INABIOS
Investigación Aplicada a la Biodiversidad del Sureste

Ciencia & Tecnología

ISSN 2992-7692

REVISTA CIENCIA & TECNOLOGÍA ITESCAM - Calkiní

Artículo

Diseño e implementación de TeamiBot, sistema robótico social para la inclusión de niños con autismo en preescolar en Guasave, Sinaloa

Juan Héctor Alzate-Espinoza[1*], Grace Erandy Báez-Hernández[2], Jesús Aurelio Meléndrez-Rojas[2], José Esteban Peral-Huizar[3], Zenia Isabel Castro-Borunda[4]

[1] División de Ciencias Mecánicas, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Guasave, Sinaloa, México.
[2] División de Ciencias Industriales, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Guasave, Sinaloa, México.
[3] División de Ciencias Computacionales, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Guasave, Sinaloa, México.
[4] Departamento de Ciencias Económico Administrativas, TecNM/Instituto Tecnológico de Los Mochis, Boulevard Juan de Dios Bátiz y Belisario Domínguez, 81259 Los Mochis, Sinaloa, México.

* Autor de correspondencia: J.H.A.E. División de Ciencias Mecánicas, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Carretera Internacional entronque a carretera La Brecha SN, Ejido Burrioncito, 81149, Guasave, Sinaloa, México; E-mail: juan.ae@guasave.tecnm.mx

Resumen

La inclusión educativa de niñas y niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) en el nivel preescolar constituye un desafío significativo para el personal docente, especialmente en contextos con acceso limitado a recursos tecnológicos especializados. En respuesta a esta problemática, el presente estudio tuvo como objetivo diseñar e implementar un robot social denominado TeamiBot, concebido como una herramienta de mediación pedagógica para favorecer la interacción social, la atención conjunta y el aprendizaje en entornos educativos inclusivos. La investigación se desarrolló en dos jardines de niños públicos de Guasave, Sinaloa, México, mediante un enfoque cualitativo sustentado en el paradigma de la investigación-acción e incorporando elementos de la fenomenología educativa. Participaron cuatro docentes y treinta y cinco estudiantes de entre cinco y seis años de edad diagnosticados con TEA o con indicios de neurodivergencia. La intervención consistió en la realización de actividades didácticas basadas en el enfoque STEAM, mediadas por el uso de TeamiBot. La recolección de datos se efectuó mediante observación participante, entrevistas semiestructuradas, narrativas docentes y bitácoras pedagógicas, permitiendo analizar las experiencias y percepciones de los participantes durante el proceso de intervención. Los resultados evidenciaron mejoras en la expresión emocional, la atención sostenida y la disposición hacia el trabajo colaborativo de los estudiantes. Asimismo, el personal docente manifestó una percepción favorable sobre la incorporación de tecnologías socioafectivas como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se concluye que TeamiBot representa una innovación tecnológica accesible, replicable y de bajo costo, con potencial para fortalecer la inclusión educativa y contribuir al desarrollo de estrategias pedagógicas dirigidas a estudiantes con diversidad funcional.

***Palabras clave*:** trastorno del espectro autista; inclusión escolar; neurodiversidad; preescolar; robótica educativa

Cita: Alzate Espinoza *et al.* Diseño e implementación de TeamiBot, sistema robótico social para la inclusión de niños con autismo en preescolar en Guasave, Sinaloa. *Ciencia y Tecnología ITESCAM Calkiní*. **2026**;*5(3)*:*3-19*.

Recibido: 1 de julio de 2026.
Aceptado: 23 de octubre de 2026.
Publicado: 1 de noviembre de 2026.

Copyright: Los datos proporcionados son propiedad de la revista *Ciencia y Tecnología ITESCAM Calkiní*.

Abstract

The educational inclusion of children with Autism Spectrum Disorder (ASD) at the preschool level represents a significant challenge for teaching staff, particularly in settings with limited access to specialized technological resources. In response to this challenge, the present study aimed to design and implement a social robot named TeamiBot, conceived as a pedagogical mediation tool to promote social interaction, joint attention, and learning within inclusive educational environments. The study was conducted in two public preschools in Guasave, Sinaloa, Mexico, using a qualitative approach grounded in the action research paradigm and incorporating elements of educational phenomenology. Participants included four teachers and thirty-five children aged five to six years who had been diagnosed with ASD or exhibited indicators of neurodivergence.The intervention consisted of STEAM-based educational activities mediated through the use of TeamiBot. Data were collected through participant observation, semi-structured interviews, teacher narratives, and pedagogical field journals, enabling a comprehensive analysis of participants' experiences and perceptions throughout the intervention process. The findings revealed improvements in emotional expression, sustained attention, and willingness to engage in collaborative activities among the children. Furthermore, teachers reported positive perceptions regarding the integration of socio-affective technologies as support tools for teaching and learning processes in inclusive classroom settings. The study concludes that TeamiBot constitutes an accessible, low-cost, and scalable technological innovation with the potential to enhance educational inclusion and support the development of pedagogical strategies aimed at learners with diverse functional and developmental needs. These findings contribute to the fields of educational robotics, inclusive education, and assistive technologies, highlighting the potential of social robotics to foster participation and engagement in early childhood learning environments.

***Keywords*:** autism spectrum disorder; school inclusion; neurodiversity; preschool; educational robotics.

1. Introducción

La inclusión educativa de niñas y niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) ha sido reconocida como un derecho humano fundamental por diversos organismos internacionales, los cuales promueven una educación equitativa, inclusiva y de calidad para todas las personas, independientemente de su condición, diagnóstico o necesidad específica de apoyo educativo (1,2). En el nivel preescolar, este desafío adquiere especial relevancia debido a la necesidad de implementar estrategias pedagógicas especializadas, recursos accesibles y procesos de formación docente que permitan responder eficazmente a la diversidad funcional presente en las aulas (3,4). En México, a pesar de los avances normativos representados por la Estrategia Nacional de Educación Inclusiva (ENEI) y los Lineamientos Generales para la Educación Especial, persisten importantes desafíos relacionados con prácticas de exclusión indirecta, limitaciones en la capacitación profesional y escasa disponibilidad de recursos tecnológicos especializados en instituciones de educación inicial (5,6). Estas condiciones son particularmente evidentes en regiones con menor acceso a infraestructura educativa y apoyos institucionales, como ocurre en diversos municipios del noroeste del país (7,8).

En consecuencia, la inclusión efectiva de estudiantes neurodivergentes requiere no solo del fortalecimiento de las políticas públicas, sino también de la incorporación de enfoques pedagógicos innovadores que favorezcan la participación activa, la interacción social y el desarrollo socioemocional de todos los estudiantes (9,10). En este contexto, la robótica educativa con enfoque social ha emergido como una alternativa prometedora para fortalecer los procesos de inclusión y promover experiencias de aprendizaje significativo en entornos escolares diversos (11,12). En particular, los robots sociales diseñados para la mediación pedagógica han mostrado resultados favorables en el desarrollo de la atención conjunta, la autorregulación emocional, la comunicación y las habilidades sociales de niñas y niños con TEA (13,14). Asimismo, estos dispositivos contribuyen a la creación de ambientes estructurados, predecibles y motivadores, características que han sido ampliamente valoradas por docentes y familias debido a su potencial para facilitar la participación y el compromiso del estudiantado con las actividades educativas (15). No obstante, una proporción significativa de las tecnologías de robótica social reportadas en la literatura científica ha sido desarrollada en contextos internacionales con alta disponibilidad de recursos tecnológicos, lo que limita su transferibilidad y adopción en sistemas educativos con restricciones presupuestarias. Además, muchas de estas soluciones presentan elevados costos de implementación y una limitada adaptación a las particularidades socioculturales y educativas de los contextos latinoamericanos (16,17). Esta situación evidencia la necesidad de promover iniciativas de innovación tecnológica contextualizadas, accesibles y sostenibles que respondan a las necesidades reales de las comunidades escolares. La evidencia científica disponible sugiere que el diseño y la implementación de robots educativos deben sustentarse en principios de accesibilidad, pertinencia cultural, diseño emocional y aprendizaje basado en el enfoque STEAM, con el propósito de favorecer una integración efectiva de estas tecnologías en los procesos educativos (18,19). De igual manera, diversos autores destacan la importancia de involucrar activamente al profesorado en los procesos de diseño, validación e implementación de herramientas tecnológicas, favoreciendo modelos de innovación educativa participativa orientados hacia una inclusión crítica, contextualizada y transformadora (20). Bajo esta perspectiva, el presente estudio tuvo como objetivo diseñar e implementar TeamiBot, un robot social de acompañamiento lúdico orientado a favorecer la inclusión educativa de niñas y niños con TEA en aulas de educación preescolar de Guasave, Sinaloa, México. A través de un enfoque cualitativo sustentado en la investigación-acción, se analizó el impacto de esta herramienta sobre la interacción social, la participación activa del estudiantado y las percepciones docentes respecto al uso de tecnologías socioafectivas en contextos educativos inclusivos. La propuesta se fundamenta en una visión humanista de la robótica educativa, sustentada en principios éticos, pedagógicos y de justicia social, que conciben la tecnología como un medio para promover la equidad, la participación y el reconocimiento de la diversidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Guasave, Sinaloa, México, específicamente en dos jardines de niños públicos de modalidad general ubicados en zonas urbanas. Ambos centros educativos brindan atención a población infantil de entre cinco y seis años de edad y cuentan con grupos integrados por aproximadamente 18 a 20 estudiantes. El contexto socioeducativo de la región se caracteriza por la coexistencia de diversos niveles socioeconómicos y por la presencia de desafíos asociados a la disponibilidad de infraestructura escolar, el acceso a tecnologías educativas y las oportunidades de formación continua del personal docente en materia de educación inclusiva.

La muestra estuvo conformada por 35 estudiantes, de los cuales nueve contaban con un diagnóstico clínico confirmado de Trastorno del Espectro Autista (TEA) y cinco presentaban indicadores de neurodivergencia sin diagnóstico formal, incluyendo dificultades en la comunicación, la interacción social o la autorregulación emocional. El grupo restante estuvo integrado por estudiantes neurotípicos. Esta diversidad permitió evaluar el desempeño del sistema robótico en un entorno educativo inclusivo auténtico, representativo de las dinámicas de convivencia y participación que caracterizan a las aulas de educación preescolar.

Asimismo, participaron cuatro profesionales de la educación, incluidas las docentes titulares de los grupos y maestras de apoyo adscritas a la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), quienes colaboraron activamente durante las fases de diseño, implementación y evaluación de la intervención.

La selección de los centros escolares se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando criterios como la disposición institucional para participar en proyectos de innovación educativa, la existencia de antecedentes de colaboración con iniciativas de investigación y el cumplimiento de las condiciones éticas necesarias para la realización de intervenciones con población infantil. Adicionalmente, la experiencia previa del equipo investigador en dichos contextos facilitó el acceso al campo de estudio, la obtención del consentimiento informado de las familias y el establecimiento de mecanismos permanentes de seguimiento y protección del bienestar de los participantes durante todo el proceso de investigación.

2.2 Tratamientos y diseño experimental

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, sustentado en el paradigma de la investigación-acción participativa, tomando como referencia el modelo cíclico propuesto por Elliott [21] y la perspectiva reflexiva planteada por Smyth [22]. La elección de este enfoque metodológico respondió a su potencial para vincular de manera sistemática la reflexión crítica con la práctica educativa, favoreciendo la participación activa del profesorado en la identificación, comprensión y transformación de los procesos de inclusión desarrollados en el aula. En este sentido, la investigación no se limitó a la incorporación de una

innovación tecnológica, sino que buscó analizar su influencia en las dinámicas de interacción social, las prácticas pedagógicas y las condiciones contextuales que configuran la experiencia educativa de estudiantes con TEA.

El proceso investigativo se estructuró en tres fases interrelacionadas: diagnóstico, implementación y reflexión. Durante la fase diagnóstica se realizaron entrevistas semiestructuradas al personal docente y observaciones sistemáticas de aula con orientación etnográfica, con el propósito de identificar barreras para la inclusión, patrones de interacción, rutinas escolarizadas y áreas susceptibles de mejora. Esta etapa permitió establecer una línea base para el diseño de las actividades de intervención y para comprender las necesidades específicas de los participantes.

La fase de implementación comprendió el desarrollo de ocho sesiones pedagógicas mediadas por TeamiBot, distribuidas a lo largo de cuatro semanas consecutivas, con una frecuencia de dos sesiones semanales. Cada sesión tuvo una duración aproximada de 30 a 35 minutos y fue organizada en tres momentos didácticos: apertura e interacción inicial, desarrollo de retos o actividades STEAM y cierre reflexivo. Esta estructura buscó favorecer la participación activa, la interacción entre pares y la consolidación progresiva de los aprendizajes.

Las actividades fueron diseñadas a partir del enfoque STEAM, adaptado a las características del nivel preescolar e integrando experiencias de exploración sensorial, pensamiento lógico, expresión creativa y aprendizaje colaborativo. Con el fin de atender las necesidades de una población diversa, se incorporaron apoyos visuales, estímulos auditivos, preguntas orientadoras y consignas diferenciadas en función de las capacidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

La interacción con TeamiBot se articuló mediante el uso pedagógico de sus principales componentes programables, entre los que destacan sistemas de iluminación LED, sensores de proximidad, desplazamientos controlados, reproducción de sonidos y mecanismos de retroalimentación multisensorial. Estas funcionalidades fueron utilizadas de manera intencional para promover la atención conjunta, la participación, la comunicación y la autorregulación conductual y emocional de las niñas y los niños participantes. Desde esta perspectiva, el robot actuó como un mediador tecnológico orientado a fortalecer las oportunidades de interacción y aprendizaje dentro del entorno inclusivo.

La secuencia de actividades, los objetivos pedagógicos y las funcionalidades tecnológicas empleadas en cada sesión se presentan en la Tabla 1, donde se describe la articulación entre los contenidos de aprendizaje, las estrategias didácticas implementadas y los recursos tecnológicos incorporados durante la intervención. Esta organización permitió garantizar la coherencia entre los propósitos educativos del estudio y las capacidades operativas del sistema robótico desarrollado.

Tabla 1. Diseño de sesiones con TeamiBot y propósitos pedagógicos

Sesión	Objetivo didáctico	Duración	Estrategia/tecnología aplicada
1	Exploración libre del robot y reconocimiento del espacio	30 min	Activación de luces y movimiento por detección de presencia
2	Expresión emocional a través de colores y sonidos	30 min	Selección de colores según emociones; respuesta auditiva
3	Resolución de desafíos colaborativos en parejas	35 min	Ruta programada; desplazamiento hacia objeto meta
4	Identificación de patrones y secuencias mediante interacción física	30 min	Lectura de tarjetas de colores y ejecución de comandos
5	Construcción de un circuito simple en equipo	35 min	Integración con sensores táctiles y feedback visual
6	Asociación de figuras geométricas con instrucciones robóticas	30 min	Uso de formas impresas y ejecución de trayectorias
7	Juego libre estructurado con acompañamiento emocional	30 min	Movimiento libre del robot con interacciones guiadas
8	Retroalimentación grupal: verbalización de aprendizajes y cierre emocional	30 min	Secuencia de luces, aplauso sonoro y despedida programada

2.3 Análisis de los datos

El análisis de la información se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, sustentado en los principios de la Teoría Fundamentada y, particularmente, en el procedimiento de codificación abierta descrito por Strauss y Corbin [23]. Este enfoque permitió examinar de manera sistemática las percepciones, experiencias y significados construidos por los participantes durante el proceso de intervención, facilitando la identificación de patrones emergentes y relaciones conceptuales presentes en los datos. El corpus analítico estuvo integrado por cuatro entrevistas semiestructuradas realizadas a docentes, ocho registros de observación estructurada obtenidos durante las sesiones de intervención y cuatro bitácoras reflexivas elaboradas por el profesorado al concluir las actividades pedagógicas. La combinación de estas fuentes permitió obtener una comprensión amplia y contextualizada del fenómeno estudiado.

El proceso de análisis siguió una lógica inductiva y se desarrolló en cinco etapas sucesivas. En primer lugar, se efectuó la transcripción literal de las entrevistas y de los registros narrativos generados durante el trabajo de campo. Posteriormente, se realizó una lectura comprensiva y reiterada de los documentos con el propósito de familiarizarse con el contenido e identificar unidades de significado relevantes. En una tercera etapa, se llevó a cabo la codificación abierta, asignando etiquetas conceptuales a fragmentos de información relacionados con la interacción social, la participación estudiantil, la atención, la mediación tecnológica y las percepciones docentes. A continuación, se desarrolló un proceso de codificación axial y selectiva, mediante el cual los códigos iniciales fueron agrupados en categorías y subcategorías analíticas que permitieron explicar las relaciones entre los principales hallazgos emergentes. Finalmente, se efectuó una triangulación metodológica de fuentes, contrastando

la información proveniente de entrevistas, observaciones y bitácoras con el fin de fortalecer la credibilidad, consistencia y validez interpretativa de los resultados.

La Figura 1 presenta de manera esquemática la secuencia analítica seguida durante el estudio, ilustrando la relación entre las etapas de procesamiento de la información, la construcción de categorías y los procedimientos de validación cualitativa implementados para garantizar la rigurosidad científica de la investigación.

Figura 1. Secuencia de análisis cualitativo aplicado en el estudio

Con el propósito de fortalecer la rigurosidad metodológica y la credibilidad de los resultados, la validación de los hallazgos se realizó mediante un proceso de triangulación interpretativa, complementado con estrategias de revisión entre pares y validación por los participantes. En primer lugar, las categorías emergentes y las interpretaciones derivadas del análisis fueron sometidas a discusión dentro del equipo investigador, favoreciendo la contrastación de perspectivas y la reducción de posibles sesgos analíticos. Posteriormente, se llevaron a cabo sesiones de devolución reflexiva con las docentes participantes, quienes revisaron los resultados preliminares y proporcionaron retroalimentación crítica sobre las interpretaciones realizadas. Este proceso permitió corroborar la pertinencia de los hallazgos, así como ajustar y refinar aquellas categorías que requerían una mejor representación de las experiencias observadas en el contexto educativo.

Como resultado del proceso de codificación y categorización, emergieron diversas categorías analíticas que describen los principales efectos observados durante la implementación de TeamiBot. Entre las más relevantes destacan: “regulación emocional mediada por tecnología”, relacionada con la capacidad del robot para favorecer conductas de autocontrol y disminución de respuestas disruptivas; “colaboración espontánea entre pares”, asociada con el incremento de interacciones cooperativas durante las actividades grupales; “anticipación y seguimiento de rutinas”, vinculada con una mayor comprensión y estructuración

de las dinámicas escolares; y “participación equitativa”, referida al aumento de oportunidades de involucramiento de estudiantes con distintas necesidades educativas dentro de las actividades propuestas.

La Tabla 2 presenta una descripción detallada de cada categoría emergente, así como ejemplos representativos extraídos de las diferentes fuentes de información analizadas. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la incorporación de TeamiBot favoreció procesos de interacción social, regulación emocional y participación activa del alumnado, contribuyendo al fortalecimiento de prácticas pedagógicas inclusivas en los contextos educativos estudiados. Asimismo, los resultados evidencian el potencial de la robótica social como herramienta de mediación educativa para promover experiencias de aprendizaje más accesibles, participativas y sensibles a la diversidad presente en las aulas de educación preescolar.

Tabla 2. Categorías emergentes del análisis cualitativo y evidencia observada

Categoría emergente	Descripción interpretativa	Evidencia ejemplar
Regulación emocional mediada por tecnología	El robot ayudó a niños con TEA a identificar y regular emociones mediante luces y sonidos.	“Cuando se puso azul, ella dijo: ‘Estoy tranquila como el robot’.”
Colaboración espontánea entre pares	Se promovió la interacción no guiada entre estudiantes con y sin diagnóstico.	“Le ayudó a presionar el botón sin que nadie se lo pidiera.”
Anticipación y seguimiento de rutinas	Las secuencias programadas facilitaron la comprensión del inicio, desarrollo y cierre de las sesiones.	“Ya sabían que el sonido significaba que era hora de guardar.”
Participación equitativa	Todos los niños interactuaron con el robot en igualdad de condiciones.	“Cada quien tuvo su turno para hacerlo hablar o moverse.”

Con el propósito de garantizar la calidad metodológica del estudio, se atendieron los criterios de rigor cualitativo propuestos por Lincoln y Guba [24], particularmente aquellos relacionados con la credibilidad, la transferibilidad y la confirmabilidad. La credibilidad se fortaleció mediante la triangulación de fuentes de información, la validación de hallazgos con las docentes participantes y la revisión interpretativa entre los integrantes del equipo investigador. La transferibilidad se favoreció a través de una descripción detallada del contexto, los participantes y las condiciones de implementación de la intervención, permitiendo valorar la aplicabilidad de los hallazgos en entornos educativos con características semejantes. Por su parte, la confirmabilidad se aseguró mediante el mantenimiento de registros sistemáticos del proceso investigativo, la documentación de las decisiones analíticas y la conservación de evidencias que respaldan las interpretaciones realizadas.En cuanto a los aspectos éticos, la investigación se desarrolló conforme a los principios de respeto, beneficencia y protección de las personas participantes. Se garantizó la confidencialidad de la información mediante la anonimización de los datos y la utilización de identificadores alfanuméricos para resguardar la identidad de estudiantes y docentes. Asimismo, previo al inicio del trabajo de campo, se obtuvo el consentimiento informado por escrito de madres, padres o tutores legales, así como la autorización institucional correspondiente para la realización de las actividades de intervención. De igual manera, se implementaron medidas

orientadas a salvaguardar el bienestar físico, emocional y educativo de las niñas y los niños participantes, procurando que las actividades desarrolladas no generaran riesgos ni afectaciones en sus procesos formativos. Todas las fases de la investigación fueron conducidas de acuerdo con las disposiciones éticas establecidas por el Comité de Ética del Instituto Tecnológico Superior de Guasave, garantizando el respeto a los derechos, la dignidad y la integridad de las personas involucradas durante el desarrollo del estudio.

3. Resultados

3.1 Resultados emergentes del trabajo de campo

El análisis cualitativo permitió identificar patrones de comportamiento, dinámicas de interacción y percepciones docentes asociadas con la implementación de TeamiBot en contextos de educación inclusiva. Mediante el proceso de codificación abierta propuesto por Strauss y Corbin [23], se construyeron cuatro categorías emergentes que sintetizan los principales efectos observados durante la intervención: regulación emocional mediada por tecnología, colaboración espontánea entre pares, anticipación y seguimiento de rutinas y participación equitativa. Estas categorías reflejan dimensiones relevantes de la experiencia educativa generada por la incorporación del robot social en el aula, particularmente en lo relacionado con la interacción social, la participación activa y el acompañamiento pedagógico de estudiantes con TEA y otras formas de neurodivergencia. Asimismo, ponen de manifiesto el potencial de las tecnologías socioafectivas para actuar como mediadoras de procesos inclusivos, facilitando oportunidades de interacción y aprendizaje en entornos caracterizados por la diversidad.

La Tabla 3 presenta una selección de citas textuales representativas obtenidas de entrevistas semiestructuradas, registros de observación y bitácoras reflexivas elaboradas por las docentes participantes. Estas evidencias fueron seleccionadas por su capacidad para ilustrar las experiencias, percepciones y cambios observados durante el proceso de implementación de TeamiBot, aportando profundidad interpretativa a las categorías identificadas. En conjunto, los hallazgos sugieren que la incorporación de TeamiBot favoreció la creación de ambientes de aprendizaje más participativos, estructurados y accesibles para el alumnado. Asimismo, las narrativas docentes indican que el robot contribuyó a fortalecer la motivación, la interacción entre pares y la implicación de los estudiantes en las actividades pedagógicas, generando experiencias positivas tanto para el alumnado como para el personal educativo.

Las categorías emergentes y las evidencias asociadas permiten comprender de manera contextualizada cómo la integración de herramientas de robótica social puede contribuir al fortalecimiento de prácticas inclusivas en educación preescolar, al tiempo que ofrecen elementos relevantes para orientar futuras intervenciones y procesos de innovación educativa dirigidos a poblaciones con necesidades diversas.

Tabla 3. Citas significativas del trabajo de campo asociadas a las categorías emergentes

Categoría	Cita representativa	Fuente
Regulación emocional mediada por tecnología	"Cuando él se frustra, el robot le ayuda a calmarse; se enfoca en las luces y eso lo tranquiliza."	Entrevista docente 1
Colaboración espontánea entre pares	"Vi cómo lo invitaban a jugar, no lo dejaban solo... ¡Y hasta le pasaban el robot para que le tocara a él!"	Observación aula, sesión 3
Anticipación y seguimiento de rutinas	"Ellos ya sabían qué seguía con TeamiBot. Les daba estructura sin que lo notaran."	Bitácora docente 2
Participación equitativa	"Es la primera vez que todos quieren pasar, incluso quienes casi nunca hablan o levantan la mano."	Entrevista docente 4

3.2 Discusión de Hallazgos

Los hallazgos obtenidos a partir del análisis cualitativo permiten sostener que la incorporación de TeamiBot favoreció la construcción de entornos pedagógicos más inclusivos, al promover la interacción social, la autorregulación emocional y la participación equitativa de estudiantes con y sin diagnóstico de Trastorno del Espectro Autista (TEA). Estos resultados coinciden con la evidencia reportada en la literatura especializada, la cual señala que los robots sociales pueden desempeñar un papel relevante como mediadores pedagógicos en contextos educativos caracterizados por la diversidad funcional [13–15].

La categoría "regulación emocional mediada por tecnología" evidenció que los estímulos visuales, auditivos y de retroalimentación proporcionados por TeamiBot favorecieron procesos de autorregulación conductual y emocional. Las observaciones de aula mostraron una disminución de conductas asociadas a la ansiedad durante las transiciones entre actividades, así como una mayor capacidad de las infancias para mantener la atención y responder a las consignas pedagógicas. Estos resultados son congruentes con lo reportado por Cabibihan et al. [15], quienes señalan que los robots sociales pueden proporcionar entornos estructurados y predecibles que incrementan la sensación de seguridad y facilitan la interacción de estudiantes neurodivergentes con su entorno educativo.

Por otra parte, la categoría "colaboración espontánea entre pares" puso de manifiesto que la presencia del robot generó oportunidades de interacción social que surgieron de manera natural entre estudiantes con distintos perfiles de desarrollo. A diferencia de otras estrategias que requieren una mediación constante por parte del docente, la actividad centrada en TeamiBot promovió dinámicas colaborativas caracterizadas por el intercambio de ideas, la resolución conjunta de tareas y el apoyo mutuo. Estos hallazgos respaldan los planteamientos de Anijovich [10], quien enfatiza la importancia de generar experiencias pedagógicas sustentadas en el encuentro, la diversidad y la construcción colectiva del aprendizaje.

Asimismo, la categoría "anticipación y seguimiento de rutinas" evidenció que la utilización sistemática del robot contribuyó a proporcionar una estructura clara y consistente a las actividades de intervención. La secuencia predecible de acciones realizadas por TeamiBot permitió que los estudiantes identificaran con

mayor facilidad el inicio, desarrollo y cierre de cada sesión, favoreciendo la comprensión de las rutinas y mejorando la atención sostenida. Este hallazgo coincide con las observaciones de Diehl et al. [14], quienes destacan que las tecnologías socioafectivas pueden facilitar la organización temporal de las actividades escolares y mejorar la adaptación de estudiantes con TEA a los cambios de contexto y transición entre tareas.

De igual forma, la categoría “participación equitativa” mostró que las actividades diseñadas permitieron ampliar las oportunidades de involucramiento de todos los estudiantes, independientemente de sus niveles de desarrollo comunicativo, motor o atencional. La interacción multisensorial ofrecida por TeamiBot posibilitó múltiples formas de participación, reduciendo barreras frecuentemente asociadas a modelos pedagógicos centrados exclusivamente en la comunicación verbal o en respuestas académicas convencionales. Desde esta perspectiva, los resultados respaldan la visión de Freire [20], quien plantea que una educación inclusiva debe reconocer la diversidad de formas de aprender y participar, evitando la imposición de modelos homogéneos que puedan limitar la expresión de las capacidades individuales.

Un aspecto relevante identificado durante la intervención fue la alta capacidad del robot para captar y mantener el interés de las infancias. Su diseño lúdico, la incorporación de luces, sonidos y movimientos programados, así como la posibilidad de interacción directa, favorecieron niveles elevados de motivación y compromiso con las actividades propuestas. Estos elementos coinciden con investigaciones previas que destacan la importancia del diseño emocional y de la interacción multisensorial en el desarrollo de tecnologías educativas orientadas a la inclusión [18,19].

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las características contextuales del estudio. La investigación se desarrolló en un número reducido de centros educativos y bajo un enfoque eminentemente cualitativo, por lo que los hallazgos no pretenden ser generalizables desde una perspectiva estadística. Sin embargo, la riqueza de las evidencias obtenidas permite comprender en profundidad los procesos de interacción generados por la implementación de TeamiBot y aporta información valiosa para futuras investigaciones orientadas a evaluar su efectividad en otros niveles educativos, contextos socioculturales o poblaciones con necesidades específicas de apoyo educativo.

La Figura 2 muestra uno de los momentos más representativos de la intervención, en el que un grupo de estudiantes interactúa activamente con TeamiBot dentro de un entorno diseñado para favorecer la mediación pedagógica y la participación inclusiva. Esta imagen sintetiza el papel desempeñado por la tecnología como facilitadora de experiencias de aprendizaje compartidas, centradas en la cooperación, la exploración y el reconocimiento de la diversidad como elemento constitutivo de la práctica educativa.

Figura 2. Robot TeamiBot en actividad mediada con infancias de educación preescolar. Se observa la interacción multisensorial durante una sesión STEAM inclusiva.

Los resultados obtenidos contribuyen al fortalecimiento del campo de la robótica educativa con enfoque social, al evidenciar que el diseño e implementación de soluciones tecnológicas contextualizadas en entornos escolares reales puede constituir una estrategia efectiva para promover la inclusión educativa y favorecer el desarrollo integral de estudiantes con necesidades diversas. En particular, los hallazgos sugieren que la incorporación de robots sociales diseñados desde criterios de accesibilidad, pertinencia pedagógica y sensibilidad contextual puede facilitar la materialización de los principios de equidad, participación y atención a la diversidad impulsados por organismos internacionales como la UNESCO y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) [1,2]. Asimismo, los resultados ponen de manifiesto la importancia de desarrollar tecnologías educativas que respondan a las características socioculturales y necesidades específicas de las comunidades escolares donde serán implementadas. Desde esta perspectiva, la construcción de prototipos de bajo costo, adaptables y centrados en el usuario representa una alternativa viable para ampliar el acceso a recursos tecnológicos inclusivos en contextos con limitaciones económicas o de infraestructura. De igual manera, la experiencia documentada en este estudio refuerza el valor de la investigación-acción participativa como enfoque metodológico para la innovación educativa. La participación activa del profesorado en las fases de diagnóstico, diseño, implementación y reflexión permitió generar procesos de transformación contextualizados, favoreciendo una apropiación más significativa de la tecnología y una comprensión crítica de sus posibilidades y limitaciones. En concordancia con los planteamientos de Elliott [21] y Smyth [22], la investigación-acción no solo constituyó una estrategia para evaluar una intervención tecnológica, sino también

un mecanismo para promover la reflexión sistemática sobre las prácticas pedagógicas y fortalecer capacidades institucionales orientadas a la inclusión. En conjunto, estos hallazgos respaldan la necesidad de continuar impulsando investigaciones interdisciplinarias que articulen educación, tecnología e inclusión social, con el propósito de generar evidencias que contribuyan al diseño de políticas, estrategias y recursos pedagógicos capaces de responder a la creciente diversidad presente en los sistemas educativos contemporáneos. Asimismo, abren nuevas líneas de investigación relacionadas con la personalización de la interacción humano-robot, la incorporación de sistemas adaptativos basados en inteligencia artificial y la evaluación longitudinal de los efectos de la robótica social en el desarrollo académico, social y emocional de las infancias neurodivergentes.

4. Discusión

4.1 Criterios

El análisis de los resultados se estructuró a partir de cuatro criterios centrales derivados del proceso de codificación cualitativa: regulación emocional mediada por tecnología, colaboración espontánea entre pares, anticipación y seguimiento de rutinas y participación equitativa. Estas categorías fueron definidas con base en la recurrencia temática observada en los datos, la consistencia interpretativa entre las diferentes fuentes de información empleadas (entrevistas, observaciones y bitácoras docentes) y su estrecha vinculación con los objetivos planteados en la investigación. Cada uno de estos criterios representa una dimensión específica del impacto generado por la implementación de TeamiBot en entornos inclusivos de educación preescolar. En conjunto, las categorías permiten comprender cómo la interacción con el robot social influyó tanto en los procesos individuales de aprendizaje como en las dinámicas colectivas desarrolladas dentro del aula.

La categoría regulación emocional mediada por tecnología se relacionó con la presencia de conductas asociadas a una mayor estabilidad emocional, incremento de la atención sostenida y disminución de episodios disruptivos durante las actividades pedagógicas. Los registros de observación mostraron que la interacción con los estímulos visuales, auditivos y kinestésicos proporcionados por TeamiBot contribuyó a generar un entorno estructurado y predecible para los estudiantes. Estos resultados coinciden con los hallazgos reportados por Cabibihan et al. [15] y Diehl et al. [14], quienes destacan el potencial de los robots sociales para favorecer procesos de autorregulación y adaptación conductual en estudiantes con TEA. Por su parte, la categoría colaboración espontánea entre pares evidenció que la mediación tecnológica promovió interacciones sociales no planificadas entre estudiantes con diferentes perfiles de desarrollo. La curiosidad suscitada por el funcionamiento del robot y la realización de actividades compartidas favorecieron comportamientos cooperativos, intercambio de ideas y apoyo mutuo entre compañeros. Este resultado coincide con lo señalado por Chaldi y Mantzanidou [11], quienes identifican a la robótica educativa como un catalizador de experiencias colaborativas y de aprendizaje compartido en contextos inclusivos.

En relación con la categoría anticipación y seguimiento de rutinas, los hallazgos indican que la consistencia en el uso de TeamiBot como mediador de las actividades permitió establecer una secuencia de trabajo fácilmente reconocible por los estudiantes. La previsibilidad de las dinámicas contribuyó a reducir la incertidumbre y favoreció la adaptación progresiva a los diferentes momentos de la sesión. Este aspecto resultó particularmente relevante para las niñas y los niños con TEA, quienes mostraron una mayor disposición a participar cuando las actividades seguían patrones claramente identificables. Finalmente, la categoría participación equitativa puso de manifiesto que las actividades diseñadas posibilitaron la incorporación efectiva de estudiantes con y sin diagnóstico de TEA en experiencias educativas compartidas. La interacción con el robot se produjo en condiciones de igualdad, minimizando barreras asociadas a las diferencias en habilidades comunicativas, motoras o atencionales. Como resultado, se observaron escenarios de participación conjunta caracterizados por la inclusión activa del alumnado, sin evidencias de aislamiento, segregación o exclusión durante las sesiones de intervención. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la integración de tecnologías socioafectivas como TeamiBot puede constituir una estrategia pedagógica eficaz para fortalecer los principios de participación, accesibilidad e inclusión en la educación preescolar, favoreciendo experiencias de aprendizaje más equitativas y sensibles a la diversidad de necesidades presentes en el aula.

4.2 Evaluación

A partir de los criterios analíticos establecidos, se realizó una evaluación interpretativa de los efectos derivados de la implementación de TeamiBot, cuyos resultados respaldan su potencial como herramienta de mediación pedagógica en contextos de educación inclusiva. La valoración se sustentó tanto en las evidencias obtenidas durante el trabajo de campo como en los procesos de reflexión compartida desarrollados con las docentes participantes mediante sesiones de devolución y análisis colaborativo. Los hallazgos sugieren que TeamiBot contribuyó a estructurar las dinámicas temporales de las actividades, incrementar la motivación del alumnado y proporcionar mecanismos de retroalimentación multisensorial que favorecieron la participación y el compromiso con las tareas propuestas. En este sentido, la tecnología no actuó como un sustituto de la intervención docente, sino como un recurso complementario que amplió las posibilidades de mediación pedagógica y fortaleció los procesos de inclusión dentro del aula. Estos resultados son congruentes con los planteamientos de Anzaldo-Campos et al. [13], quienes señalan que la robótica social educativa alcanza su mayor potencial cuando se integra de manera articulada a las estrategias didácticas diseñadas por el profesorado.

Asimismo, la metodología de investigación-acción participativa, sustentada en el ciclo de reflexión crítica propuesto por Smyth [22], demostró ser una estrategia eficaz para promover procesos de transformación pedagógica. La participación activa de las docentes en las fases de observación, análisis, implementación y reflexión favoreció la revisión crítica de sus prácticas y la construcción de nuevas perspectivas sobre la inclusión educativa. Este proceso

coincide con los planteamientos de Freire [20] y García-Peñalvo [19], quienes destacan la importancia de la reflexión sistemática y la participación consciente del profesorado como elementos centrales para la innovación educativa y el cambio institucional. No obstante, también se identificaron desafíos relevantes durante la implementación. Algunas docentes manifestaron incertidumbre inicial respecto al uso de tecnologías emergentes en entornos inclusivos, particularmente en relación con la integración del robot dentro de las actividades curriculares y su potencial impacto en la dinámica del aula. Estas observaciones reflejan la necesidad de fortalecer los procesos de formación continua en inclusión educativa, competencias digitales y uso pedagógico de tecnologías innovadoras. Dichos hallazgos coinciden con lo señalado por Bravo y Maldonado [16], quienes advierten que las barreras institucionales, culturales y formativas continúan representando obstáculos para la incorporación efectiva de tecnologías educativas en diversos contextos latinoamericanos.

En conjunto, los resultados de esta investigación permiten inferir que la robótica social, cuando es implementada bajo criterios pedagógicos, éticos y contextualmente pertinentes, puede constituir una estrategia valiosa para promover entornos educativos más inclusivos. La experiencia con TeamiBot evidenció que las tecnologías socioafectivas tienen el potencial de favorecer la participación de estudiantes con diferentes perfiles de desarrollo, fortalecer las interacciones sociales y generar oportunidades de aprendizaje más equitativas desde las primeras etapas de la educación formal. En consecuencia, los hallazgos respaldan la necesidad de continuar impulsando iniciativas de innovación educativa que integren tecnología, inclusión y participación docente como ejes fundamentales para avanzar hacia una educación más justa, accesible y centrada en la diversidad.

5. Conclusiones

La implementación de TeamiBot en aulas de educación preescolar demostró que la robótica social puede constituir una herramienta efectiva para promover la inclusión educativa de niñas y niños con y sin Trastorno del Espectro Autista (TEA). Los resultados evidenciaron mejoras en la regulación emocional, la participación activa, la interacción entre pares y el seguimiento de rutinas, favoreciendo entornos de aprendizaje más accesibles y equitativos. Asimismo, se observó que el uso de TeamiBot fortaleció las prácticas pedagógicas de las docentes participantes, quienes reconocieron el valor de las tecnologías socioafectivas como recursos complementarios para atender la diversidad en el aula. En este sentido, la tecnología no sustituyó la labor docente, sino que amplió sus posibilidades de mediación educativa. Los hallazgos sugieren que el diseño de soluciones tecnológicas contextualizadas, accesibles y pedagógicamente fundamentadas puede contribuir al fortalecimiento de la educación inclusiva en los primeros niveles educativos. Sin embargo, su implementación requiere procesos continuos de formación docente y acompañamiento institucional para garantizar su apropiación y sostenibilidad. Como líneas futuras de investigación, se recomienda ampliar el estudio a otros contextos educativos y realizar evaluaciones longitudinales que permitan analizar el impacto de la robótica social

en el desarrollo socioemocional, comunicativo y cognitivo de las infancias neurodivergentes. En conjunto, los resultados confirman el potencial de la robótica social como una estrategia innovadora para favorecer la inclusión, la participación y el aprendizaje significativo en la educación preescolar.

Material suplementario: Este trabajo no contiene material suplemenario.

Contribución de los autores: JHAE-Conceptualización, Metodología, Validación, Supervisión, Escritura–revisión y edición del manuscrito, Coordinación del proyecto. GEBH-Investigación, Desarrollo metodológico, Preparación del manuscrito, Escritura–borrador original. JAMR-Diseño e implementación de programas, Validación técnica, Apoyo en análisis de datos cualitativos. JEPH-Desarrollo de componentes tecnológicos, Programación de TeamiBot, Pruebas de funcionalidad en campo. ZICB-Revisión crítica del manuscrito, Apoyo en análisis teórico y normativo sobre inclusión, Edición y alineación editorial.

Financiamiento: Esta investigación no recibió fondos para la investigación.

Agradecimientos: Los autores agradecen al TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, a las instituciones educativas participantes y al personal docente por su apoyo y colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Conflicto de intereses: Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses para la divulgación de los resultados, discusión, análisis de datos y conclusiones presentados en el presente trabajo.

Referencias

1. UNESCO. Global education monitoring report 2020: inclusion and education, all means all. Paris: UNESCO; 2020. Available from: https://unesdoc.unesco.org/
2. United Nations. Convention on the Rights of Persons with Disabilities. New York (NY): United Nations; 2006. Available from: https://www.un.org/development/desa/disabilities/
3. Giné C, Miquel E. Educación inclusiva: de la teoría a la práctica. Rev Educ Inclusiva. 2021;14(2):7-24. Available from: https://revistaeducacioninclusiva.es/
4. López Melero M. Hacia una escuela inclusiva. Aula Abierta. 2022;51(1):1-10. https://doi.org/10.17811/rifie.20871
5. Secretaría de Educación Pública. Estrategia Nacional de Educación Inclusiva. Ciudad de México: SEP; 2019. Available from: https://www.gob.mx/sep
6. Secretaría de Educación Pública. Lineamientos generales para la educación especial. Ciudad de México: SEP; 2020. Available from: https://www.gob.mx/sep
7. Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación. Educación inclusiva: avances y desafíos. Ciudad de México: CONAPRED; 2022. Available from: https://www.conapred.org.mx/
8. Cruz Vadillo R, Iturbide Fernández P. Educación inclusiva y educación especial en México: dilemas, relaciones y articulaciones. IE Rev Investig Educ REDIECH. 2023;14:e1882. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9418151
9. Brookfield SD. The skillful teacher: on technique, trust and responsiveness in the classroom. 3rd ed. San Francisco (CA): Jossey-Bass; 2015.
10. Anijovich R, Cappelletti G. La evaluación como oportunidad: aprendizaje y enseñanza en la diversidad. Buenos Aires: Paidós; 2017.
11. Chaldi D, Mantzanidou G. Educational robotics and STEAM in early childhood education. Adv Mob Learn Educ Res. 2021;1(2):72-81. https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.02.003
12. Sullivan A, Bers MU. Screen-free STEAM: low-cost and hands-on approaches in early childhood education. Boston (MA): DevTech Research Group, Boston College; 2021.
13. Corrales Castaño L, Rodríguez Torres J. Social robotics as an educational tool for students with ASD: case study. Vis Rev Int Vis Cult Rev. 2022;12(5):1-15. https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3776

14. Diehl JJ, Schmitt LM, Villano M, Crowell CR. The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: a critical review. Res Autism Spectr Disord. 2012;6(1):249-62. https://doi.org/10.1016/j.rasd.2011.05.006
15. Cabibihan JJ, Javed H, Ang M Jr, Aljunied SM. Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots in the therapy of children with autism. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2013;21(4):593-618. https://doi.org/10.1007/s12369-013-0202-2
16. Bravo I, Maldonado M. Apropiación de tecnología social en escuelas rurales: estudio de caso. Rev Educ Futuro. 2021;58:105-128. Available from: https://revistas.upcomillas.es/
17. Martínez-Bello VE, Sanchis-Soler G. STEAM, expresión corporal y desarrollo motor en educación infantil: una revisión. Retos. 2022;45:941-948. https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.93036
18. Vega-Castro M, González A, Martínez A. Robótica educativa y desarrollo de competencias STEAM en educación infantil: un estudio de caso. Rev Iberoam Educ. 2022;88(1):121-140. https://doi.org/10.35362/rie8814860
19. García-Peñalvo FJ. Innovación educativa con enfoque tecnológico: retos y oportunidades. Educ Knowl Soc. 2020;21:e23036. https://doi.org/10.14201/eks.23036
20. Freire P. Pedagogía del oprimido. 74a ed. Ciudad de México: Siglo XXI Editores; 2021.
21. Elliott J. El cambio educativo desde la investigación-acción. Madrid: Morata; 1993.
22. Smyth J. Teachers as researchers: towards a critical pedagogy of learning. London: Falmer Press; 1991.
23. Strauss A, Corbin J. Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory. 4th ed. Thousand Oaks (CA): Sage Publications; 2015.
24. Lincoln YS, Guba EG. Naturalistic inquiry. Newbury Park (CA): Sage Publications; 1985