Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

IMPACTO DE TECNOLOGÍAS ASISTIVAS EN PERSONAS CON TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA: REVISIÓN DE LA LITERATURA

IMPACT OF ASSISTIVE TECHNOLOGIES ON PEOPLE WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS: A REVIEW OF THE LITERATURE

Claudia Itzel Courtois Fernández
Universidad Vizcaya de las Américas - México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13005

Impacto de tecnologías asistivas en personas con trastornos del espectro autista: revisión de la literatura

Claudia Itzel Courtois Fernández[1]
courtois.c@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0001-0458-1266
Universidad Vizcaya de las Américas
México

RESUMEN

En este documento se presenta una revisión sistemática de las tecnologías asistivas (TA) y su impacto en la calidad de vida de personas con trastornos del espectro autista (TEA). El objetivo es evaluar la accesibilidad, la usabilidad y los beneficios de estas tecnologías, así como su repercusión en la independencia de personas con TEA. Esta revisión se apega a los criterios de la metodología PRISMA. Se eligieron artículos que abordaran la eficacia y la percepción de las TA, al igual que el desarrollo y diseño de juegos digitales para personas con TEA. Se tomaron como muestra 11 artículos de investigación que provienen de distintas partes del mundo, realizados en el periodo comprendido entre los años 2015 y 2023 y recuperados mediante diferentes repositorios. Con esta investigación fue posible descubrir que las TA juegan un papel importante e impactan favorablemente en la educación, terapia e independencia de las personas con TEA. Sin embargo, también se identificaron barreras (entre ellas, el costo de las TA), las cuales deben ser abatidas para poderlas aprovechar de manera adecuada con la finalidad de que ayuden a mejorar el bienestar y la calidad de vida con personas dentro del espectro autista.

Palabras clave: trastorno del espectro autista, tecnologías asistivas, aplicaciones móviles

[1] Autora principal.
Correspondencia: courtois.c@hotmail.com

Impact of assistive technologies on people with autism spectrum disorders: a review of the literature

ABSTRACT

This document presents a systematic review of assistive technologies (AT) and their impact on the quality of life of people with autism spectrum disorders (ASD). The aim is to evaluate the accessibility, usability and benefits of these technologies, as well as their impact on the independence of people with ASD. This review adheres to the criteria of the PRISMA methodology. The articles that were chosen addressed the effectiveness and perception of AT, as well as the development and design of digital games for people with ASD. 11 research articles were taken as a sample that come from different parts of the world, carried out in the period between 2015 and 2023 and retrieved from different repositories. With this research it was possible to discover that AT plays an important role and has a favorable impact on the education, therapy and independence of people with ASD. However, barriers were also identified (among them, the cost of AT), which must be removed to be able to use them appropriately in order to help improve the well-being and quality of life with people on the autism spectrum.

Keywords: autism spectrum disorder, assistive technologies, mobile apps

Artículo recibido 10 julio 2024
Aceptado para publicación: 15 agosto 2024

INTRODUCCIÓN

El autismo, conocido científicamente como trastorno del espectro autista (TEA), es una condición relacionada con el desarrollo cerebral que se caracteriza por dificultades en el lenguaje, la comunicación, el comportamiento y la interacción social (Iannone y Giansanti, 2023). A menudo, el TEA se acompaña de comportamientos, actividades e intereses repetitivos y restrictivos (O'Neill et al.,2019), así como de sensibilidad sensorial aumentada o disminuida. Dado que sus manifestaciones son muy diversas, se emplea el término *espectro* para referirse a las personas que presentan síntomas, los cuales varían en intensidad (Iannone y Giansanti, 2023).

Las dificultades mencionadas pueden repercutir negativamente en la calidad de vida de quienes tienen TEA, obstaculizan su proceso de aprendizaje y su manera de relacionarse con otras personas (O'Neill et al., 2019). Entre los déficits relacionados con este trastorno se incluyen los de la comprensión del habla y la escritura, específicamente en la interpretación y la asimilación de instrucciones complejas (Cerga et al., 2019). Las personas diagnosticadas con TEA no suelen iniciar, responder o mantener una interacción social. Tampoco tienden a compartir emociones, hacer gestos o vocalizaciones, manifestar interés, imitar y seguir la mirada (Ghiglino et al., 2021).

Los signos del TEA pueden aparecer desde la primera infancia, aunque es más común identificarlos en la etapa preescolar o escolar, puesto que son más evidentes. Su diagnóstico implica la intervención de distintos especialistas, desde pediatras y psicólogos hasta psiquiatras infantiles. La realización de entrevistas y la observación son fundamentales para conocer el comportamiento, lenguaje, capacidades cognitivas y habilidades de la persona en cuestión, aunque no basta con eso para obtener un diagnóstico. También es necesario aplicar cuestionarios, hacer evaluaciones del desarrollo y de habilidades de comunicación. Además, un análisis genético puede contribuir al diagnóstico, dado que su etiología incluye un componente genético. Las pruebas de sangre y la resonancia magnética igual pueden tener un papel importante en este proceso (Iannone y Giansanti, 2023).

Con los años, se ha observado un aumento en el número de casos de personas diagnosticadas con TEA a nivel mundial (Lima et al., 2018). La intervención terapéutica es esencial para superar las complicaciones cognitivas, psicosociales y de comportamiento relacionadas con este trastorno del desarrollo. La acción conjunta entre distintos profesionales de la salud ayuda a mejorar la calidad de

vida y aumentar el bienestar de quienes viven con él (Iannone y Giansanti, 2023). No obstante, las altas tasas de personas con TEA resaltan la necesidad de desarrollar herramientas para tratarlas y, de esa manera, mejorar sus habilidades de comunicación (Lima et al., 2018).

Las herramientas de tecnología asistiva (TA) pueden contribuir a que las personas con TEA superen barreras de la comunicación. La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que la tecnología asistiva, también llamada tecnología de asistencia o de apoyo, promueve la inclusión y participación de las personas con alguna discapacidad en la vida social (Organización Mundial de la Salud, s. f.). La tecnología asistiva engloba todos aquellos equipos, dispositivos, herramientas o programas que tienen como finalidad brindar accesibilidad y autonomía a personas con alguna discapacidad (Procuraduría Federal del Consumidor, 2021).

En el caso de las personas con TEA, las herramientas de tecnología asistiva favorecen su independencia y promueven el desarrollo de habilidades. Existen muchos tipos de herramientas de TA: desde robots y sensores hasta aplicaciones móviles (Iannone y Giansanti, 2023). Los juegos serios son otro gran ejemplo; estos utilizan personajes llamativos y ofrecen un entorno interactivo, estimulan el pensamiento y el aprendizaje a través de la resolución de preguntas, rompecabezas y actividades repetitivas, y también ofrecen recompensas que incrementan la motivación (Derks, Willemen, y Sterkenburg, 2022). Por otro lado, los robots de asistencia social utilizan estrategias de interacción (como el habla, las expresiones faciales y los movimientos corporales) con el objetivo de ayudar a las personas con TEA. Dentro del contexto escolar, estos robots pueden apoyar el aprendizaje y, de esa manera, mejorar los resultados académicos. Existen distintos estudios que demuestran que la inclusión de estos robots en las sesiones de terapia contribuir al desarrollo de habilidades sociales en estudiantes con TEA, incluida la comunicación verbal y el reconocimiento de emociones (Silvera, et al. 2022).

En este sentido, el objetivo de la presente revisión es conocer el impacto de las tecnologías asistivas en la vida de personas con trastornos del espectro autista, tanto niños como adultos. De esta manera, será posible identificar aspectos relacionados con la accesibilidad y usabilidad de estas tecnologías, pero también sobre los beneficios que estas pueden ofrecer.

METODOLOGÍA

La elaboración de esta revisión sistemática de enfoque cualitativo, exploratoria, observacional y longitudinal, se realizó con apego a los criterios de la metodología PRISMA (Urrútia y Bonfill, 2010). Cabe destacar que no se incluyeron los 27 ítems que propone esta metodología, dado que varios de ellos presentan matices que no son compatibles con la finalidad de la presente investigación. Por lo tanto, sólo se llevó a cabo el análisis sistemático del corpus literario y su caracterización con la finalidad de conservar la precisión metodológica en la elección de los artículos que fueron objeto de revisión. Los criterios de elegibilidad para la selección de artículos fueron los siguientes:

- Artículos cuyos temas de investigación estén enfocados en el uso de tecnologías asistivas para las personas con TEA (aplicaciones móviles, dispositivos de comunicación aumentativa y juegos serios), así como en su impacto en la calidad de vida. También se consideraron aquellos artículos que abordan la accesibilidad, la usabilidad y los beneficios del empleo de las tecnologías de asistencia.
- Artículos cuya publicación se encuentre entre los años 2015 y 2023. Las investigaciones más recientes pueden proporcionar mayor información sobre el objeto de revisión considerando el panorama actual.
- Publicaciones que abordan el tema de las técnicas de investigación sin tomar en cuenta la estructura específica del estudio. Se contemplaron ensayos clínicos aleatorizados y controlados, así como estudios de caso y revisiones sistemáticas.
- Artículos procedentes de distintos países del mundo para obtener una visión integral del tema de revisión.

Se llevó a cabo la búsqueda en repositorios cerrados, tales como PubMed, ScienceDirect y Scielo. Repositorios de acceso abierto, como Google Scholar, fueron excluidos ya que, usualmente, contienen investigaciones que no han sido sometidas a un proceso de evaluación y que no cumplen con todos los requisitos de rigurosidad científica.

La búsqueda de documentos se limitó al periodo comprendido entre 2015 y 2023. La búsqueda más reciente en PubMed, ScienceDirect y Scielo se llevó a cabo el 25 de julio de 2024. En cada uno de los repositorios, se introdujeron términos de búsqueda específicos (ver Tabla 1).

Tabla 1. Términos de búsqueda y sus combinaciones

Inglés	Español
Autism	Autismo / Trastorno del espectro autista
Assistive technologies for autism	Tecnologías de asistencia para el autismo / trastorno del espectro autista
Assisitive technology for autism	Tecnología asistiva para autismo / trastorno del espectro autista

Dada la limitación temporal, fue necesario restringir la búsqueda de términos anteriormente mencionados únicamente de 2015 a 2023 con el propósito de excluir la aparición de investigaciones llevadas a cabo hace más de 10 años. Tomando en cuenta las directrices de la metodología PRISMA, la estrategia de búsqueda electrónica aplicada en ScienceDirect consistió en ingresar el término "autism" en el campo de búsqueda; sin embargo, la búsqueda era muy abierta (91,058 artículos), por lo que se delimitó al periodo 2015-2023, obteniendo así un total de 51,307 resultados. En esta etapa, no se atendió al tipo de artículo o al idioma en el que estuviera escrito. Aun así, el número de artículos era muy grande; por tal razón, se decidió buscar "assistive technologies for autism". Esta búsqueda, sin atender al intervalo de tiempo, tipo de artículo, idioma, área de estudio y título de publicación, arrojó 7,201 resultados. Se procedió a seleccionar las casillas de los años 2015 a 2023, mostrando 4,456 documentos. Se identificó que algunos artículos no correspondían con el propósito de esta revisión, por lo que se descartaron. Finalmente, se seleccionaron 5 artículos en idioma inglés por su afinidad con el tema de revisión.

Para hallar artículos en español dentro de ScienceDirect, se buscó "tecnologías de asistencia para el autismo", dando 32 resultados. Después se filtraron los resultados de búsqueda al seleccionar únicamente los años 2015-2023 y el repositorio arrojó 19 resultados. Desafortunadamente, ninguno de estos artículos tenía afinidad con el tema de revisión.

La estrategia de búsqueda electrónica aplicada en PubMed fue muy similar. No obstante, debido a la experiencia anterior, en este caso se optó por buscar "assistive technologies for autism" directamente, lo que dio 335 resultados. Posterior a ello, se delimitó la búsqueda en términos de tiempo (2015 a 2023),

lo que arrojó 189 resultados. De ahí se eligieron 5 artículos que abordaban nuestro mismo objeto de revisión.

Por otro lado, en Scielo se hizo una búsqueda con "tecnología asistiva para autismo", la cual únicamente arrojó un resultado que fue seleccionado porque estaba dentro del periodo indicado y abordaba el objeto de revisión. En la Tabla 2 se muestra la cantidad total de resultados hallados en los repositorios consultados.

Tabla 2. Resultados obtenidos en los repositorios

Repositorio	Artículos encontrados	Artículos revisados	Artículos seleccionados
ScienceDirect	4,456	18	5
PubMed	189	8	5
Scielo	1	1	1

La obtención de datos de los documentos se efectuó por medio del siguiente proceso:

1) Revisión inicial del contenido para comprobar su relevancia con respecto al propósito de esta revisión.
2) Análisis a detalle de la metodología, los resultados, la discusión y las conclusiones.
3) Contraste de las conclusiones de cada estudio seleccionado.

De los artículos seleccionados para esta revisión sistemática, diez están escritos en inglés, en tanto que sólo uno está en portugués. Por otro lado, los artículos provienen de países como Italia, Brasil, Países Bajos, Irlanda, Reino Unido, Estados Unidos, España, Bulgaria y Australia. El diseño de los estudios recae en dos categorías: experimental y revisión sistemática. Los artículos suelen utilizar grupos focales, grupos de control y encuestas.

La información recabada fue agrupada en diferentes categorías en función de la afinidad de temáticas y contenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la eficacia de tecnologías asistivas en la terapia de personas con TEA

Para el estudio de Ghiglino et al. (2021), 24 niños diagnosticados con TEA fueron divididos en dos grupos: uno recibió el entrenamiento asistido por el robot Cozmo durante la primera fase del estudio y la terapia estándar durante la segunda fase, mientras que el otro grupo los recibió en orden inverso. Para

estudiar las habilidades sociales y comunicativas de los niños antes y después de cada fase del estudio, se empleó la Escala de Comunicación Social Temprana que evalúa tres aspectos: Interacción social, Atención conjunta y Solicitudes conductuales. Resultó que la combinación de terapia estándar y entrenamiento asistido por robot fue más efectiva que la terapia estándar sola en la mejora de la tendencia de los niños a iniciar la interacción social. Los niños que recibieron terapia estándar e interacción con el robot tuvieron más mejoras en su capacidad para realizar peticiones no verbales a otra persona y en la comprensión de las solicitudes conductuales del adulto.

Por otra parte, el estudio de Huskens et al. (2015) se centró en investigar la eficacia de una intervención mediada por un robot basada en terapia con los bloques de construcción marca LEGO para mejorar las conductas colaborativas entre niños con TEA y sus hermanos. Para ello, participaron tres pares de niños, cada uno formado por un niño con TEA y su hermano. Como material de juego, usaron bloques de construcción, tarjetas con indicaciones para construir y un robot NAO. Primeramente, los niños trabajaron sin ayuda del robot; en la fase de intervención, el robot daba instrucciones y los guiaba durante el juego; por último, en la fase de post-intervención, los niños continuaron con la ejecución de las tareas de construcción, pero sin el robot. Se concluyó que la intervención del robot aumentó la iniciación de interacción y respuestas, aunque los resultados fueron variados y no todos los comportamientos mejoraron significativamente, por lo que los investigadores sugieren que la eficacia del robot podría depender de otros factores.

Cassidy et al. (2016) se propusieron a analizar cómo las personas con TEA reconocen emociones a partir de dos tipos de estímulos visuales y auditivos: rostros reales y rostros sintetizados por la tecnología XpressiveTalk. El estudio contó con dos tipos de participantes: un grupo de 40 adolescentes y adultos con TEA, así como otro grupo de control conformado por 39 personas de entre 16 y 63 años sin TEA. Los participantes vieron los videos de rostros reales realizados por una actriz que expresaba cuatro frases neutrales en cinco tonos emocionales distintos (feliz, triste, enojada, temerosa y neutral), y los videos de rostros generados de manera artificial por XpressiveTalk en los que se expresaron las mismas frases en los mismos cinco tonos. Después de verlos, los participantes debían identificar la emoción mostrada y evaluar qué tan realista consideraban que era cada rostro. Los resultados evidenciaron que las personas con TEA tuvieron mayor dificultad para reconocer ciertas emociones en los rostros por XpressiveTalk,

particularmente la felicidad y el enojo, pero mayor precisión para identificar los rostros neutrales y tristes sintetizados, en comparación con el rostro real.

Evaluar la eficacia de la tecnología asistiva Open Book en la mejora de la comprensión lectora de adolescentes y adultos con TEA fue el objetivo del estudio de Cerga et al. (2019). Open Book utiliza procesamiento de lenguaje natural (PLN) para ayudar a que las personas con TEA lean y comprendan textos escritos. Los 243 participantes fueron repartidos aleatoriamente en grupos de 20 para leer tres documentos originales y tres documentos simplificados por Open Book. Después de la lectura, los participantes hicieron una prueba de comprensión lectora con preguntas de opción múltiple. Los resultados mostraron que adultos y adolescentes con TEA respondieron de manera correcta a un mayor número de preguntas sobre los textos simplificados que sobre los originales.

Tanto en el estudio de Ghiglino et al. (2021) como en el de Huskens et al. (2015) se hizo uso de un robot como tecnología de apoyo. En ambos casos, su introducción demostró mejoras en la interacción social con otras personas, incluyendo niños y adultos. Por su parte, aunque Cassidy et al. (2016) y Cerga et al. (2019) emplearon tipos distintos de TA, se halló que los dos tienen beneficios en las personas con TEA: uno en el reconocimiento de emociones y otro en el ámbito de la lectura y la comprensión de textos.

Desarrollo y diseño de juegos digitales para personas con TEA

Derks et al. (2022) examinaron la manera en la que los juegos serios repercuten en las habilidades sociales y cognitivas de niños con TEA o discapacidad intelectual (DI). Esto lo hicieron a través de una revisión sistemática en la que contemplaron ensayos controlados aleatorios, para lo cual emprendieron una búsqueda en los repositorios PubMed, Web of Science, PsycINFO y Embase, desde sus datos más antiguos hasta el 23 de diciembre de 2020. En la búsqueda inicial, encontraron 3,707 artículos. Sin embargo, sólo incluyeron 11 artículos en el metaanálisis. Los juegos serios se implementaron como software en una computadora o basados en la web. Estos también variaron en su enfoque: algunos se centraron en habilidades sociales o emocionales; otros en habilidades cognitivas. Los resultados mostraron que los juegos serios pueden ayudar a mejorar las habilidades adaptativas y cognitivas de los niños que tienen entre 4 y 11 años con TEA o DI, en comparación con el grupo de control.

Mediante una revisión sistemática, Silva y Seabra (2021) se enfocaron en analizar ciertos aspectos de los juegos digitales como tecnología asistiva para estudiantes con TEA. Su objetivo fue identificar y

examinar los elementos fundamentales para el diseño de juegos digitales orientados en el entrenamiento de competencias y adquisición de habilidades de estudiantes con TEA. De 103 estudios, únicamente 20 fueron elegidos para realizar el análisis: 10 de ellos abordaron cómo los juegos digitales pueden ayudar en términos de interacción social y habilidades emocionales; el resto (10) se centraron en los aspectos técnicos que deben considerarse a la hora de desarrollar juegos adaptados para personas con TEA. La mayoría fueron publicados entre 2012 y 2016.

Los investigadores identificaron 62 elementos clave para diseñar e implementar juegos digitales para estudiantes con TEA. Estas abarcan aspectos como la personalización de los juegos según las necesidades individuales de los alumnos, el uso de plataformas para promover la integración sensorial, la consideración del entorno físico para adecuarlo a las necesidades sensoriales de los niños, el ajuste del diseño de los juegos con el objetivo de facilitar la coordinación motora, así como el empleo de estímulos visuales y sonoros para que los niños mantengan el interés. Los resultados sugieren que el éxito en la utilización de juegos digitales no sólo tiene que ver con su planificación, sino también con aplicar estrategias adaptadas a las necesidades de los estudiantes.

Coincide que ambos estudios (Derks et al. 2022; Silva y Seabra 2021) subrayan la importancia de juegos serios y juegos digitales en el desarrollo de habilidades sociales, cognitivas y emocionales de los niños con TEA, pero lo hacen desde ángulos diferentes. Derks et al. (2022) apuntan que los juegos tienen impacto en las habilidades adaptativas y cognitivas, mientras que Silva y Seabra (2021) enfatizan la necesidad de que el diseño de estos juegos sea cuidadoso y esté adaptado a las necesidades específicas de los usuarios.

Análisis y percepción de las tecnologías asistivas

O'Neill et al. (2019) hicieron un estudio descriptivo en el que aplicaron encuestas a padres, tutores, amigos y profesionales que trabajan o cuidan a personas jóvenes con TEA o DI. Dentro de ellas se incluyeron preguntas con respecto a si la persona con TEA o DI usaba o había utilizado tecnología asistiva, el tipo, su objetivo y satisfacción. También se les cuestionó sobre las posibles mejoras que esperaban tuviera la TA. Para el análisis final se incluyeron 96 encuestas. El 58% de los encuestados informó que la persona con TEA/DI había o utilizado o estaba utilizando TA, específicamente tabletas, computadoras o teléfonos inteligentes. La satisfacción con respecto a la TA fue mayormente percibida

como positiva, aunque la relación costo-beneficio no fue tan favorable. En cuanto al futuro de la TA, los encuestados apuntaron que la planificación es un aspecto a mejorar, es decir, que las TA ayuden a las personas con TEA/DI a organizar sus actividades cotidianas, lo que puede favorecer su independencia.

Otro texto que siguió un proceso de revisión fue el de Wang y Jeon (2023). Los investigadores buscaron artículos en bases de datos como Web of Science, ACM Digital Library, EBSCOHost, Scopus e IEEE Xplore Digital Library. Los estudios debían proponer, desarrollar y evaluar una tecnología asistiva para adultos con TEA (sólo se incluyeron aquellos publicados hasta el 3 de agosto de 2021). En total se contemplaron 32 estudios. De ellos, 18 propusieron nuevas TA y 14 adaptaron tecnologías existentes para adultos en el espectro autista o evaluaron su efectividad. En cuanto a las formas del dispositivo, en algunos se utilizaron asistentes digitales personales, es decir, teléfonos inteligentes y tabletas; otros usaron realidad aumentada o virtual y otros más se basaron en sistemas de computadora. Hubo estudios que integraron tecnologías con objetos físicos existentes, por ejemplo, la combinación de una aplicación móvil con un sistema de iluminación LED para impulsar la independencia de los adultos con TEA.

Ahora bien, en relación con la metodología de evaluación, hubo estudios que hicieron estudios de usuario, como observación y pruebas de usabilidad; otros utilizaron diseños experimentales, y sólo en una pequeña cantidad de estudios se aplicaron entrevistas para conocer el impacto de las TA. Por otro lado, se identificaron los desafíos que estas tecnologías buscan resolver:

- Rehabilitación laboral: preparación para entrevistas de trabajo, mejorar sus habilidades en el lugar de trabajo.
- Habilidades sociales y comunicativas: facilitar la autoconciencia de los usuarios al interactuar con otros, optimizar las habilidades de interacción con la policía.
- Habilidades para la vida comunitaria: uso del transporte público, cruzar calles, hacer compras.
- Regulación y reconocimiento de emociones.
- Habilidades para el hogar: limpieza, cocina.

Iannone y Giansanti (2023) también trabajaron en una revisión sistemática para analizar la integración de la inteligencia artificial (IA) y las TA en el contexto del TEA. La consulta se realizó en repositorios tales como PubMed y Scopus: el resultado reportó 22 estudios (7 revisiones y 15 estudios). En las revisiones se menciona que la IA puede mejorar las TA, haciendo que las terapias sean más

personalizadas y eficaces. Por otro lado, resaltan que los robots interactivos y las aplicaciones móviles impulsadas por la IA tienen potencial para apoyar a las personas con TEA en el ámbito de la educación y la terapia. A su vez, en los estudios se hace alusión a que se están utilizando robots asistivos que se han destacado por brindar apoyo terapéutico a personas con TEA, además de que se están explorando dispositivos como gafas inteligentes (también impulsadas por la IA) para intervenir positivamente en la educación y en el desarrollo de habilidades sociales de personas con TEA.

Para su revisión sistemática, Lima et al. (2018) buscaron analizar los instrumentos para la comunicación aumentativa y alternativa diseñados para mejorar las habilidades de comunicación en niños con TEA, así como evaluar cómo estos instrumentos promueven los procesos de interacción, desarrollo cognitivo y social. Los investigadores consultaron PubMed y Web of Science y recuperaron 811 artículos, pero sólo 34 cumplieron con los criterios de inclusión. La mayoría de los 34 estudios incluidos fueron experimentales. Las intervenciones más comunes fueron el Treatment and Education of Autistic and Related Communication Handicapped Children (Tratamiento y Educación de Niños con autismo y con problemas de la comunicación; TEACCH, por sus siglas en inglés) y el Picture Exchange Communication System (Sistema de Comunicación por Intercambio de Imágenes; PECS, por sus siglas en inglés). Entre los dispositivos tecnológicos usados para ayudar a niños con TEA, se encuentran:

- Tabletas y tarjetas de imágenes, algunas con aplicaciones para favorecer la comunicación y las habilidades sociales.
- Dispositivos generadores de voz, los cuales dan pie a las interacciones comunicativas y ayudan a hacer solicitudes.
- Consolas de videojuegos, como el Nintendo Wii que fue utilizado en clases de educación física para motivar la participación social entre los niños.
- Sistema de terapia interactiva: se puede emplear en casa y hospitales con el fin de ayudar a practicar habilidades en escenarios realistas.

Los investigadores mencionan que la eficacia de las herramientas puede variar en función de la gravedad del TEA. Además, se le ve potencial a la realidad virtual, dado que capta la atención de los niños y les resulta atractiva.

Silvera et al. (2022) llevaron a cabo un proyecto que consistió de tres fases:

- Estudio exploratorio: investigar el interés y las percepciones de adultos con TEA, así como de educadores y terapeutas, sobre el empleo de robots para apoyar la educación de estudiantes con TEA.
- Desarrollo de MAX, una plataforma de software y una aplicación móvil para facilitar la utilización de robots en el aula.
- Prueba piloto para evaluar el uso de la plataforma y la app dentro del aula.

Para la primera fase, se realizaron tres grupos focales con seis adultos en el espectro autista y 13 maestros y terapeutas de dos escuelas especializadas en TEA, en donde se discutió la percepción del uso de robots en la educación: su utilidad, las barreras y preocupaciones asociadas. Los participantes mostraron interés y entusiasmo por la utilización de robots en el aula, además de que consideraron que el robot podría ser útil para enseñar habilidades académicas (como matemáticas y programación) y sociales (regulación emocional y comunicación). Por otro lado, el costo de adquisición y mantenimiento del robot fue una preocupación, al igual que la fragilidad y los problemas técnicos que este podría presentar.

De igual forma, los participantes hablaron sobre la necesidad de tiempo adicional para educar a los profesores sobre la tecnología robótica; la falta de habilidades en programación entre el personal docente fue considerada una barrera significativa. También hubo preocupación por la posible dependencia que los estudiantes pudieran desarrollar hacia el robot para su aprendizaje e interacción.

Para la prueba piloto de MAX, participaron tres terapeutas y cuatro educadores, quienes probaron la plataforma MAX en dos escuelas diferentes. En esta fase, los investigadores iniciaron con una demostración breve el funcionamiento del robot NAO y la aplicación MAX, así como una capacitación para utilizar esta última. Posterior a ello, los participantes usaron la plataforma y la aplicación en sus actividades cotidianas con los estudiantes dentro del aula, para finalmente realizar grupos focales y obtener opiniones sobre la experiencia de los usuarios:

- **Opiniones positivas:** el diseño del robot es amigable para los estudiantes y puede realizar interacciones similares a las humanas; la aplicación es intuitiva.
- **Áreas de mejora y preocupaciones:** agregar más módulos adicionales con temas como acoso escolar y regulación emocional; simplificar el proceso de conexión entre la app y el

robot; el robot puede ser una distracción para los estudiantes; existe la necesidad de capacitaciones adicionales.

En este caso, los estudios de O'Neill et al. (2019) y de Silvera et al. (2022) están enfocados en, a través de encuestas y grupos focales, conocer las opiniones y percepciones de las personas con respecto a las tecnologías asistivas posterior a su utilización. En ambos casos, coincide que el costo es un asunto que genera preocupación.

En sus revisiones sistemáticas, tanto Iannone y Giansanti (2023) como Lima et al. (2018) dan cuenta de que otros recursos, como la inteligencia artificial y la realidad virtual, pueden tener potencial al combinarse con las TA, específicamente en la terapia y en el aula.

CONCLUSIONES

El trastorno del espectro autista es una condición que requiere atención. Si bien ha habido avances dentro de su diagnóstico y tratamiento, es necesario seguir buscando otras formas de intervención que sean amigables y atractivas, no sólo para los niños, sino también para los adultos que tienen TEA.

A través de esta revisión, fue posible percatarse de que se les ha dado foco a las tecnologías asistivas en el contexto educativo (sobre todo en forma de juegos). La gran mayoría ofrece beneficios con respecto a la interacción social, el aprendizaje y la identificación de emociones; es decir, las TA pueden representar una ventaja para el bienestar psicosocial de quienes tienen TEA. No obstante, también resulta necesario llevar esas tecnologías de apoyo al ámbito laboral, donde los adultos dentro del espectro puedan integrarse con facilidad, o bien, simplemente para conducirse en su día a día: al trabajar, al caminar en la calle, al atender llamadas, en sus relaciones interpersonales.

Sin embargo, las tecnologías asistivas también deben estar respaldadas por los conocimientos de psicólogos, psiquiatras y otros profesionales de la salud, con el propósito de que estas sean herramientas que realmente ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas con TEA. Además, sus desarrolladores deben considerar que no todas las personas con TEA son iguales. Precisamente, tal como lo dice su nombre, el trastorno del espectro autista abarca una gama de trastornos. Por otro lado, la edad, el contexto cultural y la situación económica son, a su vez, factores que muchas veces están implicados en el acceso a las TA, razón por la que igual deben tomarse en cuenta al hablar de ellas y buscar introducirlas en la vida de las personas con TEA.

Financiación

No se recibió financiación para la elaboración de esta revisión sistemática.

Conflicto De Intereses

La autora de la presente investigación declara que no incurrió en conflicto de intereses para el desarrollo del estudio.

REFERENCIAS BIBLOIGRAFICAS

Cassidy, S. A., B. Stenger, L. Van Dongen, K. Yanagisawa, R. Anderson, V. Wan, S. Baron-Cohen, y R. Cipolla. (2016). Expressive Visual Text-to-Speech as an Assistive Technology for Individuals with Autism Spectrum Conditions. *Computer Vision and Image Understanding*, *148*, 193-200. doi: 10.1016/j.cviu.2015.08.011.

Cerga, A., Gaete, J., Antoneta Shishkova, A. y Jordanova, V. (2019). Improving Reading in Adolescents and Adults With High-Functioning Autism Through an Assistive Technology Tool: A Cross-Over Multinational Study. *Frontiers in Psychiatry, 10*(546). doi: 10.3389/fpsyt.2019.00546.

Derks, S., Willemen, A. y Sterkenburg, P. (2022). Improving Adaptive and Cognitive Skills of Children with an Intellectual Disability and/or Autism Spectrum Disorder: Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials on the Effects of Serious Games. *International Journal of Child-Computer Interaction, 33*:100488. doi: 10.1016/j.ijcci.2022.100488.

Ghiglino, D., Chevalier, P., Floris, F. Priolo, T. y Wykowska, A. (2021). Follow the White Robot: Efficacy of Robot-Assistive Training for Children with Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 86*:101822. doi: 10.1016/j.rasd.2021.101822.

Huskens, B., Annemie, P., Van Der Werff, M. Lourens, T., y Barakova, E. (2015). Improving Collaborative Play Between Children with Autism Spectrum Disorders and Their Siblings: The Effectiveness of a Robot-Mediated Intervention Based on Lego® Therapy. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*(11), 3746-55. doi: 10.1007/s10803-014-2326-0.

Iannone, A., y Giansanti, D. (2023). Breaking Barriers—The Intersection of AI and Assistive Technology in Autism Care: A Narrative Review. *Journal of Personalized Medicine, 14*(1), 41. doi: 10.3390/jpm14010041.

Lima, J.Y., Souz, A., De Almeida, R. T., Brusqu, T., Guarnieri, R., Arab, C., Massetti, T., Pedrozo, T., Da Silva, A. P., Pinheir, Í. M., Bandeir, C., y De Abreu, L. C. (2018). Instruments for Augmentative and Alternative Communication for Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Clinics, 73*, e497. doi: 10.6061/clinics/2017/e497.

O'Neill, S. J., Smyth, S., Smeaton, A., y O'Connor, N. E. (2019). Assistive Technology: Understanding the Needs and Experiences of Individuals with Autism Spectrum Disorder and/or Intellectual Disability in Ireland and the UK. *Assistive Technology, 32*(5), 251-59. doi: 10.1080/10400435.2018.1535526.

Organización Mundial de la Salud. (s. f.) Tecnología de asistencia. *Tecnología de asistencia*. Recuperado de https://www.who.int/es/health-topics/assistive-technology#tab=tab_1

Procuraduría Federal del Consumidor. (2021). Tecnologías asistenciales. *Gobierno de México*. Recuperado de https://www.gob.mx/profeco/es/articulos/tecnologias-asistenciales?idiom=es

Silva, G., y Seabr, M. O. (2021). Elementos fundamentais para o design de jogos digitais com o foco no treino de competências e habilidades de estudantes com transtorno do espectro autista: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, 102*(260). doi: 10.24109/2176-6681.rbep.102.i260.4033.

Silvera, D., Bruck, S., Xiao, Y., y Bradford, D. (2022). Socially-Assistive Robots to Support Learning in Students on the Autism Spectrum: Investigating Educator Perspectives and a Pilot Trial of a Mobile Platform to Remove Barriers to Implementation. *Sensors, 22*(16), 6125. doi: 10.3390/s22166125.

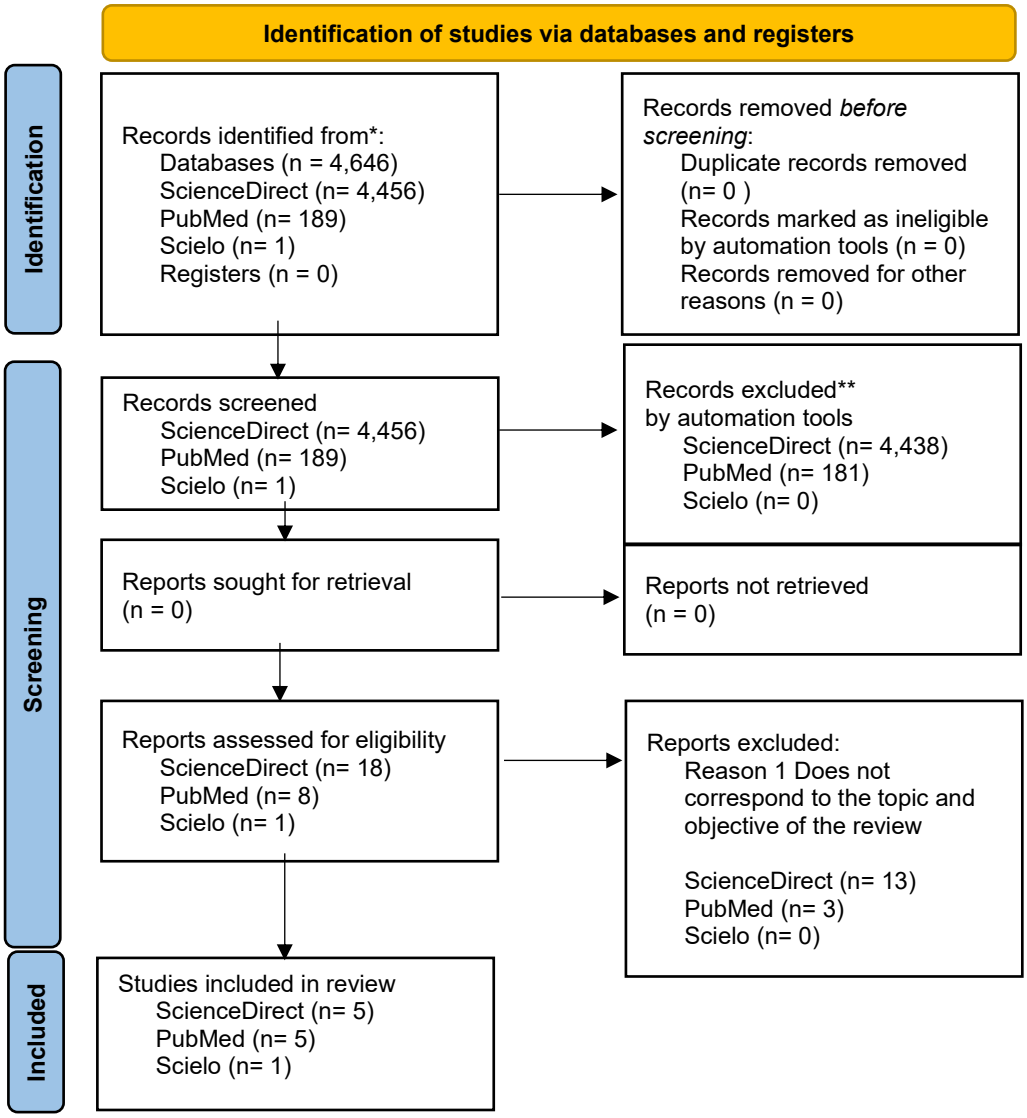
Urrútia, G., y Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica, 135*(11), 507-11. doi: 10.1016/j.medcli.2010.01.015

Wang, M., y Jeon, M. (2023). Assistive Technology for Adults on the Autism Spectrum: A Systematic Survey. *International Journal of Human–Computer Interaction, 40*(10), 2433-52. doi: 10.1080/10447318.2022.2163568.

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	p. 1
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	pp. 1, 2
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	p. 4
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	p. 4
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	p. 5
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	p. 5, 6
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	p. 6, 7
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	-
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	-
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	-
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	-
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	-
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	-
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	-
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	-
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	-
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	-
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	-
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	-
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	-
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	-
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	p. 7
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	pp. 6,7
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	pp. 8-14
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	-

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	-
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	-
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	pp. 8-14
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	-
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	-
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	-
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	-
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	pp. 8-14
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	pp. 8-14
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	-
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	p. 15
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	-
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	p. 5
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	-
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	p. 15
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	p. 15
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	-

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).
**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

Source: Page MJ, et al. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/