

# Inteligencia artificial en la creación musical

Marvin Coto-Jiménez \*

## Resumen

Se presenta el desarrollo de las técnicas de inteligencia artificial en procesos de creación musical, tanto para el apoyo de creación de obras a los compositores, como en proyectos que pretenden automatizar todo el proceso. Las perspectivas que abre la utilización de estas técnicas tienen implicaciones importantes e invitan a una reflexión sobre sus alcances y su ética.

**Palabras clave:** inteligencia artificial, composición musical, creatividad.

## Introducción

La composición musical es un acto creativo que involucra el manejo de silencios y sonidos específicos, en un proceso que involucra la toma de decisiones, acorde la

mayoría de las veces con reglas preestablecidas y dentro de una estética particular.

Históricamente, las tendencias de la composición se han agrupado en estilos y escuelas de composición con características semejantes, ya sea en periodos de tiempo o en espacios geográficos. El siglo XX ha visto el desarrollo de gran cantidad de tendencias, y con la invención de las computadoras, la creación musical ha permitido que éstas permeen el quehacer de muchos músicos, tanto por la creación de nuevas posibilidades de crear e interpretar sonidos, como la generación de algoritmos en la evolución de algunos aspectos de las obras. La inteligencia artificial, como un área interdisciplinaria que ha tenido éxito en la solución de problemas en muchas áreas, presenta interesantes opciones en el desarrollo de sistemas que apoyen la creación musical o pretendan ser autónomos en

---

\*UAM. marvin.coto@ucr.ac.cr

**Recibido:** 21 de enero de 2013

**Aceptado:** 12 de diciembre de 2013

este arte. En este sentido, el reto es grande pues la composición plantea una serie de conocimientos, decisiones y trasfondo que parece no poder sistematizarse. En las siguientes secciones se revisan algunas consideraciones de la creación musical, y cómo técnicas de inteligencia artificial han intervenido a varios niveles en proyectos de composición.

### Creación musical

Para analizar el proceso de creación musical desde el punto de vista de los aportes de inteligencia artificial al mismo, se dividirá su discusión en dos partes: los elementos que puedan aproximarse a una sistematización del proceso creativo, y los elementos en sí que contiene una obra musical.

#### A. Proceso creativo

Mazzola *et al.* [6], describen el proceso creativo como un descubrimiento e invención que comienza con una pregunta abierta y continúa con una secuencia de pasos bien definidos.

La creatividad no puede garantizarse, pero se puede aproximar a esta mediante una estrategia, que consiste en seis pasos:

1. Establecer la pregunta abierta.
2. Identificar el contexto semiótico.
3. Identificar el símbolo crítico o el concepto en el contexto semiótico.
4. Identificar las limitaciones del contexto.
5. Abrir estas limitaciones y desplegar nuevas perspectivas.
6. Evaluar estas nuevas perspectivas.

Ahora bien, la manera en que a lo largo de la historia este proceso haya sido más o menos interiorizado de forma explícita en los creadores, no parece seguir un camino único. Autores como Cardona [4], plantean que, desde el punto de vista de formación, no se puede establecer una regla general de los procesos que han seguido los compositores a lo largo de la historia para llegar a producir sus obras, pues han existido casos de destacados compositores que provienen de la academia, fuera de ésta y de situaciones intermedias.

La sistematización planteada es importante si se plantea una automatización de decisiones propias de la composición musical, aunque las técnicas y aplicaciones que se describirán no parten de modelos cerrados a manera de algoritmos.

#### B. Parámetros básicos

La tradición de la composición musical que se describe

en el presente artículo no es la única que existe. Representa más bien una derivación de la música culta originada en Europa, que se ha enriquecido con aportes de todas partes del mundo, pero que hereda al menos una notación básica y utilización de instrumentos que se han convertido en estándares de agrupaciones, desde pequeñas hasta grandes orquestas. Los parámetros básicos que tiene esta música son:

- Melodía: Se puede definir como una secuencia de sonidos y silencios que puede identificarse como una unidad.
- Ritmo: Movimiento generado por la sucesión de los sonidos, relacionado con la duración de los mismos como eventos temporales.
- Armonía: Se refiere al estudio de las sucesiones de sonidos que son ejecutados de forma simultánea.

Existen multitud de teorías tras estos procesos, e incluso tendencias y obras musicales que pretenden prescindir al menos de una de estas, planteando interesantes caminos para el desarrollo de la expresión. Sin embargo, la referencia que se utilizará de la composición partirá de estos elementos básicos para plantear la manera en que la inteligencia artificial puede intervenir en mayor o menor medida en la creación.

Se destaca, en primer lugar, que la utilización de algoritmos de cualquier tipo en la música es posible, en primer lugar porque se puede codificar numéricamente los eventos musicales, por ejemplo, utilizando números del 1 al 12 por los sonidos de la escala diatónica: do, do#, re, re#, mi, fa, fa#, sol, sol#, la, la#, si, do. De forma semejante podrían codificarse las figuras rítmicas, como se muestra en la figura 1.



Figura 1. Ejemplo de codificación de ritmos básicos.

Esto constituiría una fase de preparación de los datos a utilizar, cualquiera sea el tratamiento que se le vaya a dar en los procesos que se apoyen en computadoras o algoritmos.

#### Inteligencia artificial en procesos de creación musical

El área de la inteligencia artificial que trata sobre el arte es la inteligencia artificial expresiva (Peña, 2009) [6].

Como no es posible establecer parámetros objetivos sobre la evaluación de la calidad de una obra artística, esta rama es diferente de otras en la Inteligencia Artificial. A pesar de estos, experiencias que se consideran exitosas han sido producidas con herramientas que usualmente se utilizan en procesos de clasificación u optimización, como las redes neuronales y los algoritmos genéticos. En las siguientes subsecciones se muestran ejemplos de éstos:

### A. Redes neuronales

MUSACT, creado en la década de 1980, es un sistema que utiliza las redes neuronales para aprender modelos de armonía. La armonía en la tradición musical occidental puede hasta cierto punto sistematizarse en un conjunto de reglas, que en ocasiones no son seguidas al pie de la letra por los compositores. MUSACT en principio no parece pretender una programación de las reglas de manera que sean creadas secuencias armónicas consideradas perfectas dentro del conjunto de reglas, sino una captura de las cualidades armónicas a manera de intuiciones en la variación del grado de expectativa que genera la armonía (López de Mantaras) [5].

HARMONET, de la década de 1990, es otro caso de sistema basado en redes neuronales que aprende las funciones de los acordes en la armonía y las combinaciones de los sonidos internos en éstos (López de Mantaras) [5]. A pesar de que los acordes, objeto fundamental de la armonía, tienen jerarquías en sistemas tonales de música, las grandes obras de la música clásica occidental presentan formas novedosas y extendidas de aprovechar esta jerarquía, por lo que un sistema cerrado nuevamente no parece ser una alternativa que acerque a los resultados obtenidos en una computadora a la semejanza con la creación de un compositor humano. Más recientemente, ejemplos como el de Rodrigo Cádiz (2009) [2], quien utiliza en su obra Estudios Audiovisuales un programa de computadoras que analiza una secuencia de imágenes o video y genera una contraparte auditiva, dan nuevas perspectivas a las posibilidades de estas técnicas. La obra resultante es el producto de otras obras de las cuales la red aprendió.

Estos ejemplos muestran cómo las aplicaciones no consisten en la estructuración de reglas en un programa de computadoras, sino que hereda características como la no linealidad de las redes neuronales para producir características de imitan la creación humana.

### B. Algoritmos genéticos

GenJam, también creado en la década de 1990. es un sistema que utiliza algoritmos genéticos para crear improvisaciones musicales basadas en una progresión de acordes de jazz. La improvisación en jazz tiene la particular característica de basarse en un tema, sobre el cual se producen variaciones que no han sido estudiadas o previs-

tas por el mismo intérprete que las ejecuta, creando en cada interpretación novedades que en general no vuelven a repetirse. Se trata de un proceso de creación complejo pues las variaciones pueden ser rítmicas, melódicas y pueden separarse de maneras complejas de los patrones originales.

Los algoritmos genéticos así utilizados son entonces una técnica para emular una característica de gran complejidad, hasta hace poco tiempo poco explorada y ajena a los intereses de las relaciones de técnicas más aplicadas en las ciencias que en los procesos artísticos.

Tanto redes neuronales como algoritmos genéticos tienen implementaciones actuales en software de uso extendido entre la creación musical con el apoyo de computadoras. Se encuentran, por ejemplo, proyectos en software libre como SuperCollider y PureData. La figura 2 muestra un ejemplo de implementación de red neuronal en PureData.

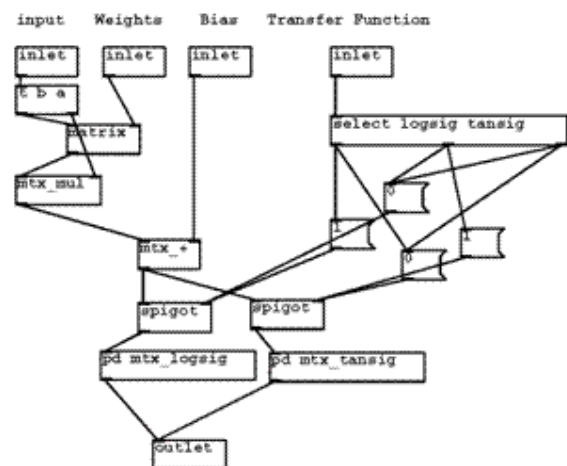


Figura 2. Implementación de red neuronal en el software PureData. Fuente: Cont *et al.* 2004 [4].

Ya implementada de esta manera, tiene potencial aplicación tanto en la síntesis de sonidos como en la integración en la generación de ritmos o melodías. Esta implementación está diseñada para apoyar el proceso de creación musical de un compositor más que sustituir todo el proceso de creación.

Sin embargo, las posibilidades quedan abiertas para integrarse a procesos automáticos en mayor o menor medida. Al tratarse de software libre, el acceso es prácticamente inmediato para creadores o interesados que deseen experimentar con ellas.

Se plantean ejemplos como los siguientes para la utilización y desarrollo de las técnicas descritas en su implementación en estos software:

- Generar un ritmo, el cual pueda variarse continuamente siguiendo un proceso de evolución dado por un algoritmo genético. El creador podría controlar la velocidad con que el ritmo evoluciona de acuerdo con sus intereses.
- Dada una melodía, generar una nueva con variaciones sobre que sean determinadas por una red neuronal, la cual haya sido entrenada para introducir mayor o menor grado de semejanza con la original.

### Sistemas de mayor complejidad

Un ejemplo destacado de aplicación de técnicas de inteligencia artificial en la creación musical es el de Iamus, cluster de computadoras de la Universidad de Málaga, España. Este proyecto ha dado un paso más allá, pretendiendo no solamente influir en alguno de los aspectos básicos mencionados en la sección II-B, o ser apoyo para la creatividad de un compositor, si no realizar composiciones completas sin intervención humana, constituyendo un sistema 100 % autónomo.

Los resultados de Iamus son reconocidos incluso por intérpretes y compositores como de igual calidad a la de un compositor humano contemporáneo[1]. Tiene ventajas adicionales como la de producir no solamente la música sino las partituras necesarias para su interpretación. Es posible encontrar en vídeo interpretaciones creados por este sistema, que abarcan desde grupos instrumentales pequeños hasta orquesta sinfónica.

Los creadores y desarrolladores de Iamus describen el proceso seguido en la toma de decisiones musicales del cluster de forma semejante a un algoritmo genético. Dada la capacidad con que cuenta actualmente, es posible que realice sus creaciones musicales en tiempo semejante a lo éstas durarán.

### Consideraciones para el desarrollo de la música

La automatización de una obra musical, tal como se ha presentado, en todo en parte, genera discusiones y reflexiones importantes. En primer lugar se trata de la incursión de técnicas programadas en una computadora, que se acercan a una actividad considerada tradicionalmente como un símbolo de la inteligencia humana, como otros procesos que se han descrito tradicionalmente en términos de creatividad, inspiración o incluso genialidad.

Si bien se ha llegado al punto de crear obras musicales que tengan una calidad técnica semejante a las realizadas por seres humanos, quedan importantes cuestiones por explorar, y que pueden abrir discusiones para la participación de creadores. Por ejemplo, una obra musical se considera de valor no solamente por sus perfección u originalidad en el uso correcto y original de la armonía o desarrollo de sus melodías, sino por la creación

de obras que nos hablan también del contexto, la historia y la forma de pensar de su creador, convirtiéndose en símbolos de su tiempo que hacen referencia a personajes, eventos o ideas.

Las creaciones de una computadora de momento tendrían solamente una pequeña parte de estas características, y carecerían de la dimensión cultural y de entorno humano considerado de valor en gran cantidad de estilos musicales.

### Conclusiones

Se ha hecho un repaso por los elementos básicos de la creación musical y el cómo técnicas de inteligencia artificial, en principio desarrolladas para resolver tareas ajenas a procesos creativos, han sido utilizadas para apoyar o sustituir del todo a los compositores de obras musicales.

Este es un campo que presente retos interesantes, tanto por la complejidad que representa la creación artística y su evaluación más o menos subjetiva, como por la implementación de las técnicas que permitan acercarse a las creaciones musicales de seres humanos. La colaboración de especialistas de distintas áreas es una oportunidad para encontrarse, comprenderse mutuamente y apoyar éstas u otras iniciativas de provecho.

### Referencias

1. *Iamus, la máquina que quiere ser todos los compositores*. Disponible en: <http://esmatéria.com/2012/07/14/iamus-la-maquina-que-quiere>
2. Cádiz, R. y de la Cuadra, P. Estrategias de composición audiovisual basadas en sinestesia, isomorfismo e inteligencia artificial. Centro de Investigación en Tecnologías de Audio Pontificia Universidad Católica de Chile. *Revista Resonancias*, No. 25, Pontificia Universidad Católica de Chile, 2009.
3. Cardona, A (2010). *Enseñanza de la Composición como construcción personal de oficio*. XVI Festival Latinoamericano de Música, Caracas, Venezuela.
4. Cont, A; Coduys, T. y Henry, C. *Real-time Gesture Mapping in Pd Environment using Neural Networks*. NIME'04, June, 2004, Hamamatsu, Shizuoka, Japan.
5. López de Mantaras, R. Making Music with AI: Some examples. *Artificial Intelligence Research Institute*, Bellaterra.
6. Mazzola, G.; Park, J. y Thalmann, F. *Musical Creativity. Strategies and Tools in Composition and Improvisation*. Springer 2011.
7. Peña, F. *Inteligencia artificial y arte*. DNI 73205278-G.