

La entropía y la neguentropía como ideas en la música y en el arte sonoro.

Cómo citar este ensayo: Rocha Iturbide, Manuel (2017). "La composición musical a través de una concepción cuántica del sonido". En *Desde la escucha. Creación, investigación e intermedia*. Ciudad de México. Juan Pablos y UAM editores.

I.- Que es la entropía?

1.- La entropía como concepto científico.

El concepto de entropía surge a partir de la observación científica del funcionamiento de los primeros motores de calor diseñados en el siglo XVIII. Varios investigadores descubrieron que éstos eran ineficientes ya que una gran cantidad de energía de entrada en la producción del trabajo útil se perdía o se disipaba. El enigma relacionado con las causas dio lugar al concepto de entropía. En 1850 el científico alemán Rodolf Clausius, fundador de las leyes de la termodinámica, utilizó la palabra entropía que viene del griego *entrophein* (transformación de contenidos) para estudiar la disipación gradual de la energía en la frontera de un sistema. Se trata de una transformación que siempre acompaña una conversión entre energía térmica y energía mecánica (Cesarman,1986: 229). Esto dio lugar a la segunda ley de la termodinámica que estipula que la materia y la energía no se pueden crear ni destruir sino solo transformarse. La transformación entre un estado de equilibrio matérico A y uno B produce trabajo. Al llegar al estado B puede haber una pérdida de energía (entropía), o bien, si se trata de un sistema aislado, el nuevo estado de equilibrio B tendrá necesariamente un mayor grado de entropía que el de A debido a un acomodo más desordenado y probable de sus partículas¹.

A finales del siglo XIX el austriaco Ludwig Boltzmann y otros investigadores desarrollaron la mecánica estadística, un rama de la ciencia que utilizó la teoría de la probabilidad para deducir el comportamiento de sistemas físicos macroscópicos a partir de ciertas hipótesis sobre los elementos o partículas que los conforman. La utilidad de la física estadística²

¹ Esta ley demostró que todos los procesos espontáneos de la naturaleza tienden hacia un estado final de equilibrio entrópico.

"...Cuando ocurre una transformación en un sistema aislado, la entropía del estado final no puede ser menor que la del estado inicial. Ello se debe a que los sistemas aislados no pueden adquirir neguentropía, es decir, energía libre de sus alrededores" (Cesarman, 1986: 229).

² La termodinámica en sí misma no puede describir un estado de entropía, necesita de las ecuaciones de la mecánica estadística.

consistió en ligar el comportamiento microscópico de sistemas conformados por miles de partículas con su comportamiento macroscópico, de modo que conociendo la conducta del segundo podían averiguarse detalles del primero. Esto permitió describir numerosos campos de naturaleza estocástica como distintos sistemas biológicos, químicos, neurológicos, etc.

El concepto de entropía surge también a mediados del siglo XX en la teoría de la información desarrollada por Claude E. Shannon, como una ayuda para entender los límites fundamentales en la compresión y almacenamiento confiable y de la comunicación de datos. La entropía en este campo constituye el número promedio de bits necesarios para almacenamiento o comunicación; ésta cuantifica la incertidumbre involucrada al encontrar una variable de azar. Por ejemplo, tirar una moneda (con dos resultados probables) tendrá menos entropía que tirar un dado (con 6 resultados igualmente probables).

La entropía se conoce actualmente como el desorden de un sistema, su grado de homogeneidad y probabilidad. En la termodinámica se sabe que dos sistemas con distintas temperaturas tienden a igualarse, lo frío se calienta y lo caliente se enfría. En la vida cotidiana podemos encontrar fenómenos entrópicos todo el tiempo, como unir dos botes de pintura de colores distintos que al final terminarán mezclándose para crear un nuevo color, los dos colores originales desaparecerán, y será imposible o muy poco probable que estos vuelvan a separarse³. Sin embargo, existen sistemas en donde el grado de entropía aumenta y al mismo tiempo surge un orden complejo, esto sucede por ejemplo en las transiciones de fase de la teoría del caos.

La entropía es la parte de la energía que no puede usarse para producir trabajo. La entropía de un sistema aumenta en la medida en que la *estructura* molecular de dicho sistema adquiere su arreglo más probable. Una roca que ha caído y permanece inamovible al pie de una montaña es una situación más probable que el estado previo en el cuál la roca estaba al borde del precipicio. La **neguentropía** sería una entropía negativa, es decir, un sistema en

³ Otro ejemplo podría ser si cortamos las palabras de un párrafo de un texto y las metemos en una caja, las revolvemos agitándolas y las sacamos de una en una. Es muy poco probable que las palabras vuelvan a acomodarse en el mismo orden del texto original.

donde la energía tiene el potencial de producir trabajo⁴, o bien, en un sistema vivo es la entropía que éste exporta para mantener su entropía baja⁵.

2.- Dos interpretaciones fundamentales de la entropía.

Una vez habiendo entendido los distintos conceptos de entropía desarrollados en la ciencia desde hace siglo y medio, podemos hacer algunas reflexiones acerca de cómo este término se ha desdoblado hacia otras áreas del pensamiento para fungir como una metáfora útil en la definición de distintos procesos. Existen interpretaciones negativas en donde la entropía es un fin inevitable, y otras positivas que encuentran en la neguentropía de los seres vivos un factor de orden y complejidad capaz de eliminar a la entropía. El ejemplo negativo más importante (de carácter lineal) está basado en la irreversibilidad de la segunda ley de la termodinámica. A partir de esta han surgido interpretaciones científicas que creen que desde la explosión original del big bang, la energía del universo, en un inicio concentrada y ordenada, se diluye y se aleatoriza poco a poco. Con el tiempo el universo podría cesar de existir. Algunas vertientes filosóficas podrían estar relacionadas a esta negatividad como el nihilismo Nietzscheano, heredero del escepticismo de la antigua Grecia. Distintas religiones en cambio, así como la teoría evolucionista, podrían estar emparentadas con una interpretación positiva⁶.

La entropía como visión positiva (y de carácter no lineal) está basada en la ley del esfuerzo, del trabajo y la energía, es decir, en la neguentropía. La necesitamos para mantenernos vivos, tanto mental como físicamente. La depresión es entrópica y puede fácilmente terminar en la muerte, sólo el esfuerzo y un trabajo positivo nos pueden salvar. Sin embargo, de acuerdo a la teoría económica Marxista, el trabajo enajenado del obrero conduce a la cosificación del hombre y por lo tanto a la entropía.

II.- La idea de la entropía como metáfora en la música y el arte.

⁴ Como el caso de la piedra que todavía no cae por la ladera de la montaña.

⁵ "La captación de neguentropía es una función que solo existe en los seres vivos, los más abiertos de todos los sistemas posibles y los únicos capaces de mantener un estado estacionario. La neguentropía describe el aumento de orden y diferenciación que existe en un sistema más allá del que corresponde a la entropía cero" (Cesarman, 1986: 232).

⁶ Han habido religiones que creen en una vida mejor y eterna (catolicismo), el paso de la entropía a la neguentropía. Este proceso sería antinatural de acuerdo a la segunda ley de la termodinámica; otro ejemplo es la reencarnación en la religión hinduista, el posible paso a escalones más avanzados, o las teorías evolucionistas del hombre, en donde se estipula que el género humano se dirige hacia un estado neguentrópico más elevado, complejo y positivo.

1.- La interferencia como ruido. Inicios de una concepción entrópica de la música y el arte sonoro.

"Un ruido es una resonancia que interfiere con la audición de un mensaje en proceso de emisión. Una resonancia es un set de sonidos simultáneos puros, con frecuencia determinada e intensidad distinguibles. El ruido entonces no existe en sí mismo, sino tan solo en el sistema en el que está inscrito: emisor, transmisor, receptor". (Attali, 2009: 38).

Desde finales de los años ochenta me interesé por el concepto de interferencia, es decir, por la significación del ruido en su sentido negativo. En mi escultura sonora⁷: $(+ x -) = -$ intenté interferir y alterar la percepción de un canto gregoriano constante por medio de distintos sonidos mundanos y pertenecientes a la era de la electricidad (ruidos de la televisión, percusiones, gemidos sexuales, sonidos electrónicos, etc) que entraban y salían perturbando la escucha de esa línea fija e inamovible⁸. La metáfora visual de esta obra era una cabeza de un santo en meditación enredada con los cables de audio del aparato emisor del sonido. Esta misma idea volví a usarla en mi instalación *Interferencias* (2001). Se trata de una tienda de campaña construida con tela de mosquitero, dentro de la cual se escuchan sonidos de interferencias electrónicas estables y externas a la tienda, así como sonidos de interferencias internas e inestables de mosquitos manipulados dentro de ella⁹. No asocié el concepto de entropía con ninguna de estas dos obras ya que en esos momentos no relacionaba la idea de interferencia con un nuevo tipo de entropía que más tarde concebí y del cual hablaré más adelante¹⁰.

⁷ Expuesta en el Ex-Convento del desierto de los leones en la exposición *14 artistas en torno a Joseph Beuys* en 1989.

⁸ A pesar de haber intentado distraer la concentración de un santo en estado meditativo mediante la interferencia constante de un canto gregoriano (a lo que yo le llamaría un factor de entropía), finalmente el resultado sonoro fue el de una música compleja, orgánica y siempre interesante. Es decir, la intención de introducir entropía a un proceso dio como resultado la complejidad de otro.

⁹ El sonido estático de las interferencias podría recordarnos o hacernos imaginar cientos de aviones de guerra volando listos para bombardear, recuerdo de muerte posible, estado entrópico por excelencia una vez que se descompone nuestro cuerpo. El otro sonido son los mosquitos que se lanzan a atacarnos como kamikazes, pero que por lo menos nos distraen.

¹⁰ Se trata de la *entropía perceptual*. El concepto científico de la entropía lo descubrí en los años noventa cuando estudiaba las distintas teorías del caos que luego me influyeron en la creación de mi obra electroacústica mixta *Transiciones de fase* (1994). Al mismo tiempo, al comenzar mi tesis doctoral (desarrollada en la Universidad de París VIII entre 1992 y 1996) acerca de las técnicas granulares en la síntesis sonora que se basan en la teoría cuántica del sonido, tuve que estudiar las primeras propuestas musicales de ellas llevadas a cabo por el compositor Greco-francés Iannis Xenakis (1928-2008) quien desarrolló una teoría de composición sustentada en la utilización de distintos grados de entropía.

El ruido no es entropía cuando es recibido como un significante aislado, todo depende de nuestra voluntad receptora selectiva. El ruido en este caso podría ser sin embargo entrópico si su nivel de emisión es muy alto en decibeles, o si una conjunción de ruidos complejos y densos nos orillan a abandonar nuestra atención aural receptora debido a la imposibilidad de distinguir los distintos elementos de esa masa sonora. Esto es lo que Murray Schafer llamaría: "...un paisaje sonoro *lo fi* en donde las señales acústicas individuales se obscurecen debido a una sobre población densa de sonidos" (Schafer, 1977: 43). No obstante, esto tampoco puede ser totalmente cierto a menos que sea interpretado dentro del sistema de Attali: "ruido como interferencia del emisor, transmisor, receptor". El ruido en sí mismo solo puede ser considerado como entropía cuando no podemos o queremos escucharlo, tiene más que ver con nuestra capacidad de entenderlo como música. Tal vez no podamos oírlo de un modo continuo, probablemente tengamos que entrar y salir perceptualmente, como en mi composición electroacústica *Avidya* (1989) en donde sumé cientos de estaciones de radio de manera gradual, y en la cual los cambios paulatinos de las texturas ruidosas de las estaciones sumadas nos permiten seguir atentos e interesados en la desintegración constante de la información radial.

2.- La teoría del Caos. Transiciones entre el orden y el desorden.

"La característica dinámica más importante de un 'sistema abierto' cuántico de Prigogine es que él se posiciona delicadamente sobre una línea crítica divisora entre el estatismo y el caos. Prigogine describe esta característica como: 'lejos de las condiciones de equilibrio'. Si hay menos energía que pasa a través del sistema esta se acabará y la materia atrapada adentro se volverá inerte, sin orden ni sentido. Si hay más energía, el sistema se convertirá en un estado demasiado turbulento habiendo como consecuencia simple 'ruido' " (Zohar, 1990: 190).

De acuerdo a esta idea científica perteneciente a la física cuántica, interpreto que el equilibrio, tanto en el orden como en el desorden, el estatismo y el caos¹¹, es entropía pura. La única manera de sobrepasar ese equilibrio es mediante un trabajo energético que inevitablemente, debido a las leyes de la indeterminación cuánticas, nos jalará siempre ya sea hacia el orden (aburrimiento) o hacia el caos (confusión). La vida está llena de esos

¹¹ El caos al que se refiere Prigogine aquí no es el caos del orden complejo de las teorías matemáticas de los años 70's y 80's, sino la idea de caos antigua, el desorden.

momentos y tan solo un estado de consciencia activo puede ubicarnos en un nuevo punto neguentrópico, que sin embargo cambiará constantemente del mismo modo que un electrón a veces se comporta como onda, o a veces como partícula. Esta dualidad y sus contradicciones es la que produce la neguentropía positiva, pero nunca en un estado puro ya que ésta siempre oscilará entre la entropía del orden y la entropía del desorden.

En 1993 me interesé por las distintas teorías del Caos y comprendí la diferencia entre orden, caos y desorden. En oposición al desorden, el orden es el arreglo cuidadoso de las partes en una obra artística (Rocha Iturbide, 2013: 242), el desorden es lo opuesto, un estado en donde el arreglo de la información tiene un alto grado de variables posibles (de acuerdo a la teoría de la información), y, por lo tanto, es incomprendible. El desorden es la entropía pura. El Caos es un orden complejo que puede tender hacia la entropía o hacia el orden. Con el descubrimiento del texto de Xenakis "Formalized Music" (1961), descubrí la propuesta del compositor acerca del uso del continuo *orden - orden complejo - desorden* para la creación musical. Xenakis considera el orden como el estado de entropía mínima, es decir, un estado de *neguentropía*, mientras que, para mí, ciertos tipos de orden pueden caer fácilmente en la *entropía perceptual*. Este es un concepto que concebí hace años a partir de algunas ideas de la psico acústica musical del compositor Karlheinz Stockhausen que abordaré más adelante¹². A continuación, muestro de manera sintética el esquema de Xenakis añadiendo algunas ideas más:

"Orden perfecto = información mínima, a nivel perceptual puede tender a la entropía. Orden parcial = información que genera una estructura. Caos = orden complejo estructurado. Desorden parcial = información que genera complejidad, con la posibilidad de ser estructurada por la percepción. Desorden perfecto = demasiada información, saturación, entropía".

En donde se encuentra la entropía en el arte¹³? ¿En las obras mismas? ¿en la posibilidad que tenemos de obtener información compleja a través de nuestra percepción, y después, a partir de la reflexión que este proceso pudiera generar?

¹² Quiero aclarar desde ahora porqué el orden tiende a la entropía perceptual: el orden constante y sin alteraciones, o con muy pocas alteraciones, puede ser previsible, aburrido, y alterar consecuentemente nuestra escucha atenta.

¹³ Cuando hablo aquí de arte me refiero principalmente a las artes visuales y a la música, ya que en estos campos las ideas de orden, orden complejo y desorden han sido utilizadas a través de la historia como dualidad en el pasado

La entropía puede ser una idea que permea la creación de una obra sin que necesariamente sea el resultado que genera en nuestra percepción. También puede ser la búsqueda de una complejidad o información excesivas, lo que nos puede llevar o no a la alteración de nuestro aparato receptor que en un momento dado podría dejar de reaccionar ante la obra debido a la imposibilidad de asimilar el contenido de esta.

Esto tal vez sea más patente en la música que en el arte sonoro, en donde estamos obligados a escuchar de manera lineal, del principio de una obra hasta el final, mientras que en una instalación sonora que se inserta en un espacio, podemos ir y venir, recorrerlo, influir nuestra escucha a partir de distintos puntos proxémicos. Lo mismo sucedería con una obra de arte visual, podemos verla, dejar de verla, regresar a ella, etc. Las obras de arte visual, arte sonoro, o las composiciones musicales mismas, pueden también usar a la entropía como uno de los estados específicos posibles de la obra. En este caso percibiremos a la entropía de manera distinta dependiendo de los recorridos, cuando venimos del orden y llegamos a ella, o cuando vamos del desorden (la entropía) hacia el orden (neguentropía).

3.- La entropía per se en el arte.

Crear un estado entrópico en el arte para producir una sensación de entropía en el oyente o público que percibe la obra puede ser un postulado del artista, una idea conceptual que podría tener distintas justificaciones, pero al final de cuentas, este tipo de obras peligran en quedarse en un solo nivel. Se me ocurren manifestaciones de ruido de muy alto nivel de volumen en distintas músicas experimentales particularmente del *noise* y del rock alternativo. Aquí la búsqueda de la entropía, del desorden, de lo sin sentido, es un ataque abierto a las normas sociales conservadoras y homogeneizadoras de la sociedad. También pienso en manifestaciones de ruido en obras de arte sonoro de las últimas décadas, como en algunas de la norteamericana Marianne Amacher (1938-2009) o del mexicano Mario de Vega (n. 1979) quien de manera continua busca irrumpir y provocar, destruyendo el silencio con el ruido.

En las artes plásticas podría aludir a varios artistas que emulan a la destrucción. En las acciones y el performance tenemos los rituales de Hermann Nitsch (n. 1938) llevados a cabo en Austria entre 1962 y 1998, terapias de catarsis, la muerte orgiástica del individuo para

(orden, desorden), y como trinidad a partir probablemente de los años 50's, es decir, como un posible continuo de la percepción.

resurgir a través de la colectividad¹⁴. En este caso, la entropía tiene como fin crear neguentropía. En las acciones pánicas de Jodorowsky (n. 1929) y en otras del grupo Fluxus, la destrucción de la idea del arte atrapada en una forma convencional es un medio para encontrar cosas nuevas. Un piano es destruido para descubrir nuevos sonidos. En cambio, con la máquina que se autodestruye de Jean Tanguely (1925-1991) el artista buscaba la destrucción del arte, la búsqueda de la entropía misma.

La muerte vista desde su significante negativo¹⁵ está presente en el discurso de algunos artistas. Pongo como ejemplo al grupo SEMEFO y a Teresa Margolles (fundadora del grupo). Estos artistas rescatan la muerte de personajes desconocidos del olvido (ciudadanos comunes y víctimas del narcotráfico, por ejemplo), la exponen como arte, como objeto, intento neguentrópico que al final se convierte en entropía pura, ya que estos artistas no proponen soluciones, para ellos no hay más allá, los problemas de México como país terminan allí, no hay esperanza ni futuro¹⁶.

Otra vertiente de tipo formal podemos encontrarla en el arte Nuevo Realista con los Franceses Armand y César que, con sus objetos aglutinados, comprimidos, convertidos en esculturas, recuperan objetos industriales producidos en serie destinados a terminar en basureros industriales. Aquí de nuevo el trabajar con la entropía es un intento tal vez de generar algo nuevo, energía a partir de la muerte, neguentropía, un acto típico de distintos artistas pertenecientes al paradigma del arte contemporáneo que surge como reacción en contra del modernismo, generando distintas vertientes y que hasta el día de hoy continúa rescatando lo efímero, lo feo, la vida que pasa raudal sin poder ser percibida.

En la música contemporánea también existe la entropía; podríamos hablar por ejemplo de algunas composiciones de Bryan Ferryhough (n. 1943), creador del movimiento estético de la *nueva complejidad*, en donde existe tal cantidad de información simultánea que la música se vuelve anti porosa y anti perceptible. En Xenakis la entropía es equivalente a la riqueza, a

¹⁴ Pienso en mi obra *Avidya* ya antes citada, cuyo título significa ignorancia. En budismo se utiliza para describir nuestra tendencia de dividir nuestra percepción del mundo en cosas separadas e individuales, y a experimentarnos a nosotros mismos como entes aislados. La idea de comenzar con una estación de radio, una individualidad, e ir aumentando de estaciones, nos habla justamente de una nueva posibilidad, mediante la destrucción paulatina de la información de cada estación, la entropía, podemos entonces olvidarnos de todas esas individualidades y percibir el mundo como un todo, la entropía se convierte aquí en neguentropía.

¹⁵ En Nitsch la muerte tiene un significado positivo, es la metamorfosis, el cambio de piel para un nuevo ser.

¹⁶ Hay sin embargo una obra de Tere Margolles en la que rescata a un cerrajero de Ciudad Juárez y lo transporta a una galería en Boston, en donde él hace llaves para el público. El motivo de esto es las historias que cuenta, su papel como sanador en su lugar de origen, una ciudad herida y enferma. Margolles genera aquí neguentropía pura.

la complejidad y a la imprevisibilidad. El compositor se concentra en los distintos grados de entropía en una obra musical, es decir, él está concentrado en los distintos grados de orden (entropía mínima) y desorden (entropía máxima) que existen en la materia.

Hemos visto como la entropía ha sido interpretada de distintas maneras, en la destrucción del arte per se, en el individuo en relación con la sociedad, en una crítica abierta al mundo post-capitalista y a las instituciones conservadoras, en una observación de la complejidad de los fenómenos naturales, o en la búsqueda de una complejidad hiper barroca que se acerca peligrosamente a la entropía pura.

III.- La entropía en la escucha musical

1.- Percepción musical y entropía.

"Imaginemos el binomio polar siguiente: en un extremo tenemos una onda sinusoidal pura perfectamente periódica, en el otro tenemos ruido blanco. Estos dos polos son curiosamente muy parecidos, la onda periódica infinita aburre, mientras que el ruido blanco suscita confusión. La entropía se encuentra del lado del desorden, en el extremo del ruido blanco, pero la incesante periodicidad de la forma de onda es en un cierto sentido un estado de entropía, por lo menos desde el punto de vista de nuestra percepción auditiva. Ahora bien, cualquier estado intermediario entre onda pura y ruido blanco es un estado con un cierto grado de interés, y podemos encontrar virtualmente todos los sonidos existentes entre estos dos polos, algunos más deterministas con menos entropía, y otro más indeterminados, con más entropía" (Rocha Iturbide, 1999: 262).

¿El determinismo es neguentrópico? el indeterminismo es entrópico? en realidad no, todo depende de la sucesión de estados sonoros que proponga el compositor. Lo que queda claro es que un orden perfecto puede ser entrópico a nivel perceptual, mientras que el desorden total también, pero una música que está entre el orden y el desorden, entre lo determinado e indeterminado, también podría ser entrópica si se repitiera constantemente y sin variar.

Stockhausen es un precursor en las investigaciones de la percepción musical. En su ensayo "Structure and experiential time" (1956) escribe:

Por tiempo experiencial nos referimos a lo siguiente: cuando escuchamos una obra musical, una serie de procesos de alteraciones se suceden los unos después de los otros a velocidades

distintas; tenemos ahora más tiempo para asir las alteraciones, y ahora menos. Del mismo modo, cualquier cosa que es repetida de manera inmediata, o que podemos recordar, es asida más rápidamente que aquello que es alterado. Experimentamos el pasaje del tiempo en intervalos entre alteraciones: cuando nada es alterado, perdemos nuestra orientación en el tiempo. Entonces, incluso la repetición de un evento es una alteración: algo pasa, luego nada sucede, luego otra vez algo pasa. Incluso dentro de un simple proceso experimentamos alteraciones; algo comienza, acaba. Al intervalo entre el principio y el fin le llamamos *duración*; al intervalo entre los principios de dos procesos sucesivos le llamamos *intervalo de entrada*...En toda la percepción tenemos alteraciones variables que tienen sus estructuras particulares; estas *estructuras-temporales* las experimentamos a través de varios parámetros. Una repetición tiene el menor grado de alteraciones, un evento sorpresivo el máximo.

Para Stockhausen una obra musical cualquiera debe tener en cuenta la estructura y la densidad de sus alteraciones. Por ejemplo, una obra que tiene alteraciones constantes pasa muy rápido, mientras que una que no las tiene pasa muy lento. El problema es que llega un momento en el que, si realizamos alteraciones de manera rápida y constante, nuestra percepción se cansa porque ya sabe lo que va a pasar y se distrae; tendría que suceder algo inesperado para que recuperemos la atención en la escucha. Del mismo modo, si la música sufre pocas alteraciones, también percibimos que los cambios son constantes e iguales, debemos entonces acelerar los cambios, pero incluso acelerándolos, si descubrimos el radio de aceleración, también éste se vuelve predecible y podemos llegar a aburrirnos. De acuerdo a mis investigaciones y a mi experiencia como escucha, la no atención del oyente constituye una *entropía perceptual*. Un compositor interesado en el escucha estará siempre pensando en cómo realizar las alteraciones en su música para mantenerlo alerta e interesado.

Esta teoría no funciona con todas las estéticas musicales. El minimalismo procesual y repetitivo de Steve Reich (n. 1936) mantiene siempre el mismo grado de alteraciones; sin embargo, siempre nos sentimos imbuidos y sumergidos en su música envolvente e hipnotizante, ese es su fin y por eso no cae en la entropía. En otras estéticas atemporales y estáticas como la del compositor Norteamericano Morton Feldman (1926-1987), la repetición poco variada e incesante de los mismos motivos permutados nos produce de vez en cuando alguna sorpresa que vuelve a atraer nuestra atención. En ambos casos se trata de

músicas diseñadas para que nuestra percepción entre y salga de la obra¹⁷, y en este sentido, no se trata de una música que sufra de la *entropía perceptual* de la que estoy hablando. La entropía se genera cuando ya no nos interesa participar de esa música que estamos escuchando, nuestra pasividad nos mete en un estado entrópico. Éste fenómeno le sucede comúnmente al público no educado en la escucha de las distintas vertientes de la música contemporánea, campo que desgraciadamente sigue siendo sumamente elitista, solo los legos pueden decidir si una obra musical sufre o no de la *entropía perceptual*.

Independientemente de que existan músicas que no caben dentro de la teoría de *la estructura en el tiempo experiencial* de Stockhausen, su investigación fue fundamental en la historia de la música contemporánea, ya que validó una nueva postura ética y política en el arte musical, el tomar o no en cuenta al escucha, el querer o no sorprenderlo, pero al mismo tiempo, validó una postura estética que podemos o no seguir, sólo la música que toma en cuenta la percepción del escucha instruido es una música orgánica y válida. Quedarían por supuesto pendientes las cuestiones estructurales, formales y de originalidad, que en este medio artístico sirven también para calificar la excelencia de una propuesta musical.

2.- La percepción del paisaje sonoro.

En mi ensayo “Estructura y percepción psico acústica del paisaje sonoro electroacústico” (Rocha Iturbide, 2013: 177) desarrollo la idea de la escucha lineal y no lineal. La escucha lineal es la que hemos usado durante varios siglos para escuchar música; en ésta puede haber un principio, un desarrollo y un final¹⁸, o bien una secuencia de eventos sonoros coherente. La escucha no lineal es más compleja, ya que nos obliga a oír distintos y numerosos elementos secuenciales o simultáneos disímiles los unos de los otros, y que no tienen ninguna relación aparente. En ambas escuchas somos capaces de encontrar sentido y estructura, pero cuando la escucha lineal deja de evolucionar, o evoluciona con un grado de variación predecible, surge la entropía. Por otro lado, cuando escuchamos de modo no lineal y la no linealidad permanece o aumenta, también se fatiga nuestra atención. La simultaneidad de mensajes distintos genera estructuras no lineales en la música altamente entrópicas, mucho más que las que pudieran existir en una escucha lineal. En este sentido, la

¹⁷ Como con mi obra *Avidya*.

¹⁸ En este caso sería una historia como la de cualquier cuento o novela.

no linealidad debe usarse con economía y como un contraste efectivo contrapuesto a las estructuras de carácter lineal.

El silencio es un elemento fundamental en la música, así como en el lenguaje, para hacer pausas y marcar ritmos en los distintos fraseos y para establecer vínculos entre los distintos sonidos. El silencio es neguentrópico. Una música llena de largos silencios seguiría siendo neguentrópica porque el silencio es receptivo, es el estado que crea una tensión en el oído (como una cuerda de violín) que está a la espera de escuchar algo nuevo (Nancy, 2002: 22). Empero, un silencio casi total podría ser entrópico debido al aburrimiento, pero esta es una situación que no existe; según John Cage, incluso en una cámara anecoica con cero resonancias, podemos escuchar muy débilmente dos frecuencias, la más aguda es la de nuestro sistema nervioso, y la más baja la de la circulación de nuestra sangre.

IV.- Reflexiones acerca de la entropía en algunas de mis obras de arte sonoro.

1.- Convertir la entropía en neguentropía.

¿Por qué aniquilar la entropía si es un elemento constante en cada instante de nuestra vida? ¿La entropía es mala? Simplemente es la consecuencia natural de la transformación de la energía. Sin embargo, la entropía puede ser enajenación y nuestro impulso de supervivencia, nuestro Eros Freudiano¹⁹ es neguentrópico. Como individuos tenemos el instinto de salvarnos a nosotros mismos, así como a los demás. Hay en mi personalidad un algo, una obsesión de sublimar mi propia salvación a través de la salvación de lo inerte que se refleja en distintos objetos²⁰. En *Mecanismos de absolución de deshechos* (1997) - mi primera obra sonora ligada de manera directa y consciente a la entropía - intenté de una manera irónica salvar a los sonidos de los deshechos de mi cuerpo que grabé durante un mes (orinar, defecar, eructar, etc). Estos constituyen entropía pura. Pensé que podría reactivarlos mediante mecanismos sónicos repetitivos que los convertirían en energía²¹. Un año más

¹⁹ Podemos aplicar los conceptos de entropía y neguentropía en la teoría psicoanalítica de Freud. Eros y Thanatos, por ejemplo, son los dos principios freudianos de la sexualidad, vida y reproducción, y de la muerte y destrucción. El primero es neguentrópico y el segundo entrópico. De acuerdo a la teoría pesimista de la disolución del universo, la muerte sería entonces un fin sin un nuevo posible comienzo, el Eros solo funcionaría mientras estamos vivos y somos jóvenes, ya que con la vejez la reproducción termina y la especie humana peligra.

²⁰ Los objetos como vasos rotos, bicicletas abandonadas, desechos de nuestro cuerpo son inertes y constituyen sistemas cerrados sin capacidad de producir neguentropía como los seres vivos.

²¹ La instalación constaba de tres secuencias repetitivas de sonidos independientes las unas de las otras que salían de pequeños conos de bocinas instaladas en un baño (coladera, escusado, tina, etc.). El resultado sónico final produjo estructuras sónicas orgánicas y complejas de carácter no lineal.

tarde realicé la instalación *Reconstrucción de los hechos* en donde después de asesinar a varios vasos (los rompí contra unas placas de metal), recuperé sus pedazos para colocarlos en sus bases todavía enteras (la materia y la energía no se crean ni se destruyen, solo se transforman), y las hice vibrar apostadas sobre conos de bocinas con el propio sonido de su transformación entrópica (el sonido de su estrellamiento).

En el año 2000 intenté salvar en Japón a cinco bicicletas abandonadas eliminando su estado entrópico. Dispuse cinco de ellas en el piso de la galería. Para sacarlas de su sueño comático diseñé un flujo sonoro energético creado a partir del sonido del movimiento de sus llantas y destinado a infundirles energía negentrópica para que despertaran y pudieran volver a funcionar. Finalmente, en 2013 realicé una nueva instalación en la FONOTECA NACIONAL llamada *Massa Confusa* (Figura 1), constituida por 12 comales de acero de distintos tamaños que contenían aceite quemado²² de fritangas mezclado con agua. Debajo de ellos dispuse grandes conos de bocinas (simulando al fuego, a la energía de la combustión) que emitían frecuencias que hacían vibrar los comales, así como a su mezcla química inerte, el *nigredo*, como se le llama a la primera fase alquímica en la que se intenta separar distintas sustancias disímiles para sacarlas de su estado amorfo y caótico.

²² El aceite quemado representa a la entropía porque es el veneno que consumen a diario miles de mexicanos en los puestos de fritangas. México es el primer país en obesidad femenina y el segundo en obesidad masculina.



Figura 1. *Massa Confusa*.

2.- La entropía como accidente.

Mi escultura sonora *Ping Roll* (1997) es una mesa rectangular de aluminio con bordes que contiene varias decenas de pelotas de ping pong. Debajo de ella hay tres conos de bocinas que emiten sonidos continuos, ondas sinusoidales, y discontinuos, rebotes de pelotas de ping pong estocásticos. Se trata de una especie de juego cuántico y caótico. Las pelotas saltan y a veces se salen de su eje y ruedan debido a las teorías de Caos que describen a los sistemas dinámicos. La obra comienza con las pelotas dispuestas en una distribución homogénea con un alto grado de orden, poca información, es decir, las pelotas están separadas la unas de las otras de manera equidistante (orden improbable) ²³. Luego el proceso de la obra produce Caos, orden complejo. Las pelotas se van acomodando en pequeños grupos "moleculares". Con el tiempo estas estructuras tienden a volverse menos complejas debido al diseño del instrumento *mesa de aluminio con bocinas*, que influye para que las bolas se vayan poco a poco desplazando hacia dos zonas en donde éstas se van a estancar para ya casi no moverse. En este proceso la entropía surgió de manera accidental. El devenir de las pelotas es

²³ Este orden es por un lado neguentrópico, pero, por otro lado, al no transmitirnos complejidad y ser estático pudiera pensarse como una estructura entrópica.

inevitable e irreversible. Para recomenzar, hay que volver a separarlas de manera homogénea y equidistante.

3.- Crear entropía. La pérdida de la información.

Desde que compuse mi obra *Avidya* me obsesioné con los procesos en los que existen una paulatina pérdida de información. En 2010 realicé una instalación utilizando el mismo principio de sumar información sónica, solo que ahora sintetizando la información musical de cinco grupos emblemáticos de Rock. Sumé primero las pistas de cada disco, justificándolas (como un procesador de texto) a la izquierda, derecha, centro, o izquierda y derecha. El resultado fue la *Fonosíntesis* de cada disco de cada grupo, término que inventé para definir mis concentrados de caldo de pollo, en donde la densidad informativa de cada disco dependía de la existencia de pistas largas disímiles de las normalmente cortas (en cuyo caso obtenemos momentos largos de baja densidad), o de si todas las pistas eran más o menos del mismo tamaño (en cuyo caso casi siempre hay densidad alta). El deseo aquí de crear entropía no era para regresar a la unidad como en *Avidya*, sino como una crítica a la gran cantidad de información con la que contamos hoy en día, la abundancia de canciones que podemos tener almacenadas en un *ipod*, por ejemplo, y el poco tiempo que tenemos de escucharlas, una situación entrópica por excelencia. En tan solo 13 pistas sonoras²⁴ cuya suma es la duración de alrededor de una hora, podemos ahora escuchar toda la música de los Beatles, por ejemplo, o bien, realizando la *Fonosíntesis* de todas las *Fonosíntesis* de sus discos, podemos escuchar toda la historia del grupo en una sola pista de audio de 8:13 minutos, la duración de su canción más larga, *Revolution 9*.

Inmediatamente después de *Fonosíntesis* hice la obra *4:33* en colaboración con Ariadna Ramonetti, una obra Anti-Cage en donde en vez de buscar el silencio absoluto, imposible de obtener, sumamos todas las canciones pop que duran 4:33 que íbamos encontrando para poco a poco acercarnos a un ruido blanco también inalcanzable.

En 2013 hice una obra de arte sonoro de carácter conceptual (que no suena) en donde elimino la información. Intenté borrar las notas de las partituras de las invenciones a dos voces de Bach para piano, recortándolas. Luego puse un papel negro detrás de las hojas perforadas y surgieron bloques geométricos nuevos que se mezclaban con los pentagramas,

²⁴ Los Beatles realizaron 13 discos LP's.

líneas de fraseo y otros signos musicales que habían permanecido. La idea de borrar a Bach era una vez más una manera de protestar por la poca evolución en la escucha del público actual que sigue tocando y escuchando a Bach en vez de interesarse por los compositores de su época. Empero, a la hora de ver el resultado, en vez de entropía encontré un nuevo orden complejo visual similar al de la música de Bach.

4.- La entropía social.

No me considero un artista particularmente político, pero siempre me he interesado en la antropología social y varias obras mías son un reflejo de esto. Por ejemplo, he realizado una crítica a la alienación del individuo y a la de la sociedad, así como a las causas de la inercia, del estancamiento y de la tensión sociales que surgen con el malestar de un país enfermo. Doy varios ejemplos: en *Techno in Vitro* (1996) una grabadora walkman encerrada en un frasco de laboratorio toca ensimismada con sus audífonos abrazándola, aislada del exterior. En *Colapso Colateral* (2011), tres baterías infantiles pequeñas se colapsan en la esquina de una galería, como si intentaran huir de algo; tiemblan, emiten vibraciones (sonidos) cada vez que alguien se acerca. En *Contención Reglamentaria* (2012), cinco tambores militares están tensados con cables de acero en una línea, una fila militar, así como sus baquetas que nunca logran tocarlos; se encuentran en extrema tensión todavía a la espera de poder hacerlos redoblar. La instalación es además un obstáculo, una especie de vaya que nos impide pasar. Esta obra habla del estatismo, de la imposibilidad del movimiento en un país en guerra, no nos podemos mover libremente, estamos atados como en el sistema estático de Prigogine que no produce suficiente energía y causa al final una inercia permanente en la materia (Figura 2).



Figura 2. *Contención Reglamentaria.*

V.- Conclusiones.

He analizado como los distintos conceptos de entropía pueden ser interpretados de distintos modos, y como pueden servir como un punto de partida para la creación de obras de arte. Este campo es vasto y me he quedado corto en la descripción de ejemplos, pero a partir de una reflexión de mi propia obra he podido hacer varias observaciones.

Varios intentos por producir entropía han resultado en el surgimiento de estados visuales o sónicos complejos más cercanos a la idea de la teoría de caos del orden complejo que al desorden entrópico. Tenemos en la actualidad más facilidad y aptitud para encontrar el orden y la belleza en el desorden, pero este tipo de estados o sistemas, si no se relacionan o contraponen con otros menos entrópicos o neguentrópicos, podrían caer indefectiblemente en la entropía perceptual.

He trabajado durante 25 años en distintas composiciones musicales, en varias de las cuales he explorado los procesos que van del orden al desorden, y todavía hoy encuentro en el desorden, en la escucha no lineal, una fuente muy rica e inagotable de complejidad. En este

sentido la entropía per se ha generado un campo de conocimiento inagotable y que merece un estudio aparte para un análisis detallado de sus distintas variantes.

Desarrollé el concepto de *entropía perceptual*, una entropía relacionada a la escucha psicoacústica musical propuesta inicialmente por Stockhausen y que es fundamental en la apreciación estética de la música en general, así como de los paisajes sonoros que nos circundan.

La intención de criticar a la entropía existente en nuestra sociedad sigue siendo una lucha constante, no tan solo en las esculturas e instalaciones sonoras que hago sino también en mi vocación como docente. Mi propuesta no es tan solo criticar sino abrir la percepción de los demás para que se establezcan vínculos y sistemas de trabajo energético neguentrópicos, me interesa crear sistemas abiertos. Este deseo es tal vez utópico, pero ha constituido un *motus* importante en mi obra que estoy seguro, seguirá creando una neguentropía vital.

Bibliografía

Attali Jaques. (2009). *Noise, the Political Economie of Music*. Minneapolis / London: University of Minnesota Press. Theory and History of Literature, Volume 16.

Cesarman Fernando. (1986). *Orden y Caos*. México DF: Ediciones Gernika.

Nancy Jean-Luc. (2002). *À l'écoute*. Paris : Éditions Galilée.

Rocha Iturbide Manuel. (2013). *El Eco Está en Todas Partes*. México DF: Editorial Alias. Serie Antítesis.

Rocha Iturbide Manuel. (1999). Les techniques granulaires dans la synthèse sonore. Tesis de doctorado en el área de Música y Tecnología de las Artes. Especialidad Música. Francia: Universidad de Paris VIII.

Schafer Murray. (1977). *The tuning of the world*. Toronto Canada: McClelland and Stewart.

Stockhausen Karlheinz. (1958). "Structure and experiential time". Die Reihe Musical Journal. Volume 2: 64-74. Theodor Presser Company. Universal Edition.

Xenakis Iannis. (1971). *Formalized music*. Bloomington: Indiana University Press.

Zohar, Danah. (1990). *The Quantum self*. United Kingdom: Bloomsbury Publishing Ltd