

## **Modelización informática de músicas de tradición oral afroamericana: el ejemplo de *Relative Patterns***

*Fredy Vallejos*  
*Universidad de las Artes*  
*Ecuador*

*fredy.vallejos@uartes.edu.ec*

Recibido: 6 de septiembre de 2024/Aprobado: 8 de diciembre de 2024

DOI: [10.5281/zenodo.15859102](https://doi.org/10.5281/zenodo.15859102)

*Fredy Vallejos ha realizado estudios de percusión, composición, informática musical y musicología en Colombia, Francia y Suiza. Su preocupación estética, caracterizada por la exploración de un universo sonoro múltiple y heterogéneo, se basa principalmente en trabajos de investigación musicológica, formalizados mediante herramientas de composición asistida por computador (CAC), y en la relación del sonido con otras formas de arte. Sus obras se han presentado en más de 15 países y han sido laureadas en diversos festivales del mundo. Actualmente, es el coordinador de la carrera de Artes Musicales y Sonoras de la Universidad de las Artes, Guayaquil, Ecuador.*

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-5606-4900>



**Modelización informática de músicas de tradición oral  
afroamericana: el ejemplo de *Relative Patterns*  
Resumen**

El artículo describe el proceso creativo de la serie de obras electroacústicas *Relative Patterns* del compositor Fredy Vallejos, tomando como punto de partida la noción de modelo aplicado a la composición musical, a través de herramientas informáticas (en particular la composición asistida por computadora y la composición con medios electroacústicos). Después de una introducción histórica y conceptual de la escritura compositiva utilizada en la serie, se detallarán los elementos necesarios para una formalización rítmica que sirva de base para la estructuración de las composiciones. Dicha formalización se basa principalmente en la interpretación de modelos propuestos por el musicólogo Shimha Arom para el análisis de músicas centroafricanas, transcritas al sistema de notación tradicional y proporcional por medio del entorno de programación Open Music. Igualmente, en el presente artículo se exponen los elementos composicionales de la serie *Relative Patterns* que no están presentes en las músicas de antecedente africano, así como las diferentes formas de confrontación entre las músicas tradicionales y las músicas escritas o experimentales.

**Palabras clave:** Modelización rítmica, composición asistida, músicas afroamericanas, visualización de datos, imparidad rítmica.

**Computer modeling of African-American oral  
tradition music: the example of *Relative Patterns*  
Abstract**

The article describes the creative process of the series of electroacoustic works *Relative Patterns* by composer Fredy Vallejos, taking as a starting point the notion of a model applied to musical composition, through computer tools (in particular computer-assisted composition and with electroacoustic means). After a historical and conceptual introduction to the compositional writing used in the series, the elements necessary for a rhythmic formalization that serve as a basis for the structuring of the compositions will be detailed. This formalization is based mainly on the interpretation of models proposed by musicologist Shimha Arom for the analysis of Central African music, transcribed into the traditional and proportional notation system through the Open Music programming environment. Likewise, this article exposes the compositional elements of the *Relative Patterns* series that are not present in music of African origin, as well as the different forms of confrontation between traditional music and written or experimental music.

**Key Words:** Rhythmic modeling, assisted composition, African American music, data visualization, rhythmic imparity.

## Introducción

El siglo XX trajo consigo cambios radicales en todas las áreas artísticas. La popularización de la fotografía, la invención del cinematógrafo y del fonógrafo, el desarrollo de los medios de transporte, la televisión, el teléfono, la teoría de la relatividad, entre otros hitos importantes, influenciaron los procesos creativos para manipular el espacio y el tiempo. Así, la pintura figurativa cede lugar a nuevos conceptos como el arte abstracto de Kandinsky (1866-1944), el cubismo de Picasso (1881-1973) y todas las experimentaciones desarrolladas en las primeras décadas del siglo XX.

Paralelamente, en el campo musical se derrumba el sistema tonal con consecuencias como la invalidación de las relaciones jerárquicas funcionales o la interrogación de la direccionalidad del tiempo musical. Al respecto, Gyorgi Ligeti (1923-2006) expresó que «Wagner ha destruido la tonalidad por exceso de dominantes, Debussy por restricción». (Ligeti, 2001, p. 16 ). Sin embargo, no es solo la dislocación de la tonalidad lo que puso en riesgo al flujo del tiempo musical. En efecto, en la primera mitad del siglo XX podemos encontrar obras atonales que conservan una direccionalidad temporal coherente gracias al trabajo temático. Es el caso de Bartok, Messiaen o Ives, por citar algunos compositores.

En relación con la direccionalidad temporal musical, el musicólogo François Decarsin comenta lo siguiente:

...no es tanto la erosión de la tonalidad, sino la del tratamiento motivico lo que afectará gravemente el tiempo musical: privada de toda repetición...la memoria es incapaz de ordenar los choques sucesivos y el discurso nos impone un presente al cual las obras post-webernianas no harán más que acentuar su violencia. (Decarsin 2001, p. 11)

Por otro lado, Edgar Varèse (1883-1945) se apropia del espacio para la construcción de su lenguaje musical, concibiendo el «sonido como materia viva» y, por lo tanto, la realidad sonora como parte de un «espacio musical abierto en lugar de limitado». Luego, Pierre Schaeffer (1910-1995), heredero directo de Varèse, incluirá la tecnología en su búsqueda estética, utilizando la grabación sonora como material de base para sus obras. Sin embargo, su búsqueda es común a la de Webern (1883-1945) y sus herederos: sus objetos sonoros (1) tienen una cercanía con las estructuras formales de los compositores seriales por el hecho de que conservan una temporalidad mínima y puramente física. El serialismo integral de los años cincuenta, fruto —entre otras cosas— de la postguerra, será aún más radical prohibiendo toda forma de periodicidad rítmica, melódica, armónica e interválica, valorando la percepción global y una búsqueda de «objetos neutros no directamente identificables» (Boulez, 1963, p. 45).

---

1 “El programa de investigación acerca del objeto sonoro, llevado a cabo por Pierre Schaeffer, puede ser entendido como un intento de construir un aparato de categorías destinado a clasificar y describir la totalidad de los sonidos. Para ello fue necesario, en principio, la consecución de tres objetivos: el primero referido a la necesidad de identificación de las unidades sonoras fundamentales; el segundo, a la clasificación de esas unidades en tipos; y el tercero, a una permanente búsqueda de criterios, cada vez más sutiles, de descripción. Schaeffer denominó “Tipología” al trabajo de identificación y clasificación de los sonidos; y “Morfología” al trabajo de descripción de los sonidos en su textura interna”. (Eiriz, 2012. p. 41). Todas las traducciones son del autor.

A estos referentes de la música postonal se suman Xenakis (1922-2001) o Ligeti con la música de masas y Cage (1912-1992) con la *música del azar*.

En este contexto, el espíritu de la combinatoria, el mundo de la música concreta, las músicas de masas o del azar; rompen el concepto de direccionalidad temporal en el desarrollo de sus gramáticas musicales. Según el musicólogo y saxofonista Pierre Michael la sensación sonora que se aprecia en las obras que están dentro de este contexto post-tonal se puede definir como un «presente dilatado al infinito, puramente abstracto, lugar de su propio juego, que se separa del tiempo e instala la ilusión de un espacio que en realidad no existe» (Michael, 1995, p.38). Al respecto, se sugiere escuchar algunas obras emblemáticas que recogen lo citado por Michel. Algunos ejemplos pueden ser: *Klavierstücke I-VI* (Stockhausen 1952), *Metastaseis* (Xenakis 1954-1954), *Atmosphères* (Ligeti, 1961). Las musicales postonales se pudieron realizar igualmente gracias a descubrimientos tecnológicos en el campo musical tales como el *theremín*, la grabación en cinta magnética (que permitió una manipulación temporal inédita en el campo sonoro) y la síntesis del sonido entre otras tecnologías aplicadas a la música.

La música espectral francesa (Gerard Grisey 1946-1998, Tristan Murail 1947-...) y la repetitiva americana (Terry Riley 1935-, Steve Reich 1936...), surgen a mediados de los 70 como respuesta a los factores evocados. En lugar de buscar un «presente dilatado al infinito, puramente abstracto» su objetivo será reanudar con una temporalidad direccional, donde la obra pueda entenderse en tiempo real. Para ello, la utilización de procesos en la estructuración de las obras será parte fundamental del proceso de escritura musical. Grisey afirma en su artículo El devenir de los sonidos que «Los diferentes procesos de mutación de un sonido en otro o de un grupo de sonidos en otro, constituyen la base misma de mi escritura musical, la idea primaria, la génesis de toda composición». (Lelong, 2008, p. 27). De la misma manera Steve Reich escribe al respecto en el artículo *La música como proceso progresivo*: «Me interesan los procesos perceptibles. Quiero poder escuchar el proceso que ocurre a lo largo del desarrollo sonoro de la música.» (Reich, 2022, p.39). Obras como *Partiels* (Grisey) o *Piano Phasse* (Reich) dan cuenta del interés de dichos compositores en los procesos como fuente del desarrollo compositivo.

Guy Lelong nos propone tres ejes sobre los cuales se funda el pensamiento de la música espectral: En primer lugar, la unificación del campo sonoro, gracias al cambio de la unidad de base de la música, que pasa de la nota a la frecuencia». Esta unificación es una consecuencia de ciertos avances tecnológicos (espectrograma, modulación de frecuencia, ring modulator...). En segundo lugar, formas que obedecen a un *proceso de transformación orientado*, permitiendo así el retorno hacia una temporalidad direccional: «Para esto, pondremos en evidencia un continuo sonoro en el cual cada sonido vive para y por los sonidos que lo rodean, que lo preceden o que lo siguen. La discontinuidad vendrá más tarde, cuando estas relaciones se hayan vuelto evidentes». Finalmente, la percepción en tiempo real de los procesos de transformación (Lelong, 2008, p. 12). En este sentido, la escritura de la serie *Relative Patterns* converge en ciertos puntos con los compositores espectrales y minimalistas.

El objetivo perceptual de la serie será entonces la comprensión de la obra por medio de una direccionalidad temporal, así como a través del uso de motivos rítmicos identificables en su estructura y relativa repetición. Para ello, se utilizó una temporalidad liminal, al borde de una temporalidad cíclica y lineal, basada en la

interpolación de polirritmias.

En la serie *Relative Patterns*, así como en la música espectral, el proceso de escritura sigue un modelo utilizado igualmente en la música minimalista donde se destaca el rol fundamental de la temporalidad en el discurso compositivo. En este sentido, las seis obras electroacústicas de la serie –compuestas entre 2012 y 2021 (2) son el resultado del análisis rítmico de músicas tradicionales latinoamericanas de origen africano y su posterior modelización temporal gracias a herramientas informáticas. Como lo veremos posteriormente, la serie utiliza particularmente como modelo el bambuco viejo originario de la costa pacífica sur colombiana y nor ecuatoriana, así como la clave de la Rumba originaria de Cuba. Estas músicas tienen una cualidad en común con las músicas espectrales y minimalistas en cuanto al trabajo con periodos (de igual duración para las músicas minimalistas, o de duración variable para las músicas espectrales), así como la cuantificación de estos de manera rigurosa.

### **Modelización de músicas tradicionales de origen africano**

La primera experiencia del compositor de la serie *Relative Patterns* con los sonidos de herencia africana se dio a través de la orquesta de músicas afrolatinas de su padre desempeñando el rol de pianista. Sin embargo, el nexo definitivo se dio entre 1999 y 2002, durante su formación en el Conservatorio Antonio María Valencia, Cali, Colombia. Fue allí donde tuvo la oportunidad de asistir a los cursos del célebre marimbista José Antonio “Gualajo” Torres (1939-2018) (3), miembro de una familia pilar de las tradiciones de la marimba del Pacífico colombiano. Paralelamente, realizó un trabajo de investigación entre 1999 y 2003 junto a Héctor Tascón sobre la música del Pacífico Sur colombiano, en especial sobre la marimba en el municipio de Guapi (Cauca). Mientras el autor viaja a Francia para continuar sus estudios de percusión clásica, Tascón prosigue la investigación dando como resultado, entre otros productos, *A marimbar: metodo OIO para tocar la marimba de chonta* (Tascón, 2008).

Los trabajos de investigación sobre la música del Pacífico Sur colombiano, o música de marimba, como es conocida en Ecuador, son relativamente escasos. Esta música estuvo alejada de la influencia directa de los centros urbanos hasta la llegada de internet y a su difícil ubicación geográfica.

---

2 La serie completa de *Relative Patterns* incluye obras mixtas, obras electroacústicas e instalaciones sonoras. Las obras a las cuales nos referiremos van del número 3 al 6 de la serie. Un disco, editado por el compositor en colaboración con el CMMAS (Centro Mexicano para la Música y las Artes Sonoras), puede escucharse de manera virtual en el siguiente enlace: <https://open.spotify.com/intl-es/album/00FrWR4AGZcClSfvzI69ia> Para la versión física visitar [www.fredyvallejos.com](http://www.fredyvallejos.com)

3 Gualajo es considerado uno de los principales representantes de la tradición musical del Pacífico Sur Colombiano, portador de un gran legado cultural y con la tarea de ser guardián de la preservación de la gran variedad de ritmos ancestrales afrodescendiente entre otros, el *currulao* corona, torbellino, *pango*, *patacoré*, *bunde*, *aguabajo*, *abosao*, *juga* y *ronda*. En 2013, fue merecedor del Premio Vida y Obra del Ministerio de Cultura de Colombia.

En efecto, en municipios como Guapi o Timbiquí, el acceso se puede realizar únicamente vía marítima o por uno de los muy pocos vuelos que llegan a sus modestos aeropuertos.

Gracias al Festival Petronio Álvarez, que se realiza en la ciudad de Cali desde 1996, así como a la declaratoria en el 2015 de la Unesco, como Patrimonio Inmaterial de la humanidad, la música de marimba, cantos y bailes tradicionales de la región Colombia del Pacífico Sur y de la provincia ecuatoriana de Esmeraldas ha sido reconocida tanto a nivel académico, como dentro de las expresiones urbanas y tradicionales de la región. Sin embargo, es necesario seguir profundizando en la investigación sobre esta música. Dentro de este contexto, es importante señalar que la tesis de doctorado de Alvarado Burbano (2022) desarrolla un trabajo conceptual, antropológico y técnico musical sobre la música tradicional del Pacífico Sur colombiano.

En el transcurso de sus estudios de composición en el Conservatorio de Lyon, Francia, en la clase de Análisis Musical donde se analizaron algunas obras de György Ligeti, el compositor de *Relative Patterns* conoció la publicación de Simha Arom (1930-) (4) sobre músicas centroafricanas *Polyphonies et polyrythmies instrumentales d'Afrique Centrale - Structure et méthodologie*. (Arom, 1985). El acercamiento a la obra de Arom marcó un punto de quiebre en la evolución de su lenguaje musical. Por primera vez, tenía a la mano herramientas técnicas sólidas para ahondar en la exploración de músicas que siempre fueron parte de su espacio sonoro.

La reflexión de Arom sobre las particularidades de las rítmicas africanas evidenciaba la escasez de trabajos de investigación ligados al estudio riguroso de la temporalidad musical. Hasta la actualidad se evidencia la necesidad de fomentar investigaciones que desarrollen metodologías complejas relacionadas con la duración del sonido y no esencialmente con la exploración y combinaciones de sus alturas:

La música, arte del tiempo por excelencia, se rige por categorías específicamente temporales. Esta constatación fundamental, que nos obliga a revisar los conceptos y métodos de la musicología, a repensar la historia y la sociología musicales, lleva consigo consecuencias fructuosas. De esta manera, reconociendo el rol central del tiempo en la música, aclaramos con una nueva luz el problema del estilo — de los estilos históricos y personales—, pues el estilo, estructura temporal, aparecerá entonces como la expresión del tiempo vivido de una sociedad, de una época, el símbolo del orden temporal del alma. (Breni, citado en Emeri, 1998, p. 433)

---

4 Arom es un etnomusicólogo franco-israelí, experto en la música del África Central, especialmente de la República Centroafricana. Es director emérito de investigación en el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) y miembro de la Sociedad Francesa de Etnomusicología (SFM). Entre los numerosos reconocimientos que ha recibido destaca el premio de etnomusicología Fumio Koizumi, en 2008.

Por otro lado, la lista de compositores que exploran el universo de las músicas extraeuropeas es muy amplia para tratarla en el presente artículo. Sin embargo, siguiendo el estudio realizado por el compositor y musicólogo francés Jean Yves Bosseur (1947-) (2022, p. 8), se definen cinco tendencias en relación con la confrontación de músicas tradicionales y músicas escritas: obras basadas en melodías preexistentes, abstracción de un modelo preestablecido que toma partido personal por medio de herramientas conceptuales y analíticas, utilización de grabaciones de músicas tradicionales en un proceso compositivo, utilización de instrumentos tradicionales e inclusión de músicos de tradición oral en el proyecto de composición, e inclusión de músicos de tradición oral en el proyecto de composición.

La serie de obras electroacústicas *Relative Patterns* se sitúa principalmente en la segunda tendencia –abstracción de un modelo preestablecido que toma partido personal por medio de herramientas conceptuales y analíticas– tomando como modelo músicas de tradición afroamericana. (5) El concepto de modelo sigue la noción descrita por el informático y compositor francés Yann Orlarey (1959-)(6) –de quien el compositor siguió los cursos de programación en la Universidad de Saint Etienne–, donde demuestra que para captar la esencia de un elemento no es necesario describir el elemento en sí, sino la manera de producirlo:

En realidad, para captar la esencia de algo, necesitamos hacer algún tipo de modelo. No debemos describir la cosa sino la manera de producirla. Si somos capaces de describir cómo producir el elemento de una manera concisa y condensada, el proceso será mucho más satisfactorio, pues habremos capturado algo de la esencia... Por lo tanto, estamos al centro del debate sobre el uso del lenguaje informático, de la programación, para describir, no el objeto final, sino el proceso de generación del objeto. (Orlarey, 2009, p. 358)

---

5 Si bien en algunas de las obras de la serie *Relative Patterns* se utilizan algunas grabaciones de campo como material sonoro, los patrones rítmicos no son perceptibles debido a la manipulación de dicho material.

6 Yann Orlarey estudió economía e informática, así como música electroacústica en el conservatorio de Saint-Etienne. Es miembro de Grame desde 1983, y actualmente es director científico de esta organización. Su investigación se centra principalmente en lenguajes formales para composición musical y sistemas operativos en tiempo real. Ha creado, solo o en equipo, numerosos sistemas y programas musicales. Su repertorio incluye música en cintas, piezas interactivas y piezas instrumentales para solistas, pequeños grupos y orquestas. La mayoría de sus obras incorporan técnicas informáticas, ya sea para las situaciones de ejecución instrumental de los intérpretes o en el proceso compositivo como tal.

En este sentido, según los puntos siguientes tomados de la obra de Arom (1985) y formalizados mediante el entorno de programación Open Music desarrollado por el Ircam (7), se pueden enumerar los principales procesos compositivos utilizados en la serie *Relative Patterns*:

- Relación al tiempo o coo metricidad
  - Coometricidad
  - Contrametricidad
- Estructura
  - Asimétrica:
    - Regular
    - Irregular
    - Imparidad rítmica.
  - Simétrica
- Utilización de complejos polirrítmicos
  - Con un solo tipo de división de la pulsación (binaria o ternaria)
  - Dichas formas pueden utilizar igualmente la polimetría (2 divisiones diferentes de una misma pulsación)

Los tres puntos citados, corresponden a características utilizadas en modelos de músicas tradicionales latinoamericanas de antecedente africano. A lo anterior, hemos añadidos dos procedimientos que diferencian los modelos de las composiciones resultantes, a saber:

- Estructuras formales
  - o Divergentes
  - o Convergentes.
- Tipo de acentuación de las diferentes voces de la polirritmia
- Variaciones de velocidad (*tempo*)

### **Relación con la pulsación**

Arom (1985) propone dos elementos para definir la relación de un patrón rítmico con la pulsación. Estos son coometricidad, cuando la estructura del patrón tiende a coincidir con la pulsación y contrametricidad, cuando la estructura del patrón no tiende a coincidir con el pulso, es decir que predominan los contratiempos. Si bien Arom propone estos conceptos de relación con la pulsación, existen trabajos ulteriores que complexifican su medición a través de la jerarquización de las unidades de subdivisión que componen un patrón rítmico.

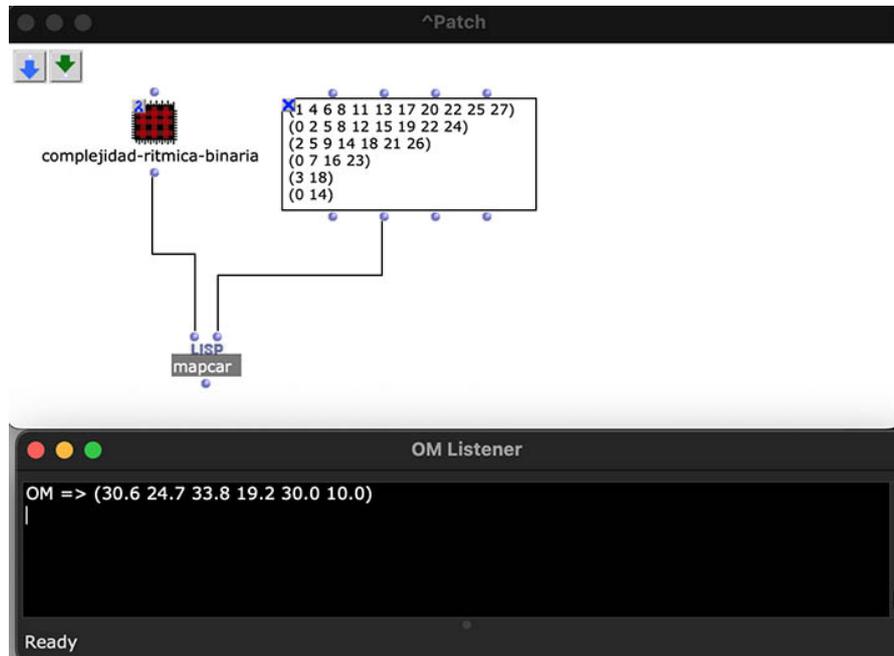
---

7 Véase sobre el Ircam : <https://www.ircam.fr/recherche/equipes-recherche/repmus#logiciels-conception-developpementSwissinfo>

Tomando como base esta jerarquización, desarrollamos dos funciones LISP (8) básicas para poder medir el nivel de complejidad rítmica, y por ende la coo metricidad o contrametricidad, de patrones binarios y ternarios respectivamente. Dichas funciones se pueden aplicar dentro del entorno de programación Open Music, como se puede ver en la siguiente figura que representa un *subpatch* de dicho entorno:

**Figura 1**

*Medición de complejidad rítmica por medio de LISP y Open Music.*



El *patch* de la figura anterior calcula la complejidad rítmica de los patrones utilizados en la obra *Relative Patterns No. 3* (el recuadro de la figura anterior contiene la lista de dichos patrones), cuyo resultado puede verse en la parte inferior (OM Listener). A mayor grado de complejidad, mayor el valor resultante.

### **Estructura de los patrones rítmicos**

La serie *Relative Patterns* se basa en estructuras generadas a partir de la repetición de patrones rítmicos, así como en la transformación progresiva de los mismos. Dichos patrones, como veremos luego, se inscriben en periodos de duraciones idénticas. En este sentido:

La estructura periódica depende de una división extremadamente estricta del tiempo en segmentos de igual duración, poseyendo cada segmento su propia organización interna en el marco de la pieza a la que pertenece. La estructura formal es, por tanto, isoperiódica. La unidad periódica es como el material básico de la estructura musical, o una especie de molde. Cada unidad periódica constituye una unidad musical, que puede, a su vez, subdividirse en dos o más unidades melódicas y/o rítmicas. (Arom, 1985,p.18)

8 Lisp (históricamente LISP, una abreviatura de *list processing*) es una familia de lenguajes de programación con una larga historia y una notación de prefijo distintiva y completamente entre paréntesis. Para detalles ver: Touretzky, D. (1990).

La estructura de una secuencia rítmica puede configurarse principalmente a partir de dos formas, simétrica o asimétrica:

1.2.1 En la estructura simétrica el patrón es divisible en dos partes iguales. Esta división se realiza según la acentuación del patrón, sea por dinámica o por timbre.

1.2.2 En la estructura asimétrica el patrón NO es divisible en dos partes iguales. Esta división se realiza según la acentuación del patrón, sea por dinámica o por timbre.

1.2.2.1 Asimétrica regular: puede ser fragmentado en partes iguales diferentes a 2 y sus múltiplos. (generalmente 3 o 5)

1.2.2.2 Asimétrica Irregular: no es divisible en dos o más partes iguales.

Es importante señalar que en la serie *Relative Patterns* las acentuaciones son un elemento muy importante dentro del proceso compositivo, puesto que generan macro patrones que relativizan la repetición de los patrones generados. Por ello, el análisis de las estructuras rítmicas aplicadas a las obras, se realiza principalmente en relación con el punto 2.1 (coo metricidad). Sin embargo, dicho análisis puede aplicarse igualmente para la clasificación de los patrones según las características citadas anteriormente.

### **Imparidad rítmica**

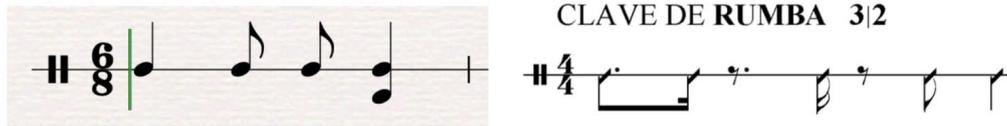
Los análisis realizados a partir de las herramientas teóricas planteadas por Arom (1985) han servido como punto de partida para la modelización de polirritmias que guardan la estructura de los patrones (*patterns*) analizados, pero modifican en particular aspectos formales de los modelos resultantes. En este sentido, la totalidad de las obras que componen la serie *Relative Patterns* contienen al menos un patrón cuya estructura responde a lo que Arom denominaba imparidad rítmica. Esta particularidad expresa el hecho de que, sin importar el punto que se escoja para dividir una secuencia de duraciones, esta fragmentación no resultará nunca en dos partes iguales (Chemilier, 2007: pp. 11-40):

Ella se aplica a períodos donde la división del número de pulsaciones en dos da lugar a números pares. La disposición de las figuras que caen bajo este principio es tal que cualquier intento de segmentar su contenido rítmico, *lo más cerca posible* del punto central de división, resultará inevitablemente en dos partes, cada una de las cuales constará de un número impar de valores mínimos. Estas figuras siempre proceden de la yuxtaposición irregular de cantidades binarias y ternarias; como resultado, ofrecen combinaciones rítmicas tan complejas como sutiles. (Arom, 1985, p. 429)

El ejemplo más simple de imparidad rítmica lo podemos encontrar en uno de los patrones utilizados en el bombo golpeador del currulao en las músicas del Pacífico Sur colombiano y norecuatoriano. En este caso, la duración del patrón del bombo golpeador, que corresponde a un compás de la notación tradicional, es de 6 unidades (en unidades de corcheas, según la transcripción de la figura 2) y la división de este patrón responde a la imparidad citada anteriormente (4 2).

**Figura 2**

*Izq. Patrón del Bombo Golpeador. Der. Clave de Rumba 3/2.*



Fuente (izq): Duque García (2026, p.48) y (der): Páez (2008, p.15)

En este caso la duración del patrón del bombo golpeador, que corresponde a un compás de la notación tradicional, es de 6 unidades (en unidades de corcheas según la transcripción de la figura 2) y la división de dicho patrón responde a la imparidad citada anteriormente (4 2).

Como lo vimos anteriormente, Arom explica la imparidad rítmica de manera más detallada con la fórmula mitad más uno y mitad menos uno, o viceversa  $((1/2x + 1)(1/2x - 1))$ . Siguiendo esta fórmula tendríamos:

$$\begin{aligned} x &= 6 \text{ (número par)} \\ 6/2 &= 3 \\ ((3+1) (3-1)) \\ (4 \ 2) \end{aligned}$$

En efecto, desde el punto de vista matemático, no existe ninguna división posible de un periodo más pequeño que 6 unidades. En el caso de utilizar la fórmula para un periodo de 4 unidades, nos encontraremos con la unidad mínima (en rojo en la descripción numérica que sigue), la cual no constituye una secuencia de duraciones:

$$\begin{aligned} x &= 4 \\ 4/2 &= 2 \\ ((2+1) (2-1)) \\ (3 \ 1) \end{aligned}$$

Sin embargo, la división de un periodo de 6 unidades no corresponde a lo citado por Arom, en el sentido de la *yuxtaposición irregular de cantidades binarias y ternarias*. Dicha característica aparece a partir de un periodo de 8 unidades (en negrilla en el ejemplo siguiente):

$$\begin{aligned} x &= 8 \\ 8/2 &= 4 \\ ((4+1) (4-1)) \\ (5 \ 3) \\ ((2 \ 3)(3)) \end{aligned}$$

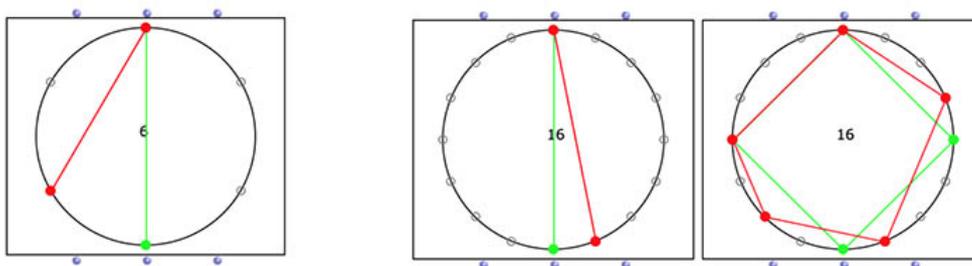
Alvarado (2022), propone, según el concepto de Oliveira Pinto (2001) una línea rítmica (*time-line-pattern*) para el bambuco viejo del Pacífico Sur colombiano que cumple con la regla de la imparidad rítmica:

Tanto el *time-line-pattern* propuesto para el bambuco viejo como su variación obedecen a una estructura interna asimétrica de 5 + 7. Las cinco primeras pulsaciones delimitan la primera parte y, la quinta pulsación, es percutida por la marimba y al mismo tiempo es acentuada por la marcación del bombo golpeador. Las siguientes siete pulsaciones inician con un silencio y dos golpes, una repetición de esta figura y finaliza con un silencio que dará paso de nuevo a la primera pulsación. (Alvarado, 2022, p. 289)

La regla descrita se evidencia de manera mucho más clara, por medio de la visualización circular de las claves Brasileiras y Cubanas propuestas por el investigador de ciencias informáticas Godfried Trousaint en particular en su artículo *Mathematical Notation, Representation, and Visualization of Musical Rhythm: A Comparative Perspective* (2002). Todas las visualizaciones circulares del presente artículo, fueron generadas por el autor mediante el objeto *Open Music N-Cerle*:

### Figura 3

Visualización rítmica circular



En la figura anterior (izquierda), podemos visualizar en verde, la división del periodo de 6 unidades en 2 partes iguales, y en rojo la división según la regla de la imparidad rítmica  $((1/2 x+1)(1/2x-1))$ . Es importante anotar que este patrón está presente en un importante número de músicas tradicionales latinoamericanas (huapango, albazo, bomba, bambuco, guabina, son sureño, *mapalé*, cueca...) desde México hasta Argentina, a veces desfasando el inicio del patrón, pero conservando su estructura. Las siguientes figuras nos muestran una secuencia un poco más compleja, que representa esta vez, a la Clave de Rumba 3/2 cubana (ver figura 2 derecha).

La subdivisión en unidades (en ese caso 16 semicorcheas con sus respectivos silencios) del patrón de la Clave de Rumba 3/2 sería entonces (3 4 3 2 4). Ahora, si deseamos simplificar en 2 partes dicha subdivisión tendríamos las siguientes opciones:

$((3\ 4)\ (3\ 2\ 4))$  o  $((3\ 4\ 3)\ (2\ 4))$

Lo cual nos da:

(7 9) o (10 6) respectivamente.

La primera de dichas opciones cumple con la regla de la imparidad rítmica, a saber:

$$\begin{aligned}
 &x=16 \\
 &16/2=9 \\
 &((8-1) (8+1)) \\
 &(7 \quad 9)
 \end{aligned}$$

En la figura 3 (derecha), observamos la visualización circular de la imparidad rítmica de la clave de rumba 3/2 (izquierda) y del patrón de dicha clave superpuesta a la pulsación (grupos de 4 unidades o figuras de negra en notación tradicional).

El patrón anterior, corresponde a lo citado por Arom, a saber: estas figuras siempre proceden de la *yuxtaposición irregular de cantidades binarias y ternarias* (en negrilla):

3 4 3 2 4 (original)  
**3 2 2 / 3 2 2 2**

A manera de ejemplo, el modelo anterior fue utilizado para la estructuración de uno de los 5 patrones de la obra *Relative Patterns No. 3* (con un desfase de 3 unidades en la polirritmia). Cabe señalar que la visualización circular también es utilizada en el estudio realizado por Alvarado (2022) para evidenciar la concepción cíclica de los patrones en la música de marimba del pacífico sur colombiano. La siguiente tabla desarrollada después del proceso compositivo muestra en detalle el modelo utilizado (izquierda), así como el proceso de realización del patrón resultante (derecha):

**Tabla 1**

*Modelo y proceso de realización del patrón.*

	<b>Modelo clave rumba</b>	<b>Relative patterns, N° 3-patrón 0</b>	
Patrón rítmico	34324	322-324	32-322
Subdivisión inicial	3436	34-36	32-34
Imparidad rítmica	79	7-9 16(8)	5-7 12(6)
Número de unidades por período	16	28 (14)	

Como muestra la tabla anterior, la imparidad rítmica fruto de la subdivisión de un periodo de 14 unidades, se subdivide a su vez en dos sub-patrones (8 6) que, al multiplicar sus unidades por dos (16 12), y aplicar la regla  $((1/2x - 1)(1/2x + 1))$  a cada una de sus partes  $((7 9)(5 7))$  da como resultado un patrón de 7 pulsaciones binarias ( $4 \times 7 = 28$ ). Es importante subrayar que, en los modelos de tradición oral, no existen patrones con un número de pulsaciones impar. Esta decisión compositiva, impide una fácil memorización del patrón, lo cual conduce a una periodicidad relativa que será acentuada tanto por la forma global, como por la modificación de los patrones por medio de acentuaciones (irregulares o no) que

generan a su vez macro patrones perceptibles de diferentes maneras, como lo veremos ulteriormente. La siguiente tabla realizada por el autor, muestra la clasificación de los patrones utilizados en la última sección obra *Relative Patterns No. 3*, así como la visualización circular de dichos patrones.

**Tabla 2**

*Mclasificación de los patrones utilizados en la última sección obra Relative Patterns No. 3.*

ESTRUCTURA RÍTMICA							Visualización Circular
Número de utilizar en la construcción formal	Patrón		Tipo de estructura				
	Endraciones (unidades)	En onsets	Simétrica	Regular	Asimétrica	Con imparidad rítmica	
					Irregular	Con imparidad rítmica	
0	32232432322	146811131720222527				X	
1	233434324	02581215192224				X	
2	3454354	25914182126			X		
3	7975	071623			X		
4	1513	318			X		
5	1414	014	X				

### Utilización de complejos polirrítmicos

Como lo comenta Arom (1985), los términos polirritmia y polimetría son utilizados a menudo de manera confusa. Por ello, al igual que Arom, nuestro análisis seguirá la definición del prefijo poli que alude a la simultaneidad de varios elementos. En este sentido polirritmia designará la simultaneidad de diferentes figuraciones rítmicas. Estas polirritmias se dividen a su vez en dos tipos:

1. Con un solo tipo de división de la pulsación (binaria o ternaria). En nuestro caso, en la última sección de *Relative Patterns No. 3* como lo vimos anteriormente (ver figura 3), con patrones de 28 unidades divididas en 7 pulsaciones binarias y *Relative Patterns No. 4*, con patrones de 36 unidades divididas en 9 pulsaciones binarias, detallados en las siguientes listas:

(3 8 12 16 19 24 27 31 34)  
 (0 1 5 9 14 15 17 21 22 26 29 33)  
 (2 10 18 25 32)  
 (5 6 14 22 23 34)  
 (3 12 17 29)  
 (1 8 11 18 26 32)  
 (0 3 4 7 10 11 14 16 19 21 24 25 27 29 32 33)

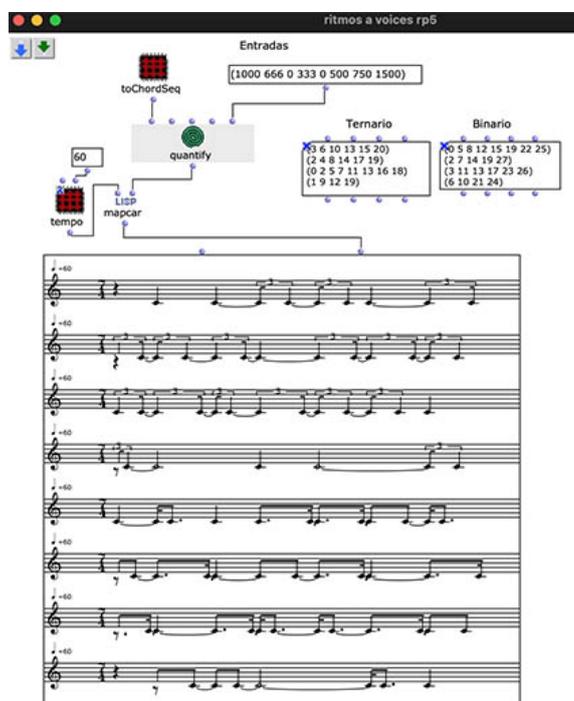
(2 4 7 11 15 18 20 23 28 31 35)

Las cifras de cada lista corresponden a la posición de la unidad de ataque de cada sonido, donde la primera corresponde a la cifra 0, la segunda a la cifra 1 y así sucesivamente.

2. Las estructuras formales pueden utilizar igualmente 2 divisiones diferentes de una misma pulsación. En nuestro caso las obras *Relative Patterns 5* y *6*. En el caso de la primera, tenemos 7 pulsaciones ternarias y binarias, con 21 y 28 unidades respectivamente. La siguiente figura muestra el patch utilizado para visualizar en notación tradicional los patrones. Las cuatro primeras líneas corresponden a los patrones ternarios y las últimas cuatro a los patrones binarios:

### Figura 4

Patch para visualizar en notación tradicional la polimetría.



### Estructuras formales

Aunque los modelos se utilizaron como arquetipo para la estructuración de los patrones rítmicos analizados, la forma de las obras se aparta de la temporalidad cíclica utilizada generalmente en las músicas del África subsahariana:

Además de su extrema complejidad, el proceso de ritmos cruzados africanos se caracteriza esencialmente por la tensión permanente que genera: diferentes figuras rítmicas encajan unas en otras, y se repiten de manera cíclica e ininterrumpida. Su complejidad... parece tal que un oyente, incluso uno informado, experimenta gran dificultad para analizar dichos procesos de manera auditiva. (Arom, 1985, p.336)

Al contrario, las formas utilizadas en la serie *Relative Patterns* son la consecuencia de la mutación progresiva (interpolación) de un patrón hacia otro, lo que genera formas divergentes o convergentes -y por lo tanto direccionales y no cíclicas-, según los procesos de transformación utilizados. En matemáticas, interpolación es la operación que consiste en hallar uno o varios datos dentro de un intervalo en el que

conocemos los valores extremos: (X0, Y0), (X1, Y1)..... (Xn, Yn).

De seguidas, podemos observar dos de las formas que se utilizaron en la composición de la serie *Relative Patterns*. Las cifras representan el número del patrón utilizado (cada obra tiene entre 5 y 15 patrones diferentes) y aquellas en rojo indican una interpolación de un patrón hacia otro.

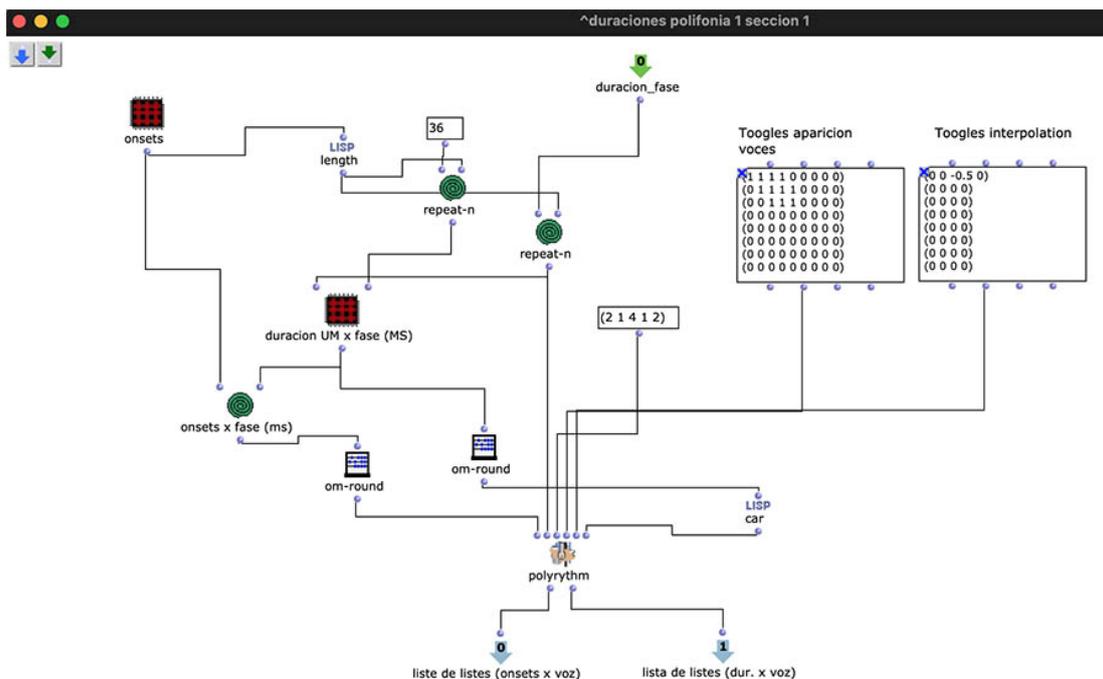
(0)  
 (0 4)  
 (1 4 0)  
 (1 3 0)  
 (2 3 1 4 0)  
 (2 3 1 4 0)  
 (2 2 1 3 0)  
 (3 2 2 3 1)  
 (3 3 2 2 1)  
 (3 3 3 3 2)  
 (4 3 3 3 3)  
 (4 4 3 3 3)  
 (4 4 4 3 3)  
 (4 4 4 4 3)  
 (4 4 4 4 4)

La siguiente agrupación (Forma *Relative Patterns No. 6* con polimetricidad añadida), añade a lo anterior el uso de polimetricidad (binaria y ternaria) presente en particular en el bambuco viejo del Pacífico colombo ecuatoriano, en la parte interpretada por la marimba (requinta). La letra 'a' indica patrones ternarios y la letra 'b' patrones binarios.

((a 1)(a 1)(a 1)(a 1)(a 1)(a 1))  
 ((a 1)(a 2)(a 1)(a 1)(a 1)(a 1))  
 ((a 1)(a 2)(a 4)(a 1)(a 1))  
 ((a 1)(b 2)(a 4)(a 1))  
 ((a 1)(b 2)(a 4))  
 ((a 7)(b 2)(a 4)(b 2))  
 ((a 7)(a 6)(b 2)(b 2))  
 ((a 7)(a 6)(a 3)(b 1))  
 ((a 8)(a 6)(a 3)(b 1)(b 4))  
 ((a 8)(a 5)(a 3)(b 4)(b 4)(b 3))  
 ((a 8)(a 5)(a 3)(b 4)(b 1)(b 3))  
 ((b 6)(a 5)(a 6)(b 4)(b 1)(b 3))  
 ((b 6)(a 8)(a 6)(b 4)(b 1)(a 9))  
 ((b 6)(a 8)(a 6)(b 3)(a 7)(a 9))  
 ((b 5)(b 6)(b 6)(b 3)(a 7)(a 9))  
 ((b 5)(b 6)(b 5)(b 3)(a 7)(b 5))  
 ((b 5)(b 5)(b 5)(b 5)(b 5)(b 5))

La forma de todas las piezas fue calculada con el mismo *patch* de origen. Las entradas del patch son, de izquierda a derecha: onsets, duración de fases, número de repeticiones por fase, orden de aparición de voces, valores de interpolación y distancia mínima entre dos ataques. El objeto central para calcular el proceso polirrítmico es el objeto *polyrhythm* creado por el compositor como una abstracción a ser utilizable en cualquier *work space* Open Music. A continuación, a manera de ejemplo, el *subpatch* de la primera sección polirrítmica de *Relative Patterns No. 5*.

**Figura 5**  
*Patch OM-Polirritmia*

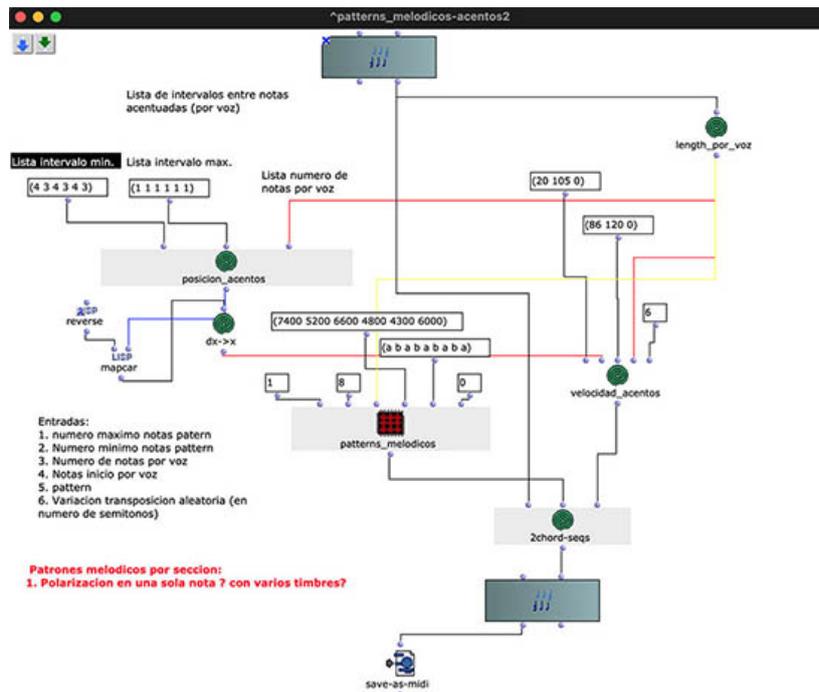


### Acentos

Siendo el ritmo el elemento fundamental del proceso compositivo de la serie *Relative Patterns*, los acentos de dinámica juegan un rol preponderante tanto en la percepción (o no) de los patrones, como en el desarrollo formal de las obras. En la siguiente figura, podemos observar el patch para calcular los patrones melódicos de *Relative Patterns No. 6c*, así como la interpolación de la distancia entre los acentos. Las entradas Lista intervalo min. y Lista intervalo máx., calculan la interpolación de la distancia entre los acentos de cada voz. Así, la primera voz comenzara con acentos distanciados entre mínimo 4 notas para, progresivamente llegar a todas las notas acentuadas (distancia de 1).

**Figura 6**

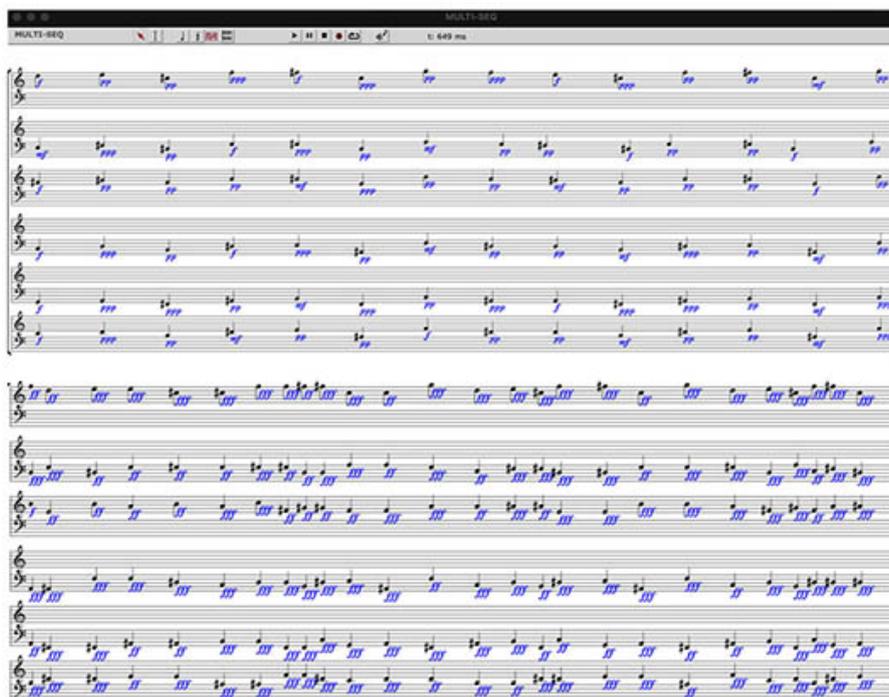
*Patch de patrones e interpolación de distancia entre acentos.*



El resultado en notación con duraciones proporcionales (en milisegundos) se puede ver en las dos siguientes figuras. La primera corresponde al inicio del proceso, donde todas las voces tienen acentos distanciados entre 3 o 4 notas, y la segunda, al final del proceso, con todas las notas acentuadas. Los acentos corresponden a las notas en f o mf, y las notas no acentuadas en ppp (o similar).

**Figura 7**

*Inicio y final de proceso. Notas sin acentos a todas las notas acentuadas.*



Como se puede corroborar, el inicio y el final de la forma de *Relative Patterns* No. 6, corresponde a una homorritmia de los patrones a1 y b5 respectivamente. Las diferentes obras de la serie utilizan diferentes maneras de manejar los procesos de las acentuaciones. Sin embargo, todas tienen en común la búsqueda de macroprocesos que ayuden a afianzar la noción de la relatividad de los patrones, enmascarando su memorización dentro de estructuras aparentemente caóticas, pero controladas minuciosamente.

### **Variaciones de velocidad (*tempo*)**

Es importante señalar que, aunque la serie explora elementos comunes en cuanto a la forma y el tratamiento de las duraciones, cada obra es el resultado de comisiones o trabajos independientes entre sí, y, por lo tanto, la experimentación con los timbres, las alturas o el espacio, así como las variaciones de velocidad (*tempo*) responde a parámetros autónomos para cada pieza. En este sentido, la variación de velocidades difiere al tratamiento dado a los *tempo* en las músicas tradicionales centroafricanas. Esto es igualmente aplicable a las músicas latinoamericanas de origen africano. A decir de Arom: “El tempo... es, en cualquier pieza de música centroafricana, el único elemento invariable del discurso musical: todos los demás, melodía, ritmo, fórmulas instrumentales, pueden, de hecho, dar lugar a variaciones” (1985, p. 62).

El tratamiento de la velocidad se desarrolló por medio de la estación de audio digital Logic Pro. Para ello, después de realizar los cálculos necesarios para obtener la polirritmia completa, exportamos el archivo MIDI a partir de Open Music, archivo que será tratado en posteriormente en Logic Pro, tanto desde el punto de vista tímbrico, como temporal (*tempo*). Sin embargo, prealablemente, Open Music permite comunicarse en tiempo real con plataformas de síntesis, estaciones de audio digital o *samplers*. Esto permite corregir los datos del *patch* según las necesidades compositivas de la obra, hasta obtener el resultado deseado.

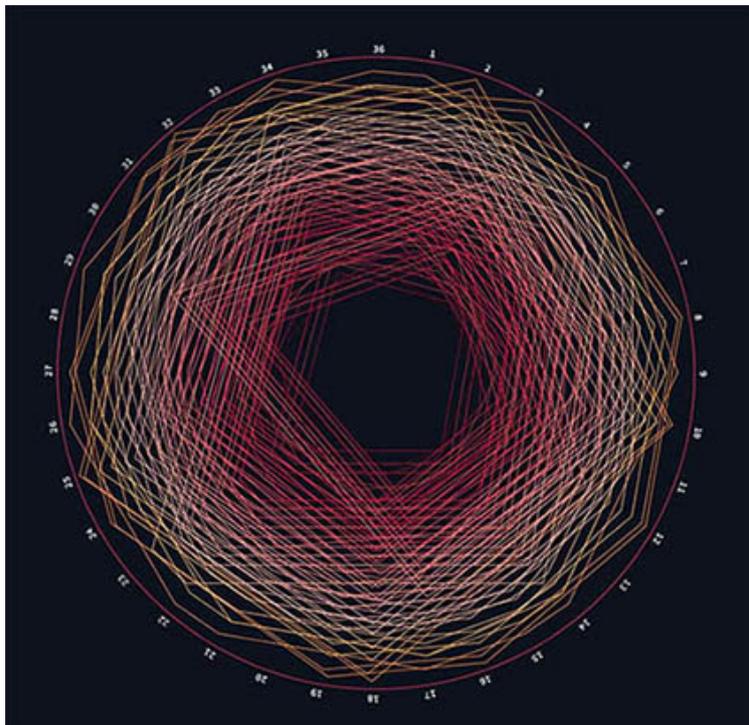
### **Conclusiones**

La utilización de la computadora como instrumento de asistencia a la composición, en particular en lo relacionado a la modelización y a los cálculos matemáticos posteriores a partir de dichos modelos, para generar formas complejas con una relación intrínseca hacia los modelos analizados, puede ser una herramienta muy útil que genere a su vez resultados a veces insospechados.

De igual manera, el trabajo simbólico a partir de la formalización de los procesos composicionales puede constituirse en el punto de partida para la generación de un nuevo material, en este caso, visual. En este sentido, quisiera subrayar que la visualización circular se presta de manera particularmente óptima para dar cuenta de las estructuras de los patrones, debido al carácter cíclico o evolutivo de los mismos. Los objetos proporcionados por OpenMusic fueron de gran ayuda, no solo dentro del proceso compositivo, sino además como punto de partida para el diseño del folleto y de la caja de la producción discográfica. La portada y contraportada del disco y del folleto descriptivo son el resultado de la visualización de datos que el artista ecuatoriano Juan Carlos León realiza a partir de las obras *Relative Patterns* No. 4 y *Relative Patterns* No. 3, respectivamente. La siguiente figura corresponde a la primera de estas visualizaciones.

**Figura 8**

Visualización de datos a partir de *Relative Patterns* No. 4.



La relación entre lo sonoro, lo visual y lo numérico en esta serie no es únicamente un accesorio técnico, sino que advierte relaciones más profundas entre distintos modos de percibir el mundo que nos rodea. Borges (2023), haciendo alusión a la creación literaria argentina, afirmaba hace ya 100 años que «nuestra realidad vital es grandiosa y nuestra realidad pensada es mendiga». Las ideas y los sonidos de *Relative Patterns* son una invitación hacia una búsqueda de otras formas de escucha a partir de un posible acercamiento a nuestra «realidad» sonora, por medio de la modelización de músicas tradicionales a través de útiles informáticos. El resultado, si bien no es una copia estructural de dichas músicas, contiene elementos que, desde lo auditivo, aluden a conceptos claves de dichas músicas, en particular la asimetría rítmica, la relación contra métrica a la pulsación y las complejas relaciones polirrítmicas de los diferentes patrones.

### Referencias

- Alvarado, M. (2022). *Al otro lado del río: Músicas tradicionales de marimba de chonta del Pacífico Sur colombiano*. University of Music Franz Liszt.
- Arom, S. (1985). *Polyphonies et polyrythmies instrumentales d'Afrique centrale. Structure et méthodologie*. (Vols. 1- 2). Selaf.
- Bosseur, J. Y. (2022). *Musiques traditionnelles et création contemporaine*. Coll. Musique ouverte.

- Borges, J.L. (2024). El tamaño de mi esperanza. *Medium*. (Obra original publicada en 1926). <https://victorica.medium.com/el-tama%C3%B1o-de-mi-esperanza-jorge-luis-borges-a77b740d33e3>
- Boulez, P. (1963). *Penser la musique aujourd'hui*. Gonthier.
- Chang, L. (2007). *Ligeti, György. Quand le temps devient espace*. L'Harmattan.
- Chemilier, M. (2007). Mathématiques de tradition orale. *Mathematics and Social Science*, 45 (178), 11- 40.
- Decarsin, F. (2001). *La musique, architecture du temps*. L'Harmattan.
- Duque García, A. (2026). *A mano Limpia*. Instituto Departamental de Bellas Artes.
- Eiriz, C. (2012), *Una guía comentada acerca de la tipología y la morfología de Pierre Schaeffer*. Cuaderno 39. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación.
- Emeri, E. (1998). *Temps et Musique*. L'Age d'Homme.
- Lelong, G. (2008). *Gerard Grisey, écrits ou l'invention de la musique spectrale*. Editions MF.
- Ligeti, G. (2001). *Neuf essais sur la musique*. Contrechamps Editions.
- Michael, P. (1995). *Gyorgy Ligeti*. Minerve.
- Orlarey, Y. y Pottier, L. (Eds). (2009). *Entre Calcul, Programmation et Création*. L'Université de Saint-Étienne.
- Páez, Y. (2008). *Adaptación de los toques Afrocubanos a la batería y al set de percusión*. AB Música.
- Reich, S. (2002). *Writing on music, 1965-2000*. Oxford University Press.
- Schaeffer, P. (1959). *¿Qué es la música concreta?* Editorial Nueva Visión.
- Tascón, H. (2008). *A marimbar: metodo OIO para tocar la marimba de chonta*. Fondo Mixto para la Cultura y las Artes del Valle del Cauca.
- Thul, E. & Toussaint, G. T. (2008). Analysis of musical rhythm complexity measures in a cultural context. *Proceedings of the Canadian Conference on Computer Science and Software Engineering*.
- Touretzky, D. (1990). *Common Lisp: A Gentle Introduction to Symbolic Computation*. Carnegie Mellon University.
- Toussaint, G. (2002). A Mathematical Analysis of African, Brazilian and Cuban Clave Rhythms. *Bridges: Mathematical Connections in Art, Music, and Science*. Bridges Conference.