



Inteligencia artificial en educación musical para el desarrollo autónomo en estudiantes autistas

Artificial intelligence in music education for autonomous development in autistic students

Inteligência artificial na educação musical para desenvolvimento autônomo de alunos autistas

ARTÍCULO DE REVISIÓN



Escanea en tu dispositivo móvil o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i37.984>

Elizabeth Torres Verona¹ 
torresv10@ucvvirtual.edu.pe

Marianne Gutiérrez Odría de Reategui¹ 
mgutierrezod@ucvvirtual.edu.pe

Moisés David Reyes Pérez² 
mdreyesp@ucvvirtual.edu.pe

Jesús Emilio Agustín Padilla Caballero¹ 
jpadillac@ucvvirtual.edu.pe

¹Universidad César Vallejo. Lima, Perú
²Universidad César Vallejo. Chiclayo, Perú

Artículo recibido 10 de octubre 2024 | Aceptado 8 de noviembre 2024 | Publicado 24 de febrero 2025

RESUMEN

La integración de la inteligencia artificial en la educación musical ofrece nuevas oportunidades para mejorar el aprendizaje de estudiantes autistas. Este artículo de revisión sistemática tuvo como objetivo analizar las herramientas de Inteligencia Artificial que promueven el desarrollo autónomo en estudiantes con Trastorno del Espectro Autista en el contexto de la educación musical. Para ello se analizaron 8 estudios publicados a partir del 2020. Se empleó el método PRISMA para la estructuración del proceso. Los hallazgos indicaron mejoras en el aprendizaje y la autonomía de los alumnos. Las herramientas presentadas como algoritmos especializados, pantalla elástica, árboles de decisión, robots y aplicaciones interactivas, demostraron ser efectivos para adaptar la educación a las necesidades individuales. Sin embargo, se identificaron barreras como la falta de formación docente y la infraestructura tecnológica insuficiente. Se concluye, que es necesario la promoción de herramientas tecnológicas debido a la escasez de investigaciones en este campo.

Palabras clave: Inteligencia artificial; Educación musical; Trastorno del espectro autista; desarrollo autónomo; Personalización del aprendizaje

ABSTRACT

The integration of artificial intelligence in music education offers new opportunities to improve the learning of autistic students. This systematic review article aimed to analyze the Artificial Intelligence tools that promote autonomous development in students with Autism Spectrum Disorder in the context of music education. To do so, 8 studies published since 2020 were analyzed. The PRISMA method was used to structure the process. The findings indicated improvements in student learning and autonomy. The tools presented as specialized algorithms, elastic display, decision trees, robots and interactive applications, proved to be effective in adapting education to individual needs. However, barriers such as lack of teacher training and insufficient technological infrastructure were identified. It is concluded that the promotion of technological tools is necessary due to the scarcity of research in this field.

Key words: Artificial intelligence; Music education; Autism spectrum disorder; Autonomous development; Personalized learning

RESUMO

A integração da inteligência artificial na educação musical oferece novas oportunidades para melhorar a aprendizagem de alunos autistas. Este artigo de revisão sistemática teve como objetivo analisar as ferramentas de Inteligência Artificial que promovem o desenvolvimento autônomo em alunos com Transtorno do Espectro Autista no contexto da educação musical. Para isso, foram analisados 8 estudos publicados a partir de 2020. O método PRISMA foi utilizado para estruturar o processo. Os resultados indicaram melhorias na aprendizagem e na autonomia dos alunos. As ferramentas apresentadas como algoritmos especializados, tela elástica, árvores de decisão, robôs e aplicações interativas, mostraram-se eficazes na adaptação da educação às necessidades individuais. No entanto, foram identificadas barreiras como a falta de formação de professores e a insuficiência de infraestrutura tecnológica. Conclui-se que a promoção de ferramentas tecnológicas é necessária devido à escassez de pesquisas nesta área.

Palavras chave: Inteligência artificial; Educação musical; Transtorno do espectro do autismo; Desenvolvimento autônomo; Personalização da aprendizagem

INTRODUCCIÓN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) se caracteriza por un conjunto de trastornos del neurodesarrollo que tienen un origen multifactorial, lo que afecta principalmente las habilidades sociales de quienes lo experimentan. Las personas que lo parecen suelen presentar dificultades en la comunicación y exhiben comportamientos repetitivos y estereotipados (Raptopoulou et al., 2021).

Además, describe Cárcel y Ferrando (2024) que las personas con TEA pueden experimentar otros síntomas relacionados con dificultades en el funcionamiento ejecutivo, así como en el comportamiento sensorial y perceptivo. También pueden enfrentar retos en la planificación de tareas, problemas de lenguaje e incluso alteraciones en la escritura. Adicionalmente, es común que reporten dificultades de atención, depresión, ansiedad, agresividad, conductas desafiantes, intereses restringidos y problemas emocionales, entre otros.

En cambio, plantean Bacon et al. (2020) que las personas con TEA pueden tener habilidades de procesamiento musical que son iguales o incluso superiores a las de sus pares con un desarrollo normal. La música fomenta habilidades básicas que les permiten desenvolverse en la vida cotidiana con mayor normalidad. Esto es respaldado por Ghosh et al. (2022), quienes también destacan que existe evidencia de que los niños con TEA que aprenden música experimentan un desarrollo psicomotor

superior. Consideran los autores que favorece el desarrollo cerebral, mejora la memoria, genera felicidad, enseña a concentrarse, alivia el estrés, ayuda en el desarrollo emocional, potencia las habilidades sociales y aumenta la autoestima.

Debido a los beneficios que tiene para las personas con TEA la interacción con la música, también se emplea con ellos la musicoterapia, que Shah et al. (2024) describen como un tratamiento innovador y complementario, respaldado por evidencia científica. Esta terapia aprovecha el poder de la música para promover la salud y facilitar la recuperación emocional, cognitiva y fisiológica de las personas. Los autores refieren que se pueden emplear dispositivos digitales que intervienen con instrumentos musicales, sistemas de reconocimiento de emociones a partir del habla, software para medir acústicamente espacios, así como aplicaciones para la composición musical interactiva, lo que incrementa la eficacia de la musicoterapia.

En el caso específico de la educación musical para los estudiantes con TEA ha sido reconocida por su valor terapéutico y de desarrollo. Pérez (2023) plantea que representa un desafío, lo que requiere de métodos de enseñanza adaptativos y personalizados para abordar sus necesidades específicas. Los enfoques tradicionales a menudo no satisfacen completamente estas necesidades, lo que limita su participación y desarrollo. También se pueden presentar dificultades desde el punto de vista

pedagógico, Felípez y Castro (2024) apreció en su estudio que los docentes consideran no disponer de las herramientas ni de los conocimientos suficientes para sacar el máximo potencial a la música y la musicoterapia en el establecimiento de dinámicas educativas entre su alumnado con TEA.

Para abordar las necesidades de adaptación personalizada en el proceso de aprendizaje, se están integrando tecnologías basadas en Inteligencia Artificial (IA). Según Berrones y Salgado (2023), la IA brinda soluciones innovadoras que se ajustan en tiempo real a las respuestas y requerimientos individuales de los estudiantes. Esto permite ofrecer asistencia personalizada, promover un enfoque más efectivo, el compromiso y mejorar la motivación de los alumnos. Además, Menacho et al. (2024) subrayan la relevancia de la IA en el aprendizaje autónomo, siempre que se utilice de manera ética y responsable.

En el ámbito de la enseñanza musical mediante IA, Li y Wang (2023) reconocen que esta tecnología permite a los estudiantes aprender a tocar instrumentos musicales de manera divertida y accesible. Los autores encontraron que su implementación en clases de piano resultó en un aumento del 15 % en el rendimiento académico. En el caso de los estudiantes con TEA, Shahab et al. (2022), argumentan que las tecnologías basadas en IA tienen el potencial de ofrecer experiencias de aprendizaje más interactivas y personalizadas, lo que puede potenciar de manera significativa el desarrollo autónomo de estos alumnos.

Por lo tanto, dada la potencialidad de la IA en la educación musical de estudiantes con TEA, surgen una serie de preguntas críticas: ¿Qué herramientas de IA están disponibles para la educación musical de estos estudiantes? ¿Qué capacidades ofrecen para adaptarse a sus necesidades específicas? ¿Cómo contribuyen al desarrollo autónomo de los alumnos con TEA? Para abordar estas interrogantes, es fundamental explorar y analizar las experiencias y hallazgos presentados por la comunidad científica en relación a estos aspectos. Esto permitirá una comprensión más profunda de las propuestas existentes, identificar áreas que requieren mayor investigación, evaluar el impacto de estas herramientas en los estudiantes y determinar cómo pueden facilitar el aprendizaje y fomentar su desarrollo autónomo. Así, se busca contribuir al desarrollo de estrategias pedagógicas más inclusivas y efectivas. Por lo tanto, la presente investigación tiene como objetivo analizar las herramientas de IA que promueven el desarrollo autónomo en estudiantes con TEA en el contexto de la educación musical.

MÉTODOS

El estudio adoptó un enfoque cualitativo a través de una revisión sistemática de la literatura científica sobre herramientas de IA aplicadas a la educación musical para estudiantes con TEA. Con este fin, se analizaron investigaciones cualitativas que abordaron este tema en diversas regiones del mundo. Las búsquedas se realizaron en varias

bases de datos académicas de alcance global, como Google Scholar, Science Direct, Scielo, Redalyc y Dialnet. Estas plataformas permitieron el acceso a estudios recientes y relevantes, lo que aseguró que los estudios estuvieran respaldados por evidencia actualizada y de alta calidad.

En el proceso de búsqueda, se usaron filtros para limitar los resultados a los años 2020 a 2024. Además, se utilizaron estrategias que incorporaban descriptores en español e inglés, combinándolos con operadores lógicos como "Y", "AND", "O", "OR" y "NOT". Las palabras clave que definen las variables analizadas se estructuraron mediante las siguientes ecuaciones.

- "Inteligencia Artificial" Y "Educación Musical" Y "Autismo"
- Artificial Intelligence" AND "Music Education" AND "Autism"
- ("Inteligencia Artificial" OR "Artificial Intelligence") AND ("Educación Musical" OR "Music Education") AND ("Estudiantes Autistas" OR "Children with Autism") NOT review
- ("Music Therapy" OR "Terapia Musical") AND ("Inteligencia Artificial" OR "Artificial Intelligence") AND ("Trastorno del Espectro Autista" OR "Autism Spectrum Disorder") NOT review

Se definieron los siguientes criterios para la inclusión de estudios en esta revisión: que presentaran alguna propuesta de IA para la educación musical de estudiantes con TEA; que fueran el resultado de una investigación, como un artículo científico, una ponencia en un congreso, una tesis o un libro; que se hubieran publicado a partir de 2020; y que estuvieran en español o inglés. Por el contrario, se excluyeron aquellas investigaciones que no cumplieran con estos criterios, así como revisiones sistemáticas y artículos duplicados.

Para la organización y sistematización de la información, se utilizó la guía actualizada PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que facilitó la planificación del proceso e incluyó las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. En la figura 1 se ilustra el flujo estadístico de información durante el proceso de selección de artículos, desde la identificación inicial de 64 registros hasta la inclusión final de 8 investigaciones.

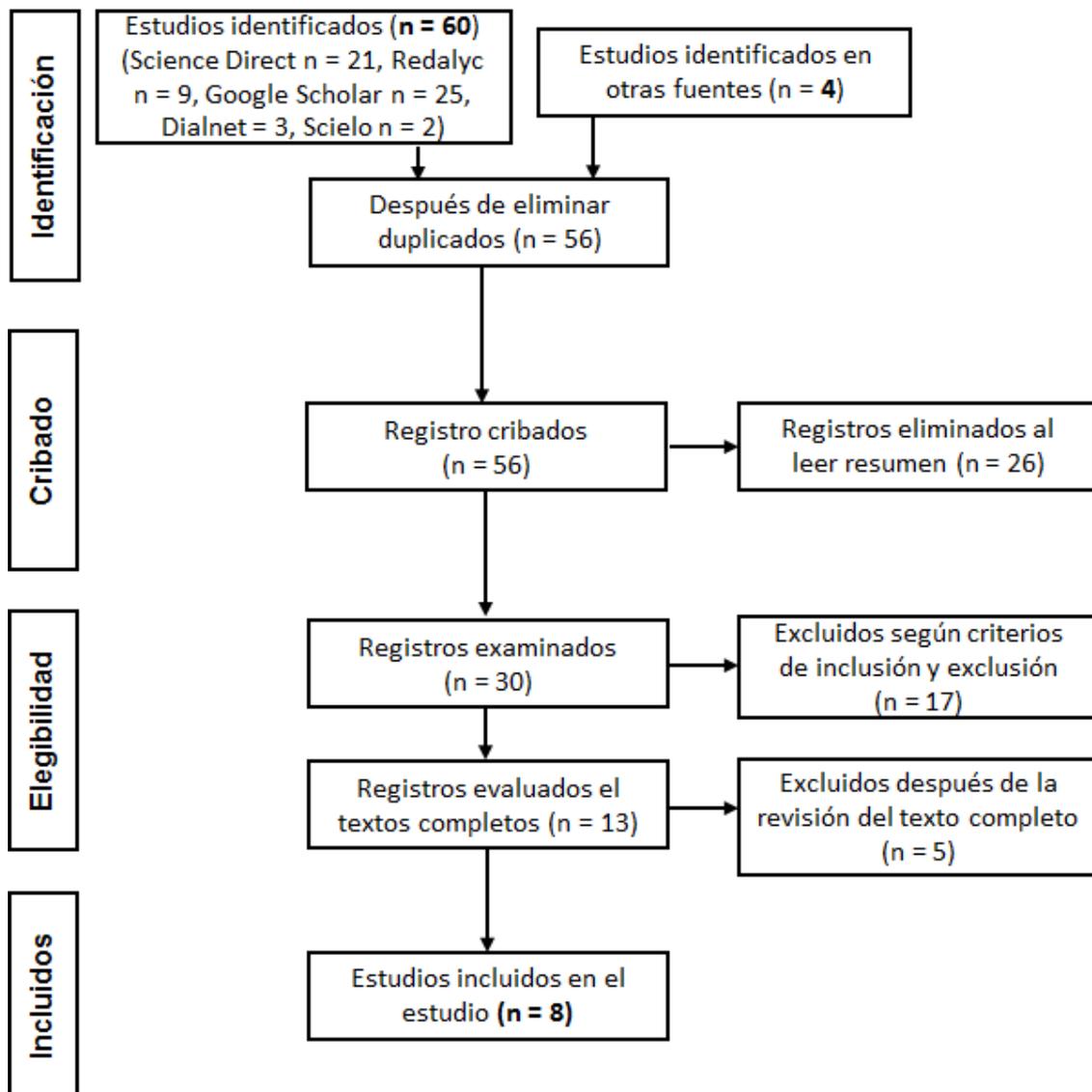


Figura 1. Flujograma PRISMA para la revisión sistemática de la literatura.

Luego de seleccionarse los artículos, se realizó un análisis minucioso de sus resúmenes y contenidos. Para facilitar este proceso, se crearon matrices que incorporaron indicadores clave como los datos de los autores, el año de publicación, el país de origen, la muestra y los principales resultados de cada estudio. Posteriormente, se llevó a cabo una lectura detallada de cada trabajo para examinar las

contribuciones significativas y el impacto que tuvo cada propuesta de IA en los estudiantes de TEA.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

En la revisión sistemática llevada a cabo, se analizaron ocho investigaciones que presentaron propuestas basadas en IA para la educación musical de estudiantes con TEA. Estos estudios constituyen

metodologías innovadoras y experimentales, en las que se destacó la relevancia de la educación musical al evidenciar los beneficios que aporta al desarrollo social y emocional de los alumnos con TEA. Sin embargo, se considera que la cantidad de estudios realizados sobre este tema en el periodo analizado es insuficiente. Esto pone de manifiesto la urgente necesidad de promover el desarrollo de herramientas tecnológicas de este tipo con el fin de mejorar la educación musical para estos estudiantes.

En cuanto al año de publicación, se registraron dos trabajos correspondientes al 2024, uno al 2023, tres al 2022, dos al 2021 y ninguno en el 2020. Las investigaciones analizadas se llevaron a cabo en diferentes países, destacándose China como el que presenta la mayor representación con tres estudios, luego México, Irán, India, Taiwán e Italia, cada uno con un estudio. La predominancia de China en este ámbito sugiere que ha mostrado un mayor interés por el tema.

En cuanto a la disponibilidad de los estudios en diversas bases de datos académicas, los ocho trabajos analizados están accesibles en Google Scholar y Science Direct. Esta situación resalta la importancia de estas bases de datos como plataformas clave para la difusión de investigaciones académicas, dado que ofrecen un amplio acceso a artículos revisados por pares y facilitan la visibilidad de los trabajos científicos. Además, uno de ellos se encuentra en Redalyc, mientras que no hay registros en Scielo ni en Dialnet. La ausencia de estos estudios en Scielo y

Dialnet indica una posible limitación en el alcance de la investigación en el ámbito hispanohablante y apunta hacia la necesidad de fomentar una mayor inclusión de este tipo de trabajos en plataformas que priorizan el acceso abierto y la difusión del conocimiento. Esto recalca la urgencia de promover el desarrollo y la publicación de investigaciones relacionadas con la educación musical para estudiantes con TEA en una variedad más amplia de bases de datos académicas.

Aunque en algunos de los estudios analizados no se definieron claramente los datos de la muestra de estudiantes con TEA que participaron, y en otros no se especificó la edad de los mismos, en varios casos se observó que los participantes eran niños de corta edad. Esta tendencia resalta la importancia de promover la educación musical desde una edad temprana para niños con estas necesidades especiales. Esto puede tener un impacto significativo en su desarrollo social, emocional y cognitivo, al facilitar habilidades que son fundamentales para su inclusión y bienestar. Además, de esta manera se contribuye a su desarrollo integral y puede mejorar su capacidad para comunicarse y relacionarse con los demás, lo que es especialmente relevante para aquellos con TEA.

Además, para analizar la influencia de las propuestas de herramientas de IA en la promoción del desarrollo autónomo de los estudiantes con TEA en el contexto de la educación musical, los estudios adoptaron enfoques cuantitativos,

cualitativos y mixtos. Estos enfoques permitieron una evaluación integral del impacto de las intervenciones. En este sentido se llevaron a cabo diversas pruebas estadísticas para medir el progreso de los estudiantes, así como métodos adicionales, como electroencefalogramas para diagnosticar condiciones específicas en los niños. Con la combinación de estos métodos se proporcionó una visión más completa del efecto de la educación musical mediada por la IA, al evaluarse además del rendimiento académico y las habilidades musicales, aspectos neurológicos y emocionales que pueden influir en el aprendizaje. De esta manera se pudo

identificar mejoras en el aprendizaje y la autonomía, así como, en la calidad de vida y el bienestar general de los estudiantes con TEA.

En la Tabla 1, se ofrece una síntesis de los ocho estudios analizados, en lo que se incluyó información sobre los autores, las muestras estudiadas en los casos que se especificó, el país de origen, la herramienta de IA utilizada y los resultados más destacados. Esta disposición permite una rápida visualización de la información esencial, lo que facilita la comprensión de los aspectos clave de cada propuesta y los efectos que estas generaron en los estudiantes con TEA.

Tabla 1. Síntesis de las investigaciones sobre herramientas de IA que promueven el desarrollo autónomo en estudiantes con TEA en el contexto de la educación musical.

No.	Autor (año) / Muestra / País	Propuesta	Principales resultados y consideraciones
1	Liu (2024) / 20 estudiantes con TEA / China	Algoritmo especializado basado en la teoría de grafos.	El algoritmo especializado basado en la teoría de grafos facilita a estudiantes, educadores y aficionados a la música la búsqueda y acceso a contenido musical relevante, materiales de aprendizaje y recursos educativos. Este algoritmo evalúa las preferencias musicales de los alumnos, sus niveles de habilidad y sus patrones de aprendizaje, lo que permite ofrecer recomendaciones musicales personalizadas que mantienen el interés y la motivación. Además, la teoría de grafos establece conexiones entre los educandos, lo que fomenta la colaboración y el aprendizaje social. Los autores encontraron, a través de simulaciones, que los estudiantes que interactúan con este sistema de aprendizaje experimentan mejoras significativas en sus habilidades y conocimientos musicales.
2	He y Zhou (2024) / China	Aplicación de ayudas de juego combinadas con musicoterapia	Se diseñó el hardware y el contenido de los accesorios de juego para musicoterapia, y luego se mejoró el algoritmo de diferencia de frecuencia binaural y el de filtrado adaptativo. Mediante su empleo se facilitaron las sesiones de musicoterapia, las cuales resultaron más efectivas al adaptarse a las necesidades de los niños. Se obtuvieron resultados significativos en el grupo experimental expuesto a la aplicación respecto al grupo control sin música.
3	Monarca et al. (2023) / 11 niños con TEA / México	Pantalla elástica llamada BendableSound	Al usarse la pantalla elástica llamada BendableSound durante un periodo de dos meses, se observó que los niños con TEA mantuvieron su motivación hacia la música y pudieron interactuar con la tecnología a lo largo del estudio. Además, tuvieron acceso a una amplia variedad de estructuras sonoras y musicales, y el uso de BendableSound influyó en los tipos de gestos que realizaron.
4	Shahab et al. (2022) / 5 niños con autismo entre 6 y 8 años de edad / Irán	Sistema de evaluación automática mediante un robot de realidad virtual social.	Se implementó un programa de educación musical virtual que incorporan un sistema de evaluación automática mediante un robot de realidad virtual social dirigido a niños con TEA. Los autores valoraron de viable su aplicación en centros de tratamiento e investigación sin necesidad de adquirir un robot, lo que permite una implementación a mayor escala y a un costo reducido. En su descripción, informan que se llevaron a cabo sesiones de intervención durante 20 semanas. Durante estas sesiones, se enseñaron diversas notas y piezas musicales adaptadas a la cooperación, precisión y nivel de habilidad de cada niño, con el uso de robots de realidad virtual e instrumentos musicales virtuales. Los resultados evidenciaron la efectividad del método propuesto, en el que se mostró una tendencia general al aumento en las capacidades musicales de los participantes a lo largo de las sesiones.

No.	Autor (año) / Muestra / País	Propuesta	Principales resultados y consideraciones
5	Zhang et al. (2022) / 20 niños autistas de 3 a 12 años que no presentan un comportamiento hiperactivo grave / China	Robots interactivos de gestos basados en el aprendizaje profundo.	Se desarrolló una terapia de percepción musical basado en redes neuronales recurrentes para niños con autismo, en el que se empleó robots interactivos que responden a gestos, fundamentado en principios de psicología educativa y tecnología de aprendizaje profundo. Los autores explican que utilizaron electroencefalogramas para evaluar el impacto de la percepción musical y para diagnosticar condiciones en los niños. La precisión promedio del modelo en la clasificación de electroencefalogramas de niños autistas alcanzó el 85 %.
6	Ghosh et al. (2022) / India	Aplicación para Android para enseñar música clásica india e instrumentos.	Los autores desarrollaron una aplicación para Android con el propósito de enseñar música clásica india e instrumentos, y para mejorar las tendencias de aprendizaje de los niños con TEA. Resaltaron los múltiples beneficios que la música aporta a estos niños. Una de las principales ventajas de la aplicación es su función de detección de emociones, que ayuda a los niños a aprender sobre expresiones faciales. Este componente no requiere la participación de padres o terapeutas, lo que permite que los niños la utilicen de forma independiente, lo cual incrementa la utilidad y la efectividad de la aplicación.
7	Lee y Liu (2021) / 81 niños en edad preescolar con necesidades especiales entre 24 y 60 meses de edad / Taiwán	Árboles de decisión para crear un modelo de preevaluación.	Al emplearon árboles de decisión para crear un modelo de preevaluación se puede evaluar el impacto de la educación musical en niños con necesidades especiales. Para ello, se implementó un plan de estudios durante 16 semanas, que consistió en cinco sesiones de 40 minutos cada una por semana, el que se empleó el enfoque educativo musical holístico para niños pequeños. Al analizar la eficacia del aprendizaje a través de pruebas estadísticas, se observaron mejoras significativas en los niños tras la implementación del programa.
8	Senette et al. (2021) / 17 adolescentes con autismo / Italia.	Aplicación web	La aplicación web está diseñada para ser accesible desde dispositivos móviles y tiene como objetivo enseñar a los estudiantes con autismo los conceptos fundamentales de la música a través de un teclado de piano virtual. El material de aprendizaje se presenta de manera gradual y estructurada, permite que cada unidad educativa se personalice según las necesidades y preferencias de los alumnos. Se evaluaron aspectos como la accesibilidad, la usabilidad y la aceptabilidad de la aplicación, lo que confirmó la viabilidad de la propuesta. Se observó un impacto positivo de la tecnología en la motivación de los adolescentes con TEA de funcionamiento bajo y medio en su proceso de aprendizaje. Además, se destacó el potencial de la música como un objeto de aprendizaje en sí mismo, en lugar de ser solo un medio para adquirir otras habilidades.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, se describen diversas herramientas basadas en IA que facilitan la educación musical para estudiantes con TEA, cada una con enfoques innovadores que abordan diferentes aspectos del aprendizaje y desarrollo. Los resultados destacan la importancia de integrar tecnología en el aula para mejorar la experiencia educativa y fomentar la autonomía de estos estudiantes, lo que resalta que tales intervenciones puedan ser beneficiosas para el logro de sus habilidades musicales, así como, para su desarrollo social y emocional.

En los estudios analizados también se evidenció que la estimulación musical puede mejorar la comunicación y las relaciones sociales entre estudiantes con TEA. Además, la música se presenta como una estrategia efectiva para abordar las dificultades comunes asociadas al TEA, destacándose mejoras en el desarrollo integral de los alumnos. Esto coincide con el estudio de Martínez y Herrada (2023), quienes argumentan que la estimulación musical es una herramienta educativa valiosa para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos estudiantes. Los autores observaron mejoras en diversas áreas, entre las que se incluye la comunicación entre ellos, el fortalecimiento de las relaciones sociales y la normalización de conductas y comportamientos.

Asimismo, los hallazgos se alinean con el estudio de López y Bravo (2022), quienes evidencian los beneficios de la práctica musical en el entorno escolar para estudiantes con TEA en actividades

de expresión corporal, vocal e instrumental. Estas prácticas favorecen la socialización y la afectividad entre los compañeros. Además, los autores observaron efectos positivos en el tratamiento de ciertas alteraciones y trastornos, así como en el desarrollo de habilidades físicas y mentales. En este contexto, se subraya la importancia de implementar esta estimulación desde una edad temprana.

Como se evidencia en esta investigación, los estudios que presentan propuestas tecnológicas para apoyar la enseñanza de la educación musical orientada al desarrollo autónomo de estudiantes con TEA son limitados, ya que solo se han recuperado ocho trabajos en este ámbito. Esta situación es motivo de preocupación para varios autores que han señalado las ventajas de integrar tecnologías en el proceso educativo de esta materia. Entre ellos, Cuervo et al. (2022), destacan que la mayoría de las investigaciones se enfocan en la exploración sonora, así como en la creación e interpretación musical. Los autores sostienen que el uso de la tecnología en el aprendizaje musical resulta efectivo, pues contribuye al desarrollo de habilidades musicales y a la mejora de competencias no musicales.

En línea con esto, Chivite y Serrano (2023) también resaltan la importancia de las herramientas digitales en la intervención social destinada a mejorar la calidad de vida de las personas con TEA. Los autores señalan que las tecnologías pueden abordarse desde diversas perspectivas, como la comunicación, el desarrollo del lenguaje, la organización y autonomía, la lectoescritura,

la psicomotricidad, la respiración, el ocio y la socialización. Discutieron las oportunidades que estas herramientas ofrecen, como facilitar la terapia, crear un entorno dinámico y motivador, y su alta versatilidad y capacidad de personalización.

Entre tanto, emplear la IA en los procesos educativos, como se defiende en la presente revisión sistemática y en los estudios analizados, está en consonancia con varias investigaciones que evidencian los beneficios de la personalización del aprendizaje. Según Bolaño y Duarte (2024), la IA permite adaptar tanto el contenido como las metodologías a las necesidades individuales de cada estudiante, también facilita la retroalimentación instantánea, lo que mejora la comprensión y el rendimiento académico.

También, Satama y Sánchez (2024) enfatizaron en las facilidades de la IA para la evaluación automatizada y la tutoría inteligente. Su capacidad para identificar patrones de aprendizaje y detectar dificultades tempranas permite realizar intervenciones más efectivas, lo que asegura que todos los estudiantes puedan alcanzar su máximo potencial. Por su parte Camacho et al. (2024), sostienen que la implementación de tecnologías basadas en IA es fundamental para crear un entorno educativo más innovador, creativo, inclusivo y motivador.

Asimismo, los hallazgos de los autores analizados en esta revisión sistemática coinciden con los estudios de Anchundia et al. (2024), Vera et

al. (2024) y Franco y Caicedo (2023), que destacan cómo la IA mejora la experiencia educativa de los estudiantes con necesidades educativas especiales, de modo que promueve su autonomía y éxito académico. Además, la IA contribuye a reducir la brecha educativa y fomenta la inclusión y equidad en el aula. Sin embargo, los autores también identifican barreras que pueden dificultar su implementación efectiva, tales como la falta de formación docente en este ámbito y la insuficiente infraestructura tecnológica.

Por otro lado, en varios de los estudios analizados (Shahab et al., 2022; Zhang et al., 2022) en la revisión sistemática, se presentaron propuestas que incorporan el uso de robots. En este contexto, Yi et al. (2024) realizaron una revisión actualizada de las tecnologías clave de IA en la educación infantil, en lo que se centraron de manera especial en estudios que emplean robots basados en IA para mejorar la interacción social de niños con TEA. A partir de su análisis, concluyeron que estas tecnologías ofrecen beneficios significativos en el proceso educativo de estos estudiantes, quienes suelen enfrentar dificultades en sus interacciones sociales.

En esta misma línea, Martínez et al. (2023) al realizar una revisión sistemática sobre la relación entre el uso de robots sociales y los procesos de enseñanza-aprendizaje en entornos de educación musical formal en diversas etapas educativas, encontraron que este es un tema poco conocido.

Los autores subrayaron la importancia de no dejar de lado el uso de estas tecnologías, dada la amplia gama de posibilidades que ofrecen. Yahya (2024) por su parte, analizó los desafíos que enfrentan los docentes que trabajan con niños con TEA y discapacidad mental al utilizar aplicaciones de robótica para mejorar sus habilidades sociales. Los profesores señalaron que los principales obstáculos son de naturaleza técnica y física, considerándolos los más significativos.

Asimismo, se identificaron coincidencias con la revisión sistemática llevada a cabo por Murrugarra (2024). Los autores concluyeron que las TIC y IA desempeñan un papel crucial en el aprendizaje de los estudiantes con TEA, ya que facilitan su comunicación. Por ello, enfatizaron en la importancia de desarrollar propuestas de IA específicas para este grupo de alumnos. Sin embargo, también señalaron limitaciones en su implementación, como la falta de financiamiento, el diseño adecuado de las propuestas y la necesidad de capacitación docente en estas tecnologías.

De manera similar, López et al. (2024) respaldaron la presente investigación al evidenciar los beneficios de la IA en el desarrollo autónomo de estudiantes con TEA, en el que destacaron de forma especial las capacidades de la realidad aumentada y virtual. En su estudio, trabajaron con 23 niños con una edad promedio de 10 años que padecían esta condición, y observaron mejoras en su motivación y en los resultados de aprendizaje.

En relación al desarrollo autónomo de los estudiantes, este tema ha sido un objetivo primordial del sistema educativo a lo largo del tiempo. En este contexto, Villoria y Mendoza (2023) recalcan que el logro de esta autonomía está vinculado a la mejora de las dinámicas académicas avanzadas. Los autores coinciden con la presente investigación al señalar que el uso de recursos tecnológicos genera experiencias positivas, al brindar oportunidades para el aprendizaje autodirigido y responder a las necesidades cognitivas y al desarrollo intelectual de los alumnos. Argumentan que el aprendizaje autónomo, respaldado por tecnologías, potencia las habilidades prácticas y favorece procesos interactivos en la integración del conocimiento para la creación de contenido.

CONCLUSIÓN

Al analizarse las herramientas de IA que promueven el desarrollo autónomo en estudiantes con TEA en el contexto de la educación musical mediante la siguiente revisión sistemática, se ha podido identificar ocho investigaciones que han evidenciado la efectividad tanto del recurso de software como de la promoción de la materia en este tipo de alumnos. Sin embargo, se apreció que la cantidad de estudios en este ámbito es insuficiente, lo que señala la necesidad urgente de promover el desarrollo y la implementación de herramientas tecnológicas que mejoren la educación musical para estos estudiantes.

Los estudios analizados abarcan diversas metodologías innovadoras y experimentales, que muestra que el uso de recursos tecnológicos puede facilitar el aprendizaje autodirigido y responder a las necesidades cognitivas e intelectuales de los estudiantes con TEA. Las herramientas basadas en IA, como algoritmos especializados, pantalla elástica, robots interactivos, árboles de decisión, y aplicaciones interactivas, han demostrado ser efectivas en la personalización del aprendizaje, lo que contribuye a mantener el interés y la motivación de los alumnos.

Además, en las investigaciones analizadas se constató que la estimulación musical mejora las habilidades musicales, así como, potencia la comunicación y las relaciones sociales entre los estudiantes con TEA. Esto coincide con investigaciones previas que resaltan los beneficios de la música como una estrategia educativa valiosa para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La implementación temprana de estas intervenciones es crucial para maximizar su impacto en el desarrollo integral de los niños.

Por otro lado, aunque los hallazgos son prometedores, también se identificaron barreras significativas para la implementación efectiva de estas tecnologías, tales como la falta de formación docente y una infraestructura tecnológica insuficiente. Estas limitaciones deben ser abordadas para garantizar que todos los estudiantes con TEA puedan beneficiarse plenamente de las

oportunidades que ofrecen las herramientas basadas en IA.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anchundia, M. A., Quishpe, A. E., Quishpe, G. V., Mendoza, L. A. y Paredes, D. R. (2024). Beneficios y Riesgos de la Inteligencia Artificial para Estudiantes con Necesidades Educativas Especiales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 5239-5258. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9856
- Bacon, A., Beaman, C. P. y Liu, F. (2020). An Exploratory Study of Imagining Sounds and “Hearing” Music in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 50(4), 1123-1132. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-04346-w>
- Berrones, L. P. y Salgado, S. A. (2023). La aplicación de la inteligencia artificial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito educativo. *Esprint Investigación*, 2(1), 52-60. <https://doi.org/10.61347/ei.v2i1.52>
- Bolaño, M. y Duarte, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51-63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>
- Camacho, A. M., Holgado, R., Rovirosa, A. y Tercero, R. (2024). La inteligencia artificial proceso de innovación y creatividad en los centros educativo. *Supervisión 21: revista de educación e inspección*, 71(71). <https://doi.org/10.52149/Sp21/71.10>
- Cárcel, M. D. y Ferrando, M. (2024). La estimulación multisensorial para mejorar el procesamiento sensorial en las personas con TEA. *Revista de Discapacidad, Clínica y Neurociencias*, 11(1), 41-54. <https://doi.org/10.14198/DCN.25559>
- Chivite, C. M. y Serrano, C. (2023). Calidad de vida e inclusión social de las personas con trastorno

- del espectro autista. La utilidad del uso de herramientas digitales en la intervención social. *Revista Española de Discapacidad*, 11(1), 73-96. <https://doi.org/10.5569/2340-5104.11.01.04>
- Cuervo, L., Bonastre, C. y García, D. (2022). Tecnología digital en la educación musical infantil. *Praxis & Saber*, 13(32), e13201. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n32.2022.13201>
- Felípez, C. y Castro, V. (2024). Trastorno del Espectro Autista en Educación Infantil: Realidades del profesorado e incidencia de la musicoterapia en el planteamiento escolar. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-475>
- Franco, W. A. y Caicedo, E. (2023). Inteligencia artificial y su aplicación en la educación de niños con síndrome de down y trastorno del espectro autista. *Revista Matices Tecnológicos*, 15, 47-55. <http://138.117.111.22/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/576>
- Ghosh, P., Saha, S. y Basu, S. (2022). Music Learning Android App Development for Autistic Children. En A. A. Sk, T. Turki, T. K. Ghosh, S. Joardar, & S. Barman (Eds.), *Artificial Intelligence* (pp. 170-179). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22485-0_16
- He, X. y Zhou, H. (2024). Game aids application combined with listening music therapy in the teaching of exceptional child. *Entertainment Computing*, 50, 100635. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100635>
- Lee, L. y Liu, Y. S. (2021). Use of Decision Trees to Evaluate the Impact of a Holistic Music Educational Approach on Children with Special Needs. *Sustainability*, 13(3), 1410. <https://doi.org/10.3390/su13031410>
- Li, P. y Wang, B. (2023). Artificial Intelligence in Music Education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(16), 4183-4192. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2209984>
- Liu, L. (2024). Problems and Development Strategies of Music Education in Primary and Secondary Schools Based on Network Information Technology. *Journal of Electrical Systems*, 20(1), 276. <https://doi.org/10.52783/jes.682>
- López, I. y Bravo, R. (2022). Prácticas musicales con un alumno TEA para trabajar la interacción social con los pares. *International Journal of New Education*, 10, 145-171. <https://doi.org/10.24310/IJNE.10.2022.15487>
- López, J., Dúo, P., Moreno, A. J. y Marín, J. A. (2024). Efectos de la realidad aumentada y virtual en estudiantes con TEA. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 70, 7-23. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.103789>
- Martínez, G. y Herrada, R. I. (2023). La estimulación musical como herramienta innovadora para el desarrollo integral del alumnado con Trastorno del Espectro Autista en el ámbito escolar. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 20, 201-214. <https://doi.org/10.5209/reciem.81700>
- Martínez, R., Cazorla, M. y Esteve, J. M. (2023). Social robotics in music education: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1164506>
- Menacho, M. R., Pizarro, L. M., Osorio, J. A., Osorio, J. A. y León, B. L. (2024). Inteligencia artificial como herramienta en el aprendizaje autónomo de los estudiantes de educación superior. *Revista InveCom*, 4(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10693945>
- Monarca, I., Tentori, M. y Cibrian, F. L. (2023). Understanding the musical interaction of children with autism spectrum disorder using elastic display. *Personal and Ubiquitous Computing*, 27(5), 1843-1860. <https://doi.org/10.1007/s00779-022-01703-y>
- Murrugarra, B. I. (2024). Las TIC y la Inteligencia Artificial en el aprendizaje de estudiantes con TEA: Revisión sistemática. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(1), 225-240. <https://doi.org/10.26495/zqzyb575>
- Pérez, J. A. (2023). Musicoterapia para niños con Trastorno del Espectro Autista. *Popular Music Research Today*, 5, 195-203. <https://doi.org/10.14201/pmrt.31485>

- Raptopoulou, A., Komnidis, A., Bamidis, P. D. y Astaras, A. (2021). Human-robot interaction for social skill development in children with ASD: A literature review. *Healthcare Technology Letters*, 8(4), 90-96. <https://doi.org/10.1049/htl2.12013>
- Satama, W. I. y Sánchez, L. del C. (2024). Integración de la Inteligencia Artificial en el Contexto Educativo Latinoamericano: Una Exploración a las Perspectivas Emergentes y los Desafíos Futuros. *SAGA: Revista Científica Multidisciplinar*, 1(3). http://delatorre.ai/wp-content/uploads/2024/08/1-13_InteligenciaArtificialenContextosEducativos.pdf
- Senette, C., Buzzi, M. C., Buzzi, M. y Trujillo, A. (2021). Visual Aids for Teaching Piano to Students with Autism: Designing a Web App Through Practice. En T. De Laet, R. Klemke, C. Alario-Hoyos, I. Hilliger y A. Ortega (Eds.), *Technology-Enhanced Learning for a Free, Safe, and Sustainable World* (pp. 37-51). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86436-1_4
- Shah, B., Mukherjee, B. y Sundar, S. (2024). Use of Technologies in Music Therapy Clinical Practice. *SBV Journal of Basic, Clinical and Applied Health Science*, 7(2), 80-95. https://doi.org/10.4103/SBVJ.SBVJ_15_24
- Shahab, M., Taheri, A., Mokhtari, M., Shariati, A., Heidari, R., Meghdari, A. y Alemi, M. (2022). Utilizing social virtual reality robot (V2R) for music education to children with high-functioning autism. *Education and Information Technologies*, 27(1), 819-843. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10392-0>
- Vera, L. M., Aguirre, R. R., Castro, J. S., Cedeño, P. A. y Seis, L. A. (2024). Implementación de Inteligencia artificial para promover la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales en la Educación Superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5), 881-883. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2654>
- Villoria, M. y Mendoza, E. (2023). La autonomía del aprendizaje como factor clave del proceso de construcción del conocimiento. *EduSol*, 23(83), 180-192. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912023000200180&nrm=iso
- Yahya, S. (2024). The challenges of employing robotics in improving social skills among students with autism spectrum disorder from their teachers' perspectives. *ARTSEDUCA*, 39. <https://artseduca.com/submissions/index.php/ae/article/view/318>
- Yi, H., Liu, T. y Lan, G. (2024). The key artificial intelligence technologies in early childhood education: A review. *Artificial Intelligence Review*, 57(1), 12. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10637-7>
- Zhang, Y., Zhang, C., Cheng, L. y Qi, M. (2022). The Use of Deep Learning-Based Gesture Interactive Robot in the Treatment of Autistic Children Under Music Perception Education. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.762701>

ACERCA DE LOS AUTORES

Elizabeth Torres Verona. Doctorado en Educación, Universidad César Vallejo, Perú.

Marianne Gutiérrez Odría de Reategui. Maestra en Docencia Universitaria, Universidad César Vallejo, Perú.

Moisés David Reyes Pérez. Especialista en gestión del talento humano y desarrollo de equipos de alto rendimiento. Docente nombrado en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, miembro titular del grupo de investigación "Psicología y salud" adscrito a la EAP Psicología Organizacional; experiencia como editor y revisor en revista científicas en Universidades Públicas y Privadas a nivel nacional e internacional, Perú.

Jesús Emilio Agustín Padilla Caballero. Post Doctor en ética, responsabilidad social y derechos humanos, Universidad Abat Oliba Barcelona-España. Doctor en administración de la educación. Master en docencia y gestión educativa. Especialista en evaluación de la calidad de los aprendizajes, Universidad César Vallejo Lima-Perú. Especialista en TIC, TAC, TEP, CDTAC, aprendizaje lúdico y educación Adaptativa; Presidente fundador de Diálogos de Pupitre; Director de la asociación educativa Intellectun-Perú; referente y conferencista internacional en temas educativos en todo el continente americano y en países de habla hispana, Perú.