

CAPTURAS DEL ÚNICO CAMINO: EL PLANTEO ALGORÍTMICO

Damián Anache

UNQ (Universidad Nacional de Quilmes), Bernal, Buenos Aires, Argentina
 CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas),
 Argentina
damiananache@gmail.com | damiananache.com.ar

INTRODUCCIÓN

El presente texto documenta el desarrollo de los algoritmos para la creación de *Capturas del único camino* (Anache, 2014, en adelante: la obra) y la relación entre cada uno de ellos.

Se describe la obra como transmedia al estar constituida por una pieza musical, una serie de imágenes digitales y un trabajo audiovisual. Esta creación fue realizada en el marco de las actividades del proyecto de investigación *Síntesis espacial de sonido en la música electroacústica* (Universidad Nacional de Quilmes, 2013-2015) dirigido por el Dr. Oscar Pablo Di Liscia y Codirigido por el Lic. Mariano Cura .

La pieza musical y una colección de la serie de imágenes fueron publicadas en formato álbum por los sellos *Inkilino Records* y *Concepto Cero* en diciembre de 2014. Al mismo tiempo se publicó el mismo álbum en edición digital incluyendo el audio en formato 48 khz 24 bit *Ambisonics UHJ* y el material visual en formato pdf. Ambas versiones son de libre distribución mediante licencia *Creative Commons* y tanto su descarga como la escucha online están disponibles en el siguiente sitio: <http://conceptocero.com/capturasdelunicocamino/>.

Música por computadoras

Imagen digital

Arte algorítmico

Aleatoriedad

Figura 1

Capturas del único camino- versión álbum físico. Publicado en dos ediciones: Simple (300 unidades) y De lujo (150 unidades numeradas). La fotografía corresponde al segundo caso, incluyendo: CD de audio (stereo/Ambisonics-UHJ), 4 láminas a color con una selección de imágenes generadas para la obra, además de otras láminas en blanco y negro con textos sobre la obra y la partitura de Paisaje Primero, el primer movimiento de la obra.



Al definir la publicación como *álbum* se remarca el hecho de incluir música, imágenes y textos, todos en el mismo sentido que Erik Satie incluía escrituras poéticas en las indicaciones de sus partituras para fortalecer el vínculo y la comunicación con el intérprete, aunque en este caso particular se realiza de manera directa con el público receptor de la obra. El mismo Satie, emplea el término *álbum musical* para la publicación de *Sports & divertissements* (1914), respecto del cual sentenció “Esta publicación consta de dos elementos artísticos: dibujos y música (...) Estas dos partes, reunidas en un solo volumen, forman un todo: un álbum”. Décadas después de aquellos trabajos y valiéndose del formato disco (de Vinilio, Compacto, sus adaptaciones de distribución digitales, etc.) muchos músicos trabajaron de algún modo similar esa comunicación complementaria que excede lo estrictamente sonoro o musical. Así es como la publicación de *Capturas del único camino* opera cuidada y delicadamente sobre esos elementos estéticos que pretenden sugerir un entorno determinado para la apreciación de la obra musical, agregando el hecho de que el desarrollo visual ocupa un lugar importante en la creación de la obra total y no es un mero complemento sino que, como se detallará a continuación, música e imágenes se desarrollaron en conjunto y de manera integral.

Por su parte, el tercer elemento de la obra transmedia, la pieza audiovisual, integra de manera sincronizada la música y las imágenes, para lo que la misma etapa de generación de imágenes estáticas incorpora la dimensión temporal. La primer presentación pública de esta pieza audiovisual fue en forma de instalación y se realizó en la ciudad de La Plata, como proyección monocal y sistema de amplificación de cuatro parlantes de dos vías en disposición cuadrado.



Figura 2

Capturas del único caminoversión instalación audiovisual.

A continuación, el presente texto expone los detalles del desarrollo algorítmico de la obra. Para esto primero se presenta el contexto total de la obra; luego se describe la propuesta algorítmica común de todas las etapas; y finalmente se detalla cada etapa individual por separado.

2 - Consideraciones generales sobre la obra.

Tanto la música como las imágenes fueron creadas mediante algoritmos desarrollados en los entornos *Pure Data* (música) y *Processing* (imágenes estáticas y en movimiento) e interconectados entre sí mediante el protocolo OSC para la versión audiovisual. En todos los casos se diseñaron algoritmos generativos que involucraron pautas aleatorias; es por esto que tanto la publicación de la obra como música en un soporte físico, como las imágenes impresas, son solo algunos de todos los posibles resultados de la obra generativa y de allí la referencia al concepto de *capturas* en su título.

En particular, para la publicación de la obra musical en soporte fijo se realizaron varias grabaciones de la música *capturando* diferentes instancias del resultado sonoro ofrecido por el algoritmo al ponerlo en funcionamiento (opera de manera autónoma y en tiempo real). Luego se seleccionó una única *captura* como versión final. Por otro lado, y de manera análoga, las imágenes impresas son solo una selección del autor a partir de una gran cantidad de posibles resultados de imágenes generadas por el otro algoritmo (también autónomo pero en tiempo diferido). De algún modo el proceso de selección de imágenes, como el de los fragmentos musicales, sería similar al de tomar fotografías de un área determinada de un paisaje, capturando así solo un sector de una vista que en realidad es inabarcable. Asimismo, en la instancia audiovisual exhibida como instalación la captura es realizada por el espectador al decidir el momento,

o recorte temporal, de contemplación de la obra, la que en realidad es de proyección continua y de duración indeterminada (al menos en términos ideales).

3 - Descripción de la propuesta algorítmica.

El algoritmo musical y el de imágenes digitales estáticas tienen una concepción común en términos conceptuales, ambos definidos a partir del siguiente planteo:

Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción. En cada instancia, determinar las características de ella (las de cada unidad) a partir de un listado de posibilidades previamente definido. Esa definición (la de las características) debe ser mediada al menos por una decisión aleatoria.

Existe una incontable cantidad de modos diferentes de interpretar esta propuesta y cada interpretación generaría pares de algoritmos tan diferentes como cantidad de obras posibles a partir de este enunciado (el par de algoritmos se refiere al musical y el de imagen). En el caso particular de Capturas del único camino, ese planteo se concretó interpretando cada concepto de la manera que se detalla a continuación :

A) Para la premisa “*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción.*” se interpretó lo siguiente según el caso:

	Música	Imagen
<i>espacio de realización</i>	el tiempo	el lienzo
<i>paso</i>	cantidad de negras	cantidad de píxeles
<i>unidad de construcción</i>	sample	figura geométrica

B) En el caso de la segunda parte de la propuesta, las *características* de la *unidad de construcción* para esta obra están definidas a partir de un listado de posibilidades que se organizan en dos niveles: el primer nivel jerárquico es la clase de la unidad de construcción, la que además está subdividida en dos niveles o categorías; En segundo orden jerárquico, se definen las características que afectan a esa clase. El algoritmo de implementación define todos los niveles de cada *unidad* específica de manera aleatoria, según las posibilidades de las tablas a continuación:

B.1) Primer nivel jerárquico, clase:

musica		
	Categoría Principal	Categoría secundaria
Clase de la unidad (Sample/ Material sonoro)	- Instrumento Acústico	- Piano
		- Guitarra
		- Glockenspiel
		- Percusión
	- Sonido vocal	- Silbado
		- Cantado Largo
		- Cantado Breve
		- Sonido no tónico
	- Sonido generado por síntesis	- Sonido puro
		- Evolución breve (percusivo / rítmico)
		- Evolución media
		- Evolución larga (textural)
	- Grabación de campo(Fuente: Agua)	- Puntual (gota / brazada)
- Caudal leve		
- Caudal medio		
- Caudal grande		

Imagen		
	Categoría Principal	Categoría secundaria
Clase de la unidad (Figura Geométrica)	- Triángulo	Grande
		Chico
	- Cuadrado	Grande
		Chico
	- Círculo	Grande
		Chico

B.2) Segundo nivel jerárquico, características de cada unidad:

Música
Grupo de Alturas (PCS) + Altura (PC)
Duración
Intensidad (Volumen)
Posición angular y distancia

Imagen
Distribución global de color (foto de referencia) + Color de cada figura
Tamaño
Intensidad (Composición alfa)
Posición angular (ángulo de rotación, solo válido para la figura triángulo)

Partiendo de la interpretación de las premisas iniciales según lo detallado en los puntos A y B, la propuesta algorítmica de la realización musical y de imagen estática se las puede representar mediante los siguientes diagramas:

Figura 3

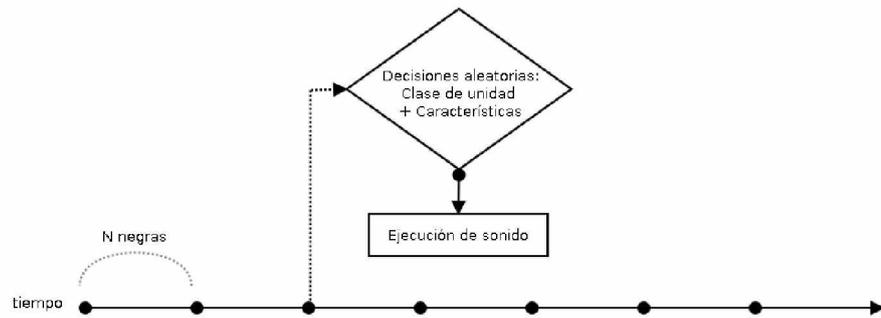
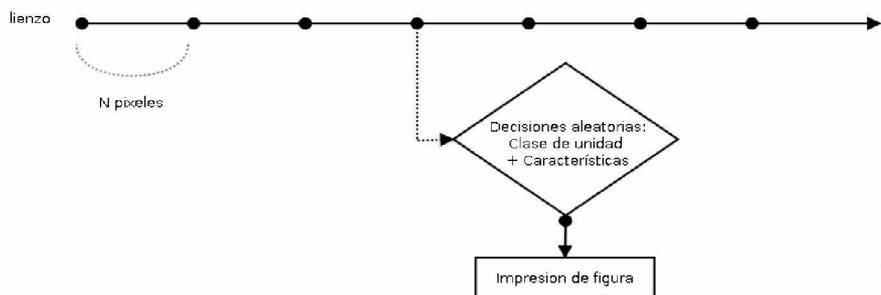


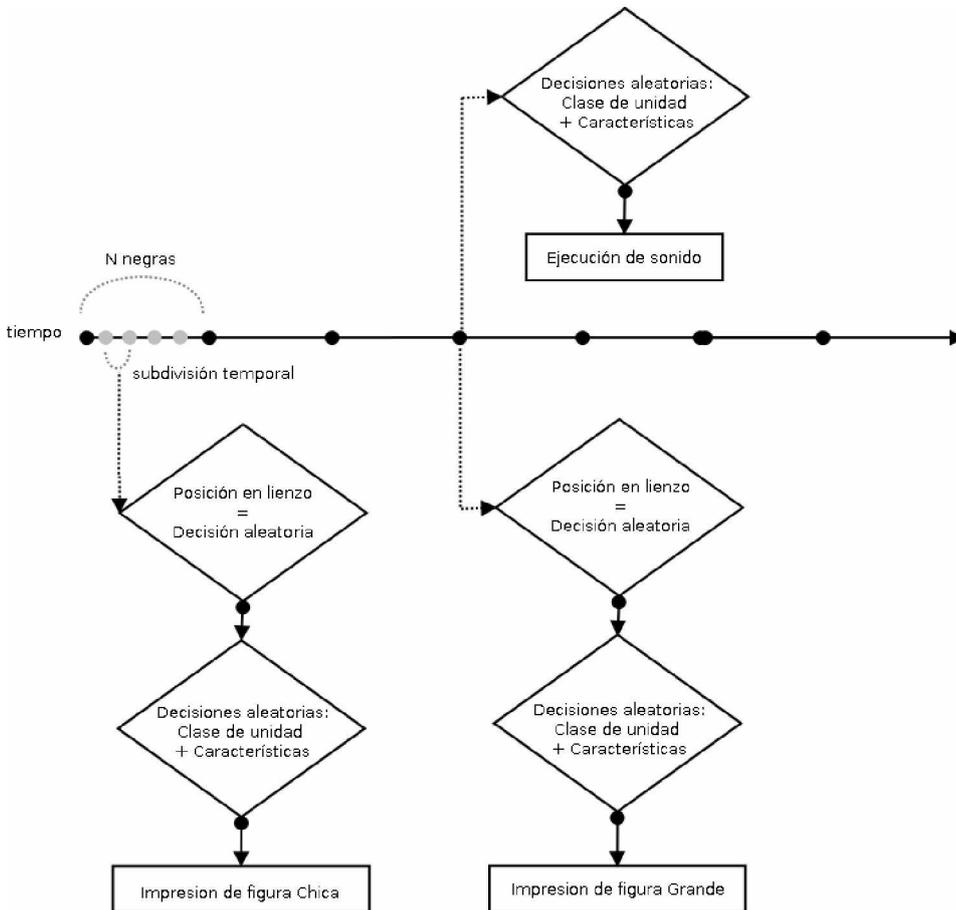
Figura 4



Por su parte, el algoritmo audiovisual toma como punto de partida los dos anteriores, el musical y el de imagen, y los integra de manera que el segundo ya no opera en tiempo diferido sino que su desarrollo está supeditado a la conducción temporal impartida desde el primero. Es entonces que el algoritmo musical no presenta alteraciones estructurales en la realización audiovisual mientras que sí presenta modificaciones el de generación de imagen; principalmente al incorporar la dimensión temporal por lo que su “*espacio de realización*” en este caso es un híbrido entre *el lienzo* y *el tiempo*. El recorrido de *el lienzo* en este caso es de manera aleatoria por lo que el orden de generación de figuras geométricas no es lineal y los momentos de generación de cada figura son organizados a partir de la indicación de *tempo* recibido desde el algoritmo musical. Otro de los cambios radica en que las figuras geométricas, osea la *unidades de construcción*, se reagrupan en dos: las Figuras de tamaño grande y las de tamaño chico, invirtiendo el orden de las categorías detalladas en la tabla B.1. Entonces, las figuras de tamaño chico están en constante generación según una unidad de tiempo proporcional a la que opera la etapa musical, y las de tamaño grande se generan en sincronía con el paso de creación del algoritmo musical. De esta manera, la sincronía en

la obra final queda evidenciada de manera explícita gracias a la creación simultánea de figuras geométricas grandes y las acciones musicales. Esta propuesta algorítmica de la realización audiovisual se la puede representar mediante el siguiente diagrama:

Figura 5



4 - Precisiones sobre los algoritmos individuales

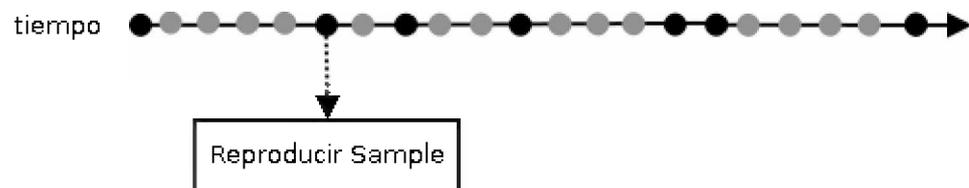
4.1 - El algoritmo musical

Antes de exponer las precisiones sobre este algoritmo es importante aclarar que el mismo opera a modo de intérprete autómatas de una partitura compuesta en términos musicales tradicionales (o mejor dicho, contemporáneos), la que también puede ser ejecutada por músicos. Aquí se expondrá solo el desarrollo del algoritmo que interpreta la obra en términos musicales, sin profundizar sobre la programación en el lenguaje particular elegido para su realización (que como se anticipó, fue desarrollado en el entorno Pure Data); entendiendo por esto que el mismo resultado de obra puede alcanzarse con precisión mediante el uso de otros entornos similares. Esto infiere que la entidad de la obra tratada no se fundamenta en un lenguaje específico de programación sino en la interpretación del planteo algorítmico, la que inclusive puede ser ejecutada más allá de los entornos de programación (por ejemplo por músicos como se señaló al inicio de este párrafo).

A continuación se detalla cómo se concretó en términos musicales el planteo algorítmico descrito en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica*. Cabe señalar que como criterio general se buscó que esta implementación del algoritmo alcance una constante variación (dentro de las posibilidades que ofrecen sus límites) para evitar que se evidencie el/los patrón/es de repetición en el resultado sonoro final.

La primer oración del planteo algorítmico expone: “*Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción*”. Como se aclaró en el punto 3.A, esta obra considera al tiempo como el *espacio de realización*, el *paso* está definido en cantidad de negras y la *unidad de construcción* es el *sample*. Entonces, el *paso* fue definido de manera irregular y según una secuencia de intervalos (cantidad de negras) obtenidos a partir de los múltiplos de 5, 7 y 11. De manera que la secuencia de intervalos se corresponde con el modelo: 5, 7, 10, 11, 14, 15, 20, 21, 22, 25, 28, 30, 33, 35, etc. Una vez definida esta secuencia de intervalos se constituye un patrón hasta alcanzar el valor 385. Este patrón es tomando como estructura cíclica de *pasos* para el algoritmo, que la recorre (la secuencia) a velocidad de negra = 27 bpm. A partir de esto, se entiende que el algoritmo *recorre el espacio de realización de la obra* “contando” la cantidad de negras y en los valores de negras múltiplos de 5, 7 y 11, *coloca una unidad de construcción*, osea reproduce un *sample*. Lo planteado en este párrafo se puede representar de la siguiente manera:

Figura 6



La elección del *sample* específico a reproducir está mediada por una decisión de tres niveles, primero entre los dos niveles de posibilidades detalladas en la tabla del punto 3.B-1 y luego el *sample* concretamente (sobre lo que se detallará más adelante). Por lo tanto, la primer decisión define la categoría principal del material sonoro. Esto se realiza de manera aleatoria al iniciar cada ciclo de 385 negras, constituyendo así la organización formal de la obra en cuatro movimientos, cada uno correspondiente a las cuatro posibilidades de la categoría principal. Sus nombres son: *Paisaje Primero* (instrumentos acústicos); *Paisaje Propio* (sonidos vocales); *Paisaje Artificial* (sonidos generados por síntesis); y *Paisaje Natural* (grabaciones de campo, fuente: agua en movimiento). Para cada uno de esos cuatro movimientos, el patrón de *pasos* (o la secuencia de intervalos medidos en cantidad de negras) sufre pequeñas variaciones o adaptaciones a partir del modelo definido en el párrafo anterior, el que se corresponde para *Paisaje Primero*. Esas variaciones son las necesarias para ajustar con criterio estético el

algoritmo general según las características propias de cada material sonoro. No se profundizará aquí esos pormenores, simplemente se ejemplifican señalando que las variaciones se realizaron para evitar superposiciones de *samples*. Por ejemplo, para el caso particular de *Paisaje Natural* la mayoría de las grabaciones de campo exceden la duración de 5 negras (a 27 bpm), de modo que se implementó un paso escalado al doble, usando solo los múltiplos de 5 que a su vez son pares (10, 20, 30, etc) y continuando con ese criterio se realizaron otras variaciones similares.

El segundo nivel de la decisión del *sample* a reproducir en cada paso, define la categoría secundaria, o sea “¿cuál instrumento?” para el caso de *Paisaje Primero*. Esa decisión no es aleatoria sino que está vinculada con la cantidad de *pasos* o la cantidad de negras. Cuando la cantidad de negras sea múltiplo de 5 el algoritmo reproduce un *sample* de la categoría secundaria *piano*; para múltiplos de 7, *guitarra*; y para múltiplos de 11, *glockenspiel*. Cuando la cantidad de negras sea un múltiplo de más de uno de estos valores, se reproducirán más de un instrumento en simultáneo. La categoría secundaria de *sample percusión*, en el único caso (entre todos los cuatro movimientos) que por criterios estéticos y arbitrarios opera con un *paso* aleatorio, alejándose así del planteo inicial. Los otros movimientos tiene asignaciones que respetan el mismo criterio de división de la categoría principal en estratos por intervalos de tiempo múltiplos de un valor específico. Esta organización permite generar una estructura rítmica procesual, articulada con la organización tímbrica y evitando la simultaneidad de todos los materiales sonoros más allá de una instancia por cada patrón o ciclo.

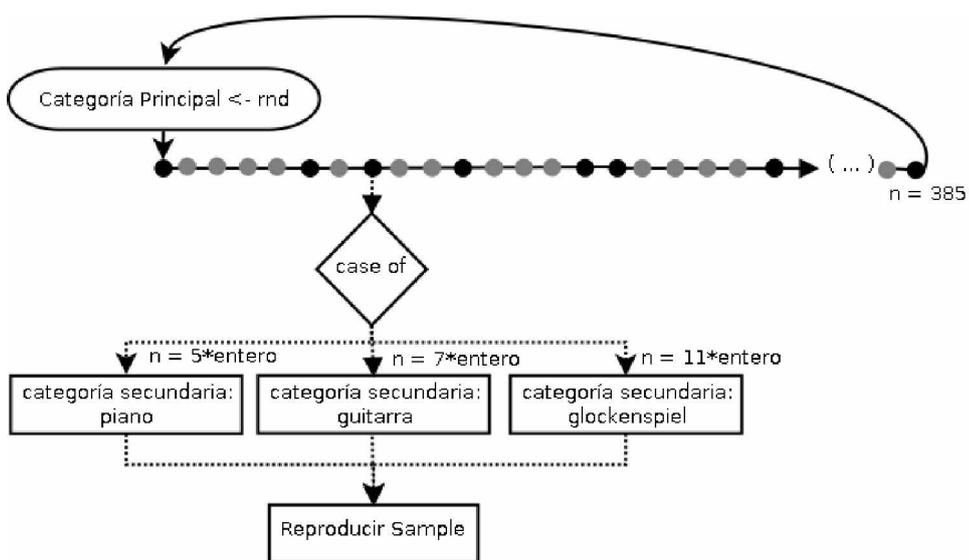


Figura 7

El último nivel de la decisión es el *sample* concreto a reproducir. Esta decisión es aleatoria y define el gesto musical ejecutado por el instrumento elegido. El listado de posibilidades de gestos musicales no se exponen aquí (pero sí se los documenta en la partitura, al menos para *Paisaje Primero*) ya que es extenso y propio

para cada fuente individual, por ejemplo, el piano ofrece un amplio repertorio de gestos como acordes, arpeggios, etc, mientras que en el caso del sonido vocal silbado, son simplemente diferentes grabaciones de una misma nota silbada. Por otro lado, resulta inapropiado el concepto de gesto musical para las grabaciones de campo de agua en movimiento, por lo que en ese caso de la decisión final del *sample* (cuando ya se optó por un nivel de caudal de agua, por ejemplo *leve*) simplemente se escoge entre diferentes grabaciones de campo que se corresponden con la clase. Cabe señalar que más allá del grado de aleatoriedad algorítmica para la elección de los *samples*, la cuidada colección ofrecida como banco para el algoritmo ocupó una etapa importantísima del proceso de creación y son estos materiales lo que garantizan el efectivo resultado de la obra.

La segunda etapa del algoritmo de ejecución de la obra decide las características de la reproducción de cada *sample*. Esas características, según la tabla del punto 3.B.2 son: altura (definida a partir de diferentes grupos de posibilidades), duración, intensidad y posición espacial (definida por una posición angular y una simulación de distancia emulada solo a partir de un nivel de reverberancia).

En cuanto al manejo de altura se desarrolló un trabajo atonal basado en la teoría de los *conjuntos de grados cromáticos*. Para esto se definieron cuatro PCS: 6-35; 5-33; 4-23 (transp. 1) y 3-12. Cada 77 negras el algoritmo elige aleatoriamente uno de esos grupos y luego, al momento de ejecutar cada *sample*, elige un PC determinado dentro de las posibilidades del grupo en vigencia. Para esto, cada *sample* tiene la información de PC propio, de manera que si el *sample* elegido no corresponde con el PC a ejecutar en ese momento el algoritmo varía la velocidad de reproducción (*pitch scaling / pitch shifting*), transponiéndolo para lograr la correspondencia. Claramente este planteo de manejo de alturas solo es válido para los sonidos tónicos, sin embargo para los sonidos no-tónicos (por ejemplo, las grabaciones de campo de agua en movimiento) se definió arbitrariamente el PC propio de cada *sample*, de manera de capitalizar estéticamente el proceso de variación de la velocidad de lectura que altera tanto el timbre como la duración de los *samples*, aportando así constantes variaciones para cada ejecución de *sample*. De esta manera, en un mismo proceso se altera tanto la altura de los *samples* como su duración y timbre, en todos las categorías de *samples*.

El control de la intensidad, por su parte, está supeditado principalmente al contenido sonoro original que almacena cada *sample*. De manera que más allá de esas variaciones de intensidad que se generan a partir de las propias características de los *samples*, el algoritmo incorpora modulaciones de amplitud mediante varias *LFO* (*Low frequency oscillation*) que operan en diferentes estratos, divididos por cada categoría de *sample* (categoría secundaria, osea el tipo de instrumento en *Paisaje Primero*). También mediante varias *LFO* se definen las posiciones espaciales de cada uno de esos estratos. En todos los casos,

las modulaciones son articuladas para que operen de manera asincrónica evitando patrones de convergencia de los valores extremos entre ellas. Con respecto a la posición espacial se refiere a la posición angular en la esfera unidad del campo *surround* 3D según la técnica de codificación *Ambisonics*. En cuanto al uso de reverberación, el valor modulado mediante una *LFO* es el nivel de *dry/wet* entre el sonido directo y el sonido reverberado. El sonido reverberado se obtiene mediante una convolución entre cada *sample* y una respuesta a impulso. Cabe aclarar que la implementación de la reverberación se empleó principalmente por un interés estético de alteración tímbrica de los sonidos y no se pretendió recrear con precisión un espacio acústico real.

Incorporando todos los niveles de acción del algoritmo, su esquema completo se representa de la siguiente manera:

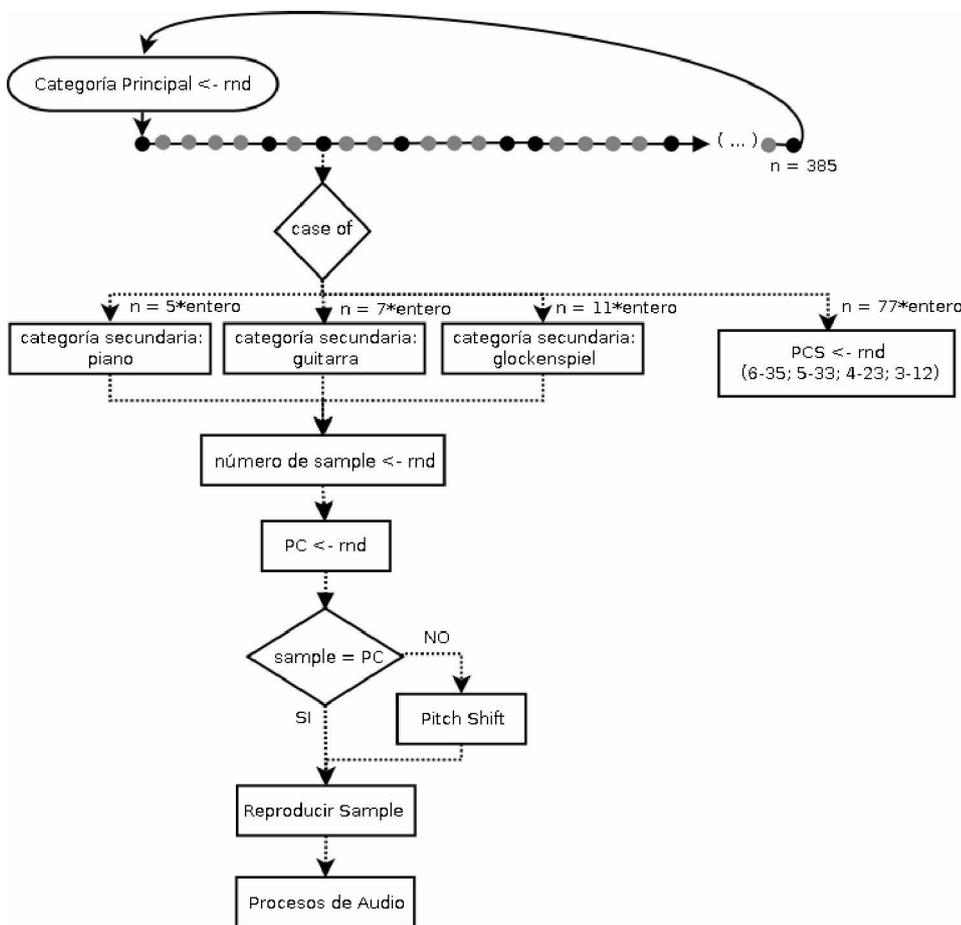


Figura 8

4.2- El algoritmo de imagen

Continuando con el criterio expuesto en el primer párrafo del punto 4.1 - *El algoritmo musical*, a continuación se desarrolla la interpretación algorítmica de la obra sin profundizar en su manifestación en un lenguaje de programación específico. Solo se menciona que la obra se concretó con el código desarrollado en el entorno *Processing* (como se anticipó en 2 - *Consideraciones generales sobre la obra*).

Este algoritmo funciona en tiempo diferido y requiere de un conjunto de valores de inicialización definido por el usuario (en adelante: el autor) que determinan su comportamiento según las características de la imagen o serie de imágenes a generar en cada instancia de ejecución (adelante se detalla el listado de parámetros de inicialización). En términos generales, el algoritmo alcanzado analiza la distribución de color de un banco de fotografías de paisajes reales (tomadas por el autor) y a partir de esa información genera nuevas imágenes de paisajes abstractos, contruidos a partir de la superposición de figuras geométricas simples. Como gran parte de las decisiones del algoritmo son medidas por valores aleatorios, el mismo puede generar una cantidad indeterminada de imágenes diferentes. En la imagen de referencia que se incluye a continuación, se puede observar que las figuras están definidas por un color pleno y un contorno en contraste, por diferencia de intensidad del mismo color. Cabe aclarar que algunas de las imágenes impresas publicadas en la versión álbum de *Capturas del único camino*, fueron generadas mediante versiones preliminares del algoritmo y de allí que el resultado alcanzado no se corresponda con precisión con el planteo que aquí se desarrolla como versión final del algoritmo.

Figura 9

Imagen generada por el algoritmo de Capturas del único camino especialmente para esta publicación en la revista Invasión Generativa.



A continuación se detalla cómo se concretó en términos visuales el planteo algorítmico descrito en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica*. La primer oración del planteo expone: “Recorrer el espacio de realización de la obra colocando a cada paso la unidad de construcción”. Como se aclaró en el punto 3.A, esta obra considera al *lienzo* (mapa de bits) como el *espacio de realización*, el *paso* está definido en cantidad de píxeles y la *unidad de construcción* son figuras geométricas. Para esto

el algoritmo recorre el mapa de bits a crear desde la posición superior izquierda hasta el extremo opuesto (inferior derecho). Si se piensa al mapa de bits como una matriz, primero se recorre todas las posiciones (píxeles) de una fila completa (desde 0 en el extremo izquierdo, hasta el valor máximo en el extremo derecho) y recién luego avanza a la fila siguiente, empezando en la fila superior. Ese recorrido no es píxel a píxel (ni el recorrido interno de una fila, ni en el salto de una fila a otra) sino que se realiza según un paso (una cantidad determinada de píxeles) definido aleatoriamente y que además cambia paso a paso (en cada paso dentro de una fila, como en el paso de fila a fila). Esa definición aleatoria del paso se realiza en función del tamaño de la imagen a generar y el tamaño mínimo posible de cada figura (más adelante se profundizará sobre el tamaño de las figuras). De esta manera, el algoritmo imprime en el *lienzo* una figura geométrica a cada *paso*, como se lo representa en el esquema a continuación:

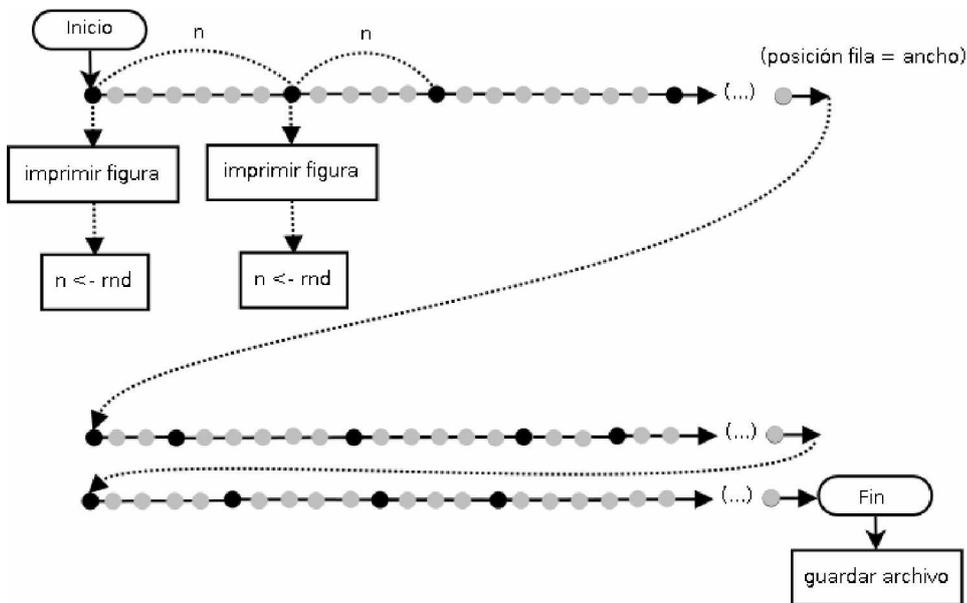


Figura 10

La elección de la *unidad de construcción* específica, osea la figura geométrica con la que el algoritmo opera en cada generación de imagen nueva, es definida por el autor al ejecutar el algoritmo como parámetro de inicialización. Como se indicó en la tabla 3.B.1, además de la clase de figura geométrica específica existe una categoría secundaria para la *unidad de construcción* y en este caso agrupa los tamaños de las figuras en dos categorías: chico y grande. Este aspecto es definido aleatoriamente por el algoritmo, paso a paso, al imprimir cada figura. La distribución de la cantidad de figuras grandes en relación a las chicas es definida a partir de un porcentaje ingresado como parámetro de inicialización por el autor al ejecutar el algoritmo.

La segunda etapa de decisiones del algoritmo define las características específicas de cada figura, las que se plantearon en la tabla del punto 3.B.2 : tamaño específico, color (definido a partir de diferentes grupos de posibilidades), intensidad y en el caso particular de la figura triángulo: su ángulo de rotación.

El tamaño específico de cada figura particular se decide aleatoriamente en cada paso a partir de márgenes mínimos y máximos, tanto para la categoría de tamaño grande como la de chico. Estos márgenes son definidos por el autor como valores de inicialización al ejecutar el algoritmo.

El color de las figuras está definido en dos etapas. En la primer etapa, el algoritmo escoge aleatoriamente una o más imágenes de referencia, a partir de una colección de imágenes ofrecida por el autor como banco. Dicho en otras palabras reduce el banco de referencia a una cantidad menor de imágenes. A continuación se incluyen ejemplos de algunas de ellas.

Figura 11, 12, 13, 14

Algunas de las imágenes del banco de referencia para la distribución del color.



En una segunda etapa, una vez seleccionadas las imágenes a emplear, el algoritmo toma (aleatoriamente) solo una de ellas a cada paso para evaluar la información de color en la misma posición a imprimir (posición porcentual relativa al tamaño de cada imagen) y así construir la nueva figura geométrica según ese color. Es decir, el algoritmo consulta el color que contiene alguna de las imágenes de referencia en la misma posición (fila/columna) en la que generará una nueva figura geométrica. Como consecuencia de este planteo, la nueva imagen generada mezcla y traslada a un mismo lienzo la distribución de color de varias de las imágenes de referencia. Las imágenes del banco ofrecido al algoritmo son fotografías de paisajes reales de manera que en la zona inferior de las referencias predominan los colores oscuros y en la parte superior colores claros. Gracias al mecanismo desarrollado, esa tendencia (zona inferior oscura, superior clara) se conserva en las imágenes generadas.

Como se anticipó, el margen o contorno de las figuras y el

relleno de las mismas se corresponden con un mismo color pero en contraste a partir de diferentes niveles de intensidad, o valor de opacidad. El nivel del contorno es siempre el máximo y el de relleno es aleatorio, mayor al 25% y menor al 50%. Otra de las características aleatorias que define el algoritmo es la posición de rotación de la figura triángulo. En ese caso, paso a paso, el algoritmo define la posición en cuatro posibilidades angulares: 0°, 90°, -90° o 180°.

A continuación se expone el listado de parámetros definido por el usuario/autor al momento de ejecutar el algoritmo y posteriormente un esquema general de su funcionamiento.

Valores de inicialización
Tamaño de imagen de salida (ancho y alto).
Cantidad de imágenes que se analizan para obtener la distribución de color (cant. max = tamaño del banco)
Cantidad de imágenes a generar
Figura geométrica a emplear (circulo, cuadrado o triángulo)
Relación porcentual entre la cantidad de figuras de tamaño grande y chicas
Margenes de tamaño para las dos clases de figuras (tamaño máximo y mínimo para las figuras grandes y chicas, en pixeles)

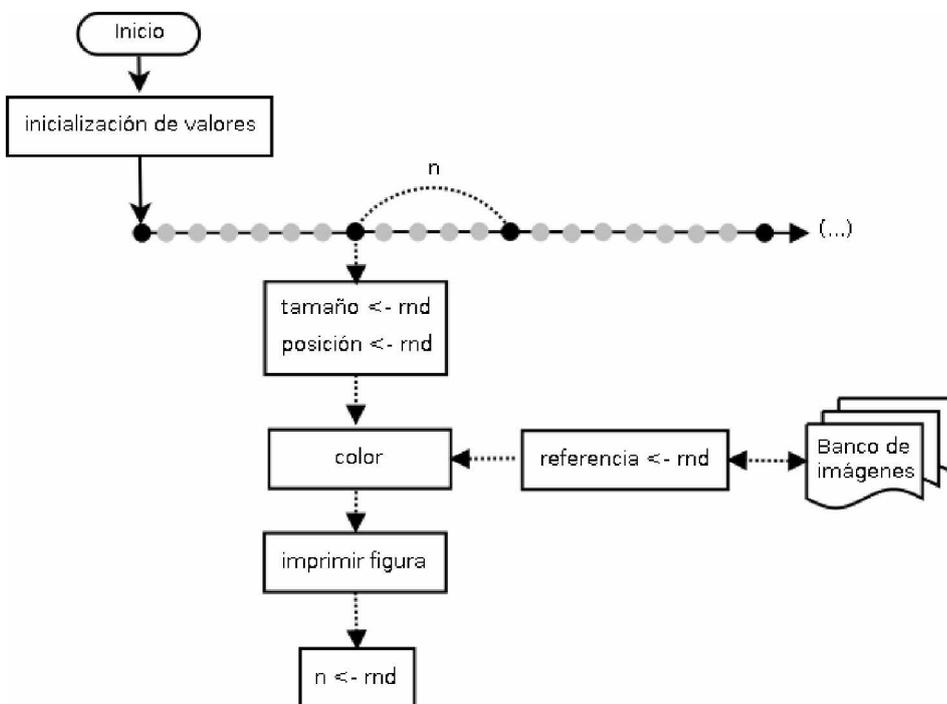


Figura 15

4.3 - El algoritmo audiovisual

Como los anteriores, el algoritmo audiovisual se describió en términos generales en el punto 3 - *Descripción de la propuesta algorítmica* y es el que integra al musical con el de generación de imágenes estáticas. Esto es así, más allá del hecho de que la implementación del primero (el musical) sufra pequeñas modificaciones, las que no por esta condición afecten la interpretación algorítmica de la obra. Un ejemplo de esas modificaciones del código es la incorporación de la etapa de envío de datos OSC hacia el código de generación de imágenes.

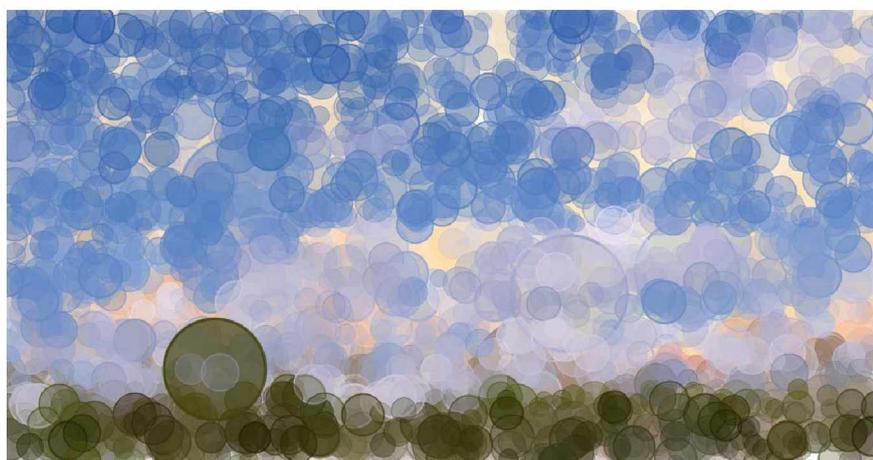
Como se anticipa también en el punto 3, el algoritmo de generación de imagen de la obra audiovisual (desarrollado en *Processing*) toma como punto de partida el algoritmo de generación de imágenes estáticas modificando las categorías de las figuras (al dividir los grupos de figuras chicas y grandes) y mediante la incorporación de la dimensión temporal. Esta última característica impacta en la manera en que se imprimen las figuras. Por un lado, las figuras en este caso no son impresas en tiempo de proceso (o tiempo diferido / *offline*) sino que la aparición de cada figura es una acción capitalizada estéticamente mediante un simple fundido de entrada o *fade in*. Otro de los aspectos que capitaliza la dimensión temporal de manera estética es el orden en que el algoritmo recorre la pantalla. En el desarrollo de imagen estática el algoritmo recorre *el lienzo* linealmente desde el ángulo superior izquierdo hasta el inferior derecho, mientras que en el audiovisual el orden es aleatorio. Para esto, la etapa musical envía una señal de sincronía por cada negra, momento en el que se imprimen 100 figuras chicas simultáneamente, distribuidas de manera aleatoria y mediante el fundido de entrada. Cada fundido de entrada tiene su propio tiempo de duración, definido aleatoriamente por el algoritmo al momento de iniciar la creación de cada figura. Planteada esta metodología, se define un límite de creación de hasta 500 figuras en simultáneo (este parámetro puede ser modificado teniendo en cuenta que a mayor cantidad de figuras en proceso de fundido, mayor requerimiento de procesamiento de la plataforma de trabajo / computadora). Una vez que cada figura alcanzó su intensidad máxima (también definida aleatoriamente, de igual manera que el algoritmo de generación de imágenes estáticas) las figuras pasan a ocupar de manera estática una capa de fondo de la pantalla, acumulando estratos pero sin requerir la misma capacidad de procesamiento que requieren al estar en transición. Al mismo tiempo, como se explicó en el punto 3, las figuras grandes son impresas de manera análoga a las chicas pero cada una lo hará al recibir una señal de ejecución de acción sonora vía OSC y su distribución espacial también es aleatoria.

La forma de las figuras (cuadrado, círculo o triángulo) es definida aleatoriamente al inicio de cada movimiento (ver 4.1 - *El algoritmo musical*) mientras que el banco de imágenes de referencia para la distribución de color se decide al mismo tiempo que el algoritmo musical cambia de PCS, o sea cada 77 negras (ver 4.1). De esta

manera, al estar el desarrollo visual supeditado al musical, la duración también es indeterminada. A continuación se muestra una captura de pantalla de la realización audiovisual. Como se puede observar las dimensiones y la cantidad de las figuras geométricas difiere a las de imágenes estáticas. Esto radica en que el potencial de proceso requerido para realizar la generación de imágenes en tiempo real es superior al necesario para el tiempo diferido. Por tal motivo, esos parámetros son alterados en vistas de reducir la demanda de recursos durante la ejecución del algoritmo audiovisual. Asimismo, la cantidad de figuras grandes es menor, ya que en este algoritmo su creación no es relativa a la cantidad total de figuras sino que depende de la cantidad de sonidos que se estén reproduciendo en la etapa musical.

Figura 16

Captura de pantalla de la realización audiovisual.



5- Bibliografía sugerida

A continuación se cita bibliografía de referencia para el lector que desee profundizar en antecedentes de trabajos que abordan las mismas temáticas que esta obra.

Cage, John, 1961, *Indeterminacy*, en *Silence: Lectures and Writings*, Wesleyan University Press, EE.UU..

Cage, John, et al, 2010, *Every Day is a Good Day - The Visual art of John Cage*, Hayward Publishing, Inglaterra.

Eno, Brian, 2011, *Composers as gardeners*, Lectura en *The Serpentine Gallery Garden Marathon*, Serpentine Gallery, Edge Foundation, Inglaterra. Disponible *online*: <http://edge.org/conversation/composers-as-gardeners> (último acceso: agosto, 2015).

Essl, Karlheinz, 2007, *Algorithmic composition*, Publicado en Collins Nick y d'Esquivan Julio (editores) 2007, *The Cambridge Companion to Electronic Music*, Cambridge University Press, Inglaterra.

Galanter, Philip, 2003, *What is Generative Art? Complexity Theory as*

Context for Art Theory, en GA2003, 6th Generative Art Conference, Italia. Disponible *online* en: <http://www.generativeart.com/on/cic/papers-GA2003/a22.pdf> (último acceso: agosto, 2015).

Scoates Christopher, 2013, *Brian Eno: Visual Music*, Chronicle Books, EE.UU.

Solaas , Leonardo, 2010, *Generatividad y molde interno - Los sistemas de reglas en el desarrollo de la forma artística* , en Causa, Emiliano (compilador), 2014, *Invasión Generativa*, Año 1 N° 1, Editorial Invasores de la Generatividad , Argentina. Disponible *online* en: <http://www.invasiongenerativa.com.ar/> (último acceso: agosto, 2015).