

Creaciones artísticas musicales e Inteligencia Artificial (2019-2022)



Jenny P. Lis Gutiérrez

Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia
jenny.lis@konradlorenz.edu.co

Jhonathan Pulido-Flórez

Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá, Colombia
jhonathans.pulidof@konradlorenz.edu.co

Recibido: octubre 2023
Aceptado: diciembre 2023

Resumen

El objetivo del artículo es analizar cómo se utilizó la Inteligencia Artificial en la creación artística musical entre los años 2019 y 2022. Para ello, se llevan a cabo tres tareas: (i) descripción de los diferentes usos de la Inteligencia Artificial en el ámbito musical, (ii) examinación de las ventajas y desventajas de su aplicación, y (iii) comparación de tres casos específicos de implementación de la Inteligencia Artificial en la música (Massive Attack, DeepBeat, These Lyrics Do Not Exist). Se empleó una metodología cualitativa que involucró la revisión de la literatura académica y el análisis detallado de fuentes primarias relacionadas con los casos mencionados. A través de este proceso, se pudo identificar que la Inteligencia Artificial se ha utilizado cada vez más en diferentes aspectos musicales, abarcando la composición, la enseñanza y la recomendación musical, y ha tenido un impacto significativo en el ámbito comercial. Igualmente, el uso de la Inteligencia Artificial en la música ha demostrado diversas ventajas y desventajas en áreas como la conveniencia, la creatividad, la autonomía, la propiedad intelectual, la inversión, el desarrollo tecnológico, la flexibilidad y la escritura musical. Asimismo, la comparación detallada de los tres casos estudiados permitió evidenciar el alcance y las aplicaciones concretas del Aprendizaje Profundo (*Deep Learning*) en el ámbito musical, mostrando su amplia adopción y uso masivo en esta área.

Un aspecto relevante que se desprende de esta investigación es su contribución a la discusión sobre nuevos escenarios y al desarrollo de políticas y regulaciones en el ámbito de la creación artística con la participación de la Inteligencia Artificial.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, música, propiedad intelectual, creación artística, creación artística musical

Criações artísticas musicais e Inteligência Artificial (2019-2022)

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar como a Inteligência Artificial foi utilizada na criação artística musical entre os anos de 2019 e 2022. Para isso, foram realizadas três tarefas-chave: (i) descrever as diferentes utilizações da Inteligência Artificial no campo musical, (ii) examinar as vantagens e desvantagens de sua aplicação e (iii) comparar três casos específicos de implementação da Inteligência Artificial na música (Massive Attack, DeepBeat, These Lyrics Do Not Exist). Foi empregada uma metodologia qualitativa que envolveu uma revisão abrangente da literatura científica e a análise detalhada de fontes primárias relacionadas aos casos mencionados. Por meio desse processo, foi possível identificar que a Inteligência Artificial tem sido cada vez mais utilizada em diferentes aspectos da música, incluindo composição, ensino e recomendação musical, tendo um impacto significativo no âmbito comercial. Da mesma forma, o uso da Inteligência Artificial na música demonstrou diversas vantagens e desvantagens em áreas como conveniência, criatividade, autonomia, propriedade intelectual, investimento, desenvolvimento tecnológico, flexibilidade e escrita musical. Além disso, a comparação detalhada dos três casos estudados permitiu evidenciar o alcance e as aplicações concretas da Aprendizagem Profunda (Deep Learning) no campo musical, mostrando sua ampla adoção e uso massivo nesta área. Um aspecto relevante que emerge desta pesquisa é a sua contribuição para a discussão sobre novos cenários e para o desenvolvimento de políticas e regulamentações no campo da criação artística com a participação da Inteligência Artificial.

Palavras-chave: inteligência artificial, música, propriedade intelectual, criação artística, criação artística musical

Musical Artistic Creations and Artificial Intelligence (2019-2022)

Abstract

The aim of this research is to analyze how Artificial Intelligence was used in music artistic creation between the years 2019 and 2022. For this purpose, three key aspects were addressed: (i) describing the different uses of Artificial Intelligence in the musical domain, (ii) examining the advantages and disadvantages of its application, and (iii) comparing three specific cases of Artificial Intelligence implementation in music (Massive Attack, DeepBeat, These Lyrics Do Not Exist). A qualitative methodology was employed, involving an exhaustive review of scientific literature and a detailed analysis of primary sources related to the mentioned cases. Through this process, it was identified that Artificial Intelligence has been increasingly used in various musical aspects, encompassing composition, musical instruction, and recommendation, with a significant impact on the commercial sphere. Additionally, the use of Artificial Intelligence in music has demonstrated diverse advantages and disadvantages in areas such as convenience, creativity, autonomy, intellectual property, investment, technological development, flexibility, and musical writing. Furthermore, the detailed comparison of the three cases studied allowed for the identification of the scope and concrete applications of *Deep Learning* in the musical domain, showcasing its wide adoption and massive utilization in this field. An important aspect arising from this research is its contribution to the discussion on new scenarios and the development of policies and regulations in the realm of artistic creation involving Artificial Intelligence.

Keywords: Artificial Intelligence, music, intellectual property, artistic creation, musical artistic creation

Introducción

De acuerdo con Rouhiainen (2018) la Inteligencia Artificial (IA) corresponde a la capacidad de las máquinas para emplear algoritmos, aprender y facilitar la toma de decisiones de la misma manera como lo haría un ser humano. La IA no es una tecnología reciente, sin embargo, en los últimos años tomó mayor auge gracias a sus variados y adaptables usos, incluyendo aplicaciones en diferentes ramas como el transporte, la manufactura, las finanzas, la educación, la ingeniería, entre otras industrias (Steels y Lopez De Mantaras, 2018).

Este desarrollo tecnológico¹ de la cuarta revolución industrial se cataloga como un fenómeno disruptivo, debido a su alta capacidad de almacenamiento y la agilidad en el procesamiento de una cantidad masiva de información y datos (Corvalán, 2018).

Aunque el término Inteligencia Artificial (IA) se acuñó en la conferencia de Dartmouth en 1956, la idea de máquinas que pueden pensar y aprender se remonta a tiempos antiguos. En la mitología griega, por ejemplo, se hablaba de autómatas y estatuas que cobraban vida gracias a la intervención divina. En 1943, Warren McCulloch y Walter Pitts crearon la primera neurona artificial, considerado el primer paso en el desarrollo de la IA. Esto allanó el camino para el surgimiento del primer programa de IA conocido como Logic Theorist en 1956. A partir de entonces, se han logrado avances en la IA, como el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales, lo que ha llevado a aplicaciones prácticas en áreas como el procesamiento del lenguaje natural, los sistemas expertos y la visión por computadora (Abeliuk y Gutiérrez, 2021).

Específicamente, la IA en el campo de la música ha tenido aplicaciones recientes en la creación de piezas artísticas musicales, incluyendo la composición musical, la identificación de artistas, recomendaciones, complemento de piezas musicales, entre otros avances (Sturm *et al.*, 2019). Por ejemplo, en China se realizó un proyecto que integra la IA con la educación *online* para enseñar composición musical de manera virtual, teniendo en cuenta aspectos como melodía, ritmo, armonía, orquestación y escritura (Chen y Meng, 2022).

El presente artículo busca responder a la pregunta ¿de qué manera la IA se usó en las creaciones artísticas musicales entre 2019 y 2022? Esto a través de (i) describir los usos de la IA relacionados con la música, (ii) establecer las ventajas y desventajas del uso de la IA en la música y (iii) comparar tres casos de aplicación de la IA en la música. Esta pesquisa es de carácter cualitativo con un diseño emergente y hace una revisión de la

¹ Cabe aclarar algunos conceptos. Un sistema o dispositivo diseñado para un propósito específico, como un asistente virtual o un robot, se denomina *artefacto de IA*. Estos artefactos están equipados con inteligencia artificial, lo que les permite llevar a cabo tareas específicas de manera completa o parcialmente autónoma. Una *herramienta de IA* es una aplicación o *software* que utiliza la IA para ayudar a los usuarios a resolver problemas o realizar tareas específicas. Las aplicaciones de traducción y los filtros inteligentes en redes sociales son ejemplos de aplicaciones que utilizan la inteligencia artificial para realizar tareas específicas. Por último, un *objeto técnico* se refiere a cualquier objeto material o digital que tenga o use componentes de inteligencia artificial, como sistemas de vigilancia o dispositivos domóticos (Andrés *et al.*, 2023).

literatura científica especializada para sobre la IA, la propiedad intelectual y las creaciones artísticas musicales entre 2019 y 2022.

Metodología

Datos

Para el desarrollo se recopilaron datos de las páginas oficiales de los casos de estudio (Massive Attack, Deepbeat y These Lyrics Do Not Exist), de reportes y artículos especializados, provenientes de bases bibliográficas como ScienceDirect, EBSCO y Google Académico.

Los términos de las ecuaciones de búsqueda fueron:

“artificial intelligence” and “music”

“artificial intelligence” and “uses in music”

“artificial intelligence” and “art creation”

uses of IA in music

El criterio de inclusión temporal fue su publicación entre 2019 y 2022. Se lograron identificar un total de 30 artículos.

Caso	Página revisada
Massive Attack	https://www.wired.co.uk/article/massive-attack-mezzanine-dna
DeepBeat	https://deepbeat.org/
These Lyrics Do Not Exist	https://theselyricsdonotexist.com/

Tabla 1. Fuentes de los casos. Fuente: elaboración propia.

Diseño, tipo y alcance

La investigación es de carácter cualitativo y hace una revisión de la literatura científica especializada sobre IA, propiedad intelectual y creaciones artísticas musicales entre 2019 y 2022. Además, se realizó el análisis de tres casos de estudio, de los cuales se consideraron: contenidos de la página web, comentarios y redes sociales.

El diseño de investigación adoptado en este estudio es de naturaleza emergente, lo que significa que no se parte de un conjunto predefinido de categorías. En cambio, se lleva a cabo una codificación abierta de la información recopilada sobre el uso de la IA en la música y, a partir de ella,

surgen posibles categorías para analizar e identificar los efectos, ventajas y desventajas de estas tecnologías en el ámbito musical.

Análisis de datos

Como se evidencia en la Figura 1 el diseño emergente utilizado consta de 4 etapas para el desarrollo y el análisis de los datos. Primero, se planteó la pregunta problema, se establecieron los lineamientos generales de la investigación y se contextualizó en el campo de conocimiento a abordar. Segundo, se definieron los mecanismos de recolección de datos y se procedió a recopilarlos. Tercero, se realizó una codificación abierta para definir las categorías incluyendo sus dimensiones y características, tratando de ilustrarlas. Cuarto, se agruparon las teorías por temas específicos y luego se relacionaron entre ellas para descubrir patrones generales. Quinto, se hizo una codificación selectiva, es decir, se revisaron los componentes de la investigación (unidades categorías, ejemplos y procesos), con el fin de validar la teoría y comparar los hallazgos con otras investigaciones.



Figura 1. Fases del diseño emergente aplicado. *Fuente: elaboración propia.*

Resultados

Usos de la Inteligencia Artificial relacionados con la música

A continuación, se presentan algunos usos de la IA relacionados con la música.

1. IA para la composición musical

Recientemente diferentes herramientas basadas en IA se han utilizado para apoyar la composición, la improvisación o la interpretación de música expresiva, a partir de técnicas de composición algorítmica (Salem *et al.*, 2019; Tahiroğlu, 2021). Por ejemplo, Doush y Sawalha (2020) mezclaron un algoritmo genérico con un conjunto de redes neuronales artificiales. El primero producía notas musicales aleatorias y el segundo procedía a analizar, organizar y evaluar su conveniencia musical, sirviendo como base para la composición de melodías para diversos usos como bandas sonoras de películas o *ring tones* de dispositivos móviles.

Desde otro ámbito, la IA ha sido llevada al campo de la música por medio de la psicología. El propósito es identificar emociones, sentimientos y estados de ánimo en personas cuando escuchan diversos tipos de melodías, combinaciones de armonías, letras y en general, diferentes canciones. Con dichos datos se alimentan modelos de *Deep Learning*, con el fin de que sean más acertados y eficaces en la composición de piezas musicales, sus respectivas letras y los sentimientos que despiertan (Kumar *et al.*, 2020).

El trabajo de Civit *et al.* (2022) elaboró una revisión sistemática de literatura de 139 documentos sobre la generación de música basada en IA. Los autores identificaron que más del 70% de las herramientas utilizadas se utilizaban aprendizaje profundo, destacándose las redes de transformadores (*Transformer networks*) (Choi *et al.*, 2021) y las antagónicas generativas (*Generative adversarial networks - GANs*) (Muhamed *et al.*, 2021).

2. IA para la enseñanza de la música

Desde otro ámbito, la enseñanza de la música también ha incorporado variadas herramientas, técnicas y estrategias beneficiosas para docentes y estudiantes basadas en IA. Por ejemplo, Fan y Zhong (2022) resaltan que la IA permitió pasar de un enfoque centrado en el profesor a uno centrado en el alumno, el cual modifica la recepción pasiva de conocimientos por parte de los estudiantes a una más dinámica y personalizada. Igualmente, encontraron que la teoría del aprendizaje social se podría aplicar en la educación artística a través del aprendizaje por observación del Modelo de Análisis de las Habilidades de Pensamiento Creativo basado en IA (AI-CTSAM). El uso de la IA ayudaría en el contexto de industrias creativas porque las habilidades de producción artística son complejas y difíciles de recordar.

Por su parte, el trabajo de Yang (2021) analizó los cambios en las actividades de entretenimiento, educación y trabajo en el ámbito musical,

derivados de la pandemia de la COVID-19. El autor identificó que la IA se usó para desarrollar nuevas formas de enseñanza musical de manera digital, estrategias innovadoras para la transmisión de contenidos con una menor tasa de error y empleando términos no técnicos. Esta investigación, evaluó específicamente el sistema *Q-learning algorithm* en una universidad china, demostrando que facilitó el aprendizaje, la interactividad de las sesiones y la aprehensión de los conceptos.

Wei *et al.* (2022) evaluaron la educación musical y la enseñanza basadas en técnicas de IA (*"Music Education and Teaching based on AI" - MET-AI*). Los autores encontraron que en el ámbito universitario varias instituciones privadas decidieron romper el paradigma de la educación tradicional e implementaron sistemas de IA, mejorando desde el punto de vista estadístico los resultados de aprendizaje. Igualmente, Zhang, Shankar y Antonidoss (2022) propusieron un Marco de Enseñanza de Arte Efectiva Asistida por IA para desarrollar estilos de enseñanza inteligentes y mejorar el conocimiento y entorno de la enseñanza de arte orientada a la IA.

3. IA para la recomendación musical e impacto comercial

Ahora bien, parte del auge de la IA en la industria musical está dada por el uso potencial y comercial de las creaciones generadas por IA. En este ámbito, Drott (2020) identificó que existen dos tipos de empresas de la industria musical que se benefician de estas herramientas. El primer tipo incluye aquellas compañías con un modelo de negocio B2B (*business to business*), basado en la creación de piezas que se distribuye a empresas que realizan videojuegos, anuncios o contenidos web y que requieren este insumo para la venta de productos o servicios. El segundo tipo son las firmas de carácter B2C (*business-to-consumer*), estas se encargan de producir nueva música, personalizarla o hacer recomendaciones para consumidores finales.

En el caso del sector de los videojuegos, los componentes más relevantes para sus productos son la interacción, los elementos visuales y la música. Precisamente para la creación de piezas musicales basadas en IA existen dos técnicas: la adaptativa y la generativa. La música adaptativa surge de la modificación de piezas previas creadas por artistas. Y la música generativa es elaborada por sistemas automatizados que siguiendo un conjunto de reglas proveen música única e ilimitada. Este último recurso aún no se usa masivamente, pero sus beneficios podrían ser amplios, dado que permite que los sonidos respondan a acciones individuales del jugador (Plut y Pasquier, 2020).

En el contexto B2C (*business-to-consumer*) se encontraron tres ejemplos. El primero se remonta al origen y auge de las plataformas de música como Spotify, Apple Music o YouTube Premium, las cuales han potencializado los sistemas de recomendación musical. En general, dichos sistemas funcionan de dos maneras: (i) estática, a partir de las preferencias del usuario según los datos históricos, y, (ii) dinámica, la cual formula las recomendaciones dependiendo de la retroalimentación y las reacciones del usuario. El trabajo de Miao *et al.*, (2020), logró identificar que aplicando IA es posible tener un nuevo sistema de recomendación que combine los modelos estático y dinámico, beneficiándose tanto del aprendizaje por refuerzo, como de métodos de consulta menos tradicionales como el tarareo.

Un segundo ejemplo corresponde al uso de la IA para la recomendación musical en espacios sociales. De Prisco *et al.*, (2021) buscaron mejorar la experiencia de los clientes de los gimnasios mediante el apoyo de interfaces naturales e intuitivas. Encontraron que proporcionar un ambiente musical adecuado era posible mediante un ecosistema inteligente que incluía la combinación de sensores, luces, música, dispositivos personales, datos del esfuerzo físico, entre otros. Se evidenció un incremento en la satisfacción del usuario con respecto a la música de fondo, pasando de una calificación de 3,05 a un 4,91, en una escala del 1 al 5.

El tercer ejemplo está asociado con el uso de herramientas de IA para mejorar la experiencia del cliente regulando factores ambientales como la música. En este contexto algunos almacenes han implementado el Aprendizaje Profundo (*Deep Learning*) con el objetivo de regular, mejorar y disminuir estados emocionales no deseados cuando los clientes están comprando. Rodgers *et al.*, (2021) identificaron un modelo de rendimiento basado en IA (denominado *Throughput* en inglés), que evalúa los efectos de la transformación digital de la música en las percepciones, juicios y decisiones de los clientes, en términos de la creación de valor para los almacenes.

Tipos de creación con IA

Las herramientas basadas en IA se vienen implementando con la finalidad de innovar y ayudar en los procesos creativos (Rakhmatullaev, 2022). Precisamente, en el campo de la creación musical se ha discutido la participación del ser humano en el proceso de composición por ordenador, estableciendo dos enfoques fundamentales. El primero se denomina generación autónoma, en este hay una participación mínima del ser humano, quien solo se encarga de establecer los parámetros de creación de la pieza musical. Este enfoque se ha utilizado para la elaboración de música para anuncios comerciales y documentales.

El segundo, llamado asistencia para la composición, es más interactivo. La IA sugiere o complementa los trabajos hechos por el artista, ayudándolo en el proceso de creación (Briot, 2021; Civit *et al.*, 2022; Castelli y Manzoni, 2022).

Igualmente, Briot (2021) identificó dos arquitecturas de uso: la de avance y la recurrente. La arquitectura de avance incluye dos estrategias. La primera se llama *feedforwarding*, en esta se brindan los datos y parámetros de creación, luego la IA a través de diferentes capas proporciona una melodía o armonía acorde con lo establecido. La segunda es la iterativa, la cual toma como base la anterior estrategia para repetirla constantemente y obtener más melodías que puedan combinarse en una pieza musical.

La arquitectura recurrente también cuenta con dos estrategias. La primera es la recursiva que usa una información semilla para generar una nueva melodía y repite el proceso continuamente hasta encontrar una secuencia. La segunda es conocida como muestreo, que consiste en un sistema repetitivo y determinista, el cual solicita una información de entrada (que puede ser una nota musical) para generar una serie de melodías que siempre terminen con la nota inicial (Briot, Hadjeres y Pachet, 2020).

Como se ha evidenciado anteriormente, la IA ha obtenido diversos usos relacionados con la música gracias al avance y la diversificación de esta tecnología. En este apartado, se compararán 3 casos en las que se usó la IA para la generación de piezas artísticas musicales, los cuales son Massive Attack, DeepBeat y These Lyrics Do Not Exist.

Criterio	Massive Attack (Amstrong, 2019)	Deepbeat (Malmi <i>et al.</i> , 2015)	These lyrics do not exist (These lyrics do not exist, 2022)
Descripción	Banda de experimentación con IA para la creación de su música y sus conciertos.	Programa que utiliza IA para originar nuevas letras de rap combinando líneas de canciones de rap existentes.	Sitio <i>web</i> que genera letras originales para varios temas utilizando IA. Se pueden elegir el tema, el género y el estado de ánimo de la letra. La versión 4.0 se publicó en Julio de 2022. Esta última modificación incluyó el entrenamiento mediante redes neuronales
Año de creación	1988	2015	2018

Criterio	Massive Attack (Amstrong, 2019)	Deepbeat (Malmi <i>et al.</i> , 2015)	These lyrics do not exist (These lyrics do not exist, 2022)
Tipo de usuario	Jóvenes adultos que les gusta el <i>trip-hop</i> o personas interesadas en la IA.	Personas con gusto por el rap, la improvisación o la creación musical por medio de la tecnología.	Personas que quieran interactuar con la herramienta y crear sus propias canciones.
Difusión alcanzada	La banda cuenta con 258 mil seguidores en Instagram al 31 de Julio de 2023 y han publicado 12 álbumes.	33.840 visualizaciones al 31 de Julio de 2023 del video de presentación de la herramienta (KDD2016, 2016).	11. 635.531 de letras elaboradas al 31 de Julio de 2023. Más de 23 mil letras compartidas en redes sociales
Herramienta de IA usada	Redes neuronales que pueden reconocer patrones y sugerir melodías o acordes adecuados.	Modelo de red neuronal profunda, que mapea las frases en un espacio vectorial de alta dimensión.	<i>Deep Learning</i> (redes neuronales) que genera canciones dependiendo de los parámetros estipulados.
¿Cómo funciona?	La banda se creó con el lema de la experimentación, la robótica y el futuro. Usan la IA para crear sus canciones y también para impactar en sus espectáculos en vivo.	El usuario puede solicitar al programa que sugiera una línea o escribirla por sí mismo, luego la IA va añadiendo líneas de canciones de rap existentes que puedan rimar y ser coherentes con el tema.	Se elige un tema para la canción (amor, felicidad, fiesta, etc.), un género (country, metal, rock, pop, rap o EDM) y por último un estado de ánimo (muy triste, triste, neutral, feliz o muy feliz).
Logros	Ser una banda reconocida como la pionera del <i>trip-hop</i> y por convertirse en el primer grupo en almacenar un disco usando el código de la molécula de ADN. (BBC, 2019)	Varias letras generadas en la plataforma han sido materializadas por los usuarios, quienes publican los videos en YouTube. Además, se ha reconocido en The Wall Street Journal y el MIT Technology Review.	Se está trabajando en una actualización que podrá reconocer aproximadamente 10.000 términos, esto con el fin de estimular a los escritores y compositores para un mejor el proceso de escritura creativa.
Enfoque de Implementación	Asistencia para la composición	Generación autónoma	Generación autónoma
Arquitectura de Uso	Arquitectura de avance (<i>feedforwarding</i> y estrategia iterativa)	Arquitectura de avance (<i>feedforwarding</i>)	Arquitectura de avance (estrategia iterativa)

Tabla 2. Comparación estudios de caso. Fuente: elaboración propia con base en los documentos y material audiovisual citado.

De acuerdo con la información de la Tabla 2, Massive Attack se clasifica como un caso de asistencia para la composición, ya que la IA sugiere y complementa los trabajos hechos por los artistas durante el proceso de creación musical. Utiliza la arquitectura de avance, específicamente las estrategias de *feedforwarding* y estrategia iterativa, para generar melodías

y acordes de acuerdo con los parámetros establecidos. El caso de DeepBeat se enmarca en el enfoque de generación autónoma, donde la participación humana es mínima, y la IA se encarga de originar nuevas letras de rap combinando líneas de canciones existentes. Emplea la arquitectura de avance con la estrategia de *feedforwarding* para crear líneas coherentes y rimadas. Por último, These Lyrics Do Not Exist también se clasifica como generación autónoma, ya que ofrece una experiencia interactiva donde los usuarios pueden crear sus propias canciones mediante la IA. Utiliza la arquitectura de avance con la estrategia iterativa para generar letras originales basadas en temas, géneros y estados de ánimo seleccionados.

Estos ejemplos muestran la manera en la cual la IA ha logrado impactar positivamente en la industria musical, ampliando las posibilidades creativas y fomentando la colaboración entre la tecnología y el arte. Estas experiencias abarcan desde la experimentación y la innovación musical hasta la generación de letras y la creación interactiva de canciones. No obstante, también plantean interrogantes sobre el rol del humano en el proceso creativo, la autenticidad de las obras generadas por IA, el dilema jurídico de la propiedad intelectual, entre otros.

Ventajas y desventajas del uso de la IA en la música

Una vez estudiados algunos de los usos de la IA en la música, se pueden reconocer algunas de sus ventajas y desventajas. En la Tabla 3 se presentan diferentes criterios bajo los cuales se establecen los puntos fuertes y débiles o críticos de la utilización de esta tecnología en la música, al tiempo que se distinguen retos emergentes en cada uno de los apartados.

Criterio	Ventajas	Desventajas	Retos / Desafíos
Conveniencia	Puede ayudar en la creación de piezas artísticas musicales con aspectos relacionados al ritmo, vocabulario, coherencia, humor y otros (Malmi <i>et al.</i> , 2015).	Incapacidad de captar estructuras en un intervalo temporal mayor (Kaliakatsos-Papakostas <i>et al.</i> , 2020).	Generar una herramienta que pueda tener un almacenamiento histórico del repertorio musical del artista con el fin de usarse como base de entrenamiento y que brinde resultados más acordes con el estilo del artista.

criterio	Ventajas	Desventajas	Retos / Desafíos
Creatividad	Puede fomentar la creatividad, en la medida que la IA permite la exploración de estilos musicales, la transformación de reglas para conseguir resultados musicales novedosos, y la combinación de espacios conceptuales para formar otros nuevos (Kaliakatsos-Papakostas <i>et al.</i> , 2020).	Requiere de algoritmos preestablecidos para elaborar contenidos (Kaliakatsos-Papakostas <i>et al.</i> , 2020).	Avanzar en interfaces que faciliten el uso de la IA para la elaboración de contenidos y el aprendizaje.
Autonomía	Algunas herramientas de IA utilizan algoritmos totalmente automatizados, que no requieren ninguna intervención humana (Hong <i>et al.</i> , 2022).	Algunos artistas ven la IA como una amenaza y critican que la IA corresponde a un proceso lógico, pero la creación musical se basa en procesos emocionales (Hong <i>et al.</i> , 2022).	Avanzar en el debate sobre uso de la IA y creatividad y la discusión sobre la propiedad intelectual.
Propiedad Intelectual	La IA puede apoyar el trámite de registro de obras (Feng y Pan, 2021)	La diversidad jurídica en las legislaciones sobre Derechos de Autor (Feng y Pan, 2021)	Avanzar en el debate sobre uso de la IA y creatividad y la discusión sobre la propiedad intelectual.
Inversión	Las empresas están invirtiendo en IA para mejorar su rendimiento, lo que permite un avance más acelerado de estas herramientas (The Economist, 2018)	La no inversión en IA puede conducir a crear o aumentar la brecha entre firmas o sectores.	Alfabetización en IA y uso de herramientas para que las firmas mejoren sus procesos creativos y productivos.
Desarrollo tecnológico	La IA mejora los métodos de diseño en los procesos de desarrollo de tecnología, incrementando su eficiencia y durabilidad (Wei <i>et al.</i> , 2022)	Dependiendo de la manera en que se aplique la IA, esta puede ser superficial y frágil, por lo que sería necesario el control y supervisión de un ser humano (Ben-Tal <i>et al.</i> , 2021)	Aprovechar el avance tecnológico que permite la IA para hacer un trabajo en conjunto con artistas, compositores y creadores musicales con el fin de innovar musicalmente y crear nuevas herramientas para esta industria creativa.
Flexibilidad	Se pueden usar, adaptar y mezclar modelos y herramientas para generar resultados diferenciadores. Entre los modelos existentes en la composición musical se encuentran: modelos matemáticos, modelos de traslación, sistemas basados en el conocimiento, enfoque Evo-Devo, entre otros (Kumar <i>et al.</i> , 2020).	La adopción de los modelos puede llegar a ser costoso en un primer momento, pero puede tener resultados rentables a futuro (Kumar <i>et al.</i> , 2020).	Lograr la democratización de estas herramientas para que no solo las grandes disqueras y compositores sean quienes tengan acceso a ellas, sino también a artistas emergentes.

Criterio	Ventajas	Desventajas	Retos / Desafíos
Escritura musical	La IA facilita la creación de letras para las canciones; tanto en la generación y/o escritura de estas como en la acomodación de letras existentes en las melodías y armonías propuestas (Navarro <i>et al.</i> , 2020)	Las canciones contienen en sus letras expresiones idiomáticas, las cuales son difícilmente entendidas y por consiguiente replicadas por la IA (McPherson y Tahiro lu, 2020). Por ahora no hay aplicaciones que estén en capacidad de escribir las partituras sin errores.	Creación de una sinergia entre IA y los seres humanos para crear más y mejores letras que combinen con la melodía y tengan expresiones idiomáticas.

Tabla 3. Ventajas y desventajas identificadas. Fuente: elaboración propia basada en los autores citados.

En general, se identifica que el uso de la IA en temas relacionados con la música cuenta con diversas ventajas y desventajas en cada uno de los criterios, sin embargo, se pueden resaltar tres aspectos en común. Primero, es necesario fomentar el acceso a la IA para que no solo grandes empresas creativas tengan la oportunidad de hacer uso de ella, sino también pequeñas y medianas empresas y artistas independientes logren adaptarla a sus casos específicos. Esto en términos de costos de adopción de la tecnología y conocimientos técnicos requeridos para su empleo.

Segundo, debido a aspectos vinculados con la definición de concepción y creatividad, es necesario establecer principalmente la legitimidad de la música creada por IA, en términos de derechos de autor, ya que este proceso difiere de la mente humana. Posteriormente, en función de los resultados de esta legitimidad, se puede dar lugar a una colaboración entre las habilidades de creación humana y las de la IA, logrando una fusión que facilite la generación de más obras artísticas musicales con una mayor innovación y valor artístico.

Tercero, la IA tiene como punto débil su superficialidad y la falta de recordación histórica. Por consiguiente, se debe trabajar dos ejes, el primero es construir un método en el cual la IA sea capaz de almacenar datos históricos de un artista y con ellos pueda crear una pieza musical que vaya acorde con el estilo y la narrativa. El segundo es fomentar el uso de lenguaje emocional junto con expresiones propias de las culturas como jergas y frases idiomáticas para que sus creaciones produzcan el mismo o mayor impacto emocional que el de una invención humana.

Discusión

En la presente investigación fue posible determinar que la IA se ha usado con el fin de identificar emociones y usarlas como insumo para herramientas de *Deep Learning* que crean letras y armonías de distintos géneros musicales. Esto contrasta con los hallazgos del documento de Tahiroğlu (2021), en el cual se resalta que la música es un constructo social que ayuda a conectar a los humanos con sus emociones, por tal razón, es necesario que provenga de un ser humano catalogado como creador, compositor o artista para su generación. En este sentido, se encuentra abierta la discusión sobre si las piezas artísticas musicales netamente hechas por IA no pueden ser consideradas como creativas o contar con la protección de los derechos de autor. En todo caso se requiere la interacción entre esta tecnología y los creadores para obtener piezas artísticas que incluyan la comprensión de los fenómenos socioculturales y su articulación con la construcción y la interpretación musical.

Desde otra perspectiva, McPherson y Tahiroğlu (2020), argumentaron que la música es idiomática, es decir, tiene expresiones del lenguaje que cuentan con un significado literal y otro figurativo, siendo este último el más frecuente. En ese contexto, si bien la IA cuenta con ventajas como: abstracción, dinamismo, rápido prototipado e influencia estética, la escritura de letras tiene limitaciones al no poder incorporar exitosamente expresiones inherentes a los idiomas y culturas. En esa misma vía, en esta investigación se encontró que la IA puede usarse para generar música por sí misma o utilizarse como herramienta para ayudar a los artistas. Este postulado va en sintonía con los argumentos de Hertzmann (2020), para quien las herramientas de IA no crean arte, sino que ayudan a los artistas a crear el arte.

Igualmente, Hertzmann (2020), afirmó que llamar artista a un sistema de IA es irresponsable, debido a que implícitamente se está incitando a pensar que un software puede tener características únicas de la inteligencia humana como la autonomía y las emociones. Finalmente, se ratifica que la industria musical ha aumentado el uso de IA debido al uso por parte de diferentes grupos de interés. Esto considerando los argumentos de Schmidt et al. (2020), quienes exponen que la IA se ha empleado como herramienta para promover el interés en los consumidores y artistas.

Conclusiones

A lo largo de las últimas décadas, la aplicación de la IA en la industria musical ha experimentado un constante crecimiento, impulsando significativos avances que han simplificado los procesos creativos en este campo. Este análisis se basó en la revisión exhaustiva de 30 artículos académicos, 4 fuentes oficiales y la comparación de tres casos de estudio.

Se identificó que la IA se ha incorporado en la creación musical incluyendo la enseñanza musical, la composición y la recomendación de música. Estos avances se han apoyado en herramientas como las redes neuronales artificiales y los sistemas de Deep Learning. Asimismo, se han realizado experimentos relacionados con la IA en contextos musicales, como la implementación de ambientes inteligentes en gimnasios y supermercados, el uso del algoritmo Q-learning y los sistemas de recomendación de plataformas de streaming. Estos ejemplos evidencian que, a pesar de su relativamente corto tiempo en la industria musical, la IA ya cuenta con un amplio y creciente abanico de aplicaciones adaptables.

El análisis de los casos de DeepBeat, These Lyrics do not Exist y Massive Attack permitió demostrar que el uso de estas tecnologías beneficia y facilita los procesos creativos, aunque también presenta desafíos en términos de conveniencia, creatividad, autonomía, propiedad intelectual, inversión, desarrollo tecnológico, flexibilidad y escritura musical. Adicionalmente, se ha constatado que la IA avanza a un ritmo más rápido que las legislaciones de propiedad intelectual en la mayoría de los países. Esto se debe a que muchas de estas legislaciones aún requieren que el autor sea una persona física, basándose en definiciones tradicionales de concepción y creatividad. Por lo tanto, la IA no puede ser considerada como el inventor de obras, lo que podría limitar la difusión de los avances derivados de esta tecnología disruptiva.

Este estudio contribuye a la discusión sobre los usos de la IA en la creación artística musical y los posibles desafíos que plantea para las legislaciones de propiedad intelectual en diferentes países. Si bien esta investigación aporta valiosas perspectivas sobre el tema, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, se han analizado únicamente tres casos de IA en la composición musical como ejercicio de estudio, por lo que futuras investigaciones podrían incluir un análisis más amplio, considerando experiencias adicionales, como el proyecto DeepMind de Google. En segundo lugar, no se ha examinado un compendio de legislaciones a nivel internacional en el ámbito de los derechos de autor, especialmente en la música, lo que podría arrojar luz sobre el impacto de la IA como creadora de obras artísticas musicales.

Bibliografía

- » Abeliuk, A. y Gutiérrez, C. (2021). Historia y evolución de la Inteligencia Artificial. *Revista Bits de Ciencia*, 21, 14-21. Recuperado de <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bits/article/download/2767/2700>
- » Armstrong, S. (2019, 15 marzo). With AI and DNA, Massive Attack are Hacking a New Kind of Music. *Wired*. Recuperado de <https://www.wired.co.uk/article/massive-attack-mezzanine-dna>
- » Andrés, G. D., San Martín, P. S. y Lujan Rodríguez, G. (2023). Análisis multidimensional de la sostenibilidad-DID en el contexto físico-virtual. *Cuadernos.info*, 54, 1-22. doi: <https://dx.doi.org/10.7764/cdi.54.52515>
- » Ben-Tal, O., Harris, M. T. y Sturm, B. L. (2021). How Music AI Is Useful: Engagements with Composers, Performers and Audiences. *Leonardo*, 54(5), 510-516. doi: https://doi.org/10.1162/leon_a_01959
- » Briot, J. P. (2021). From Artificial Neural Networks to *Deep Learning* for Music Generation: History, Concepts, and Trends. *Neural Computing & Applications*, 33(1), 39-65. doi: <https://doi.org/10.1007/s00521-020-05399-0>
- » Briot, J., Hadjeres, G. y Pachet, F. (2020). Deep Learning Techniques for Music Generation. In *Computational Synthesis and Creative Systems*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-70163-9>
- » Castelli, M. y Manzoni, L. (2022). Special Issue: Generative Models in Artificial Intelligence and their Applications. *Applied Sciences*, 12(9), 4127. doi: <https://doi.org/10.3390/app12094127>
- » Chen, F. y Meng, H. (2022). The Use of Wireless Network Combined with Artificial Intelligence Technology in the Reform of Music Online Teaching System. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 1-10. doi: <https://doi.org/10.1155/2022/5957708>
- » Choi, K., Park, J., Heo, W., Jeon, S. y Park, J. (2021). Chord Conditioned Melody Generation with Transformer Based Decoders. *IEEE Access*, 9, 42071-42080. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9376975>
- » Civit, M., Civit-Masot, J., Cuadrado, F. y Cuaresma, M. J. E. (2022). A Systematic Review of Artificial Intelligence-based Music Generation: Scope, Applications, and Future Trends. *Expert Systems with Applications*, 209, 118-190. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118190>
- » Corvalán, J. G. (2018). Inteligencia Artificial: retos, desafíos y oportunidades. Prometea: la primera Inteligencia Artificial de Latinoamérica al servicio de la Justicia. *Revista de Investigações Constitucionais*, 5(1), 297. doi: <https://doi.org/10.5380/rinc.v5i1.55334>

- » De Prisco, R., Guarino, A., Lettieri, N., Malandrino, D. y Zaccagnino, R. (2021). Providing Music Service in Ambient Intelligence: Experiments with Gym Users. *Expert Systems with Applications*, 177, 1-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114951>
- » Doush, I. y Sawalha, A. (2020). Automatic Music Composition Using Genetic Algorithm and Artificial Neural Networks. *Malaysian Journal of Computer Science*, 33(1), 35-51. doi: <https://doi.org/10.22452/mjcs.vol33no1.3>
- » Drott, E. (2020). Copyright, Compensation, and Commons in the Music AI industry. *Creative Industries Journal*, 14(2), 190-207. doi: <https://doi.org/10.1080/17510694.2020.1839702>
- » Fan, X. y Zhong, X. (2022). Artificial Intelligence-based Creative Thinking Skill Analysis Model Using Human-computer Interaction in Art Design Teaching. *Computers and Electrical Engineering*, 100, 1-16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107957>
- » Feng, X. Q. y Pan, B. H. (2021). The Evolution of Patent System: Invention Created by Artificial Intelligence. *Procedia Computer Science*, 183, 245-253. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.02.055>
- » Hertzmann, A. (2020). Computers do not Make Art, People Do. *Communications of the ACM*, 63(5), 45-48. doi: <https://doi.org/10.1145/3347092>
- » Hong, J. W., Fischer, K., Ha, Y. y Zeng, Y. (2022). Human, I Wrote a Song for You: An Experiment Testing the Influence of Machines' Attributes on the AI-composed Music Evaluation. *Computers in Human Behavior*, 131, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107239>
- » Kaliakatsos-Papakostas, M., Floros, A. y Vrahatis, M. N. (2020). Artificial Intelligence Methods for Music Generation: A Review and Future Perspectives. *Nature-Inspired Computation and Swarm Intelligence*, 217-245. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819714-1.00024-5>
- » KDD2016. (2016, Junio 30). KDD2016 paper 819 [Video]. *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=Vbaf9yJ6HBc&t=2s>
- » Kumar, L., Goyal, P. y Kumar, R. (2020). Creativity in Machines: Music Composition Using Artificial Intelligence. *Asian Journal of Convergence in Technology*, 6(2), 36-40. doi: <https://doi.org/10.33130/ajct.2020v06i02.007>
- » Malmi, E., Takala, P., Toivonen, H., Raiko, T. y Gionis A. (2015). DopeLearning: A Computational Approach to Rap Lyrics Generation. Recuperado de <https://arxiv.org/pdf/1505.04771v1.pdf>
- » McPherson, A. y Tahiroğlu, K. (2020). Idiomatic Patterns and Aesthetic Influence in Computer Music Languages. *Organised Sound*, 25(1), 53-63. doi: <https://doi.org/10.1017/s1355771819000463>
- » Miao, D., Lu, X., Dong, Q. y Hong, D. (2020). Humming-Query and Reinforcement-Learning Based Modeling Approach for Personalized Music Recommendation. *Procedia Computer Science*, 176, 2154-2163. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.252>

- » Muhamed, A., Li, L., Shi, X., Yaddanapudi, S., Chi, W., Jackson, D., Suresh, R., Lipton, Z. C. y Smola, A. J. (2021). Symbolic Music Generation with Transformer-GANs. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(1), 408-417. doi: <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i1.16117>
- » Navarro, M. C., Oliveira, H. G., Martins, P. y Cardoso, A. (2020). Integration of a Music Generator and a Song Lyrics Generator to Create Spanish Popular Songs. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(11), 4421-4437. doi: <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01822-5>
- » Plut, C. y Pasquier, P. (2020). Generative Music in Video Games: State of the Art, Challenges, and Prospects. *Entertainment Computing*, 33, 1-19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100337>
- » Rodgers, W., Yeung, F., Odindo, C. y Degbey, W. Y. (2021). Artificial Intelligence-Driven Music Biometrics Influencing Customers' Retail Buying Behavior. *Journal of Business Research*, 126, 401-414. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.12.039>
- » Rakhmatullaev, H. S. (2022). Music, Man and Artificial Intelligence. *Central Asian Journal of Social Sciences and History*, 3(12), 93-96. Recuperado de <https://cajssh.centralasianstudies.org/index.php/CAJSSH/article/view/540>
- » Rouhiainen, L. P. (2018). *Inteligencia Artificial. 101 Cosas que debes saber hoy sobre nuestro futuro*. Alienta Editorial. Recuperado de https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf
- » Salem, A., El-Horbaty, E. y Siphocly, N. (2019). Analysis of Computational Intelligent Techniques of Music Generation. *Egyptian Computer Science Journal*, 43, 49-64. Recuperado de <http://ecsjournal.org/Archive/Volume43/Issue3/4.pdf>
- » Schmidt, P., Biessmann, F. y Teubner, T. (2020). Transparency and Trust in Artificial Intelligence Systems. *Journal of Decision Systems*, 29(4), 260-278. doi: <https://doi.org/10.1080/12460125.2020.1819094>
- » Steels, L. y Lopez De Mantaras, R. (2018). The Barcelona Declaration for the Proper Development and Usage of Artificial Intelligence in Europe. *AI Communications*, 31(6), 485-494. doi: <https://doi.org/10.3233/aic-180607>
- » Sturm, B. L. T., Iglesias, M., Ben-Tal, O., Miron, M. y Gómez, E. (2019). Artificial Intelligence and Music: Open Questions of Copyright Law and Engineering Praxis. *Arts*, 8(3), 115. doi: <https://doi.org/10.3390/arts8030115>
- » Tahiroğlu, K. (2021). Ever-Shifting Roles in Building, Composing, and Performing with Digital Musical Instruments. *Journal of New Music Research*, 50(2), 155-164. doi: <https://doi.org/10.1080/09298215.2021.1900275>
- » The Economist. (2018, 28 Marzo). Non-Tech Businesses are Beginning to Use Artificial Intelligence at Scale. Recuperado de <https://www.economist.com/special-report/2018/03/28/non-tech-businesses-are-beginning-to-use-artificial-intelligence-at-scale>

- » These Lyrics do not Exist. (2022). Lyrics Generated Using Artificial Intelligence. Recuperado de <https://theselyricsdonotexist.com/>
- » Wei, J., Marimuthu, K. y Prathik, A. (2022). College Music Education and Teaching Based on AI Techniques. *Computers and Electrical Engineering*, 100, 6-9. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107851>
- » Yang, J. (2021). Research on the Artificial Intelligence Teaching System Model for Online Teaching of Classical Music under the Support of Wireless Networks. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1-11. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/4298439>
- » Zhang, W., Shankar, A., and Antonidoss, A. (2021). Modern Art Education and Teaching Based on Artificial Intelligence. *Journal of Interconnection Networks*, 22(Supp01). doi: <https://doi.org/10.1142/s021926592141005x>



Biografías / Biografias / Biographies

Jenny Paola Lis-Gutiérrez

Doctora en Ingeniería-Industria y Organizaciones (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia), Magister en Análisis de Problemas Políticos, Económicos e Internacionales (Universidad Externado e Instituto de Altos Estudios para el Desarrollo, Bogotá-Colombia), Magister en “sociétés contemporaines comparées Europe-Amérique latine” (Université Paris III-Sorbonne Nouvelle Paris, Francia), spécialité géographie, aménagement et urbanisme (Institut des Hautes Etudes de l’Amérique latine-IHEAL, Paris, Francia), Especialista en Estadística Aplicada (Fundación Universitaria Los Libertadores, Bogotá-Colombia), Especialista en Evaluación y Formulación de Proyectos (IUD, Medellín, Colombia), Economista graduada con honores (Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia) y Psicóloga (Politécnico Granacolombiano). Investigadora Senior ante Minciencias (Colombia). Cuenta con experiencia en docencia e investigación de 15 años. Actualmente es Docente Investigadora en el Centro de Investigaciones de la Escuela de Negocios de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz (Bogotá, Colombia).

Jhonathan Steven Pulido-Flórez

Administrador de negocios internacionales y profesional de mercadeo (Fundación Universitaria Konrad Lorenz). Cuenta con experiencia en investigación sobre inteligencia artificial, propiedad intelectual, herramientas no-code y el mercado asiático. Fue acreedor de la beca Mitacs Globalink Internship, programa con el cual realizó una estancia de investigación en la Universidad de Calgary en Canadá.