sethares, William. 2004. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale* (2º edition). Berlin. Springer.
- Temperley, David. 2007. *Music and Probability*. Massachusetts. Massachusetts Institute of Technology.