

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA EN LA MÚSICA: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR

JESUS FERNANDO LUJAN PISCOYA

ASESOR

KARLA CECILIA REYES BURGOS

<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

Chiclayo, 2020

Índice

I.	Introducción.....	3
II.	Metodología.....	3
III.	Resultados y discusión	5
IV.	Conclusiones	7
V.	Agradecimientos	7
VI.	Referencias	7

Inteligencia artificial aplicada en la música: Una revisión sistemática de la literatura

Jesús Fernando Luján Piscocoya

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer 855
75553596@usat.pe

Resumen: Hoy en día, la inteligencia artificial es más común de lo que pensamos, cada vez son más las áreas donde se aplica la misma y la música no es la excepción. A raíz de este interés surgen investigaciones, las cuales proponen múltiples maneras de poder emplear los principios de la inteligencia artificial en la música. Por lo cual, la presente revisión sistemática de la literatura pretende reunir dichas investigaciones, en base a una serie de preguntas. El proceso de búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos ProQuest Central e IEEE Xplore; la cantidad de trabajos se acotó a partir de filtros, los mismos que recuperaron los resultados automáticamente, además se hizo uso de criterios de inclusión, exclusión y calidad, los cuales demandaron un análisis para su aplicación y posterior selección de documentos. Luego de ello, se pudo contestar las preguntas de investigación planteadas. Las respuestas fueron muy interesantes, ya que, las aplicaciones de la inteligencia artificial en la música son diversas, llegándose a identificar un total de 11. Asimismo, el Machine learning presentó una mayor incidencia en las investigaciones. Finalmente, se llega a la conclusión que, a pesar, de que la música no es el área más popular donde se extrapola la inteligencia artificial, existen investigadores trabajando en proyectos que sirvan de aporte al mundo musical.

Palabras claves: *inteligencia artificial, música*

Abstract: Today artificial intelligence is more common than we think, there are more and more areas where it is applied and music is no exception. As a result of this interest, research arises, which propose multiple ways to use the principles of artificial intelligence in music. Therefore, the present systematic review of the literature aims to bring together these investigations, based on a series of questions. The search process was carried out in the ProQuest Central and IEEE Xplore databases, the number of works was delimited from filters, which automatically retrieved the results, also using inclusion, exclusion and quality criteria, who demanded an analysis for its application and subsequent selection of documents. After that, the research questions asked could be answered. The answers were very interesting, since the applications of artificial intelligence in music are diverse, reaching a total of 11. Machine learning also had a higher incidence in research. Finally, it is concluded that, despite the fact that music is not the most popular area where artificial intelligence is extrapolated, there are researchers working on projects that serve as a contribution to the musical world.

Keywords: *artificial intelligence, music*

I. INTRODUCCIÓN

Las ciencias de la computación son diversas, a su vez que interesantes, sin embargo, en la actualidad la inteligencia artificial ha marcado una tendencia, siendo muchas las áreas donde se ha extrapolado. La música, por su parte, es un arte que ha acompañado a la humanidad desde sus inicios, y sigue haciéndolo hoy en día; es difícil imaginar un mundo sin música, lo cual pone en evidencia la importancia de esta, por lo cual desde los años 50 las nuevas tecnologías computacionales fueron aplicadas a la música; éstas consistían en la síntesis digital del sonido, en algoritmos para la composición, etc. A partir de ese momento la música ha estado en constante evolución hasta convertirse en lo que hoy conocemos. Pero a pesar de lo mencionado, los trabajos donde la inteligencia artificial es aplicada a la música son escasos. Además, son pocos los artículos que hayan abordado esta temática y se encuentren en español, pues la mayoría están escritos en inglés.

La presente revisión sistemática de la literatura pretende recolectar aquellas investigaciones que han aplicado la inteligencia artificial en la música.

II. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología, la cual muestra a detalle y de manera sistemática los procedimientos que se llevaron a cabo para la realización del presente artículo de revisión.

A. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que se plantearon fueron las siguientes:

Q1: ¿Qué aplicaciones particulares tiene la inteligencia artificial en la música?

Q2: ¿Qué subconjunto de la inteligencia artificial ha sido aplicado con mayor incidencia en la música?

B. Proceso de búsqueda

Para llevar a cabo la búsqueda de información se ha tomado en cuenta las bases de datos ProQuest Central e IEEE Xplore.

Se decidió que la búsqueda, en el caso de ProQuest Central, sería específicamente por materia, para lo cual se estableció la siguiente cadena de búsqueda:

(SU.exact("MUSIC") AND SU.exact("ARTIFICIAL INTELLIGENCE")).

En cuanto a IEEE Xplore, la cadena de búsqueda fue la siguiente:

(artificial intelligence AND music)

Se consideró que las palabras clave empleadas en la búsqueda serían en el idioma inglés, esto debido a que en su mayoría los trabajos científicos son publicados en dicho idioma.

A continuación, se detalla la secuencia de filtros aplicados, partiendo desde la cadena de búsqueda.

La Tabla 1 detalla el número de resultados obtenidos con las cadenas de búsqueda planteadas.

Tabla 1: Número de publicaciones por base de datos con cadena de búsqueda.

Base de datos	Nº de resultados
ProQuest Central	823
IEEE Xplore	1155

Se aplicó el filtro por fecha, limitando los resultados a publicaciones hechas a desde el 1ero de enero del 2015 hasta el 15 julio de 2020.

El resultado de este filtro se muestra en la Tabla 2. En la base de datos IEEE Xplore, se aprecia una reducción significativa en la cantidad de resultados, mientras que, en ProQuest Central, si bien es cierto la cantidad también se ve reducida, los resultados no varían en gran número.

Tabla 2: Número de publicaciones por base de datos con filtro de fecha.

Base de datos	Nº de resultados
ProQuest Central	709
IEEE Xplore	693

Además, solo se consideraron trabajos que sean de acceso abierto para el caso de IEEE Xplore y de texto completo para ProQuest Central.

Tabla 3: Número de publicaciones por base de datos por tipo de acceso a los documentos

Base de datos	Nº de resultados
ProQuest Central	615
IEEE Xplore	40

Debido a que la cantidad de resultados aún era alta en ProQuest Central, tal y como se muestra en la Tabla 3, se decidió considerar solo revistas científicas.

Tabla 4: Número de publicaciones por base de datos con solo revistas científicas.

Base de datos	Nº de resultados
ProQuest Central	43
IEEE Xplore	40

Se aplicó un último filtro, esta vez exclusivo de ProQuest Central, el cual consiste en limitar la búsqueda solo a artículos evaluados por expertos. Los resultados finales se visualizan en las Tablas 5 y 6.

Tabla 5: Número de publicaciones por base de datos con todos los filtros.

Base de datos	Nº de resultados
ProQuest Central	41
IEEE Xplore	40

Tabla 6: Número de publicaciones por año

Año de publicación	ProQuest Central	IEEE Xplore
2015	2	1
2016	7	2
2017	6	3
2018	13	7
2019	12	18
2020	1	9

El proceso de búsqueda, realizado a día 15 de julio del 2020, devolvió un total de 81 resultados, los cuales, serán depurados manualmente en los siguientes puntos:

C. Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron aquellos trabajos:

1. Enfocados únicamente en la aplicación de la inteligencia artificial al área de la música, es decir, artículos relacionados con temas como: generación automática de música, recuperación de información musical y producción musical.
2. Escritos en el idioma inglés.
3. Que puedan ser considerados como fuentes primarias de información.
4. Que cuenten la estructura base de un artículo de investigación.
5. Que evidencien en su título el uso de la inteligencia artificial; esto implica: subconjunto de esta, modelo computacional o algoritmo empleado.

Se excluyeron aquellos trabajos:

1. Que, a pesar de abordar los temas mencionados, incluían áreas diferentes a las ciencias

de la computación, tales como medicina, educación, psicología, etc.

2. Que tengan que ver con predicciones de popularidad o tendencias musicales, sistemas de recomendación o temas que no se relacionen directamente con el ámbito musical.

3. Que se identifiquen como artículos de revisión, comentarios, resúmenes, artículos de opinión, etc.

Tal y como se mencionó anteriormente, la selección de trabajos, en este punto, se realizó de forma manual, leyendo y analizando los documentos obtenidos.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, a excepción del criterio de inclusión 5, los resultados fueron los mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7: Artículos aplicando criterios de inclusión y exclusión

Dase de datos	Artículos	Cantidad
ProQuest	[1] [2] [3]	11
Central	[4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11]	
IEEE Xplore	[12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21]	10

Finalmente, al ejecutar el criterio de inclusión 5, los nuevos resultados fueron los de la Tabla 8, siendo un total de 16 artículos seleccionados hasta el momento.

Tabla 8: Artículos aplicando criterios de inclusión y exclusión completos.

Dase de datos	Artículos	Cantidad
ProQuest	[2] [3] [4]	9
Central	[5] [6] [7] [9] [10] [11]	
IEEE Xplore	[12] [15] [16] [18] [19] [20] [21]	7

D. Evaluación de la calidad

Para evaluar la calidad de los trabajos encontrados, se consideró que la cantidad de páginas del documento debían ser mayor a cinco y las veces que fue citado, al menos uno de sus autores, debió ser mayor a 20. La revisión de las citas por autor se hizo a través de Google Académico.

Después de aplicar la evaluación de la calidad, la totalidad de trabajos seleccionados disminuyó en dos. Esto queda en evidenciado en la Tabla 9.

Tabla 9: Artículos aplicando evaluación de la calidad.

Dase de datos	Artículos	Cantidad
ProQuest	[2] [3] [4]	9
Central	[5] [6] [7] [9] [10] [11]	
IEEE Xplore	[12] [16] [19] [20] [21]	5

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Luego de haber seguido con el proceso de búsqueda, la sumatoria de resultados recuperados automáticamente en ambas bases de datos (ProQuest e IEEE Xplore) fue de 81. Estos trabajos se depuraron de forma manual para lograr una selección final, al término de la metodología, de 14 artículos.

Después de un exhaustivo análisis a cada uno de los documentos seleccionados, se procedió a dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas en un inicio.

Q1: ¿Qué aplicaciones particulares tiene la inteligencia artificial en la música?

La Inteligencia artificial fue aplicada para lo siguiente:

Clasificación de géneros: Jakubik y Kwaśnicka [2] mencionan que la recuperación de información musical (MIR, por sus siglas en inglés) es un tema recurrente entre los investigadores, sin embargo, a pesar del esfuerzo, aún faltan motores de búsqueda avanzados, tales como, aquellos que permitan la clasificación automática de géneros musicales. Para los autores, un género musical se puede definir como un estilo de música con características similares, tales como: el tempo, ritmo o instrumentación. Estas similitudes entre los miembros del mismo estilo permiten lograr una diferenciación con otros géneros musicales. No obstante, existe una gran complejidad en los datos musicales, a partir de ello surge la propuesta de los autores, la cual consiste en extraer las características de las piezas musicales a través de redes neuronales recurrentes, para luego ser clasificadas mediante algoritmos de “Máquinas de vectores de soporte” (Support Vector Machines - SVM, por sus siglas en inglés). Finalmente, Jakubik y Kwaśnicka afirman que los resultados obtenidos fueron favorables, y que las tendencias actuales en machine learning apuntan al uso de deep learning sobre las técnicas antiguas.

Reconocimiento de compositores: Identificar compositores a partir de sus obras resulta en un interesante reto para el machine learning y la inteligencia artificial en general, así lo indica Hajj et al. [4]. Dentro de la música clásica, cada compositor tiene un estilo único, características que lo diferencian del resto, como, por ejemplo, el ritmo que define la velocidad y variaciones de la canción, la tonalidad de la melodía, que dependiendo de la escala se puede interpretar como alegre, triste, dramática, etc. Los autores pretenden descubrir la estructura detrás de la composición de una pieza de piano, e identificar el estilo propio del compositor. Esta identificación automatizada fue realizada mediante una técnica de extracción de características basada en

n -gramas, de la mano con un algoritmo cortical (Cortical algorithm - CA) para reducir el número de características y además llevar a cabo la identificación propiamente dicha. Por último, Hajj y compañía comentan que su propuesta logró una tasa de reconocimiento del 94.4%, siendo esta relativamente alta, lo cual, permite afirmar que los resultados obtenidos fueron exitosos.

Reconocimiento de reglas de composición: En [5] se describe el uso de la programación genética para extraer automáticamente reglas compositivas simbólicas. El autor propone que un algoritmo identifique de manera autónoma las reglas que detallan el uso de disonancias en música de Palestrina. Las disonancias fueron agrupadas en categorías gracias al algoritmo de “agrupamiento espacial basado en densidad de aplicaciones con ruido” (Density-based spatial clustering of applications with noise - DBSCAN), para luego generar las reglas que describen cómo funcionan las disonancias de cada categoría a través de “programación genética” (Genetic programming - GP).

Reconocimiento de figuras musicales en pentagrama: Según Calvo-Zaragoza y Rizo [11] el reconocimiento óptico de música (Optic Character Reconization - ORM) es un campo de investigación el cual pretende decodificar computacionalmente la notación musical a partir de imágenes. Los trabajos [11], [6] y [9] estudian el reconocimiento automático de figuras musicales, pero a pesar de tener un objetivo en común, difieren en el camino a seguir para lograr su cometido, pues emplean modelos de inteligencia artificial diferentes. En [11] se aplica el enfoque de red neuronal de extremo a extremo. El estudio tuvo como finalidad analizar las posibles codificaciones de las salidas esperadas, estas podían ser una representación agnóstica o semántica, siendo esta última la más interesante, pues, codifica los símbolos en base a su significado musical. En el trabajo de Wen et al. [6] se hace uso del clasificador “Máquina de distribución de márgenes grandes de gráfico acíclico dirigido” (Directed Acyclic Graph-Large margin Distribution Machine - DAG-LDM), el cual da resultados especialmente mejores cuando se trata de partituras escritas a mano. Finalmente, en [9] se hace uso de tres modelos neuronales: “Regiones con redes neuronales convolucionales” (Regions with convolutional neural networks - R-CNN), RetinaNet y U-Net para lograr la detección de símbolos musicales.

Reconocimiento de notas musicales: Jia et al. [7] menciona que la “Memoria larga a corto plazo” (Long Short-Term Memory - LSTM) es un tipo de red neuronal recurrente, relacionada con series de tiempo, la cual ha tenido especial éxito en el reconocimiento tanto de voz, como de imagen. El autor comenta que las técnicas actuales de reconocimiento de notas musicales solo funcionan con una nota a la vez, por ello, él utilizó redes neuronales LSTM con “Clasificación temporal conexionista” (Connectionist temporal classification - CTC) para el reconocimiento de manera continua de las notas musicales de un piano.

Clasificación emocional de la música: En [2], se menciona también el uso de descriptores de contenido emocional para la música. Este análisis abarca dos pasos: la extracción de características y la clasificación. Para realizar dichos pasos, el

autor se valió de redes neuronales para la recolección de características y de algoritmos de “Máquinas de vectores de soporte para la clasificación” (Support Vector Machines - SVM, por sus siglas en inglés).

Etiquetado musical: Choi et al. [12] comenta que las etiquetas musicales son palabras claves que describen varios tipos de información acerca de las grabaciones, como, por ejemplo: género, estado de ánimo, instrumentación, etc. Los autores hicieron uso de redes neuronales convolucionales para el etiquetado de la música. Como parte de los resultados se obtuvo que las redes neuronales podían aprender relaciones cada vez más intrincadas en lugar de solo reproducir patrones de confianza básicos; e inclusive, la red fue capaz de inferir relaciones no descritas durante el entrenamiento.

Reconocimiento de cantantes: El reconocimiento de cantantes (Singer IDentification - SID, por sus siglas en inglés) se encuentra aún en investigación, puesto que, sigue siendo impreciso debido a que la voz cantada es difícil de modelar, y además existe perturbación por parte de música instrumental. El autor hizo uso del deep learning, específicamente la red neural de “Memoria larga a corto plazo” (Long Short-Term Memory - LSTM), para el reconocimiento de cantantes chinos, teniendo como resultado que el modelo propuesto superó a los tradicionales [19].

Sincronización de letra con acompañamiento: El autor menciona que en las últimas décadas aumentó el interés, en servicios de música, de que la letra de la canción esté sincronizada con el audio. Propone un sistema de sincronización de audio y letra que funciona de manera automatizada haciendo uso del aprendizaje no supervisado [20].

Síntesis de sonido: Keifer [3] hizo uso de las redes neuronales recurrentes para sintetizar sonido a nivel de muestra. Gracias al entrenamiento, las redes neuronales destacaron en creatividad y manipulación del sonido.

Generación automática de música: Kuo et al. [16] plantea crear música, pero sin músicos. Él propone un sistema de acompañamiento musical basado en un determinado estado de ánimo. El algoritmo genético evolutivo de partición adaptativa (Adaptive Partition Evolutionary Genetic Algorithm), el cual ha sido propuesto, está preparado para componer siguiendo la teoría musical. Por otro lado, en [10] se plantea la creación de un acompañamiento musical para un poema, basándose en emociones.

Diseño de herramientas de producción musical: En [21] se detalla un método el cual permite diseñar un ecualizador gráfico, haciendo uso de redes neuronales, con la finalidad de lograr una mayor precisión al momento del controlar la ganancia. Finalmente, se llegó a la conclusión que, gracias al uso de redes neuronales, el proceso de diseño de un ecualizador gráfico se ve simplificado.

Tabla 10: Resumen de Q1.

Aspecto	Artículo
Clasificación de géneros	[2]
Reconocimiento de compositores	[4]
Reconocimiento de reglas de composición	[5]
Reconocimiento de figuras musicales en pentagrama	[6] [9] [11]
Reconocimiento de notas musicales	[7]
Clasificación emocional de la música	[2]
Etiquetado musical	[12]
Reconocimiento de cantantes	[19]
Sincronización de letra con acompañamiento	[20]
Síntesis de sonido	[3]
Generación automática de música	[10] [16]
Diseño de herramientas de producción musical	[21]

A modo de resumen se muestra la Tabla 10, con las aplicaciones que identificadas en la primera pregunta (Q1).

Q2: ¿Qué subconjunto de la inteligencia artificial ha sido aplicado con mayor incidencia en la música?

Según León [22], el Machine learning es una de las 5 áreas tecnológicas de la inteligencia artificial, la cual incluye como subconjunto al Deep learning. Es decir, que todo trabajo de Deep learning es, a su vez, de Machine learning. Esto resulta poco práctico si lo que queremos es clasificar los documentos revisados, por ello, se ha tomado en cuenta lo mencionado por Vector ITC Group [23], que considera que el Machine learning y al Deep learning son dos conceptos distintos y complementarios, aunque se les asocie continuamente. De esta manera, los documentos se clasificarán acorde a, si el modelo o algoritmo aplicado pertenece al Machine learning o Deep learning.

Tabla 11: Clasificación de artículos.

Machine learning	Deep learning
[5] [10] [16] [20]	[2] [3] [4] [6] [7] [9] [11] [12] [19] [21]

El resultado es claro, el Machine learning es el subconjunto de la inteligencia artificial que ha sido aplicado con mayor incidencia en la música, siendo 10 los trabajos que lo abordan.

IV. CONCLUSIONES

Es una realidad, que el ámbito musical no es el favorito de los investigadores que pretenden extrapolar la inteligencia artificial, sin embargo, existe una cantidad considerable de trabajos con este enfoque, los mismos que sirvieron para el análisis en el presente artículo de revisión.

Como respuesta a la primera pregunta de investigación (Q1), se logró identificar un total de 11 aplicaciones de la inteligencia artificial las cuales tienen lugar en la música, esto a partir del estudio de 14 documentos. Además, se evidenció que el reconocimiento de figuras musicales fue el tema que más se abordó en los trabajos, estando presente en un total de 3.

Por otro lado, el del Deep learning resultó ser el subconjunto de la inteligencia artificial más recurrente entre los trabajos revisados, con un total de 10 incidencias; así lo muestran los resultados de la segunda pregunta de investigación (Q2).

Finalmente, las aplicaciones de la inteligencia artificial resultaron ser muy interesantes, debido a que representan una evolución en la forma de tratar el arte de la música, manteniéndolo así, a la altura de los tiempos actuales.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecido con mis padres por el apoyo absoluto, y con mi asesora, la Ing. Karla Reyes Burgos, dado que, sin su guía el presente trabajo no hubiera sido posible.

VI. REFERENCIAS

- [1] I. Siddavatam, A. Dalvi, D. Gupta, Z. Farooqui y M. Chouhan, «Multi Genre Music Classification and Conversion System,» *International Journal of Information Engineering and Electronic Business*, vol. 12, nº 1, 2020.
- [2] J. Jakubik y H. Kwaśnicka, «Similarity-Based Summarization of Music Files for Support Vector Machines,» *Complexity*, vol. 2018, 2018.
- [3] C. Kiefer, «Sample-level sound synthesis with recurrent neural networks and conceptors,» *PeerJ Computer Science*, 2019.
- [4] N. Hajj, M. Filo y M. Awad, «Automated composer recognition for multi-voice piano compositions using rhythmic features, n-grams and modified cortical algorithms,» *Complex & Intelligent Systems*, vol. 4, nº 1, 2018.
- [5] T. Anders y B. Inden, «Machine learning of symbolic compositional rules with genetic programming: dissonance treatment in Palestrina,» *PeerJ Computer Science*, 2019.
- [6] C. Wen, J. Zhang, A. Rebelo y F. Cheng, «A Directed Acyclic Graph-Large Margin Distribution Machine Model for Music Symbol Classification,» *PLoS One*, vol. 11, nº 3, 2016.
- [7] Y. Jia, Z. Wu, Y. Xu, D. Ke y K. Su, «Long Short-Term Memory Projection Recurrent Neural Network Architectures for Piano's Continuous Note Recognition,» *Journal of Robotics*, vol. 2017, 2017.
- [8] S. Kanchana, K. Meenakshi y V. Ganapathy, «Comparison of Genre based Tamil Songs Classification using term Frequency and Inverse Document Frequency,» *Research Journal of Pharmacy and Technology*, vol. 10, nº 5, 2017.
- [9] A. Pacha, J. Hajič, Jr y J. Calvo-Zaragoza, «A Baseline for General Music Object Detection with Deep Learning,» *Applied Sciences*, vol. 8, nº 9, 2018.
- [10] C.-C. Stere y Ş. Trăuşan-Matu, «Generation of musical accompaniment for a poem, using artificial intelligence techniques,» *Romanian Journal of Human - Computer Interaction*, vol. 10, nº 3, 2017.

- [11] J. Calvo-Zaragoza y D. Rizo, «End-to-End Neural Optical Music Recognition of Monophonic Scores,» *Applied Sciences*, vol. 8, n° 4, 2018.
- [12] K. Choi, G. Fazekas, K. Cho y M. Sandler, «The Effects of Noisy Labels on Deep Convolutional Neural Networks for Music Tagging,» *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, vol. 2, n° 2, pp. 139 - 149, 2018.
- [13] I. Goienetxea, I. Mendiáldua, I. Rodríguez y B. Sierra, «Statistics-Based Music Generation Approach Considering Both Rhythm and Melody Coherence,» *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [14] M. R. Rajan, D. Vijayasenan y A. Vijayakumar, «Predicting Gamakas—The Essential Embellishments in Karnatic Music,» *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [15] R. Yang, L. Feng, H. Wang, J. Yao y S. Luo, «Parallel Recurrent Convolutional Neural Networks-Based Music Genre Classification Method for Mobile Devices,» *IEEE Access*, vol. 8, 2020.
- [16] P.-H. Kuo, T.-H. S. Li, Y.-F. Ho y C.-J. Lin, «Development of an Automatic Emotional Music Accompaniment System by Fuzzy Logic and Adaptive Partition Evolutionary Genetic Algorithm,» *IEEE Access*, vol. 3, 2015.
- [17] O. Lopez-Rincon y O. Starostenko, «Music Visualization Based on Spherical Projection With Adjustable Metrics,» *IEEE Access*, vol. 7, 2019.
- [18] P. Khunarsa, «Single-signal entity approach for sung word recognition with artificial neural network and time–frequency audio features,» *The Journal of Engineering*, vol. 2017, n° 12, 2017.
- [19] Z. Shen, B. Yong, G. Zhang, R. Zhou y Q. Zhou, «A deep learning method for Chinese singer identification,» *Tsinghua Science and Technology*, vol. 24, n° 4, 2019.
- [20] S. Chang y K. Lee, «Lyrics-to-Audio Alignment by Unsupervised Discovery of Repetitive Patterns in Vowel Acoustics,» *IEEE Access*, vol. 5, 2017.
- [21] V. Välimäki y J. Rämö, «Neurally Controlled Graphic Equalizer,» *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, vol. 27, n° 12, 2019.
- [22] G. León, «Situación y perspectivas de las tecnologías y aplicaciones de inteligencia artificial,» *Documentos de Seguridad y Defensa* 79, 2019.
- [23] Vector ITC Group, *Inteligencia artificial: Presente, pasado y futuro*.

Artículo de revisión

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE
INTERNET

12%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Keunhyoung Kim, Jongpil Lee, Sangeun Kum, Chae Lin Park, Juhan Nam. "Semantic Tagging of Singing Voices in Popular Music Recordings", IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 2020

Publicación

1%

2

www.ee.ncku.edu.tw

Fuente de Internet

1%

3

Danting Dong, Zhihao Sheng, Tiancheng Yang. "Wind Power Prediction Based on Recurrent Neural Network with Long Short-Term Memory Units", 2018 International Conference on Renewable Energy and Power Engineering (REPE), 2018

Publicación

1%

4

Lucas Francesco Piccioni Costa, Andres Eduardo Coca Salazar. "Dodecaphonic Composer Identification Based On Complex Networks", 2019 8th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS), 2019

1%

Publicación

5	erecursos.uacj.mx Fuente de Internet	1%
6	Submitted to National College of Ireland Trabajo del estudiante	1%
7	sibgrapi.sid.inpe.br Fuente de Internet	1%
8	Zebang Shen, Binbin Yong, Gaofeng Zhang, Rui Zhou, Qingguo Zhou. "A deep learning method for Chinese singer identification", Tsinghua Science and Technology, 2019 Publicación	1%
9	Syed Muzamil Basha, Dharmendra Singh Rajput. "Evaluating the Impact of Feature Selection on Overall Performance of Sentiment Analysis", Proceedings of the 2017 International Conference on Information Technology - ICIT 2017, 2017 Publicación	1%
10	export.arxiv.org Fuente de Internet	1%
11	Zhiyong Yang, Jingcheng Lu, Taohong Zhang. "Extreme Large Margin Distribution Machine and its applications for biomedical datasets", 2016 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), 2016	1%

Publicación		
12	repositori.upf.edu Fuente de Internet	1%
13	Pawan Ajmera, Harsh Sinha, Vinayak Awasthi. "Audio Classification using Braided Convolutional Neural Networks", IET Signal Processing, 2020 Publicación	1%
14	Submitted to Universidad ICESI Trabajo del estudiante	1%
15	Stylianos I. Mimitakis, Nicholas J. Bryan, Paris Smaragdis. "One-Shot Parametric Audio Production Style Transfer with Application to Frequency Equalization", ICASSP 2020 - 2020 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2020 Publicación	1%
16	hal.inria.fr Fuente de Internet	<1%
17	Irfan Siddavatam, Ashwini Dalvi, Dipen Gupta, Zaid Farooqui, Mihir Chouhan. "Multi Genre Music Classification and Conversion System", International Journal of Information Engineering and Electronic Business, 2020 Publicación	<1%
18	tesis.pucp.edu.pe	

	Fuente de Internet	<1%
19	Izaro Goienetxea, Inigo Mendialdua, Igor Rodriguez, Basilio Sierra. "Statistics-Based Music Generation Approach Considering Both Rhythm and Melody Coherence", IEEE Access, 2019 Publicación	<1%
20	Submitted to Colorado School of Mines Trabajo del estudiante	<1%
21	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
22	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	<1%
23	www.theibfr.com Fuente de Internet	<1%
24	uobrep.openrepository.com Fuente de Internet	<1%
25	C. Ramos-Font, Á.C. Rebollo Aguirre, R. Villegas Portero, A. Romero Tabares, M. Gallego Peinado, J.M. Llamas Elvira. "18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of therapy response assessment in lymphomas. Systematic literature review and meta-analysis",	<1%

Revista Española de Medicina Nuclear (English Edition), 2009

Publicación

26	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
27	Omar Lopez-Rincon, Oleg Starostenko. "Music Visualization Based on Spherical Projection With Adjustable Metrics", IEEE Access, 2019 Publicación	<1 %
28	peerj.com Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Markham College Trabajo del estudiante	<1 %
30	www.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	tesisenred.net Fuente de Internet	<1 %
32	Geraci, M. J, D. Klipa, M. G Heckman, and J. Persoff. "Prevalence of Sodium Bicarbonate-Induced Alkalemia in Cardiopulmonary Arrest Patients", The Annals of Pharmacotherapy, 2009. Publicación	<1 %
33	Submitted to Universidad Tecnologica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %

34	www.science.gov Fuente de Internet	<1 %
35	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
36	inter.rags.ru Fuente de Internet	<1 %
37	www.diarioelnortino.cl Fuente de Internet	<1 %
38	hrcak.srce.hr Fuente de Internet	<1 %
39	www3.wipo.int Fuente de Internet	<1 %
40	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado