

## Componer de forma natural: sistemas-L, recursión y crecimiento algorítmico en *De Natura Organica*

Rodrigo F. Cádiz<sup>1</sup>

### Introducción: componer desde lo orgánico

La creación musical ha estado siempre marcada por una búsqueda de estructura. Desde la forma sonata hasta las arquitecturas rítmicas del minimalismo, los compositores han propuesto diversos modelos formales para articular el tiempo sonoro. En mi obra *De Natura Organica*, compuesta en 2016 para órgano y dedicada especialmente al maestro Alejandro Reyes, quien la estrenó y grabó en un disco financiado por la Dirección de Artes y Cultura de la Pontificia Universidad Católica de Chile, propuse un enfoque que intenta trasladar lógicas de crecimiento biológico y modelación computacional al ámbito musical. Inspirado en las teorías de Aristid Lindenmayer sobre el desarrollo celular en organismos, utilicé los llamado sistemas-L como base de la generación del material estructural de la obra. Pero más allá de una técnica, lo que me motivó fue una pregunta más amplia: ¿es posible componer música de forma natural, tal como la naturaleza crece?

Esta pregunta, poética en su formulación, tiene una contraparte rigurosa en el campo de la composición algorítmica. La obra fue completamente escrita en el entorno Opusmodus, un lenguaje de programación musical, basado en el popular lenguaje Lisp de los años sesenta, uno de los más utilizados y adecuados para programar

---

<sup>1</sup> Instituto de Música, Facultad de Artes, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile. rcadiz@uc.cl

inteligencias artificiales y orientado a la manipulación de listas y estructuras lógicas. En este entorno, cada gesto sonoro puede ser generado, transformado y filtrado mediante operaciones formales precisas. Pero lejos de reducir la creación a un cálculo, lo que Opusmodus permite es diseñar sistemas que, como organismos, crecieran a partir de reglas simples. Esta lógica de crecimiento, recursiva y ramificada, es el núcleo de *De Natura Organica*.

En este artículo detallaré, tanto los fundamentos teóricos de los sistemas-L, como su implementación práctica en la obra. Describiré cada uno de los movimientos, sus materiales, registros y técnicas, y reflexionaré sobre la recursión como principio creativo. Finalmente, discutiré la dimensión visual del proyecto y su traducción en la carátula del disco.

### Sistemas-L y creación algorítmica

Los sistemas-L (Lindenmayer Systems o L-systems), desarrollados originalmente por el biólogo Aristid Lindenmayer en 1968, son una forma de gramática formal que modela el crecimiento de estructuras biológicas mediante reglas de producción recursivas. En su formulación más simple, un sistema-L consiste en un alfabeto de símbolos, un axioma inicial (cadena de partida) y un conjunto de reglas que dictan cómo cada símbolo se reemplaza por otros en cada iteración (Lindenmayer, 1968). Esta idea, en apariencia sencilla, ha sido ampliamente adoptada en gráficos computacionales, arte generativo, arquitectura, y, en menor medida, en música algorítmica (DuBois, 2003).

Los sistemas-L son esencialmente recursivos: aplican reglas de reescritura a una cadena de símbolos, una y otra vez, generando complejidad a partir de la repetición de reglas simples. Esta recursividad es lo que permite simular procesos de ramificación vegetal o la proliferación celular (Prusinkiewicz, 2004). Desde el punto de vista computacional, un sistema-L se puede considerar como una función que, aplicada reiteradamente, produce una sucesión de cadenas cada vez más complejas.

En el caso de *De Natura Organica*, esta característica fue fundamental para establecer una metáfora estructural: los movimientos de la obra crecen y se ramifican como lo haría un organismo vegetal, siguiendo instrucciones codificadas en un ADN composicional. En cada movimiento, utilicé un sistema-L distinto para generar secuencias de alturas, duraciones o ataques. Estas secuencias luego eran interpretadas musicalmente en Opusmodus, filtradas por restricciones armónicas, rítmicas y de registro, y finalmente, adaptadas a las posibilidades técnicas del órgano.

La recursividad no solo opera a nivel estructural, sino también, a nivel de la percepción. En los sistemas generativos recursivos, la estética deviene de observar cómo las formas se despliegan y se desarrollan bajo el peso de su propia lógica. En este sentido, componer con sistemas-L es permitir que la obra se deba a sí misma, que se autogenera a partir de una semilla mínima.

### Implementación en Opusmodus

Opusmodus es un entorno de composición algorítmica basado en Lisp, que permite la creación de rutinas composicionales mediante listas, operadores funcionales y estructuras recursivas. Su integración con notación musical, MIDI, Music XML y otros sistemas, lo convierte en una herramienta extremadamente versátil para el compositor interesado en estructuras generativas. Opusmodus posee, además, una gran cantidad de ejemplos, tutoriales y librerías útiles para la composición algorítmica, incluyendo librerías que implementan sistemas-L.

Para utilizar los sistemas-L en Opusmodus, programé una serie de funciones que toman un axioma y una serie de reglas de producción como entrada, y devuelven una lista de cadenas tras un número determinado de iteraciones. Estas cadenas se interpretan luego en términos musicales, asignando a cada símbolo una altura, un ataque, un tipo de articulación o una duración. Por ejemplo, la letra A puede corresponder a un ataque marcado de una altura determinada, la B a un acorde, la C a un silencio, o como a cada

compositor le plazca. Al crecer la cadena, crece también la densidad y complejidad del gesto musical resultante, y la música se va, de cierta forma, cultivando y creciendo orgánicamente.

Un aspecto interesante de trabajar con Opusmodus es su capacidad para abstraer procesos. En lugar de pensar en notas o compases, se piensa en transformaciones. La música no se escribe en sentido tradicional, sino que se diseña como un sistema. Esta manera de trabajar se alinea perfectamente con la lógica de los sistemas-L, ya que ambos enfoques parten de reglas abstractas que se ejecutan sobre una semilla.

La implementación algorítmica también permite introducir variaciones entre movimientos utilizando el mismo código. Por ejemplo, el primer y el séptimo movimiento de *De Natura Organica* utilizan la misma cadena de ataques generada por un sistema-L, pero varían en la duración de cada evento. Esta técnica, consistente en fijar una estructura y alterar un parámetro, es común en procesos naturales: la genética puede ser constante, pero el entorno modifica el resultado.

Cada movimiento fue generado como una rutina separada en Opusmodus, con diferentes axiomas, reglas y parámetros. Luego se exportaron a un software de notación, se editaron para la interpretación mediante una partitura y se adaptaron a las posibilidades del órgano. La partitura completa fue trabajada desde el código, sin escritura manual intermedia, lo que permitió mantener un control conceptual total sobre la forma. Solo ciertos detalles de interpretación fueron editados manualmente en la partitura. La obra se estructura en diez partes, pero que realmente corresponden a siete movimientos, uno de los cuales se subdivide en tres y otro en dos.

A continuación, analizaremos brevemente cada uno de los movimientos, enfatizando cómo fueron construidos y con qué registros, de los muchos que otorga el órgano, se presentaron en la versión grabada en disco.

## **Movimiento 1**

El sistema principal de este primer movimiento es un sistema-L sensible al contexto, el cual, incluye reglas que toman en cuenta no solo el símbolo actual, sino también, los símbolos vecinos a izquierda y derecha para decidir su transformación. Este tipo de modelamiento es particularmente útil para representar procesos biológicos en los que la producción de una célula depende de sus vecinos inmediatos, como en tejidos vegetales o patrones de ramificación (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1990). El axioma inicial consiste en una secuencia de símbolos y números que representan eventos musicales y sus duraciones.

Se utilizan múltiples iteraciones (de 3 a 7) para generar estructuras cada vez más complejas, lo cual refleja un crecimiento orgánico. Este crecimiento se traduce directamente en alturas, mediante una correspondencia entre los símbolos del sistema y grupos de notas. Además, se aplican transformaciones propias del lenguaje musical como inversión, retrogradación y transposición aleatoria dentro de un rango. A través de este procedimiento, se obtienen tres capas de altura diferenciadas –una ascendente, una descendente y una intermedia– que se asignan a diferentes manuales del órgano, generando densos clusters sonoros. El material del pedal se construye de forma similar, pero con un conjunto distinto de símbolos y alturas asociadas.

El resultado es una textura polifónica derivada exclusivamente de procesos recursivos, sin intervención directa del compositor en la elección de alturas o ritmos específicos. La escritura no simula una técnica contrapuntística tradicional, sino que produce una ramificación textural, donde cada línea surge como parte de un organismo en crecimiento. Esta visión es coherente con el objetivo central del movimiento: explorar cómo las reglas de producción de un sistema pueden generar diversidad a partir de lo mínimo.

Las salidas del sistema-L se codificaron como clusters de acordes largos, ejecutados con registros plenos del órgano, intercalados hacia la mitad del movimiento con silencios que mantienen una

tensión expectante, acentuada por resonancias sostenidas. Para los ritmos, se utilizó otro sistema-L más simple de tipo *algal*, de crecimiento cíclico.

Este movimiento exige del intérprete el uso de pesos especialmente diseñados para mantener las teclas presionadas, ya que muchos acordes se deben mantener durante largas secciones sin movimiento físico. Esta técnica permite que el intérprete se desplace y prepare el siguiente gesto, mientras el instrumento mantiene el sonido activo.

En términos de instrumentación, se utilizó un conjunto bastante complejo de registros con la intención de crear una masa sonora densa, conformada por estos clusters eternos. La respiración de esta textura, con sus interrupciones controladas, evoca la idea de una máquina biológica que pulsa según su propio algoritmo interno.

Este movimiento y el séptimo comparten la misma secuencia de ataques. La diferencia está en las duraciones: en el primero, los acordes son en general largos y densos, mientras que, en el séptimo, la escasez temporal y de densidad es mayor, y los eventos son más breves. Esta relación simétrica genera una forma de arco entre el inicio y el final de la obra.

## Movimientos 2a, 2b y 2c

El segundo movimiento está dividido en tres sub-secciones: 2a, 2b y 2c, las cuales exploran distintas posibilidades del mismo conjunto de reglas. En términos de sistemas-L, utilicé una gramática similar a la del movimiento anterior, también con un sistema contextual y otro algal. Aquí, los símbolos no solo representan eventos musicales, sino también, direcciones: progresiones ascendentes o descendentes alturas. Esta estrategia se inspiró en el uso de sistemas-L para modelar árboles fractales (Prusinkiewicz & Lindenmayer, 1990), donde los giros angulares definen la orientación del crecimiento.

El axioma consiste en una pequeña cadena de símbolos generadores, y el sistema es iterado múltiples veces para crear una secuencia de símbolos compleja. Cada símbolo se asocia, posteriormente, con un conjunto de alturas (por ejemplo, un tetracordo cromático) o con transformaciones estructurales (como bifurcaciones implícitas representadas por corchetes). Las alturas derivadas son posteriormente filtradas por rango y repetición para garantizar un ámbito específico y se dividen en capas para los diferentes manuales del órgano.

El ritmo, por su parte, es generado a partir de un segundo sistema-L determinista, que se basa en una regla cíclica de crecimiento simple: un símbolo a se transforma en ab, b en bc, y c en a. A cada símbolo se le asigna un grupo de duraciones aleatorias (como negras, blancas o sus contrarios negativos, que representan silencios o duraciones extendidas). Este procedimiento crea un patrón rítmico que combina regularidad estructural con variedad superficial.

Las alturas resultantes se dividen en dos capas: una que se presenta tal cual, y otra que aplica una inversión melódica, creando así una textura de simetría invertida entre los dos manuales. Además, se genera una línea de pedal con ritmos más lentos (derivados de una amplificación del ritmo principal) y alturas rotadas para mantener la diversidad.

Este movimiento pone de relieve cómo los sistemas contextuales pueden generar estructuras que simulan bifurcaciones o decisiones condicionadas, reforzando la metáfora de crecimiento orgánico y adaptativo. Las texturas resultantes, si bien derivadas de procedimientos deterministas, ofrecen una riqueza perceptiva compleja y un contrapunto no tradicional, donde la polifonía emerge no por diseño directo, sino por derivación estructural.

El movimiento 2a comienza con una textura densa. Cada símbolo genera un ataque individual que se separa del anterior, tanto en altura como en registro. Los registros utilizados producen un color más bien oscuro y denso, lo que permite que cada evento se perciba, a nivel formal, como una especie de siembra: cada nota cae por su propio peso en un punto distinto del espacio, anticipando el crecimiento que se dará en las siguientes secciones.

En contraposición, el movimiento 2b, si bien sigue las mismas reglas, es más introspectivo, con un color sonoro más liviano y brillante. Esto produce patrones casi mántricos y modulantes, que se combinan con una dinámica muy suave. Los registros generan una textura más de cámara dentro del discurso general. A pesar de ser una de sección breve, es intensa, en parte por su contraste con la energía de la parte anterior.

El movimiento 2c retoma la expansión y se apropiá de todo el rango de alturas del órgano. Esto provoca un estallido de actividad en todas las voces. Las cadenas generadas ahora, codifican agrupaciones y acordes más bien abiertos entre los registros graves y agudo, y la combinación de registros utilizados genera una sonoridad casi percusiva. Aquí, el órgano se aproxima a una máquina de engranajes vivos: cada voz se mueve en trayectorias divergentes pero relacionadas verticalmente, produciendo una polifonía y armonía vegetal, en constante mutación.

### **Movimiento 3**

El tercer movimiento constituye una de las cumbres estructurales de la obra y se estructura como una progresión de capas armónicas y líneas melódicas que se expanden desde una célula germinal hacia una textura vertical cada vez más densa. Esta expansión no ocurre de forma arbitraria, sino siguiendo un principio de desarrollo formal inspirado en los sistemas-L, donde el axioma se transforma iterativamente según reglas de sustitución definidas.

En este caso, son tres los sistemas-L empleados, y cada uno de ellos se caracteriza por un conjunto de doce símbolos y un conjunto de reglas que incluyen múltiples recurrencias y autorreferencias. Por ejemplo, varios símbolos se mantienen constantes, mientras otros son sustituidos por otros símbolos. Esta configuración da como resultado cadenas que se desarrollan de manera poco predecible, pero que exhiben una coherencia estructural que se manifiesta en la organización del material sonoro. A nivel algorítmico, se trata de un sistema de tipo determinista y libre de contexto, de profundidad progresiva (hasta 14 niveles en este movimiento), y que genera

secuencias de símbolos que luego se asignan a alturas mediante una codificación explícita.

La transformación sonora se lleva a cabo al aplicar estas secuencias como material para construir acordes verticales, organizados por capas derivadas de diferentes profundidades de iteración del sistema. Cada capa es transpuesta verticalmente para generar una expansión en el registro, desde el agudo hacia el grave. El efecto acumulativo es una superposición polifónica de estratos, cada uno derivado de una versión más evolucionada del sistema.

Además de los acordes, la obra incorpora materiales melódicos derivados directamente de las secuencias generadas, que son alineados secuencialmente para construir una línea en constante transformación. La escritura alterna entre eventos verticales (acordes) y melodías y pausas rítmicas, que también siguen patrones de alternancia cuidadosamente diseñados. El contraste entre presencia y ausencia, así como entre densidad y transparencia, es central para este movimiento.

La organización general sugiere una metáfora vegetal de crecimiento: una raíz melódica se transforma en un follaje armónico, ramificándose según patrones internos que conservan cierta simetría rotacional. Si bien no se hace referencia directa a modelos clásicos como la curva de Koch o el árbol binario, la expansión por capas sucesivas y la retroalimentación de reglas, es característica de estructuras fractales generadas mediante sistemas-L (Prusinkiewicz, Hanan, 1989).

Los registros mixtos utilizados producen una sonoridad envolvente, que agregan, además, tensión y riqueza tímbrica. El movimiento entero se concibe como una sola idea: larga, contenida, siempre al borde de un clímax que no llega nunca del todo.

## **Movimientos 4a y 4b**

El cuarto movimiento está dividido en dos partes, 4a y 4b, las cuales representan dos estados de un mismo sistema generativo.

En este movimiento se usa uno de los sistemas-L utilizado en el Movimiento III. No se introducen nuevas reglas ni axiomas, sino que se reutiliza la misma estructura generativa ya establecida. La diferencia principal entre ambos radica en la disposición formal del material resultante, así como en los valores de repetición, segmentación y espaciamiento de los eventos musicales.

Musicalmente, este movimiento consiste en una serie de trémolos de dos notas dispuestas en diferentes registros, manteniendo una estética austera y controlada. Las transformaciones paramétricas en Opusmodus permiten cambios sutiles en la duración y repetición de los eventos, sin gestos ornamentales o pasajes melódicos de ningún tipo: la pieza se mantiene dentro de una lógica de células repetitivas construidas desde pares interválicos.

Desde una perspectiva de diseño algorítmico, este tipo de reutilización de un sistema-L demuestra su versatilidad para generar múltiples movimientos desde un mismo conjunto de reglas. El resultado es un discurso musical coherente entre secciones, en el que cada movimiento actúa como una variación procesal más que como una idea completamente nueva.

En el movimiento 4a, las reglas del sistema generan secuencias que alternan entre tensión y resolución. Utilicé trémolos entre dos notas en los símbolos terminales de cada cadena para intensificar el efecto. El gesto resultante es uno de crecimiento controlado: una expansión que pulsa desde el centro. Los registros utilizados combinan voces brillantes y graves extremas, permiten contrastes súbitos entre densidad y ligereza. Formalmente, el movimiento funciona como una progresión hacia la saturación: a medida que se aplican más iteraciones, los patrones se densifican.

El movimiento 4b funciona como un espejo del material anterior. Usando la misma gramática, pero con registros mucho más suaves, el resultado es un movimiento más introspectivo, casi meditativo, donde las ideas del movimiento 4a aparecen ahora transparentes y casi estáticos, como si fueran fósiles sonoros. La relación entre ambos es similar a la de una planta y su sombra, o un sistema y su espectro.

## **Movimiento 5**

El quinto movimiento marca un punto de inflexión en la obra. Su carácter silencioso, introspectivo y casi ritual, contrasta con la densidad de los movimientos anteriores. A diferencia de los movimientos anteriores, el Movimiento V utiliza explícitamente una lógica de repetición y simetría que remite visual y formalmente al famoso triángulo de Sierpiński, una figura fractal generada por reglas de exclusión recursiva. El comportamiento musical resultante da cuenta que el sistema utilizado sigue una regla de expansión similar a la de Sierpiński: un axioma inicial que se divide en subgrupos, los cuales, a su vez, contienen vacíos (espacios) en posiciones estratégicas que se amplifican a cada generación.

Este patrón se traduce en música como repeticiones binarias de células sonoras, donde las unidades se duplican o desaparecen a lo largo de distintas generaciones, formando zonas de densidad alternadas con silencios. La lógica de exclusión fractal aparece, tanto en la secuenciación rítmica, como en la disposición vertical de registros, produciendo una forma sonora que se percibe como estructurada pero discontinua, de carácter geométrico.

Musicalmente, el movimiento se articula mediante trinos entre dos alturas adyacentes, ejecutados en diferentes registros del órgano. Estos trinos se disponen en patrones que se expanden o contraen espacialmente, tanto en la dimensión temporal como en la vertical (registro), de modo que las unidades musicales se organizan siguiendo una lógica de subdivisión. A medida que se avanza en la estructura, algunas apariciones de trinos son eliminadas, dejando silencios o espacios en blanco, en una forma que sugiere el vaciado progresivo típico del conjunto de Sierpiński.

El efecto resultante no es solo ornamental, sino estructural: los trinos funcionan como nodos de actividad dentro de un espacio acústico mayormente silencioso o retenido, generando un contraste rítmico y tímbrico que resalta la geometría implícita del diseño compositivo. La economía de medios se pone nuevamente al servicio de una estética derivada de principios matemáticos naturales,

enfatizando cómo una idea generativa simple puede producir resultados musicales ricos y variados.

Este movimiento puede ser interpretado como un gesto contemplativo, pero su aparente simplicidad esconde una gran precisión formal. Así como en la figura de Sierpiński cada nivel revela una estructura interna más compleja, aquí, cada gesto musical remite a un patrón mayor, fractal, en donde lo mínimo revela lo máximo.

Los registros utilizados son mínimos, una economía sonora que permite que el espacio acústico de la sala cobre protagonismo. El movimiento depende del entorno: en una iglesia reverberante, los acordes se funden con sus ecos; en una sala seca, el carácter percutivo predomina. Esta interacción con el espacio refuerza la idea de lo orgánico, no solo como una metáfora visual, sino como una interacción real con el entorno.

## **Movimiento 6**

El sexto movimiento es, quizás, el más dinámico y gestual de la obra. Aquí, nuevamente son tres los sistemas-L utilizados: cada uno da vida a una de las tres voces que conforman el movimiento. Estos tres sistemas generativos parten de un conjunto de once símbolos iniciales, cada uno de los cuales representa una unidad musical elemental. Este conjunto se somete a una cadena de transformaciones sucesivas que, tras varias etapas de recursión, produce una secuencia extensa de eventos musicales lineales.

A diferencia de otros movimientos que exploran la verticalidad del órgano, mediante bloques simultáneos, masas sonoras o estratificaciones de registros, aquí el foco está en la horizontalidad: se desarrolla una línea de eventos discretos que se suceden sin superposiciones, como si fueran los pasos de un organismo en movimiento continuo.

La transformación del material se basa en reglas de sustitución asimétricas. Algunas unidades se mantienen constantes

a lo largo del proceso, otras cambian por diferentes elementos, y algunas se alternan cíclicamente. Este comportamiento genera una estructura inestable pero coherente, donde pequeñas mutaciones van desplazando el foco musical de un gesto a otro. No hay repeticiones literales ni motivos dominantes, sino una dinámica de persistente mutación.

La textura resultante es delgada pero activa: una sucesión de gestos breves que se encadenan sin generar acumulación. Cada unidad sonora aparece, se transforma y desaparece, generando una sensación de crecimiento continuo sin dirección jerárquica clara. La paleta sonora utilizada, mediante los registros medios y brillantes permite una articulación clara de los gestos.

Desde un punto de vista expresivo, este movimiento evoca una forma de vida mínima: un patrón biológico que persiste en su devenir sin alcanzar nunca un equilibrio estable. Puede interpretarse como una metáfora del comportamiento celular, donde ciertas funciones se activan, otras se inhiben, y la estructura general emerge, no por diseño explícito, sino por la interacción de reglas locales.

## **Movimiento 7**

El último movimiento de *De Natura Organica* establece un vínculo directo con el primero, retomando exactamente el mismo diseño estructural generativo, pero modificando radicalmente su temporalidad. En lugar de introducir nuevos elementos o variar las reglas de transformación, este movimiento se basa en un gesto de reinterpretación temporal: se mantiene la secuencia de eventos musicales, pero se alteran sus duraciones, creando así una percepción completamente distinta del mismo material.

Esta decisión compositiva constituye una forma de variación no temática, sino temporal, lo que subraya el carácter procesual y estructural de toda la obra. Aquí, la transformación ya no ocurre en el espacio de las alturas o los motivos, sino en el dominio del tiempo.

El efecto auditivo es el de un ecosistema musical que ha envejecido, se ha estirado o ralentizado, conservando su genética original, pero presentándose con un ritmo vital distinto. Si en el primer movimiento la sucesión de eventos era dinámica y agresiva, marcada por unos acordes gruesos en forma de clusters, en el séptimo todo parece estar envuelto en una atmósfera de suspensión. Las frases aparentemente se alargan, los ataques se distancian, y lo que antes era percibido como estructura, se transforma en una especie textura liviana. Cada figura se convierte en un rastro de su versión anterior, como si se tratara de una imagen sonora que ha pasado por un proceso de erosión o difracción temporal. Es como si pudiésemos ver, por fin, el esqueleto del organismo que veníamos siguiendo desde el inicio.

Esta relación especular entre los movimientos I y VII constituye una forma de cierre formal profundamente coherente. La obra comienza y termina con el mismo diseño estructural, pero la experiencia auditiva de cada uno es radicalmente diferente. La identidad no está en el gesto, sino en el proceso que lo transforma. En este caso, el uso de registros más agudos y extremos, junto con los graves de pedal, genera una sonoridad contrastante y conclusiva. La combinación de armónicos altos y bajas frecuencias produce una expansión vertical del sonido, como si el sistema entero –tras recorrer todas sus fases de crecimiento– finalmente alcanzara su forma más abierta.

Este movimiento cierra la obra con un gesto de recursión abierta: el final no resuelve, sino que sugiere un reinicio. De este modo, la obra completa queda suspendida en un ciclo potencialmente infinito, como todo proceso vivo.

### **Recursión, visualidad y carátula**

Una de las decisiones centrales en *De Natura Organica* fue asumir la recursión como un principio creativo. Esta idea, presente tanto en la teoría de los sistemas-L como en muchas formas biológicas (Niklas, 1994), permite pensar la forma musical no como una línea

progresiva, sino como una red de repeticiones transformadas. Cada movimiento de la obra es el resultado de aplicar reglas simples una y otra vez, dejando que la complejidad emerja desde abajo, no desde una planificación autoral.

Desde una perspectiva estética, esta aproximación se distancia de las nociones clásicas de desarrollo temático. Aquí no hay motivo, exposición y desarrollo, sino proliferación, mutación y deriva. La música no se construye por acumulación de decisiones, sino por crecimiento autónomo, como si el compositor fuese un jardinero que moldea la naturaleza más que un arquitecto.

La dimensión visual de la obra fue igualmente importante. Para la carátula del disco, generé una visualización directa de los sistemas-L utilizados en la composición en la forma de ramas de árboles, que fue magistralmente integrado en el diseño visual del disco por Mary Paz Albornoz. Cada línea representa una cadena generada por el sistema, y su ramificación depende del número de iteraciones. El resultado es una figura vegetal, que recuerda tanto a una raíz como a una planta completa. Esta imagen busca condensar en una forma visual los principios que rigen la obra: recursión, crecimiento, ramificación, transformación.

Este vínculo entre código, forma sonora y visualidad es una constante en mi trabajo. Considero que el lenguaje algorítmico no solo permite diseñar estructuras complejas, sino que, también, abre un espacio para pensar la creatividad desde otros marcos, menos centrados en la voluntad autoral y más abiertos a la emergencia, el error, lo que Donna Haraway llamaría «becoming-with» (Haraway, 2016), zonas de contacto en sistemas que no controlamos del todo, pero en los que cohabitamos.

## Conclusión

*De Natura Organica* representa para mí un punto de convergencia entre arte, biología y tecnología. A través del uso de sistemas-L, pude explorar un modo de composición que no depende de

la intuición inmediata o de estructuras heredadas, sino de principios de crecimiento recursivo, modelados algorítmicamente. Esta lógica no solo permitió una organización formal rica y compleja, sino que me brindó una manera de pensar la música como un proceso más que como un producto final.

En lugar de imponer una forma, dejé que esta emergiera de la interacción entre reglas simples y repeticiones controladas. Lo que surgió fue una obra en constante evolución, cuyas formas recuerdan a las de un organismo vivo: ramificadas, adaptativas, rítmicamente impredecibles, pero estructuralmente coherentes.

El entorno Opusmodus me ofreció un espacio fértil para este tipo de experimentación, permitiéndome diseñar los sistemas desde cero, visualizar su desarrollo y traducirlos directamente en notación musical. Asimismo, la materialidad del órgano, con su riqueza tímbrica y posibilidades de registro, resultó fundamental para dar vida sonora a esta lógica abstracta de crecimiento.

Finalmente, esta experiencia me ha reafirmado en la convicción de que la programación no es solo una herramienta para automatizar tareas, sino un verdadero medio expresivo. Componer algoritmos es componer ideas. Y cuando esas ideas provienen del estudio de la naturaleza, como en el caso de los sistemas-L, la música resultante puede hablarnos, con otras palabras, de la misma vida que nos rodea.

## Referencias bibliográficas

- DuBois, R. L. (2003). *Applications of Generative String-Substitution Systems in Computer Music* (Doctoral dissertation, Columbia University).
- Haraway, D. (2016). *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Duke University Press.
- Niklas, K. J. (1994). *Plant Allometry: The Scaling of Form and Process*. University of Chicago Press.
- Prusinkiewicz, P. (2004). Modeling plant growth and development. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(1), 79–83.
- Prusinkiewicz, P., & Hanan, J. (1989). *Lindenmayer Systems, Fractals, and Plants*. Lecture Notes in Biomathematics.
- Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (1990). *The Algorithmic Beauty of Plants*. Springer-Verlag.

### Escuchar la obra completa:

Spotify:

[https://open.spotify.com/  
album/3ONOkImsOmDoRwunZ2KuPf](https://open.spotify.com/album/3ONOkImsOmDoRwunZ2KuPf)

Apple Music:

[https://music.apple.com/us/album/rodrigo-f-c%C3%A1diz-  
de-natura-organica/1168079828](https://music.apple.com/us/album/rodrigo-f-c%C3%A1diz-de-natura-organica/1168079828)

Web del compositor:

<https://rodrigocadiz.com>