

## **Avances en la tecnología para el desarrollo de la competencia social del alumnado con trastornos del espectro autista. Revisión sistemática**

*Advances in technology for the development of social competence of students with autism spectrum disorder. Systematic review*

*Avanços na tecnologia para o desenvolvimento da competência social de alunos com transtorno do espectro autista. Revisão sistemática*

María Isabel Gómez-León<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0001-7466-5441

<sup>1</sup> Universidad Internacional de La Rioja, España.

Correspondencia: isabel.gomez@unir.net

Recibido: 22/03/2023

Aceptado: 13/07/2023

**Resumen:** Las tecnologías digitales han mostrado ser potencialmente beneficiosas para el apoyo educativo de las habilidades sociales de los alumnos con trastornos del espectro autista (TEA). Sin embargo, en ocasiones puede ser difícil para los docentes saber qué tipo de tecnologías están disponibles para cada metodología de trabajo y qué evidencia científica respalda su uso. El objetivo de esta revisión es analizar la evidencia científica sobre la eficacia de las intervenciones tecnológicas individuales, colaborativas y cooperativas en el desarrollo de la competencia social de los niños con TEA. Se realizó una revisión sistemática que analizó de manera cualitativa las publicaciones científicas de las revistas indexadas en las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed, ERIC, IEEE Xplore y ACM Digital Library, de acuerdo con los criterios establecidos en la declaración PRISMA. La literatura destaca el potencial del entrenamiento basado en tecnologías digitales para mejorar la interacción social de los estudiantes con TEA, y los estudios controlados muestran datos a favor de su efectividad. Los avances en tecnología muestran una tendencia a utilizar soportes multimodales en contextos virtuales o reales de interacción que proporcionan retroalimentación en tiempo real y a distancia, lo que favorece el aprendizaje y la inclusión social del alumno.

**Palabras clave:** tecnología de la educación; autismo; desarrollo social; colaborativo; revisión sistemática.

**Abstract:** Digital technologies have been shown to be potentially beneficial for educational support of the social skills of students with Autism Spectrum Disorders (ASD). However, it can sometimes be difficult for teachers to know what kind of technologies are available for each work methodology and what scientific evidence supports their use. The aim of this review is to analyze the scientific evidence on the effectiveness of individual, collaborative and cooperative technological interventions in the development of social competence of children with ASD. A systematic review was carried out, which qualitatively analyzed the scientific publications of the journals indexed in

*the databases Scopus, Web of Science, PubMed, ERIC, IEEE Xplore and ACM Digital Library following the criteria set out in the PRISMA declaration. The literature highlights the potential of training based on digital technologies to improve students' social interaction with ASD and controlled studies show data in favor of its effectiveness. Advances in technology show a tendency to use multimodal supports in virtual or real contexts of interaction that provide feedback in real time and at a distance, favoring learning and social inclusion of the student.*

**Keywords:** *educational technology; autism; social development; collaborative; systematic review.*

**Resumo:** *As tecnologias digitais têm se mostrado potencialmente benéficas para o apoio educacional das habilidades sociais de alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA). No entanto, às vezes pode ser difícil para os professores saberem que tipo de tecnologias estão disponíveis para cada metodologia de trabalho e quais evidências científicas apoiam seu uso. O objetivo desta revisão é realizar uma análise das evidências científicas sobre a eficácia das intervenções tecnológicas individuais, colaborativas e cooperativas no desenvolvimento da competência social em crianças com TEA. Foi realizada uma revisão sistemática que analisou qualitativamente publicações científicas de periódicos indexados nos bancos de dados Scopus, Web of Science, PubMed, ERIC, IEEE Xplore e ACM Digital Library, seguindo os critérios estabelecidos na declaração PRISMA. A literatura destaca o potencial do treinamento baseado em tecnologias digitais para melhorar a interação social de alunos com TEA, e estudos controlados mostram dados a favor de sua eficácia. Os avanços tecnológicos mostram uma tendência ao uso de suportes multimodais em contextos de interação virtual ou real que fornecem feedback remoto e em tempo real, favorecendo o aprendizado e a inclusão social do aluno.*

**Palavras-chave:** *tecnologia educacional; autismo; desenvolvimento social; colaborativo; autismo; revisão sistemática.*

## **Introducción**

La competencia social hace referencia a los comportamientos verbales y no verbales necesarios para una comunicación interpersonal efectiva. Estas habilidades permiten iniciar o participar en actividades sociales, comprender los puntos de vista de los demás y expresar verbalmente estados emocionales. Por ello, estas se consideran un aspecto necesario e integral de la instrucción académica para ayudar a todos los estudiantes a tener éxito tanto dentro como fuera del aula. Sin embargo, no todos los alumnos adquieren este tipo de competencias con éxito, entre otros, aquellos con trastornos del espectro autista (TEA). Estos niños no siempre logran comprender las sutilezas del lenguaje corporal y verbal, lo que les dificulta comprender las diferentes situaciones sociales y responder a ellas de manera adecuada (Gómez-León, 2019; Rashedi et al., 2022; Sutton et al., 2019).

Las dificultades sociales de los niños con TEA inciden en la calidad de su integración social y escolar, y posteriormente se convierten en obstáculos para su integración socio-profesional. Por

ello es importante poder entrenar las habilidades sociales de estos alumnos en la escuela desde una edad temprana.

Investigaciones recientes han destacado que las intervenciones escolares para los estudiantes con TEA requieren muchos recursos y, por lo general, las llevan a cabo investigadores fuera del aula (Anderson et al., 2018; Smith et al. 2021; Sutton et al., 2019). Esto destaca la necesidad de estudios que documenten intervenciones efectivas que sean factibles en entornos escolares. La tecnología digital puede ser particularmente beneficiosa cuando está integrada en el aula; algunas interfaces digitales son relativamente económicas y fácilmente disponibles en muchas aulas, con el potencial de reducir la variabilidad y mejorar la fidelidad de una manera fácil de usar (Anderson et al., 2018; Sutton et al., 2019). Por ello, durante los últimos años, investigadores y especialistas en TEA han mostrado un creciente interés por las tecnologías digitales (Fage et al., 2018; Hedges et al., 2017; Rashedi et al., 2022), tanto en el entrenamiento de habilidades cognitivas como socioemocionales.

Algunos estudios sugieren que la tecnología digital mejora la adherencia de los niños con TEA a los programas de entrenamiento socioemocional. Es más, se ha encontrado que los niños con TEA pueden llegar a disfrutar más de los programas de capacitación que utilizan esta tecnología que los niños neurotípicos (Al-Rashaida et al., 2022; Fage et al., 2018). Así mismo, se ha hallado que los niños con TEA muestran más atención y motivación y adquieren un mayor rendimiento cuando se utilizan instrucciones con un programa informático que con un humano (Atherton & Cross, 2022).

Se considera que la tecnología digital tiene ventajas para estos niños, por ejemplo, las tareas propuestas en el ordenador están claramente definidas y favorecen la focalización de la atención al reducir las distracciones debidas a estímulos sensoriales irrelevantes. La actividad informática, a diferencia de los entornos educativos ordinarios, requiere de contextos de comunicación social que pueden ser más fácilmente graduados y controlados. Produce respuestas inmediatas, predecibles e infinitamente repetibles. La información se presenta de forma secuencial y puede ser personalizada. Además, la comunicación se basa en gran medida en las interfaces gráficas que hacen un gran uso de los códigos visuales y, como tal, se adaptan a los modos de comunicación utilizados por los niños con TEA (Al-Rashaida et al., 2022; Rashedi et al., 2022).

Sin embargo, algunos autores señalan que gran parte de esta tecnología se ha centrado en trabajar habilidades sociales discretas, como el reconocimiento o la producción emocional que,

aunque son un primer paso hacia el desarrollo de las habilidades sociales, no proporciona ninguna garantía de que el niño sea capaz de transferir este aprendizaje a situaciones la vida cotidiana (Grossard et al., 2017). Otros expresan reservas sobre las tecnologías digitales para enseñar habilidades sociales por tratarse de un método de aprendizaje individual que, paradójicamente, podría conducir a un mayor aislamiento social (Kinsella et al., 2017). Incluso se ha advertido contra declaraciones entusiastas a favor del uso de la tecnología en niños con TEA ya que, en ocasiones, puede estar basada en evidencia anecdótica en lugar de datos de evaluación experimental (Hedges et al., 2017).

La tecnología debe implementarse utilizando la mejor evidencia científica disponible; si una práctica no está basada en la evidencia corre el riesgo de ser inaplicable a un niño específico, desactualizada o incluso potencialmente dañina. A pesar de ello, la mayoría de los docentes manifiestan no tener suficiente información que pueda apoyarles en el proceso de toma de decisiones sobre el tipo de tecnología a utilizar y la evidencia científica que pueda respaldar su uso en el aula (Al Jaffal, 2022; Barry et al., 2022). Por este motivo, puede resultar difícil para ellos identificar si estas tecnologías son beneficiosas y evaluar los riesgos potenciales. En este sentido, uno de los propósitos de las revisiones sistemáticas es el de sintetizar y traducir los hallazgos derivados de la investigación científica para que puedan ser utilizados por los profesionales en su práctica educativa.

El objetivo de esta revisión es realizar un análisis de la evidencia científica sobre la eficacia de las intervenciones tecnológicas individuales, colaborativas y cooperativas en el desarrollo de la competencia social de los niños con TEA.

## **Metodología**

### **Estrategia de búsqueda**

La búsqueda se llevó a cabo en enero del año 2023. Se realizó un estudio descriptivo y retrospectivo de tipo bibliométrico que analizó de manera cualitativa las publicaciones científicas de las revistas indexadas en las bases de datos Scopus, Web of Science, PubMed, ERIC, IEEE Xplore y ACM Digital Library, de acuerdo con los criterios establecidos en la declaración PRISMA (Page et al., 2021).

Se utilizaron los términos (Autism OR Autism Spectrum Disorder OR ASD) AND (Technology\* OR Tablet OR iPad OR iPod OR Smartphone OR mobile device OR touch table OR DiamondTouch OR virtual reality OR augmented reality OR computer OR Robot\* OR avatar OR Kinect OR eye tracker) AND (social\* OR interpersonal OR collaborative OR cooperative OR dyadic OR interaction OR communication).

### **Criterios de elegibilidad**

Se incluyeron artículos sin restricción idiomática, publicados en revistas o actas de conferencias revisadas por pares, cuyo objetivo fuera demostrar la eficacia de la tecnología digital en las habilidades sociales de niños con TEA. Fueron incluidos estudios que explicitaran los instrumentos utilizados para establecer el criterio diagnóstico de TEA, con el fin de poder constatar su validez y fiabilidad. Solo se incluyeron estudios primarios y se consideraron todos los diseños (aleatorizados, de casos controlados, informes de casos). Siguiendo las recomendaciones del manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones (Higgins et al., 2022), la inclusión de diseños de caso único se justifica por el escaso número de ensayos controlados aleatorizados que responden a los objetivos de esta revisión. Aunque muchos estudios individuales no son lo suficientemente grandes para detectar efectos pequeños de la intervención, cuando se combinan varios de ellos hay una mayor probabilidad de detectar un efecto real estadísticamente significativo, si es que existe.

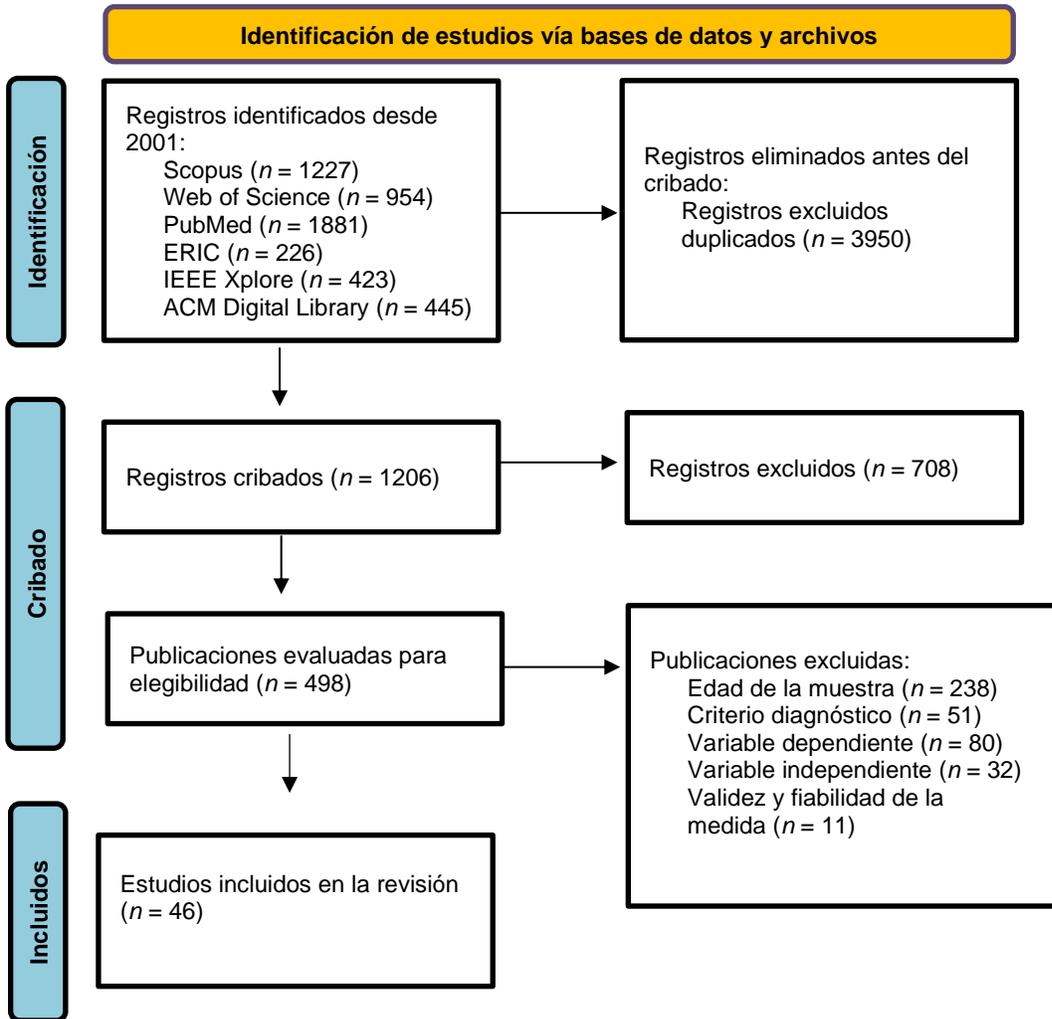
Se excluyeron revisiones sistemáticas y metaanálisis, artículos cuya muestra no incluyera niños con TEA (de 0 a 18 años) o no informara de los resultados de estos por separado, y aquellos centrados en el entrenamiento de habilidades específicas de reconocimiento/producción emocional, contacto visual y atención conjunta en ensayos discretos. También fueron excluidos aquellos estudios centrados exclusivamente en los resultados académicos o cognitivos de los participantes y cuyo propósito no fuera comprobar la eficacia de la tecnología digital utilizada. Además, se excluyeron aquellos estudios cuya tecnología no se pudieran aplicar en el contexto educativo actual, como entornos virtuales inmersivos CAVE (Cave Assisted Virtual Environment) o Blue Room, entrenamiento a través de audio encubierto o neurofeedback. Esta decisión tuvo la finalidad de que la intervención hubiera podido ser replicada un número suficiente de veces como para justificar su eficacia, siguiendo los criterios de evidencia establecidos por Wong et al. (2015). El periodo de estudio se estableció entre el año 2001 y el año 2022.

## Proceso de selección

Los resultados de la búsqueda fueron importados a EndNote. Tras la eliminación de los artículos duplicados todos los resultados se importaron a Covidence, un *software* en línea diseñado específicamente para apoyar revisiones sistemáticas. En una primera fase, 1206 artículos fueron examinados en función del contenido reflejado a través del título y el resumen. De estos se seleccionaron 498 artículos que pasaron a una segunda revisión de texto completo, donde se analizaron características metodológicas importantes como la forma en que se identificaron los participantes y cómo se confirmaron los diagnósticos, la idoneidad de las condiciones/grupos de control y los tamaños de la muestra, la definición de las variables, la coherencia de las técnicas de análisis de datos con las preguntas e hipótesis de investigación, y la validez y fiabilidad de las medidas clave. Para ello se utilizó como referencia el protocolo de Gersten et al. (2005) en el caso de los diseños de grupo y el de Horner et al. (2005) en el de los estudios de caso único. Los pasos de identificación, cribado e inclusión de las fuentes bibliográficas se muestran en la Figura 1. La selección final estuvo compuesta por 38 artículos.

**Figura 1**

Diagrama de flujo de información en la revisión sistemática



Se extrajeron datos relevantes de la selección final como el tipo de diseño, el tamaño de la muestra, la edad de los participantes, la gravedad del diagnóstico, las variables independientes y dependientes, los resultados y los datos sobre el tamaño del efecto, el mantenimiento y la generalización de los resultados.

Las investigaciones fueron clasificadas en tecnologías diseñadas para el trabajo individual o el trabajo cooperativo y colaborativo en el aula. Las tecnologías diseñadas para el trabajo individual pretenden entrenar habilidades sociales en un contexto en el que el estudiante interactúa con otros personajes o personas a través de la tecnología; el objetivo último de este tipo de entrenamientos es la puesta en práctica en un contexto real. Las tecnologías diseñadas para el

trabajo cooperativo y colaborativo entrenan habilidades en un contexto donde dos o más estudiantes interactúan simultáneamente con la tecnología. En el trabajo colaborativo el modo y nivel de participación de cada miembro del grupo no impide alcanzar el objetivo grupal. En el trabajo cooperativo la participación de cada uno de los miembros del grupo es esencial para poder alcanzar el objetivo grupal. Dentro del trabajo individual se agrupan aquellas tecnologías que hacen referencia a *software* de ordenador y dispositivos móviles, incluida la realidad aumentada o virtual. Dentro de la segunda categoría se agrupan tecnologías de *software* de ordenador y dispositivos móviles, entornos de realidad virtual y mesas táctiles.

## Resultados

El 61 % de las tecnologías digitales de esta revisión para el entrenamiento de habilidades sociales en los niños con TEA están diseñadas para ser implementadas en metodologías de aprendizaje individual en el aula (Tabla 1), mientras que el 38 % restante utiliza un enfoque de trabajo colaborativo o cooperativo (Tabla 2).

**Tabla 1**

*Tecnología para mejorar las interacciones sociales a través del trabajo individual*

Autor y año	Muestra	Tecnología	Resultados
Abdelmohsen & Arafa (2021)	N = 15 Prescolares y escolares	Realidad virtual y robótica	Aumento significativo en la capacidad de reconocimiento y expresión emocional.
Bernard-Opitz et al. (2001)	N = 8 Prescolares	Juego serio en ordenador Historias sociales	Menor progreso en resolución de conflictos que los estudiantes neurotípicos.
Bernardini et al. (2014)	N = 29 Escolares	ECHOES Agente virtual, actividades basadas en el diseño participativo	Mejorías en las interacciones espontáneas, pero no hay un incremento sostenido en las habilidades sociales.
Chen et al. (2015)	N = 3 Adolescentes	Realidad aumentada Automodelado facial en un entorno escolar	Mejora el reconocimiento y la respuesta apropiados a las expresiones emocionales faciales vistas en la tarea situacional.
Chen et al. (2016)	N = 6 Adolescentes	Realidad aumentada Automodelado facial en un entorno escolar	Facilita la práctica y el aprendizaje de juicios emocionales y habilidades sociales.
Davis et al. (2007)	N = 6 Prescolares y escolares	TouchStory Libros de cuentos virtuales	Aumento habilidades sociocomunicativas.
Dueñas et al. (2019)	N = 3 Prescolares	Modelado de video	Mejora en las verbalizaciones sin guion durante el juego de simulación con compañeros de desarrollo típico.
Escobedo et al. (2012)	N = 3 Escolares	MOSOCO Indicaciones y retroalimentación en tiempo real	Incrementa el número y la práctica de interacciones sociales.

Fage et al. (2018)	N = 29 Adolescentes	School+ Principios de la terapia cognitivo conductual a través de escenarios interpersonales del ámbito escolar en tabletas	Mejora significativa de habilidades sociales, escolares y de ocio. No efectos en habilidades de comunicación y autonomía.
Ferguson et al. (2013)	N = 8 Escolares	Nintendo Wii Baseball Modelado y video con refuerzo conductual	Mejora significativa en las habilidades sociales deportivas.
Grynszpan et al. (2008)	N = 10 Adolescentes	What to choose? Juego serio en ordenador Diálogos sociales	Efectos positivos en la transferencia de aprendizaje solo en interfaces simples.
Hopkins et al. (2011)	N = 48 Escolares y adolescentes	FaceSay Juego serio	Reconocimiento de emociones e interacciones sociales. Ho hubo generalización en estudiantes con TEA de bajo funcionamiento.
Jung & Sainato (2015)	N = 3 Prescolares	Modelado a través de video y refuerzo no virtual	Mayor participación social con los compañeros y la generalización de las habilidades aprendidas.
Kellems et al. (2020)	N = 32 Escolares	Agente virtual y humano como modelado	Aumento de, al menos, un 80 % en el dominio de las habilidades sociales.
Kinsella et al. (2017)	N = 15 Escolares y adolescentes	Holli (Google Glass) Retroalimentación inmediata en contextos naturales	Apoya el intercambio de turnos en la conversación.
Kirst et al. (2022)	N = 82 Prescolar y escolar	Zirkus Empatico Historias sociales digitales	Mejora en las habilidades de empatía y reconocimiento de emociones. El CI influyó en el mantenimiento de los resultados.
Lee (2019)	N = 3 Escolares	Realidad aumentada Situaciones sociales	Mejora del reconocimiento emocional en situaciones sociales.
Lee et al. (2018)	N = 3 Escolares	Realidad aumentada Juego de rol y retroalimentación en tiempo real	Aumentaron la competencia emocional y la interacción social.
Liu et al. (2017)	N = 2 Escolar	Face Game y Emotion Game (Google Glass) Gafas inteligentes	Mejora del reconocimiento visual, la atención conjunta, el contacto visual y el compromiso social.
López & Wiskow (2019)	N = 2 Escolares	Apple Watch Reloj inteligente	Permitió instruir a los niños sobre respuestas efectivas y contextualmente apropiadas durante las interacciones sociales naturales.
MacDonald et al. (2009)	N = 2 Prescolar y escolar	Modelado de video	Aumento de verbalizaciones espontáneas, interacciones verbales recíprocas y juego cooperativo.
Mantziou et al. (2015)	N = 2 Escolares	Avatar Videoconferencia	Interés en interactuar con la persona real y a través de herramientas TIC solo en alumnos con TEA de alto funcionamiento.
Milne et al. (2010)	N = 14 Escolares y adolescentes	Thinking Head Agente virtual	Mejora en el conocimiento sobre habilidades básicas de conversación y acoso escolar.
O'Brien et al. (2021)	N = 8 Escolar	Apple Watch Reloj inteligente	Los apoyos visuales a distancia ayudaron a mantener la interacción en un contexto real.
Smith et al. (2021)	N = 10 Escolares	Social Stories Historias sociales digitales	Mejora en la comprensión y respuesta a situaciones sociales.
Terlouw et al. (2020)	N = 57 Escolares	It's Me Creador de cómic personales	potencia la iniciativa de conversaciones personales en el contexto del aula.
Uzuegbunam et al. (2018)	N = 3 Escolares	MEBook (Kinet) Narrativa de historias sociales, automodelado y refuerzo inmediato	Incremento del número de saludos orientados correctamente.
Voss et al. (2019)	N = 71 Escolar	Superpower Glass (Google Glass) Gafas inteligentes	Mejora no significativa en la comprensión social.

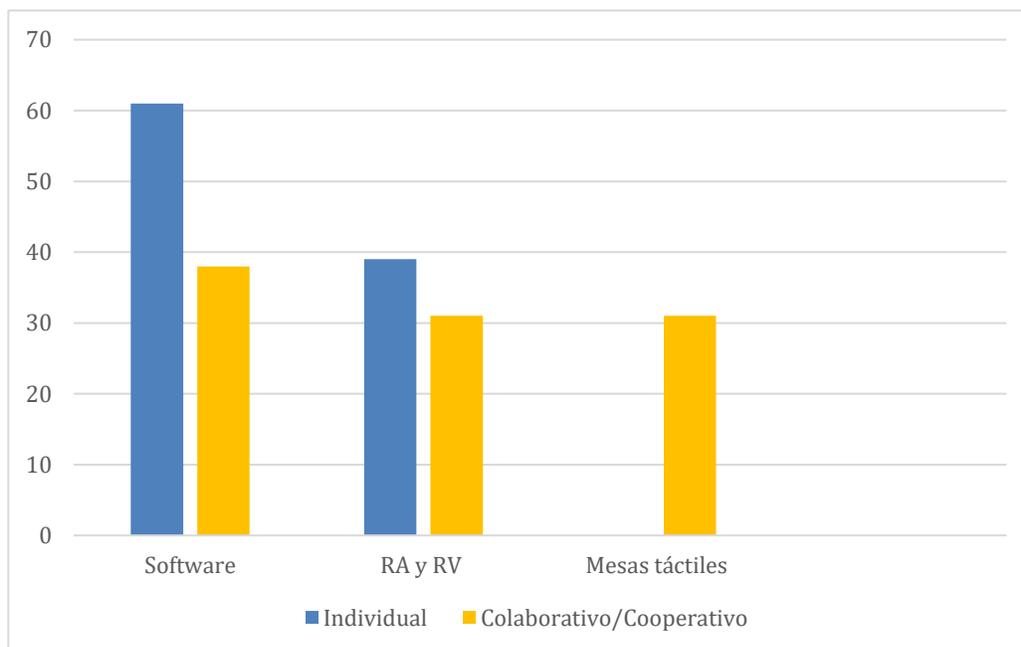
**Tabla 2***Tecnología para mejorar las interacciones sociales a través del trabajo colaborativo y cooperativo*

<b>Autor y año</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tecnología</b>	<b>Resultados</b>
Battocchi et al. (2010)	N = 16 Escolares	Collaborative Puzzle Game Mesa táctil	Desencadenó comportamientos asociados con la coordinación de tareas y la negociación.
Bauminger-Zviely et al. (2013)	N = 22 Escolares	Join-In y No-Problem Aplicaciones de ordenador	Mejora en la solución de problemas sociales, la colaboración y la conversación social. No significativa en la teoría de la mente y el compromiso social.
Bono et al. (2016)	N = 10 Prescolares y escolares	Goliat Juegos serios en dispositivos móviles	Mejora en las habilidades sociales con el instructor y generalización.
Cobb et al. (2002)	N = 10 Adolescentes	Juegos de roles Realidad Virtual en contextos sociales	Apoya el aprendizaje de habilidades sociales y convenciones del mundo real en toma de decisiones simples.
Flores et al. (2014)	N = 6 Prescolares y escolares	Historias sociales digitales y modelado	Los estudiantes interactuaron entre sí y trabajaron cooperativamente.
Gal et al. (2009)	N = 6 Escolares	StoryTable Mesa táctil Narración de historia social	Progreso en la interacción social y actividades de colaboración.
Gentile et al. (2019)	N = 16 Adolescentes	Interfaces gestuales	Interacciones más efectivas que la entrada táctil en las pantallas.
Cheng et al. (2010)	N = 3 Escolares	Realidad Virtual en contextos sociales	Mejora significativa de habilidades empáticas.
Hourcade et al. (2012)	N = 26 Escolares	Open Autism Software Mesa táctil Narraciones, composición musical o puzzles colaborativos	Aumento de conductas prosociales, como la colaboración y la coordinación.
Jouen et al. (2017)	N = 14 Prescolares y escolares	Goliat Juegos serios en dispositivos móviles	No hubo diferencias significativas entre aquellos que utilizaron la plataforma y los que no lo hicieron.
Ke & Im (2013)	N = 4 Escolares	Realidad Virtual en contextos sociales (Second-Life)	Mejora en la competencia social: saludo, iniciación, mantenimiento y finalización de una conversación.
Mitchell et al. (2007)	N = 6 Adolescentes	Realidad Virtual en contextos sociales	Mejora significativa en los juicios y las explicaciones de habilidades sociales.
Murdock et al. (2013)	N = 4 Prescolar	Play Story Narración de historias sociales	Uso de las narraciones en juegos de simulación recíprocos en la vida real.
Parsons et al. (2005)	N = 12 Adolescentes	Realidad Virtual en contextos sociales	Una minoría significativa se adhirió a las convenciones sociales. Influencia del CI y la capacidad ejecutiva en el éxito de la tarea.
Piper et al. (2006)	N = 5 Adolescentes	SIDES Mesa táctil	Desarrollo de habilidades cooperativas en adolescentes de alto funcionamiento.
Sturm et al. (2019)	N = 11 Adolescentes	Juego de Kinect Cooperación en el juego y en la vida real	Mejora en las habilidades sociales y las conductas de colaboración.
Terlouw et al. (2021)	N = 23 Escolares	AScapeD Escape Room	Favorecer el desarrollo de habilidades sociales en escolares con TEA de alto funcionamiento.
Wright et al. (2011)	N = 7 Escolares y adolescentes	SketchUp Diseño gráfico y modelado	Aumentó la autoestima, el deseo de compartir las creaciones y las interacciones sociales.

El 48 % de las intervenciones han utilizado *software* para ordenador y dispositivos móviles, el 39 % realidad virtual y aumentada y un 18 % mesas táctiles. Dentro de la metodología de trabajo individual el mayor número de investigaciones hizo referencia a *software* para ordenador y dispositivos móviles (61 %), seguido de realidad virtual y aumentada (39 %). Mientras tanto, en aquellas tecnologías diseñadas para entornos de trabajo cooperativos y colaborativos el mayor número de investigaciones hizo referencia a *software* para ordenador y dispositivos móviles (38 %) e igual número de estudios se encontraron sobre entornos de realidad virtual (31 %) y mesas táctiles (31 %) (Figura 2).

## Figura 2

*Porcentaje de tecnologías utilizadas en metodologías de trabajo individual, colaborativo y cooperativo*



*Nota.* RA: realidad aumentada; RV: realidad virtual; Software: aplicaciones para ordenador y dispositivos móviles que no utilizan RA ni RV.

Un total de 683 participantes, con edades comprendidas entre 2 y 18 años, están representados en todos los estudios, de los cuales 84 estaban en edad preescolar, 523 en edad escolar y 76 eran adolescentes. Solo un 14 % de los estudios incluyó niños o adolescentes con TEA de bajo funcionamiento (Hopkins et al., 2011; Jouen et al., 2017; Kirst et al., 2022; Mantziou et al., 2015; Mitchell et al., 2007; O'Brien et al., 2021; Parsons et al., 2005; Voss et al., 2019) el 64 % de

las intervenciones se realizaron con participantes con TEA de alto funcionamiento y en el 22 % restante no se especifica el grado de severidad.

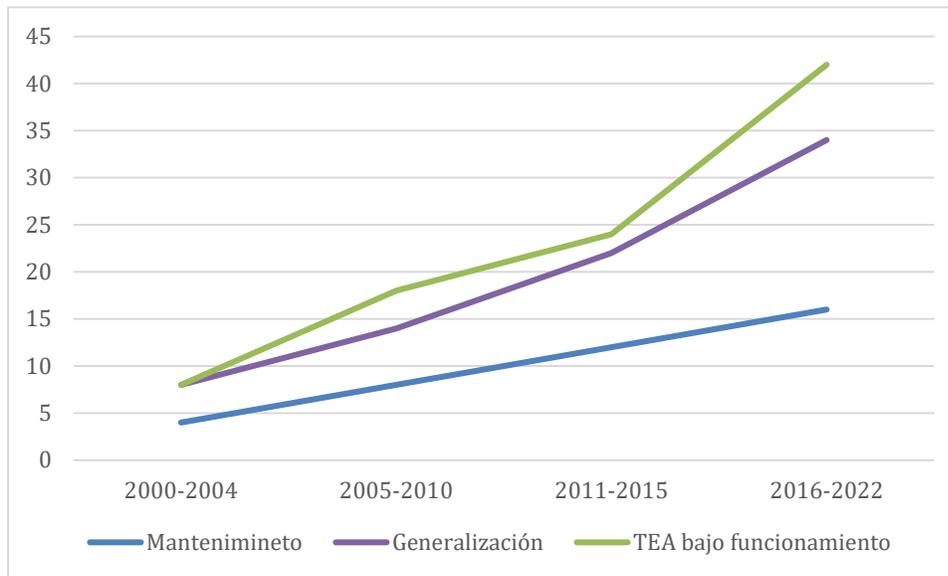
El tamaño de la muestra va desde tres sujetos (Lee, 2019) a ochenta y dos (Kirst et al., 2022), aunque solo el 42 % de los estudios han utilizado muestras superiores a diez sujetos. Un 57 % de los estudios revisados utilizaron un diseño de caso único, un 30 % usó un diseño experimental intragrupo y solo un 13 % (Battocchi et al., 2010; Fage et al., 2018; Gal et al., 2009; Hopkins et al., 2011; Jouen et al., 2017; Kirst et al., 2022; Voss et al., 2019) utilizaron un diseño de ensayo controlado aleatorio.

La heterogeneidad de los entrenamientos propuestos dificulta su comparación directa. Los métodos para evaluar la efectividad difieren de un estudio a otro, en particular porque las habilidades observadas no son idénticas. En algunas ocasiones los procedimientos de evaluación se basan en una variedad de instrumentos que producen datos difíciles de comparar directamente. Por ejemplo, algunos estudios emplean diferentes baterías de pruebas para la evaluación antes y después (Fage et al., 2018), otras evaluaciones se han realizado observando el comportamiento del niño en una situación de interacción natural en una actividad diaria (Smith et al., 2021), o preguntando a los adolescentes sobre el comportamiento que tendrían en una situación social ilustrada por un video (Mitchell et al., 2007).

Aunque se ha encontrado una mayor tendencia a incluir participantes con TEA de bajo funcionamiento e informar sobre los datos de generalización y mantenimiento en el transcurso de los años (Figura 3), solo un 34 % de los estudios muestran datos objetivos sobre la generalización de los resultados y un 28 % sobre el mantenimiento.

### Figura 3

Porcentaje de estudios que incluyen participantes con TEA de bajo funcionamiento e informan sobre los datos de generalización y mantenimiento en el período 2001 - 2022



## Discusión

Proyectos de investigación recientes han demostrado una amplia variedad de innovaciones en el campo de las tecnologías digitales para el entrenamiento de habilidades sociales en los niños con TEA. Algunos investigadores combinan la realidad virtual y la robótica. También se están desarrollando tecnologías menos costosas, como juegos serios de ordenador o aplicaciones en tabletas y *smartphones*.

Además, la innovación se traduce en el diseño de dispositivos que ofrecen posibilidades de interacciones originales con el ordenador, por ejemplo, interfaces gráficas controladas por la mirada o interfaces gráficas controladas por múltiples usuarios al mismo tiempo. Excepto este último tipo de tecnología, existen diferentes posibilidades que permiten adaptar la misma herramienta al tipo de metodología de trabajo utilizada en el aula.

A continuación, se describen las intervenciones con tecnologías que permiten entrenar las habilidades sociales de manera individual y, posteriormente, aquellas que posibilitan entrenar este tipo de habilidades a través del trabajo colaborativo y cooperativo.

## **Trabajo individual con tecnología para mejorar las interacciones sociales**

Los proyectos que utilizan tecnologías digitales buscan entrenar diversas habilidades sociales y comunicativas que pueden afectar a diferentes etapas del desarrollo. Los niños en edad preescolar con TEA tienen déficits marcados en el juego de simulación que impiden las interacciones con compañeros de desarrollo típico en los entornos inclusivos de la primera infancia.

La investigación ha mostrado que, en preescolares con TEA, el modelado de video aumenta el número medio de verbalizaciones espontáneas, así como las interacciones verbales recíprocas y el juego cooperativo. Es más, los resultados muestran que las habilidades se generalizan en juegos de simulación con compañeros neurotípicos y se mantienen en las pruebas de seguimiento (Dueñas et al., 2019; MacDonald et al., 2009). Así mismo, las historias sociales mediadas digitalmente han mostrado ser efectivas en la comprensión emocional, la empatía y la regulación emocional de los niños con TEA en educación primaria (Flores et al., 2014; Kirst et al., 2022; Smith et al., 2021). Aunque los resultados no siempre se han mantenido con el tiempo (Kirst et al., 2022).

Varios juegos han utilizado la narración de historias para enseñar a los niños con TEA habilidades sociocomunicativas. TouchStory (Davis et al., 2007) es una aplicación para dispositivos móviles que alienta a los niños con TEA a interactuar con “libros de cuentos” arrastrando escenas de secuencias de la historia para colocarlos en la posición correcta. Aunque los resultados fueron positivos, es difícil generalizarlos debido al pequeño número de participantes.

El sistema MEBook utiliza un sensor Kinect para incluir imágenes propias en una narrativa social basada en gestos para enseñar a los niños con TEA comportamientos de saludo adecuados (Uzuegbunam et al., 2018). En este sistema los componentes principales están basados en prácticas tradicionales basadas en la evidencia (Hume et al., 2022), como el automodelado y el refuerzo inmediato. Se halló que mostrar a los estudiantes ejemplos físicos de la conducta deseada a través de animaciones incrementó el número de saludos orientados correctamente.

Fage et al. (2018) también utilizaron principios de la terapia cognitivo conductual en la implementación de un paquete de aplicaciones en tabletas (School+) para promover la primera inclusión escolar de estudiantes con TEA en entornos escolares secundarios. El entrenamiento incluyó imágenes y videos de rostros y escenarios interpersonales del ámbito escolar. Los estudiantes mejoraron significativamente los comportamientos socioadaptativos (habilidades sociales, escolares y ocio). Sin embargo, las dificultades relacionadas con la comunicación y la autonomía no mejoraron significativamente, posiblemente debido al breve tiempo de intervención

(una hora a la semana durante tres meses), lo que está lejos de las 25 a 40 horas por semana durante un año o más recomendado (Sandbank et al., 2020). Por otra parte, tampoco se informó de la durabilidad de los efectos.

Otros juegos han utilizado técnicas que incluyen la combinación de modelado y refuerzo conductual. Ferguson et al. (2013) llevaron a cabo un estudio donde unos instructores modelaron conductas sociales apropiadas en el juego, como felicitar a los compañeros o tomar el turno. Posteriormente los niños jugaron con Nitendo Wii Baseball y fueron recompensados cuando manifestaron algunas de las conductas modeladas. Los resultados mostraron una mejoría significativa en las habilidades sociales deportivas de los niños.

Jung y Sainato (2015) utilizaron grabaciones de video para modelar comportamientos de juego apropiados a través de los personajes favoritos de los niños. Posteriormente tres niños preescolares podían revisar estos personajes cuando necesitaban ayuda en un juego de mesa real, en cuyo caso eran recompensados con fichas. Se halló una mayor participación social con los compañeros y la generalización de las habilidades aprendidas a juegos novedosos durante el periodo de seguimiento.

Sin embargo, estas habilidades no siempre resultan efectivas en la vida diaria de los niños en la escuela, a veces porque los compañeros de clase continúan mostrando prejuicios negativos hacia los niños con TEA. Con el objetivo de iniciar conversaciones más profundas entre estos estudiantes y sus compañeros, Terlouw et al. (2020) diseñaron *It's Me*, un creador de historietas digitales donde los niños pueden crear su propio cómic personal. *It's Me* está basado en conceptos de apoyo entre pares. En los ensayos preliminares el cómic demostró su potencial para iniciar conversaciones personales entre los estudiantes autistas y neurotípicos en el contexto del aula, y conducir a una mayor comprensión mutua y mejores relaciones.

La realidad aumentada permite interactuar con el mundo real y superponer datos virtuales para llamar la atención sobre determinados aspectos de la realidad. Dado que combina características reales y virtuales puede ser una herramienta útil para andamiar la generalización de las habilidades aprendidas en un mundo virtual al mundo real. En esta línea se ha utilizado el automodelado facial con realidad aumentada para permitir que los estudiantes tomen conciencia de las expresiones faciales observadas en un entorno escolar simulado, lo que facilita la práctica y el aprendizaje de juicios emocionales y habilidades sociales (Chen et al., 2015, 2016; Lee, 2019).

A pesar de ello, la mayoría de los estudios que utilizan las historias sociales y modelado de video no pueden desencadenar eventos sociales espontáneos porque los niños solo ven videos y no interactúan directamente con los demás. Para evitar esto Lee et al. (2018) aplicaron la realidad aumentada en un juego de rol de mesa para enseñar a niños con TEA qué señales sociales son relevantes y cómo responder adecuadamente a ellas interactuando en tiempo real.

MOSOCO (Escobedo et al., 2012) es una aplicación de asistencia móvil que también utiliza la realidad aumentada y soportes visuales para ayudar a los niños con TEA a practicar habilidades sociales en situaciones de la vida real. El programa brinda orientación paso a paso de habilidades sociales básicas aprendidas durante un programa de capacitación previo, lo que incrementa el número y la práctica de interacciones sociales en los estudiantes con TEA.

Los estudios revisados que han utilizado agentes virtuales autónomos como tutores para enseñar habilidades sociales y de conversación muestran que los estudiantes con TEA tienen preferencia por interactuar con estos avatares más que con humanos (Kellems et al., 2020; Milne et al., 2010). En este sentido, Bernardini et al. (2014) realizaron una intervención con escolares con TEA utilizando ECHOES, un juego serio donde un agente virtual actúa como compañero y tutor del niño en actividades destinadas a ser usadas en el mundo real, tanto en la escuela como en el hogar. Después de la intervención se encontraron mejorías en las interacciones espontáneas de algunos estudiantes, pero los resultados no mostraron un incremento sostenido en las habilidades sociales.

Posteriormente, Kellems et al. (2020) utilizaron un avatar que proporcionaba instrucciones para iniciar una conversación mientras que un adulto estaba presente, para servir como modelado y actuar como un compañero comunicativo con el cual el niño podía practicar. Después de la instrucción todos los niños obtuvieron al menos un 80 % en el dominio de las habilidades sociales. Esto sugiere que, aunque la autonomía sea una característica deseable en un diseño para niños neurotípicos porque aumenta la credibilidad del agente, en muestras heterogéneas de estudiantes con TEA (tanto en cuanto a edad como en cuanto a diversidad sintomática) los agentes semiautónomos, donde un experimentador humano controla al menos en parte los datos de entrada o salida, son más útiles porque permite personalizar las actividades.

Actualmente se están llevando a cabo estudios que tienen como objetivo evaluar la efectividad de combinar la realidad virtual y la robótica como un enfoque novedoso para mejorar las habilidades sociales. La implementación del robot social virtual supone dos ventajas

principales: un menor costo y un sistema más fácilmente disponible que puede ser descargado y utilizado por maestros con acceso a internet. El programa consta de diferentes escenarios con tres actores: el robot virtual que modela el comportamiento objetivo, el niño que imita el comportamiento y responde a las preguntas del robot, y el maestro que controla el movimiento del robot virtual y ayuda al niño si lo necesita (Abdelmohsen & Arafa, 2021).

Para fomentar la comunicación del niño con sus compañeros también se han diseñado sistemas basados en tecnología portátil, como gafas o relojes inteligentes, que sirve para entrenar habilidades sociales a través de la interacción persona-persona (en lugar de persona-ordenador). Las aplicaciones basadas en Google Glass capturan las conversaciones del contexto real y le indican al niño las respuestas sociales adecuadas; además, ayudan a dirigir la atención hacia las claves sociales que les pueden guiar a una mejor comprensión de la interacción (Kinsella et al., 2017; Liu et al., 2017; Voss et al., 2019). Estos sistemas inteligentes tienen la ventaja de adaptarse a las diferencias de procesamiento individuales, aunque cuando se ha probado en una muestra de niños con TEA de diferentes perfiles de severidad los resultados no han sido significativos (Voss et al., 2019).

Otra alternativa de tecnología portátil para aumentar las interacciones sociales es el entrenamiento de guiones a través del *smartphone* (López & Wiskow, 2019; O'Brien et al., 2021). En este caso los mensajes de texto se acompañaron con indicaciones táctiles (vibraciones) enviadas a un Apple Watch durante el juego libre. Estas indicaciones permiten instruir a los niños sobre respuestas efectivas y contextualmente apropiadas durante las interacciones sociales con sus compañeros en tiempo real y a distancia, lo que resulta menos intrusivo y socialmente más aceptable que cuando el adulto participa directamente. Sin embargo, diferentes autores han desatacado la importancia de la tolerabilidad en los niños con TEA, encontrando tasas de abandono de casi la mitad de los niños al usar un dispositivo mínimamente invasivo (Bekele et al., 2014; Voss et al., 2019), lo que evidencia la necesidad de registrar la sensibilidad táctil del niño antes de iniciar la intervención.

Algunos resultados indican que las particularidades del aprendizaje en los niños con TEA son importantes para el diseño de *software* educativo apropiado. Bernard-Opitz et al. (2001) comprobaron que el progreso de los estudiantes con TEA era menos constante que el de los estudiantes neurotípicos en aplicaciones donde tenían que resolver conflictos sociales. Además, el estilo de aprendizaje difería particularmente en cuanto al tipo de refuerzos que preferían. Mientras

que los estudiantes neurotípicos preferían ser recompensados viendo videos con personajes, aquellos con TEA optaron por la estimulación sensorial con formas abstractas.

En la misma línea, Grynspan et al. (2008) también observaron diferencias según el área de aprendizaje objetivo (comprensión de diálogos sociales versus planificación espacial). Los resultados mostraron que los estudiantes con TEA de alto funcionamiento transfirieron el aprendizaje solo cuando se utilizó una interfaz simple que no requería integrar expresiones faciales y fuentes lingüísticas. Estos autores sugieren una influencia de la disfunción ejecutiva atribuida al TEA sobre el uso y el aprendizaje asistido por ordenadores, algo a tener en cuenta en el diseño de este tipo de aplicaciones.

Por último, los resultados señalan que tanto la eficacia de la intervención como el compromiso del alumno están influidos por la diversidad de síntomas y el nivel de gravedad que puede presentar el alumno con TEA. Así, Mantziou et al. (2015) hallaron que mientras que los estudiantes con TEA de alto funcionamiento mostraron predisposición a interactuar con la tecnología, aquellos de bajo funcionamiento no mostraron ningún interés. De la misma manera, Kirst et al. (2022) y Hopkins et al. (2011) hallaron que los resultados no se mantuvieron en el tiempo y no se generalizaron, respectivamente, en estudiantes con TEA de bajo funcionamiento (frente a aquellos con TEA de alto funcionamiento).

### **Trabajo colaborativo y cooperativo con tecnología para mejorar interacciones sociales**

La mayoría de los juegos que tienen como objetivo desarrollar habilidades sociales generales se basan en el principio de los juegos colaborativos. Goliat (Bono et al., 2016; Jouen et al., 2017) es una plataforma que requiere el uso de dos dispositivos móviles conectados (uno para el niño y otro para el instructor). Para progresar, el niño necesita interactuar con el instructor, quien por su parte puede controlar lo que se le propone al niño de una manera personalizada. Bono et al. (2016) hallaron una mejora en las habilidades sociales de los niños que, además, generalizaron a otros contextos, aunque los resultados no se compararon con un grupo control. Sin embargo, Jouen et al. (2017) no encontraron diferencias clínicas significativas entre aquellos que habían utilizado el juego con su tratamiento habitual y aquellos que no lo habían utilizado.

Se han realizado investigaciones para averiguar si el trabajo colaborativo utilizando herramientas digitales puede mejorar las habilidades relacionadas con las interacciones sociales de los niños con TEA en el contexto escolar. Murdock et al. (2013), en un diseño de línea de base

múltiple, evaluó la eficacia de iPad Play Story en dos parejas de preescolares que tenían que leer juntos una historia en un iPad. Los niños demostraron la capacidad de usar la narración que leían en el iPad como base para el juego de simulación recíproco con versiones de juguete de los personajes de la historia. En el estudio se hallaron efectos moderados y fuertes en las fases de intervención que se mantuvieron durante las oportunidades de generalización con compañeros y durante una condición de seguimiento de tres semanas.

Bauminger-Zviely et al. (2013) examinaron la efectividad de una intervención de tecnología colaborativa en la escuela a través de dos programas de ordenador: Join-In para enseñar colaboración y No-Problem para enseñar conversación. Los resultados demostraron una mejora en la solución de problemas sociales, la colaboración y la conversación social. Sin embargo, las mejoras en la teoría de la mente y el compromiso social fueron más dispersas.

Sturm et al. (2019) diseñaron un juego de Kinect híbrido para promover la colaboración entre estudiantes con TEA y sus compañeros neurotípicos. El juego requería que dos estudiantes cooperaran e interactuaran entre sí, no solo dentro del entorno del juego sino también en el mundo real. Las observaciones preliminares mostraron la efectividad del modelado por parte de los compañeros que tenían habilidades sociales más sólidas en las habilidades sociales y un aumento en las conductas de colaboración tanto por parte de los estudiantes con TEA como por parte de los estudiantes neurotípicos.

Por último, estudios recientes han mostrado el potencial de los juegos serios basados en Escape Room multijugadores a través de tabletas digitales, como AScapeD, para favorecer el desarrollo de habilidades sociales en escolares con TEA de alto funcionamiento y facilitar la comunicación directa con sus compañeros. Los resultados mostraron que promulgó la cooperación y la comunicación equitativas de una manera lúdica y espontánea entre los niños con TEA y sus compañeros neurotípicos (Terlouw et al., 2021).

Por otra parte, se ha estudiado el efecto de la acción participativa a través de talleres informáticos que permiten a los estudiantes con TEA de alto funcionamiento crear construcciones en 3D (Wright et al., 2011). Para ello se utilizó el programa de diseño gráfico y modelado SketchUp. Para los profesionales fue interesante comprobar que invertir en este tipo de actividades favoreció las fortalezas de los estudiantes, les permitió construir una imagen positiva de sí mismos y aumentó el deseo de compartir las creaciones y las conversaciones con su entorno. Por lo tanto, indirectamente, trabajando las áreas de competencia de los niños a través de la tecnología los

estudiantes compartieron sus centros de interés y sus producciones con estudiantes neurotípicos, logrando aumentar las interacciones y los intercambios mutuos.

También se han diseñado aplicaciones basadas en el principio de los juegos cooperativos donde se obliga a los participantes a comunicarse y trabajar juntos para alcanzar un mismo objetivo. Las reglas de estos juegos no permiten que los niños tengan éxito solos: cada participante requiere la intervención de otro para seguir adelante. Por lo tanto, los jugadores tienen que interactuar entre sí para realizar las tareas. DiamondTouch es una superficie de mesa interactiva multitáctil que permite que varios estudiantes cooperen en la misma tarea. Puede recibir múltiples entradas simultáneas y distinguir de forma única entre el toque de cada usuario. Las aplicaciones para esta superficie están diseñadas para fomentar naturalmente las interacciones sociales positivas a través de actividades creativas, expresivas y colaborativas (Battocchi et al., 2010; Gal et al., 2009; Hourcade et al., 2012).

Open Autism Software (Hourcade et al., 2012) ofrece un conjunto de aplicaciones gratuitas a través de las cuales se pueden realizar actividades como narraciones colaborativas en las que un niño comienza a contar una historia dibujando alguna cosa en la pantalla táctil, cuando finaliza le pasa el turno al siguiente niño, quien puede continuar la historia agregando su propio dibujo. La misma actividad se puede realizar a través de la creación de una composición musical o la elaboración de un puzle.

Otro ejemplo es Collaborative Puzzle Game, una actividad donde para mover las piezas de un rompecabezas deben ser tocadas y arrastradas simultáneamente por dos jugadores (Battocchi et al., 2010). Los resultados muestran que la necesidad de sincronización con un compañero en esta aplicación aumentó el nivel de interacción, la cooperación y la reducción de los prejuicios entre los niños, aunque se han encontrado variaciones en los niveles de entusiasmo y curiosidad del alumnado. Los estudiantes con TEA de bajo funcionamiento requirieron apoyo adicional de los educadores para involucrarlos en el juego, mientras que aquellos de alto funcionamiento inmediatamente se sintieron atraídos por el juego y mostraron entusiasmo. En este juego colaborativo el profesor tiene la oportunidad de intervenir provocando el máximo compromiso por parte del estudiante con TEA.

Aunque la entrada táctil en las pantallas interactivas permite interacciones más efectivas y utilizables en los adolescentes con TEA, estudios recientes (Gentile et al., 2019) han encontrado que el uso de gestos en el aire parece aumentar el nivel de disfrute debido al mayor compromiso

de este tipo de interacción. Por ello, las interfaces gestuales sin contacto pueden ser más adecuadas para todos aquellos contextos donde el aprendizaje es el objetivo principal.

Adicionalmente, se están diseñando juguetes interactivos de simulación para niños en países de bajos recursos que permiten interacciones lúdicas con una superficie multitáctil utilizando materiales de bajo costo, como los juguetes de uso diario que se usan en los centros de educación (Soysa & Al Mahmud, 2019).

La realidad virtual puede ser particularmente útil en las intervenciones con niños con TEA porque permite crear simulaciones de situaciones del mundo real, y las habilidades de afrontamiento recién aprendidas se pueden ensayar y reforzar en un entorno seguro y controlado. Los entornos de aprendizaje virtual colaborativo en los que participan varios usuarios simultáneamente ofrecen una mayor flexibilidad para el entrenamiento en habilidades sociales, brindando oportunidades para la práctica de estas habilidades de una manera menos estructurada, pero más naturalista y ecológicamente válida.

Estos entornos proporcionaron capacitación sobre comportamientos apropiados en situaciones sociales específicas (patio de recreo, fiesta de cumpleaños, cafetería escolar, etc.) donde usuarios dispersos geográficamente pueden comunicarse entre sí a través de su avatar o personaje virtual. Cobb et al. (2002), Cheng et al. (2010), Ke & Im (2013), Mitchell et al., (2007) y Parsons et al. (2005) estudiaron varios entornos que involucraban realidad virtual con adolescentes diagnosticados con TEA. Se ofrecieron dos tipos de juegos: uno fue un juego para un solo jugador, en el que el adolescente se encontraba con personajes virtuales con los que podía interactuar. El otro modo de funcionamiento fue colectivo, en el que varias personas podían interactuar simultáneamente en el universo virtual, cada uno con el rol de su personaje. Este tipo de entorno permitió inicialmente desarrollar competencias en un determinado contexto y luego ampliar sus competencias en otros contextos. Sin embargo, los adolescentes con un bajo cociente intelectual (CI) y disfunciones ejecutivas mostraron dificultades en la comprensión de las convenciones sociales, por ejemplo, caminar entre dos personas que están hablando (Parsons et al., 2005). Además, los comentarios de los maestros indicaron haber encontrado dificultades para que los adolescentes generalizaran las habilidades a situaciones de la vida real.

En cambio, Cheng et al. (2010), en un entorno de aprendizaje similar, encontró que la intervención no solo mejoró notablemente las habilidades de empatía de escolares con un CI medio, sino que, además, los niños generalizaron este aprendizaje en su vida diaria. Resultados similares

hallaron Ke e Im (2013) a través de un programa de interacción social basado en Second-Life en estudiantes con TEA de alto funcionamiento. Los alumnos mejoraron en el inicio, mantenimiento y finalización de las conversaciones con los compañeros y en las medidas de competencia social después de la intervención. Esto subraya la necesidad de tener en cuenta la heterogeneidad y gravedad de los síntomas a la hora de valorar la efectividad de la tecnología.

## Conclusiones

La mayoría del *software* creado para el desarrollo de habilidades sociales en niños con TEA muestra la viabilidad de combinar prácticas basadas en evidencias con elementos de juego digitalizado de forma individualizada. La idea detrás de estas aplicaciones es que el niño pueda realizar una serie de intervenciones educativas bajo la supervisión de un programa informático, siendo guiado de forma interactiva y reforzado inmediatamente. El uso de este tipo de tecnología como refuerzo para enseñar habilidades sociales podría reducir la carga de trabajo del docente.

La realidad virtual ofrece la posibilidad de simular situaciones reales multimodales en un entorno seguro y cuidadosamente controlado donde el niño puede practicar habilidades repetidamente. Los sistemas de realidad aumentada tienen la ventaja de practicar en entornos naturales guiando la atención del niño y facilitando la generalización del aprendizaje.

El uso de esta tecnología se justifica porque puede ofrecer la información de forma simplificada y predecible mientras que el experimentador puede personalizar la intervención en tiempo real y a distancia. En este sentido la tendencia actual es crear plataformas que supongan cada vez un menor costo, cuya manipulación sea lo más intuitiva posible y que estén fácilmente disponibles, de modo que puedan ser descargadas y utilizadas por los maestros con solo el acceso a internet (Abdelmohsen & Arafa, 2021).

Para evitar el posible aislamiento social que puede suponer la interacción del niño con la tecnología se han diseñado diferentes recursos con el objetivo de utilizar una metodología de trabajo colaborativo o cooperativo. La reciente utilización de dispositivos móviles en situaciones reales permite un entrenamiento más inclusivo, menos intrusivo y más aceptable socialmente que cuando un adulto participa directamente. Las actividades basadas en aplicaciones que se ejecutan en tabletas multitáctiles han resultado eficaces para aumentar comportamientos prosociales y la apreciación de las actividades sociales en los estudiantes con TEA. De la misma manera, la tecnología que aplica diseños colaborativos a través de entornos virtuales crea oportunidades para

que los niños con TEA y neurotípicos puedan aprender unos de otros y desarrollen habilidades de “doble empatía” (Taheri et al., 2018), que se refiere a la capacidad de comprender las perspectivas tanto neurotípicas como autistas. Además, el modelado de pares, donde los estudiantes con TEA aprenden de sus compañeros neurotípicos a través de la colaboración proporciona un medio eficaz para el aprendizaje y el compromiso social (Sturm et al., 2019).

Sin embargo, los estudios seleccionados no están exentos de limitaciones. En general, estas investigaciones deberían considerar más sesiones de interacción, así como muestras más grandes, ya que tienen un poder estadístico muy bajo debido al tamaño de la muestra y, en consecuencia, resulta difícil distinguir adecuadamente entre las condiciones con y sin entrenamiento. Una muestra más grande también permitiría probar entre condiciones de una manera más específica, es decir, capturando diferencias más pequeñas en términos del tamaño del efecto. Otra limitación está relacionada con las características de la muestra: la mayoría de los trabajos incluidos se han realizado en niños con TEA de alto funcionamiento y en edad escolar. Dada la tasa creciente de niños con TEA de bajo funcionamiento y la importancia de la intervención temprana (Rashedi et al., 2022), sería necesario analizar más estudios que tengan en cuenta una mayor heterogeneidad de los trastornos para poder generalizar los resultados.

Por otra parte, la diversidad de los proyectos y su inevitable carácter interdisciplinario implican una gran disparidad en los procedimientos de evaluación. Esto tiene un impacto directo en la calidad metodológica de los estudios. Además, debido a la rápida evolución de este campo de investigación, aún no hay suficiente retrospectiva para juzgar el mantenimiento a medio y largo plazo de los efectos beneficiosos del entrenamiento. Finalmente, la generalización del conocimiento adquirido fuera del contexto de instrucción, en particular en la vida cotidiana, sigue siendo insuficientemente examinada en algunas tecnologías. Si bien cada vez más estudios están teniendo en consideración las limitaciones anteriormente descritas, esta última sigue representando un gran desafío para la investigación, en parte porque es complejo de evaluar con datos cuantitativos.

A pesar de ello, dado el interés que muestran los niños con TEA por la tecnología digital y la capacidad de esta para fomentar la motivación y el compromiso y producir cambios de comportamiento social ésta podría ser una buena candidata para complementar los métodos de instrucción tradicionales en el ámbito educativo.

## Implicaciones prácticas

El uso de la tecnología ofrece nuevas opciones en la enseñanza de aquellos docentes que tienen como objetivo mejorar la competencia socioemocional del alumnado con TEA en un contexto inclusivo. Estas tecnologías permiten personalizar la instrucción desde la perspectiva del estudiante, adaptándose a su capacidad cognitiva, comprensión, intereses y, a menudo, aprovechan sus fortalezas de aprendizaje visual. El docente puede optar por implementar la tecnología siguiendo una metodología de trabajo individualizada, colaborativa o cooperativa. El trabajo individual permite crear simulaciones de situaciones del mundo real donde las habilidades recién aprendidas se pueden ensayar y reforzar en un entorno seguro y regulado.

Existe una clara tendencia a fomentar la inclusión del alumno a través de tecnologías móviles y plataformas de bajo costo y alta disponibilidad, que permiten intervenciones controladas y personalizadas en tiempo real y a distancia en contextos naturales como las aulas. La tecnología aplicada en metodologías colaborativas o cooperativas crea oportunidades para que los estudiantes con TEA y los estudiantes neurotípicos puedan aprender unos de otros y desarrollen la capacidad de comprender las perspectivas tanto neurotípicas como autistas.

## Referencias

- Abdelmohsen, M., & Arafa, Y. (2021). Training social skills of children with ASD through social virtual robot. En *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)* (pp. 314-319). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VRW52623.2021.00063>
- Al Jaffal, M. (2022). Barriers general education teachers face regarding the inclusion of students with autism. *Frontiers in Psychology, 13*, 873248. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.873248>
- Al-Rashaida, M., Amayra, I., López-Paz, J. F., Martínez, O., Lázaro, E., Berrocoso, S., García, M., Pérez, M., Rodríguez, A. A., Luna, P. M., Pérez-Núñez, P., & Caballero, P. (2022). Studying the Effects of Mobile Devices on Young Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders, 9*, 400-415. <https://doi.org/10.1007/s40489-021-00264-9>
- Anderson, C. M., Smith, T., & Wilczynski, S. M. (2018). Advances in School-Based Interventions for Students with Autism Spectrum Disorder: Introduction to the Special Issue. *Behavior modification, 42*(1), 3–8. <https://doi.org/10.1177/0145445517743582>
- Atherton, G., & Cross, L. (2021). The Use of Analog and Digital Games for Autism Interventions. *Frontiers in psychology, 12*, 669734. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.669734>

- Barry, L., Holloway, J., Gallagher, S., & McMahon, J. (2022). Teacher Characteristics, Knowledge and Use of Evidence-Based Practices in Autism Education in Ireland. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(8), 3536–3546. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05223-1>
- Battocchi, A., Ben-Sasson, A., Esposito, G., Gal, E., Pianesi, F., Tomasini, D., Venuti, P., Weiss, P., & Zancanaro, M. (2010). Collaborative puzzle game: a tabletop interface for fostering collaborative skills in children with autism spectrum disorders. *Journal of Assistive Technologies*, 4(1), 4-13. <https://doi.org/10.5042/jat.2010.0040>
- Bauminger-Zviely, N., Eden, S., Zancanaro, M., Weiss, P. L., & Gal, E. (2013). Increasing social engagement in children with high-functioning autism spectrum disorder using collaborative technologies in the school environment. *Autism: the international journal of research and practice*, 17(3), 317–339. <https://doi.org/10.1177/1362361312472989>
- Bekele, E., Crittendon, J., Zheng, Z., Swanson, A., Weitlauf, A., Warren, Z., & Sarkar, N. (2014). Assessing the utility of a virtual environment for enhancing facial affect recognition in adolescents with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 44(7), 1641–1650. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2035-8>
- Bernardini, S., Porayska-Pomsta, K., & Smith, T. J. (2014). ECHOES: An intelligent serious game for fostering social communication in children with autism. *Information Sciences*, 264, 41-60. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.10.027>
- Bernard-Opitz, V., Sriram, N., & Nakhoda-Sapuan, S. (2001). Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(4), 377-384. <https://doi.org/10.1023/A:1010660502130>
- Bono, V., Narzisi, A., Jouen, A. L., Tilmont, E., Hommel, S., Jamal, W., Xavier, J., Billeci, L., Maharatna, K., Wald, M., Chetouani, M., Cohen, D., Muratori, F., & MICHELANGELO Study Group. (2016). GOLIAH: A Gaming Platform for Home-Based Intervention in Autism - Principles and Design. *Frontiers in Psychiatry*, 7, 70. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2016.00070>
- Chen, C. H., Lee, I. J., & Lin, L. Y. (2015). Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders. *Research in Developmental Disabilities*, 36C, 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.015>
- Chen, C. H., Lee, I.-J., & Lin, L.-Y. (2016). Augmented reality-based video-modeling storybook of nonverbal facial cues for children with autism spectrum disorder to improve their perceptions and judgments of facial expressions and emotions. *Computers in Human Behavior*, 55(Part A), 477–485. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.033>
- Cheng, Y., Chiang, H. C., Ye, J., & Cheng, L. H. (2010). Enhancing empathy instruction using a collaborative virtual learning environment for children with autistic spectrum conditions. *Computers & Education*, 55(4), 1449-1458. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.008>
- Cobb, S., Beardon, L., Eastgate, R., Glover, T., Kerr, S., Neale, H., Parsons, S., Benford, S., Hopkins, E., Mitchell, P., Reynard, G., & Wilson, J. (2002). Applied virtual environments to support learning of social interaction skills in users with Asperger's Syndrome. *Digital Creativity*, 13(1), 11-22. <https://doi.org/10.1076/digc.13.1.11.3208>

- Davis, M., Otero, N., Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., & Powell, S. D. (2007, julio). Creating a software to promote understanding about narrative in children with autism: Reflecting on the design of feedback and opportunities to reason. In *2007 IEEE 6th International Conference on Development and Learning* (pp. 64-69). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DEVLRN.2007.4354045>
- Dueñas, A. D., Plavnick, J. B., & Bak, M. Y. S. (2019). Effects of Joint Video Modeling on Unscripted Play Behavior of Children with Autism Spectrum Disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *49*(1), 236–247. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3719-2>
- Escobedo, L., Nguyen, D. H., Boyd, L., Hirano, S., Rangel, A., Garcia-Rosas, D., Tentori, M. E., & Hayes, G. (2012, May). MOSOCO: a mobile assistive tool to support children with autism practicing social skills in real-life situations. En *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 2589-2598). <https://doi.org/10.1145/2207676.2208649>
- Fage, C., Consel, C. Y., Balland, E., Etchegoyhen, K., Amestoy, A., Bouvard, M., & Sauzéron, H. (2018). Tablet apps to support first school inclusion of children with autism spectrum disorders (ASD) in mainstream classrooms: A pilot study. *Frontiers in Psychology*, *9*, 2020. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02020>
- Ferguson, B. R., Gillis, J. M., & Sevlever, M. (2013). A brief group intervention using video games to teach sportsmanship skills to children with autism spectrum disorders. *Child & Family Behavior Therapy*, *35*(4), 293-306. <https://doi.org/10.1080/07317107.2013.846648>
- Flores, M. M., Hill, D. A., Faciane, L. B., Edwards, M. A., Tapley, S. C., & Dowling, S. J. (2014). The Apple iPad as assistive technology for story-based interventions. *Journal of Special Education Technology*, *29*(2), 27-37. <https://doi.org/10.1177/0162643414029002>
- Gal, E., Bauminger, N., Goren-Bar, D., Pianesi, F., Stock, O., & Zancanaro, M. (2009). Enhancing social communication of children with high-functioning autism through a co-located interface. *Ai & Society*, *24*(1), 75-84. <https://doi.org/10.1007/s00146-009-0199-0>
- Gentile, V., Adjorlu, A., Serafin, S., Rocchesso, D., & Sorce, S. (2019). Touch or touchless? evaluating usability of interactive displays for persons with autistic spectrum disorders. En *Proceedings of the 8th ACM International Symposium on Pervasive Displays* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1145/3321335.3324946>
- Gersten, R., Fuchs, L. S., Compton, D., Coyne, M., Greenwood, C. R., & Innocenti, M.S. (2005). Quality indicators for group experimental and quasi-experimental research in special education. *Exceptional Children*, *71*(2), 149-164. <https://doi.org/10.1177/001440290507100202>
- Gómez-León, M. I. (2019). Conexión neuronal en el trastorno del espectro autista. *Psiquiatría biológica*, *26*(1), 7-14. <https://doi.org/10.1016/j.psiq.2019.02.001>
- Grossard, C., Grynspan, O., Serret, S., Jouen, A. L., Bailly, K., & Cohen, D. (2017). Serious games to teach social interactions and emotions to individuals with autism spectrum disorders (ASD). *Computers & Education*, *113*, 195-211. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.002>
- Grynspan, O., Martin, J. C., & Nadel, J. (2008). Multimedia interfaces for users with high functioning autism: An empirical investigation. *International Journal of Human-Computer Studies*, *66*(8), 628-639. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.001>

- Hedges, S. H., Odom, S. L., Hume, K., & Sam, A. (2017). Technology use as a support tool by secondary students with autism. *Autism, 22*(1), 70–79. <https://doi.org/10.1177/1362361317717976>
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., Welch, V.A. (Editors). (2022). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. <https://training.cochrane.org/handbook>
- Hopkins, I. M., Gower, M. W., Perez, T. A., Smith, D. S., Amthor, F. R., Casey Wimsatt, F., & Biasini, F. J. (2011). Avatar assistant: improving social skills in students with an ASD through a computer-based intervention. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(11), 1543-1555. <https://doi.org/10.1007/s10803-011-1179-z>
- Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional Children, 71*(2), 165-180. <https://doi.org/10.1177/001440290507100203>
- Hourcade, J. P., Bullock-Rest, N. E., & Hansen, T. E. (2012). Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders. *Personal and Ubiquitous Computing, 16*(2), 157-168. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0383-3>
- Hume, K., Steinbrenner, J. R., Odom, S. L., Morin, K. L., Nowell, S. W., Tomaszewski, B., Szendrey, S., McIntyre, N. S., Yücesoy-Özkan, S., & Savage, M. N. (2021). Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism: Third Generation. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 51*, 4013-4032. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04844-2>
- Jouen, A. L., Narzisi, A., Xavier, J., Tilmont, E., Bodeau, N., Bono, V., Ketem-Premel, N., Anzalone, S., Maharatna, K., Chetouani, M., Muratori, F., Cohen, D., & The MICHELANGELO Study Group. (2017). GOLIAH (Gaming Open Library for Intervention in Autism at Home): a 6-month single blind matched controlled exploratory study. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health, 11*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13034-017-0154-7>
- Jung, S., & Sainato, D. M. (2015). Teaching games to young children with autism spectrum disorder using special interests and video modelling. *Journal of Intellectual and Developmental Disability, 40*(2), 198-212. <https://doi.org/10.3109/13668250.2015.1027674>
- Ke, F., & Im, T. (2013). Virtual-reality-based social interaction training for children with high-functioning autism. *The Journal of Educational Research, 106*(6), 441-461. <https://doi.org/10.1080/00220671.2013.832999>
- Kellems, R. O., Charlton, C., Kversøy, K. S., & Györi, M. (2020). Exploring the use of virtual characters (avatars), live animation, and augmented reality to teach social skills to individuals with autism. *Multimodal Technologies and Interaction, 4*(3), 48. <https://doi.org/10.3390/mti4030048>
- Kinsella, B. G., Chow, S., & Kushki, A. (2017). Evaluating the usability of a wearable social skills training technology for children with autism spectrum disorder. *Frontiers in Robotics and AI, 4*, 31. <https://doi.org/10.3389/frobt.2017.00031>
- Kirst, S., Diehm, R., Bögl, K., Wilde-Etzold, S., Bach, C., Noterdaeme, M., Poustka, L., Ziegler, M., & Dziobek, I. (2022). Fostering socio-emotional competencies in children on the autism spectrum using a parent-assisted serious game: A multicenter randomized controlled trial. *Behaviour Research and Therapy, 152*, 104068. <https://doi.org/10.1016/j.brat.2022.104068>

- Lee, I. J. (2019). Augmented reality coloring book: An interactive strategy for teaching children with autism to focus on specific nonverbal social cues to promote their social skills. *Interaction Studies*, 20(2), 256-274. <https://doi.org/10.1075/is.18004.lee>
- Lee, I.J., Lin, L.Y., Chen, C.H., & Chung, C.H. (2018). How to create suitable augmented reality application to teach social skills for children with ASD. *State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality Knowhow*, 8, 119-138. <http://doi.org/10.5772/intechopen.76476>
- Liu, R., Salisbury, J. P., Vahabzadeh, A., & Sahin, N. T. (2017). Feasibility of an Autism-Focused Augmented Reality Smartglasses System for Social Communication and Behavioral Coaching. *Frontiers in Pediatrics*, 5, 145. <https://doi.org/10.3389/fped.2017.00145>
- López, A. R., & Wiskow, K. M. (2019). Teaching Children with Autism to Initiate Social Interactions Using Textual Prompts Delivered via Apple Watches®. *Behavior Analysis in Practice*, 13(3), 641-647. <https://doi.org/10.1007/s40617-019-00385-y>
- MacDonald, R., Sacramone, S., Mansfield, R., Wiltz, K., & Ahearn, W. H. (2009). Using video modeling to teach reciprocal pretend play to children with autism. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 42(1), 43-55. <https://doi.org/10.1901/jaba.2009.42-43>
- Mantziou, O., Vrellis, I., & Mikropoulos, T. A. (2015). Do children in the spectrum of autism interact with real-time emotionally expressive human controlled avatars? *Procedia Computer Science*, 67, 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.268>
- Mitchell, P., Parsons, S., & Leonard, A. (2007). Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 37(3), 589-600. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0189-8>
- Milne, M., Luerssen, M. H., Lewis, T. W., Leibbrandt, R. E., & Powers, D. M. (2010, July). Development of a virtual agent based social tutor for children with autism spectrum disorders. En *The 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1-9). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IJCNN.2010.5596584>
- Murdock, L. C., Ganz, J., & Crittendon, J. (2013). Use of an iPad play story to increase play dialogue of preschoolers with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(9), 2174-2189. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1770-6>
- O'Brien, A. M., Schlosser, R. W., Yu, C., Allen, A. A., & Shane, H. C. (2021). Repurposing a smartwatch to support individuals with autism spectrum disorder: Sensory and operational considerations. *Journal of Special Education Technology*, 36(4), 215-226. <https://doi.org/10.1177/0162643420904001>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E.A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic reviews*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parsons, S., Mitchell, P., & Leonard, A. (2005). Do adolescents with autistic spectrum disorders adhere to social conventions in virtual environments? *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 9(1), 95-117. <https://doi.org/10.1177/1362361305049032>

- Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M. R., & Winograd, T. (2006). SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development. En *Proceedings of the 2006 20th Anniversary Conference on Computer Supported Cooperative Work* (pp. 1-10). <https://doi.org/10.1145/1180875.1180877>
- Rashedi, R. N., Bonnet, K., Schulte, R. J., Schlundt, D. G., Swanson, A. R., Kinsman, A., Bardett, N., Juárez, P., Warren, Z. E., Biswas, G., & Kunda, M. (2022). Opportunities and Challenges in Developing Technology-Based Social Skills Interventions for Adolescents with Autism Spectrum Disorder: A Qualitative Analysis of Parent Perspectives. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(10), 4321–4336. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05315-y>
- Sandbank, M., Bottema-Beutel, K., Crowley, S., Cassidy, M., Dunham, K., Feldman, J. I., Crank, J., Albarran, S. A., Raj, S., Mahbub, P., & Woynaroski, T. G. (2020). Project AIM: Autism intervention meta-analysis for studies of young children. *Psychological Bulletin*, 146(1), 1–29. <https://doi.org/10.1037/bul0000215>
- Smith, E., Constantin, A., Johnson, H., & Brosnan, M. (2021). Digitally-mediated social stories support children on the autism spectrum adapting to a change in a ‘Real-World’ context. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 51(2), 514-526. <https://doi.org/10.1007/s10803-020-04558-5>
- Soysa, A. I., & Al Mahmud, A. (2019). Interactive Pretend Play (iPPy) toys for children with ASD. En *Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction* (pp. 285-289). <https://doi.org/10.1145/3369457.3369480>
- Sturm, D., Kholodovsky, M., Arab, R., Smith, D. S., Asanov, P., & Gillespie-Lynch, K. (2019). Participatory design of a hybrid kinect game to promote collaboration between autistic players and their peers. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(8), 706-723. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1550180>
- Sutton, B. M., Webster, A. A., & Westerveld, M. F. (2019). A systematic review of school-based interventions targeting social communication behaviors for students with autism. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 23(2), 274–286. <https://doi.org/10.1177/1362361317753564>
- Terlouw, G., Kuipers, D., van't Veer, J., Prins, J. T., & Pierie, J. P. E. (2021). The development of an escape room-based serious game to trigger social interaction and communication between high-functioning children with autism and their peers: Iterative design approach. *JMIR Serious Games*, 9(1), e19765. <https://doi.org/10.2196/19765>
- Terlouw, G., van't Veer, J. T., Prins, J. T., Kuipers, D. A., & Pierie, J. P. E. (2020). Design of a Digital Comic Creator (It's Me) to Facilitate Social Skills Training for Children with Autism Spectrum Disorder: Design Research Approach. *JMIR Mental Health*, 7(7), e17260. <https://doi.org/10.2196/17260>
- Uzuegbunam, N., Wong, W. H., Cheung, S. C. S., & Ruble, L. (2018). MEBook: Multimedia Social Greetings Intervention for Children with Autism Spectrum Disorders. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11(4), 520-535. <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2772255>
- Voss, C., Schwartz, J., Daniels, J., Kline, A., Haber, N., Washington, P., Tariq, Q., Robinson, T. N., Desai, M., Phillips, J. M., Feinstein, C., Winograd, T., & Wall, D. P. (2019). Effect of Wearable Digital Intervention for Improving Socialization in Children with Autism Spectrum Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatrics*, 173(5), 446–454. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.0285>

- Wong, C., Odom, S. L., Hume, K. A., Cox, A. W., Fettig, A., Kucharczyk, S., Brock, M. E., Plavnick, J. B., Fleury, V. P., & Schultz, T. R. (2015). Evidence-Based Practices for Children, Youth, and Young Adults with Autism Spectrum Disorder: A Comprehensive Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 45(7), 1951–1966. <https://doi.org/10.1007/s10803-014-2351-z>
- Wright, C., Diener, M. L., Dunn, L., Wright, S. D., Linnell, L., Newbold, K., D'Astous, V., & Rafferty, D. (2011). SketchUp™: A technology tool to facilitate intergenerational family relationships for children with autism spectrum disorders (ASD). *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 40(2), 135-149. <https://doi.org/10.1111/j.1552-3934.2011.02100.x>

**Cómo citar:** Gómez-León, M. I. (2023). Avances en la tecnología para el desarrollo de la competencia social del alumnado con trastornos del espectro autista. Revisión sistemática. *Páginas de Educación*, 16(2), 153-182. <https://doi.org/10.22235/pe.v16i2.3299>

**Contribución autoral:** a) Concepción y diseño del trabajo; b) Adquisición de datos; c) Análisis e interpretación de datos; d) Redacción del manuscrito; e) revisión crítica del manuscrito. M. I. G. L. ha contribuido en a, b, c, d, e.

**Editora científica responsable:** Dra. Alejandra Balbi.