

[Cierre de edición el 30 de abril del 2025]

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527><https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>

educare@una.ac.cr

Intervención innovadora mediante realidad aumentada y virtual en estudiantes con trastorno del espectro autista

Innovative Intervention Through Augmented and Virtual Reality for Students with Autism Spectrum Disorder

Intervenção inovadora por meio de realidade aumentada e virtual em alunos com Transtorno do Espectro Autista

Noemí Carmona-Serrano

Universidad de Granada

 <https://ror.org/04njjy449>

Ceuta, España

 [nhoe@correo.ugr.es](https://orcid.org/0000-0002-8433-896X)

 <https://orcid.org/0000-0002-8433-896X>

Jesús López-Belmonte

Universidad de Granada

 <https://ror.org/04njjy449>

Ceuta, España

 [jesuslopez@ugr.es](https://orcid.org/0000-0003-0823-3370)

 <https://orcid.org/0000-0003-0823-3370>

Juan-Antonio López-Núñez

Universidad de Granada

 <https://ror.org/04njjy449>

Granada, España

 juanlope@ugr.es

 <https://orcid.org/0000-0001-9881-9169>

Antonio García-Guzmán

Universidad de Granada

 <https://ror.org/04njjy449>

Ceuta, España

 antogagu@ugr.es

 <https://orcid.org/0000-0003-1495-9549>

Antonio-José Moreno-Guerrero

Universidad de Granada

 <https://ror.org/04njjy449>

Ceuta, España

 ajmoreno@ugr.es

 <https://orcid.org/0000-0003-3191-2048>

Recibido • Received • Recebido: 07 / 06 / 2023

Corregido • Revised • Revisado: 20 / 02 / 2025

Aceptado • Accepted • Aprovado: 02 / 04 / 2025

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Resumen:

Introducción. En este trabajo se analizan estudiantes con trastorno del espectro autista (TEA). Se hace un recorrido a nivel teórico sobre dicho trastorno, así como la implementación de la tecnología educativa, en concreto de la realidad aumentada y virtual como recursos innovadores para llevar a cabo las intervenciones formativas. **Objetivo.** El propósito de este estudio es conocer la influencia de la utilización de la realidad aumentada y virtual en estudiantes con TEA en diversas variables psicoeducativas como la motivación, la atención, la comunicación, la autonomía y los resultados de aprendizaje. **Método.** Para ello se ha realizado un diseño cuasi-experimental de naturaleza pre-post en un solo grupo. Se ha tomado una muestra de 23 estudiantes de la Asociación de Autismo de Ceuta. Tras la intervención planificada de contraste, se recopilaron los datos mediante un cuestionario. **Resultados.** Los resultados revelan que las actividades con realidad aumentada y virtual obtuvieron un mayor alcance que las actividades tradicionales, sobre todo en la motivación, aunque la atención se vio afectada. **Discusión.** Esto verifica la potencialidad de la tecnología educativa. No obstante, su uso debe adaptarse para optimizar sus beneficios y mitigar posibles efectos en la atención, garantizando una experiencia formativa equilibrada para el estudiantado con TEA.

Palabras claves: Autismo; trastorno de espectro autista; tecnología de la educación; innovación pedagógica; realidad aumentada; realidad virtual.

ODS: ODS 4; Educación de calidad; aprendizaje interactivo.

Abstract:

Introduction. This study focuses on students with autism spectrum disorder (ASD) and examines the disorder and the integration of educational technologies, specifically augmented reality and virtual reality, as innovative tools for conducting training interventions. **Objective.** This study aims to understand the influence of augmented reality and virtual reality on students with ASD across various psychoeducational variables, including motivation, attention, communication, autonomy, and learning results. **Method.** A quasi-experimental pre-post design was employed involving a single group to achieve the study's objectives. The sample consisted of 23 students from the Autism Association of Ceuta. Data was gathered through a questionnaire after implementing the planned contrast intervention. **Results.** The results reveal that activities with augmented reality and virtual reality achieved a greater reach than traditional activities, especially in terms of motivation, although attention was affected. **Discussion.** This verifies the potential of educational technology. However, its use must be adapted to optimize its benefits and mitigate possible effects on attention, guaranteeing a balanced educational experience for students with ASD.

Keywords: Autism; autism spectrum disorder; educational technology; educational innovation; augmented reality; virtual reality.

SDG: SDG 4; Quality education; interactive learning.

Resumo:

Introdução. Este artigo analisa alunos com Transtorno do Espectro Autista (TEA), apresentando um panorama teórico sobre o transtorno, bem como a implementação de tecnologias educacionais, especificamente realidade aumentada e realidade virtual, como recursos inovadores para a realização de intervenções formativas. **Objetivo.** O objetivo deste estudo é conhecer a influência do uso de realidade aumentada e virtual em alunos com TEA, considerando diversas variáveis psicoeducacionais, tais como motivação, atenção, comunicação, autonomia e resultados de aprendizagem. **Método.** Para isso, foi adotado um design quase experimental com pré e pós-teste em um único grupo. A



amostra foi composta por 23 alunos da Associação de Autismo de Ceuta. Após a intervenção de contraste planejada, os dados foram coletados por meio de um questionário. **Resultados.** Os resultados revelam que as atividades com realidade aumentada e realidade virtual apresentaram um alcance maior que as atividades tradicionais, especialmente no que se refere à motivação, embora tenham sido observados efeitos sobre a atenção. **Discussão.** Isso verifica o potencial da tecnologia educacional. No entanto, seu uso deve ser adaptado para otimizar seus benefícios e mitigar possíveis efeitos na atenção, garantindo uma experiência educacional equilibrada para alunos com TEA.

Palavras-chave: Autismo; Transtorno do Espectro Autista; tecnologia educacional; inovação pedagógica; realidade aumentada; realidade virtual.

ODS: ODS 4; Educação de qualidade; aprendizado interativo.

Introducción

La educación actual se encuentra en un proceso de transformación continua, no solo por las constantes reformas educativas acaecidas en la historia de la educación en España, sino por la influencia que la tecnología ejerce en los espacios de aprendizaje (De-la-Hoz-Franco et al., 2019). La literatura científica acoge numerosos estudios acerca de la inclusión y de las potencialidades que brinda el uso de recursos tecnológicos en las acciones formativas (Moreno-Guerrero et al., 2021).

El presente estudio se enfoca hacia las personas con trastorno del espectro autista (TEA). Este es considerado como un conjunto de trastornos del neurodesarrollo de carácter mutifactorial, según el *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, en su quinta edición (DSM-5) (American Psychiatric Association [APA], 2013). Este trastorno se caracteriza por un desorden en las habilidades sociales, comunicativas y por la aparición de comportamientos de naturaleza repetitiva y estereotipada (Vásquez & del Sol, 2020). De acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades, en su 11^a revisión (CIE-11), el TEA se inicia en la fase de desarrollo de la persona, en la infancia. No obstante, su sintomatología puede no reflejarse hasta un tiempo después, sobre todo, cuando el contacto entre personas es más demandado y se perciben limitaciones en las capacidades para socializar (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

Asimismo, las personas con TEA pueden presentar deficiencias en el funcionamiento ejecutivo, en el comportamiento sensorial-perceptivo y en la atención. Además, pueden manifestar cuadros de depresión, agresividad, conductas desafiantes, intereses restringidos y problemas en el control emocional, todo ello en niveles más altos que el resto de las personas con desarrollo típico. Este cuadro se acentúa de manera exponencial si la persona tiene habilidades cognitivas bajas (Sadler, 2019).

Todas estas características pueden coexistir con una discapacidad intelectual y con un procesamiento sensorial afectado. En esta línea, las personas con TEA pueden presentar un comportamiento anormal al tacto, a pesar de ser un factor importante en toda relación humana (Masson et al., 2020).

Las personas con TEA pueden presentar una respuesta atípica a los sonidos del entorno, ya que procesan los estímulos sonoros de manera diferente al resto de las personas. Del mismo modo, pueden experimentar dificultades motoras a lo largo de su vida, lo que puede afectar su calidad de vida y autonomía. Asimismo, pueden mostrar una deficiencia en el procesamiento visual de los rostros de los demás, atribuida a una hipoactivación del área fusiforme de la cara. Además, pueden presentar dificultades en la planificación de acciones o tareas, así como alteraciones en la estructura y el uso del lenguaje (Adams & Gaile, 2020).

En materia educativa, el estudiantado con TEA puede presentar determinadas necesidades educativas que otro estudiantado no las requiere. Todo ello puede estar producido por alteraciones o retrasos en el desarrollo de destrezas que van desde el cumplimiento de instrucciones o normas, hasta prestar atención a las explicaciones del personal docente. Entre ellas se encuentra la comunicación con otras personas estudiantes y agentes educativos, la cual resulta todo un desafío para este alumnado. Por tanto, las intervenciones focalizadas en la comunicación interpersonal pueden ocasionar mejoras en el componente social del estudiantado con TEA (Babb et al., 2021).

La tecnología aplicada a las personas con TEA ha venido demostrando su potencial (Carmona-Serrano et al., 2020). La aplicación de los nuevos avances tecnológicos ha supuesto un incremento en aspectos como la responsabilidad de las personas con TEA en sus tareas cotidianas. Los softwares desarrollados se emplean para trabajar y alcanzar la autonomía y la independencia del individuo. No obstante, la eficacia de su diseño e interfaz sigue siendo motivo de estudio en la actualidad, con el propósito de conseguir una mayor adecuación a las personas con TEA (Rezae et al., 2020). En este sentido, recientemente se ha constatado que no todos los recursos digitales son idóneos para trabajar con personas con TEA. Por ello, se debe tener en consideración aspectos como el diseño, el contenido y la dimensión pedagógica que abarcan (Gallardo Montes et al., 2021).

El desarrollo de prácticas innovadoras como la utilización de la realidad aumentada y virtual, así como la robótica han supuesto mejoras en diversos indicadores como las habilidades sociales, narrativas, la participación, la comunicación, asimilación y retención de la información. Sin embargo, en la vertiente reguladora de las emociones, la tecnología aún no ha conseguido mostrar sus mejores resultados (Fage et al., 2019).

La tecnología móvil se alza como un recurso eficaz para que las personas con TEA puedan desenvolverse socialmente y facilitar sus carencias comunicativas, favoreciendo con ello la inclusión tanto en las aulas como en la propia sociedad. Además, los nuevos avances tecnológicos posibilitan la realización de actividad física y expresar sus ideas y pensamientos sin causar estrés ni ansiedad (Roberts-Yates & Silvera-Tawil, 2019).

Entre las tecnologías emergentes más destacadas en el campo de la educación se encuentran la realidad aumentada y la virtual. La realidad aumentada se concibe como una tecnología que combina información digital con información física del entorno que nos rodea y en tiempo real, todo ello gracias a las posibilidades que brindan los dispositivos móviles. La realidad aumentada permite incrementar la información de cualquier objeto físico con información digital (Cabero-Almenara & Roig-Vila, 2019).



Sobre la realidad virtual, se trata de otra tecnología que está alcanzando elevadas cotas de proyección en el mundo educativo. Esta se define como un entorno creado por un ordenador que recrea una serie de secuencias de carácter multimedia con una apariencia de gran similitud a la realidad física en la que vivimos. Esto propicia que la persona que la experimente parezca estar inmersa en otra dimensión (Radianti et al., 2020).

Las prácticas formativas con realidad virtual contribuyen a la inmediatez de la información, así como a la seguridad del entorno generado donde se pueden llevar a cabo experiencias que en su espacio habitual pueden suponer un riesgo o cierto peligro. Además, otorgan movilidad al proceso instructivo y brindan la oportunidad de adaptarse a las necesidades de cada persona. Estas potencialidades suponen una mejora de la motivación del estudiantado (Gasca-Hurtado et al., 2015).

Estas tecnologías emergentes de nuestra sociedad han sido aplicadas en personas con TEA con la finalidad de contribuir a la mejora de determinados indicadores a través de los beneficios y potencialidades alcanzadas en otros contextos y necesidades educativas. En este sentido, la realidad aumentada ha permitido un gran alcance como herramienta educativa en personas con TEA, mediante el uso de aplicaciones móviles lanzadas por medio de ordenadores, *smartphones* y *tablets* para la visualización e interacción de los contenidos. Esta tecnología ha demostrado su utilidad en experiencias donde las personas participantes con TEA tienen que tomar sus propias decisiones para resolver un problema, lo que repercute en su autonomía (Köse & Güner-Yıldız, 2021).

Otra de las mejoras que ha producido la realidad aumentada en las intervenciones con estudiantes con TEA ha sido a nivel social, donde las personas participantes han tenido que interactuar con diversos personajes por medio de juegos digitales, provocando la asimilación de habilidades sociales de manera indirecta. También, en el plano formativo, el uso de esta tecnología ha supuesto un incremento de la capacidad de memoria de las personas con TEA, gracias a la generación de entornos formativos enriquecidos y estimulantes a nivel sensorial. Además, la literatura revela que la realidad aumentada puede ser una tecnología eficaz para la mejora de la comunicación de personas con TEA (Fridhi et al., 2018).

Por otro lado, la realidad virtual ha propiciado la puesta en marcha de intervenciones cargadas con un fuerte componente de atracción, debido al entorno generado por ordenador. Se trata de una tecnología que está adquiriendo un valor pertinente en entornos educativos y, sobre todo, clínicos (Mak & Zhao, 2023). Los estudios sobre realidad virtual aplicados en estudiantes con TEA han verificado una gran motivación por parte de las personas participantes, pero, al mismo tiempo, han supuesto la exhibición de ciertos comportamientos derivados del aumento de la ansiedad, debido al volumen de estimulación sensorial que muchos entornos producen y que debe regularse para no sobrecargar al sujeto participante (McCleery et al., 2020). En este sentido, para mitigar la ansiedad y el estrés ocasionado por las prácticas con realidad virtual, Alcañiz et al. (2019) proponen la utilización de entornos virtuales inmersivos (EVI). Estos consisten en establecer pantallas en un espacio físico para que la persona pueda interactuar con la tecnología, sin necesidad de tener unos cascos en la cabeza.

Una de las potencialidades más valiosas de la realidad virtual es la personalización del entorno digital creado para trabajar las deficiencias del sujeto participante con TEA, lo que permite sumergirlo en un ambiente virtual controlado y acorde a sus necesidades, a la vez que seguro. Del mismo modo, las intervenciones efectuadas por medio de esta tecnología emergente suponen una mejora de la autonomía y de la atención (Miller et al., 2020).

En definitiva, el uso de las TIC ha demostrado su gran capacidad para incidir en la mejora de determinadas variables psicosociales y educativas, como viene reflejando la investigación en este campo de conocimiento. Todo ello repercutirá en una mejor calidad de vida de las personas con TEA y a la adaptación a las exigencias de una sociedad cambiante y en constante evolución.

La falta de formación y de intervenciones directas de las personas de su alrededor o de profesionales a su cargo puede ocasionar un incremento del aislamiento social de las personas con TEA. Por ello, se aboga por prácticas e intervenciones especializadas, eficaces y fundamentadas en evidencias para lograr una educación inclusiva y que el estudiantado pueda alcanzar tanto sus metas sociales como las académicas (McKeithan & Sabornie, 2020).

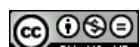
Objetivo y preguntas de investigación

Con base en lo expuesto y para seguir la senda marcada por la literatura científica sobre el estado de la cuestión, se presenta este trabajo de investigación con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la utilización de la tecnología educativa en los diferentes espacios de aprendizaje que hoy en día se pueden generar. En concreto, este estudio se ha desplegado en estudiantes con TEA. Todo ello para concienciar a la sociedad y acercar a las nuevas generaciones de profesionales de la educación sobre las intervenciones innovadoras que se pueden efectuar con las personas con TEA.

A pesar de la proliferación de recursos digitales, su aplicación al colectivo TEA no está siendo muy proyectada, siendo todo un desafío la adopción y aplicación de la tecnología por parte de la población de profesionales que intervienen con ellos (Ghanouni et al., 2020).

Para conducir la investigación se ha marcado como objetivo general conocer la influencia de la utilización de la realidad aumentada y virtual en estudiantes con TEA en diversas variables psicoeducativas como la motivación, la atención, la comunicación, la autonomía y los resultados de aprendizaje. De este enunciado genérico derivan las siguientes preguntas de investigación (PI) que permitirán guiar el estudio con un mayor nivel de concreción:

- PI₁: ¿La motivación del estudiantado con TEA muestra un incremento con respecto de los métodos tradicionales, después de introducir una intervención con realidad aumentada y virtual?
- PI₂: ¿La atención del estudiantado con TEA muestra un incremento con respecto de los métodos tradicionales, después de introducir una intervención con realidad aumentada y virtual?



- PI₃: ¿La comunicación del estudiantado con TEA muestra un incremento con respecto de los métodos tradicionales, después de introducir una intervención con realidad aumentada y virtual?
- PI₄: ¿La autonomía del estudiantado con TEA muestra un incremento con respecto de los métodos tradicionales, después de introducir una intervención con realidad aumentada y virtual?
- PI₅: Los resultados de aprendizaje del estudiantado con TEA muestran un incremento con respecto de los métodos tradicionales, después de introducir una intervención con realidad aumentada y virtual?

Método

Diseño de investigación

Para el desarrollo de este estudio se ha efectuado un diseño de investigación de naturaleza cuasi-experimental, enmarcado en una metodología cuantitativa. En concreto se ha utilizado un diseño pre-post en un solo grupo.

En esta investigación se ha llevado a cabo una acción formativa por medio de dos enfoques didácticos contrapuestos. Por un lado, se ha utilizado el método tradicional de enseñanza y aprendizaje y, por otro, un enfoque innovador basado en la tecnología emergente de realidad aumentada y virtual.

Se han definido dos tipos de variables. Como variable independiente se ha atribuido el tipo de metodología formativa utilizada y como variable dependiente el alcance obtenido en las diferentes dimensiones analizadas en este trabajo.

Muestra

En este estudio han participado un total de 23 participantes con TEA. De estos sujetos el 73.9% son hombres y el resto mujeres con una edad media de 10.52 años (DT = 4.26). Estos sujetos han sido seleccionados por medio de una técnica de muestreo intencional, justificado en la facilidad de acceso a la muestra de participantes.

Instrumento

En investigaciones sobre intervenciones efectuadas en personas con TEA, los instrumentos utilizados para recopilar los datos se fundamentan en cuestionarios respondidos por los propios sujetos profesionales o cuidadores a su cargo. En este sentido, la observación adquiere un valor importante. Para este estudio se ha diseñado un instrumento *ad hoc*, a partir del análisis de otras herramientas reportadas de la literatura específica sobre este estado de la cuestión (Lorenzo et al., 2019).

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

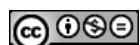
El cuestionario generado se compone de 25 ítems, articulados en cinco dimensiones (1-Motivación; 2-Atención; 3-Comunicación; 4-Autonomía; 5-Resultados de aprendizaje), así como diversos ítems de naturaleza sociodemográfica. El formato de respuesta se encuentra configurado en una escala tipo Likert de cuatro puntos, siendo 1 el valor más negativo y 4 el más positivo.

Seguidamente, la herramienta confeccionada fue analizada por un juicio de personas expertas compuesto por cuatro especialistas del ámbito de conocimiento de la tecnología educativa y de la atención a la diversidad. Este proceso de validación conllevó diferentes actuaciones. En primer lugar, se envió el enlace al instrumento ([Ver Material complementario^a](#)) por correo electrónico al personal juez. Seguidamente, estas personas expertas contaron con un plazo de 10 días para analizar el cuestionario y ofrecer sus observaciones, con la finalidad de mejorar la herramienta. Todo el feedback fue recibido en el tiempo establecido. La opinión de estas personas expertas fue bastante positiva. Estos recomendaron la modificación de determinados ítems de las dimensiones, para mejorar su concreción. Así como el cambio de la terminología empleada en la escala de medición, para evitar posibles sesgos a la hora de valorar las actuaciones de las personas participantes. Todos estos aspectos se llevaron a cabo para alcanzar una herramienta pertinente con la que medir con eficacia las distintas dimensiones seleccionadas.

Procedimiento

Para disponer del acceso a la muestra de estudiantes con TEA, se presentó el proyecto de investigación I+D+i, del que deriva este estudio, a la Coordinación de la Asociación de Autismo de Ceuta (España). Una vez informada de los objetivos del estudio, se obtuvo el permiso para desplegar las diferentes acciones investigativas. La primera fue elaborar un formulario para la obtención del consentimiento informado por parte de las familias de las personas participantes. Este se llevó a cabo de manera telemática mediante la aplicación *Google Forms*. Todo ello con la finalidad de preservar la naturaleza, evitando el consumo de papel y para evitar el contacto de papel entre diferentes personas, según recomendaciones higiénico-sanitarias propuestas por las personas expertas que gestionan la pandemia de la COVID-19. Seguidamente, se conformó la muestra de participantes. Dado que la muestra no fue aleatoria, se utilizó un diseño que contempló la aplicación de medidas pretest y postest en el mismo grupo, lo que permitió observar los efectos de las metodologías de enseñanza sin la influencia de grupos adicionales. También se implementó una evaluación de la consistencia de la aplicación de las metodologías para asegurar que no existieran inconsistencias en su implementación.

Una vez conocidas las características de los sujetos participantes, se seleccionaron los recursos tecnológicos y se diseñaron las actividades ([ver Apéndice A](#)). A continuación, se realizaron las sesiones planificadas con metodología tradicional ($n = 5$) por parte del equipo



multidisciplinar (terapeuta ocupacional, psicóloga, logopeda y maestra de educación especial) que participó en la investigación. Al cabo de dos semanas, se llevó a cabo la segunda intervención por medio de un enfoque innovador, a través de prácticas con realidad aumentada y virtual ($n = 5$). En total se efectuaron 10 sesiones, entre ambos enfoques metodológicos. Los contenidos que se trabajaron fueron: (a) la atención; (b) la comunicación; (c) la autonomía; (d) la motricidad fina y gruesa; (e) la coordinación oculo-manual. Las sesiones tuvieron una duración de 45 minutos, de los cuales la intervención con estos recursos innovadores tuvo una duración aproximada de 15 minutos. Todo ello con la finalidad de que cada participante focalizase sus esfuerzos en dicha actividad innovadora. El resto de tiempo de la sesión se destinó para la recepción del estudiantado a la sala de intervención, presentación anticipada de las diversas actividades a realizar y por último, una vuelta a la calma antes de finalizar la sesión.

Este mismo equipo multidisciplinar se encargó, a su vez, de recopilar la información, registrándola de manera digital a través de una tablet en una herramienta diseñada para tal fin. De esta manera, se recogieron datos desde la perspectiva de cada profesional que conforma el equipo de recursos humanos. Se produjo una triangulación de los datos, participando en la recogida de estos las distintas personas profesionales, con el propósito de evitar sesgos de subjetividad en la observación de las conductas del grupo de participantes. Una vez recogidos los datos, se inició el análisis de datos, con el propósito de efectuar un análisis en profundidad que permitiera dar alcance al objetivo planteado y responder a cada uno de los interrogantes formulados.

Análisis de datos

El análisis estadístico se ha realizado con el programa SPSS en su versión 25. Se han efectuado cálculos como la media (M) y desviación típica (DT), como estadísticos básicos. También, se han llevado a cabo pruebas más concretas como la asimetría y la curtosis para determinar la tendencia de la distribución, así como la prueba t de Student ($t_{n1+n2-2}$) para efectuar la comparación entre las medias alcanzadas entre pretest y posttest. Asimismo, se han realizado otras pruebas específicas como la d de Cohen y la correlación biserial (r_{xy}) para hallar el tamaño del efecto. En este estudio se ha considerado un $p < 0.05$ como diferencias estadísticamente significativas.

Resultados

Tras el análisis de los datos, la valoración alcanzada en cada una de las variables varía significativamente entre las medidas alcanzadas en el pretest (metodología tradicional) y el posttest (metodología innovadora), siendo este último el que presenta medias superiores. Solamente, la dimensión de atención, en especial las variables atención_2 y atención_3 presentan medias superiores en las medidas de pretest que en las de posttest. La distribución

de respuesta en todas las variables, en ambas mediciones, no se muestra dispersa, dado que los valores de la desviación típica son inferiores a 1 en todas las variables. En cuanto a la curtosis, esta varía, habiendo de tipo platicúrtica, leptocúrtica y mesocúrtica ([Tabla 1](#)).

Tabla 1: Descriptivo por variables de estudio

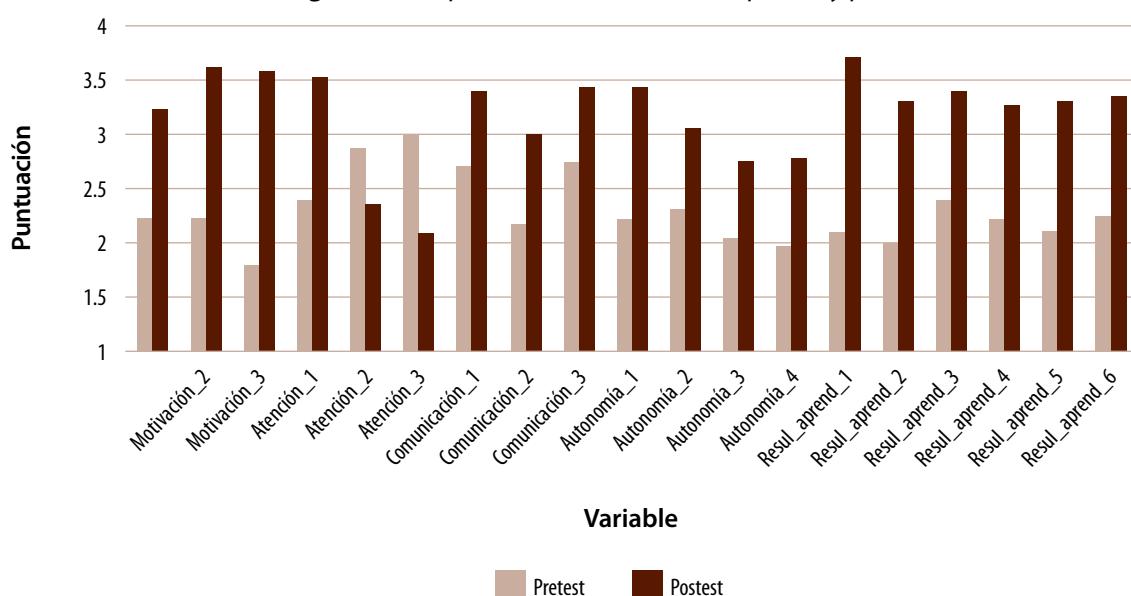
Variables	Parámetros							
	Pretest				Posttest			
	M	DT	Asimetría	Curtosis	M	DT	Asimetría	Curtosis
Motivación_1	2.22	.671	-.280	-.627	3.22	.951	-.822	-.564
Motivación_2	2.22	.518	.324	.250	3.61	.656	-1.496	1.196
Motivación_3	1.78	.671	.280	-.627	3.57	.728	-1.409	.586
Atención_1	2.39	.656	.439	.356	3.52	.665	-1.100	.194
Atención_2	2.87	.694	-.713	1.529	2.35	.832	.273	-.182
Atención_3	3.00	.798	-.588	.378	2.09	.949	.513	-.512
Comunicación_1	2.70	.926	-.446	-.400	3.39	.722	-.773	-.587
Comunicación_2	2.17	.937	-.012	-1.237	3.00	.953	-.689	-.277
Comunicación_3	2.74	.541	-.175	-.185	3.43	.788	-.988	-.578
Autonomía_1	2.22	.671	-.280	-.627	3.43	.896	-1.449	1.139
Autonomía_2	2.30	.559	.023	-.462	3.04	.825	-.617	.167
Autonomía_3	2.04	.706	-.061	-.820	2.74	.752	-.218	.072
Autonomía_4	1.96	.638	.033	-.239	2.78	.736	-.374	.407
Resul_aprend_1	2.09	.417	.677	3.420	3.70	.703	-2.068	2.710
Resul_aprend_2	2.00	.603	.000	.157	3.30	.703	-.512	-.738
Resul_aprend_3	2.39	.499	.477	-1.951	3.39	.783	-.851	-.765
Resul_aprend_4	2.22	.671	.708	1.368	3.26	.619	-.212	-.408
Resul_aprend_5	2.09	.596	-.013	.161	3.30	.765	-1.268	2.396
Resul_aprend_6	2.22	.518	.324	.250	3.35	.573	-.132	-.616

Nota: Elaboración propia. En el instrumento se encuentran las variables de estudio desarrolladas.



La comparación de medias, de forma gráfica, de cada una de las variables queda reflejada en la [Figura 1](#). En ella se observa cómo las medias de las variables del postest son muy superiores a las del pretest, excepto en las variables de atención_2 y atención_3, donde las medias son ligeramente superiores en las medidas de pretest. En la medida de pretest, la variable con más media es atención_3, mientras que la que presenta menor media es motivación_3. En cambio, en las medidas de postest, la variable con más media es resul_aprend_1, mientras que la que menos media presenta es atención_3 ([Figura 1](#)).

Figura 1: Comparativa de variables entre pretest y postest



Nota: Elaboración propia.

Después de aplicar el estadístico de t de Student, se observa que hay diferencia significativa en todas las variables de estudio. La mayoría de las variables muestra que las medidas alcanzadas en el postest han generado un efecto mayor en el estudiantado que las medidas alcanzadas en el pretest, excepto en atención_2 y atención_3, donde se ha producido el efecto contrario. Esto es, ha resultado más significativo las medidas pretest que las medidas de postest. Las correlaciones bisoriales muestran una fuerza de relación media-alta en todas las variables de estudio. Además, el tamaño del efecto es relativamente bajo en las diversas variables ([Tabla 2](#)).

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Tabla 2: Estudio del valor de independencia entre variables con pretest y postest

Variables	$\mu(X_1-X_2)$	$t_{n_1+n_2-2}$	Gl	d	r_{xy}
Motivación_1	-1.00(2.22-3.22)	-3.976	22	-.070	.528**
Motivación_2	-1.39(2.22-3.61)	-8.525	22	-.178	.769**
Motivación_3	-1.78(1.78-3.57)	-9.474	22	-.014	.793**
Atención_1	-1.13(2.39-3.52)	-4.930	22	-.132	.658**
Atención_2	.522(2.87-3.35)	2.228	22	.068	-.329*
Atención_3	.913(3.00-2.09)	3.351	22	-.014	-.470**
Comunicación_1	-.696(2.70-3.39)	-2.912	22	.012	.394**
Comunicación_2	-.826(2.17-3.00)	-3.321	22	.041	.408**
Comunicación_3	-.696(2.74-3.43)	-3.272	22	-.037	.466**
Autonomía_1	-1.21(2.22-3.43)	-4.848	22	-.096	.618**
Autonomía_2	-.739(2.30-3.04)	-3.678	22	-.139	.473**
Autonomía_3	-.696(2.04-2.74)	-3.272	22	-.015	.438**
Autonomía_4	-.826(1.96-2.78)	-4.467	22	-.061	.523**
Resul_apren_1	-1.61(2.09-3.70)	-8.656	22	-.217	.818**
Resul_apren_2	-1.30(2.00-3.30)	-6.754	22	-.114	.713**
Resul_apren_3	-1.00(2.39-3.39)	-5.302	22	-.135	.614**
Resul_apren_4	-1.04(2.22-3.26)	-6.069	22	-.151	.637**
Resul_apren_5	-1.21(2.09-3.30)	-6.470	22	-.167	.672**
Resul_apren_6	-1.13(2.22-3.35)	-6.653	22	-.189	.727**

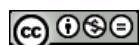
Nota: Elaboración propia.

*. Correlación significativa $p<.005$

**. Correlación significativa $p<.001$

Discusión

La bibliografía ha venido resaltando la inclusión de las TIC en el campo de la educación ([Cuetos Revuelta et al., 2020](#)). Una incorporación en que ha permitido lograr grandes potencialidades en el terreno formativo ([Larionova et al., 2018](#)). Entre el espectro tecnológico han destacado las tecnologías de realidad aumentada y virtual ([Cabero-Almenara & Roig-Vila, 2019](#)), las cuales han reflejado una serie de beneficios en su utilización en personas con TEA ([Carmona-Serrano et al., 2020](#)).



En el presente estudio, los resultados alcanzados tras la aplicación de prácticas formativas mediante tales tecnologías emergentes han verificado diversas potencialidades, como ya otros estudios verificaron. En concreto, mediante el uso de la realidad aumentada y virtual se ha comprobado una mejora de la motivación, como ya asentaron [Bacca et al. \(2014\)](#); [Gasca-Hurtado et al. \(2015\)](#) y, recientemente, [McCleery et al. \(2020\)](#) y en la comunicación. Esta afirmación se encuentra en consonancia con otros estudios anteriores ([Fridhi et al., 2018](#)). Con respecto a la autonomía, las acciones formativas efectuadas a nivel innovador alcanzaron valores pertinentes en comparación con las prácticas tradicionales. Esto reporta similitudes con [Miller et al. \(2020\)](#). En cuanto a los resultados de aprendizaje, la realidad aumentada y virtual también han mostrado su potencial, como ya determinaron recientemente [Mak & Zhao \(2023\)](#).

A pesar de las bondades que han revelado ambas tecnologías, en este estudio, la atención no se ha visto mejorada en su totalidad mediante tales prácticas innovadoras, como sí reflejaron [de Luca et al. \(2021\)](#). Este hallazgo refuerza lo expuesto por [Rezae et al. \(2020\)](#), alusivo al análisis de los diseños e interfaces de la tecnología para que pueda lograr una adaptación eficaz a las distintas discapacidades.

Con base en los hallazgos obtenidos, en la modalidad de intervención tradicional, las valoraciones de la mayoría de las variables han sido inferiores a las del enfoque innovador, excepto en aquellas relacionadas con la distracción por otros elementos de la tarea y la conducción del terapeuta para que el discente focalice su atención en la actividad. En estos dos aspectos vinculados a la atención, el método tradicional ha demostrado ser más beneficioso que el basado en la realidad aumentada y virtual. No obstante, con este enfoque tradicional, las personas participantes manifiestan que, una vez finalizadas las tareas, no desean continuar realizando actividades mediante dicha metodología instructiva.

En contraste, en el enfoque innovador mediado por tecnologías de realidad aumentada y virtual, se observa una menor necesidad de intervención por parte de las personas especialistas en la conducción de las tareas, ya que, según los datos obtenidos, el estudiantado ha requerido menos orientación durante la ejecución de las actividades. Además, se evidencia una mejora en los resultados de aprendizaje relacionados con la atención, dado que, gracias a la tecnología, los sujetos participantes logran mantener el foco en las acciones que realizan.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la intervención mediada por realidad aumentada y virtual, como tecnologías emergentes en el ámbito educativo, ha demostrado ser una herramienta de gran potencial para la formación del estudiantado con TEA. En particular, los hallazgos reflejan que el enfoque innovador basado en estas tecnologías ha propiciado mejoras significativas en variables clave como la motivación, autonomía, comunicación y aprendizaje, en comparación con el método tradicional. Estos resultados refuerzan la idea de que la integración de la tecnología en los procesos educativos puede generar experiencias formativas más atractivas y adaptadas a las necesidades del alumnado con diversidad funcional.

No obstante, un aspecto crítico a considerar es el impacto de estas tecnologías en la atención. Si bien la realidad aumentada y virtual han favorecido la atención sostenida, permitiendo que las personas participantes mantuvieran el foco en la actividad durante períodos prolongados, se ha identificado un efecto adverso en otros tipos de atención, como la atención dividida y selectiva. Este fenómeno podría explicarse por la alta carga de estímulos visuales y auditivos que caracterizan estas herramientas tecnológicas, los cuales, aunque atractivos, pueden interferir con la capacidad del alumnado para discriminar la información más relevante. En este sentido, el diseño de las interfaces y la estructuración de las actividades dentro de estos entornos inmersivos se presentan como elementos clave que requieren una optimización para maximizar su eficacia pedagógica.

Asimismo, se ha observado que el método tradicional, aunque menos motivador para las participantes unas vez concluidas las tareas, ha mostrado una mayor eficacia en la conducción de la persona estudiante durante la actividad, particularmente en lo que respecta a la focalización de la atención en los elementos esenciales de la tarea. Esto sugiere que, si bien la tecnología puede fomentar la autonomía, el papel del docente sigue siendo fundamental para estructurar la experiencia de aprendizaje y dirigir la atención de manera efectiva.

Limitaciones de la investigación

Las limitaciones del estudio realizado han sido varias. La primera de ellas se ha focalizado en la muestra obtenida de participantes. En concreto, su cifra ha sido escasa, debido a la naturaleza de este trabajo, por tratarse de un estudio de caso en particular. Además, el estudiantado escogido presenta edades dispares (por encima de los cuatro puntos de DT), así como características, capacidades y necesidades distintas. También, este estudio encuentra una limitación en el tipo de actividades desarrolladas, tanto en el enfoque tradicional como en el innovador. La selección de otras actividades podría provocar una variación de los resultados obtenidos. Todo ello dificulta la generalización de los resultados alcanzados al conjunto de la población TEA española. Asimismo, al ser un estudio cuasiexperimental (pretest-posttest con un solo grupo), las mejoras en las conductas observadas en la fase de aplicación de la realidad aumentada y virtual podría deberse simplemente a una mejora natural que experimentaron las personas participantes por el paso del tiempo y la exposición a la terapia.

Otra de las limitaciones que ha presentado esta investigación se ha centrado en la población de profesionales que han intervenido, tanto en las sesiones prácticas como en el proceso de recogida de datos. En ambos momentos del estudio, la población de profesionales ha sido la misma. Esto es, el equipo multidisciplinar que ha participado en el estudio ha intervenido en todo momento, pudiendo ocasionar algún sesgo de subjetividad en los hallazgos reportados.

Por último, otra limitación se ha producido a la hora de emplear un instrumento validado para medir las distintas dimensiones establecidas en el estudio. Tras analizar la literatura, no se encontró ningún instrumento validado que aglutinara las diversas dimensiones formuladas en este trabajo. Por ello, se tuvieron que adaptar varios cuestionarios para medir cada uno de



los constructos usados en la investigación. Esto puede desembocar en una alteración de los índices de validez y fiabilidad que los instrumentos utilizados reflejaron en su utilización íntegra. Igualmente, otro aspecto importante de mencionar es que el instrumento utilizado no recoge conductas específicas de las personas participantes (hacia donde mira, si verbaliza, si manipula y si se levanta o no, entre otros), sino opiniones generales de la población de profesionales.

Prospectiva y futuras líneas de estudio

Los resultados de este estudio han derivado en una serie de implicaciones tanto de naturaleza teórica como práctica. A nivel teórico, este trabajo ha contribuido al aumento de la literatura sobre el uso de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada y virtual, en poblaciones especiales como es el caso de las personas con TEA. Asimismo, este estudio ha verificado cuáles son las potencialidades que ofrece esta tecnología en consonancia con estudios anteriores, lo que permite asentar y corroborar hallazgos previos alcanzados por otras investigaciones.

Por otro lado, las implicaciones prácticas generadas tras la investigación se centran en la confirmación de la realidad aumentada y virtual como tecnologías emergentes con una gran aplicabilidad en las intervenciones efectuadas en estudiantes con TEA. No obstante, se debe prestar especial interés en la posible aparición de estímulos distractores, implícitos en la propia tecnología.

En este sentido, este trabajo contribuye a fomentar la utilización de estos nuevos medios innovadores para el tratamiento y mejora de diversas afecciones, cuidando en todo momento la existencia de factores que pueden ir en detrimento de lo deseado como una excesiva estimulación digital que altere la atención en el foco de la tarea del estudiantado. En esta línea, los hallazgos aquí presentados pueden servir para incentivar la creación y desarrollo de nuevas aplicaciones y software con una carga sensorial regulada para no evadir al sujeto participante del objeto de aprendizaje, así como ampliar la gama de productos digitales, con el que poder realizar intervenciones eficaces ante personas con TEA. Además, este estudio refleja la necesidad de crear un manual o guía de aplicaciones para facilitar a la población de profesionales el desarrollo de intervenciones eficaces con estudiantes con TEA, en función de sus necesidades y capacidades.

En próximas investigaciones se pretenderán llevar a cabo distintas líneas de actuación. Se replicará este estudio en otras muestras de estudiantes con TEA, con la finalidad de validar la propuesta de intervención aquí presentada, pero en otros contextos. Asimismo, se procurará aumentar el tamaño de la muestra mediante la colaboración de diversas asociaciones de autismo de la geografía española. En esta línea, se intentará escoger una muestra de participantes que permita generalizar los resultados. Esto es, con suficientes sujetos que permitan agruparlos por intervalos de edad, por capacidades e intereses, entre otros. También, se utilizarán otras aplicaciones basadas en realidad aumentada y virtual, así como otras tecnologías emergentes como la robótica. Todo ello para poder establecer distintas correlaciones y verificar la pertinencia de los hallazgos obtenidos, así como atribuir las posibles causas que condicionen la eficacia de la tecnología y la

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>

<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

mejora de las variables psicoeducativas analizadas. De esta forma, se comprobará de una manera más profunda si los hallazgos obtenidos han sido derivados del uso de determinadas aplicaciones y recursos o han sido ocasionados por la tecnología como tal. Igualmente, se efectuará un diseño de comparación entre grupos, en donde el grupo control se expondrá al método tradicional-innovador durante el mismo lapso de tiempo que el grupo experimental.

Por último, se pretenderá configurar dos equipos de trabajo, uno para la fase de diseño de actividades y posterior intervención con las personas participantes con TEA y, otro para el proceso de recogida de datos. Todo ello para reducir cualquier sesgo que pueda condicionar los resultados obtenidos.

Contribuciones

Las personas autoras declaran que han contribuido en los siguientes roles: **N. C. S.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo y el desarrollo de la investigación. **J. L. B.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **J. A. L. N.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo y el desarrollo de la investigación. **A. G. G.** contribuyó con la escritura del artículo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación. **A. J. M. G.** contribuyó con la escritura del artículo; la gestión del proceso investigativo; la obtención de fondos; recursos y apoyo tecnológico y el desarrollo de la investigación.

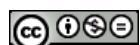
Datos y material complementario

Este artículo tiene disponible material complementario: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10902820>

^aInstrumento disponible en: <https://bit.ly/3mZTgAL>

Referencias

- Adams, C. & Gaile, J. (2020). Evaluation of a parent preference-based outcome measure after intensive communication intervention for children with social (pragmatic) communication disorder and high-functioning autism spectrum disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 105, Artículo 103752. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103752>
- Alcañiz, M. L., Olmos-Raya, E., & Abad, L. (2019). Uso de entornos virtuales para trastornos del neurodesarrollo: una revisión del estado del arte y agenda futura. *Medicina (Buenos Aires)*, 79(Supl.1), 77-81. <http://hdl.handle.net/10251/156263>
- American Psychiatric Association (APA). (2013). *Reference guide to the DSM 5 diagnostic criteria*.
- Babb, S., Raulston, T. J., McNaughton, D., Lee, J.-Y., & Weintraub, R. (2021). The Effects of Social Skill Interventions for Adolescents With Autism: A Meta-Analysis. *Remedial and Special Education*, 42(5), 343-357. <https://doi.org/10.1177/0741932520956362>



Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149. https://www.j-ets.net/collection/published-issues/17_4

Cabero-Almenara, J. & Roig-Vila, R. (2019). The motivation of technological scenarios in augmented reality (AR): Results of different experiments. *Applied Sciences*, 9(14), 1-16. <http://dx.doi.org/10.3390/app9142907>

Carmona-Serrano, N., López-Belmonte, J., Cuesta-Gómez, J.-L., & Moreno-Guerrero, A.-J. (2020). Documentary analysis of the scientific literature on autism and technology in Web of Science. *Brain Sciences*, 10(12), 1-17. <https://doi.org/10.3390/brainsci10120985>

Cuetos Revuelta, M. J., Grijalbo Fernández, L., Argüeso Vaca, E., Escamilla Gómez, V., & Ballesteros Gómez, R. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: Percepciones del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 287-306. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26247>

De-la-Hoz-Franco, E., Martínez-Palmera, O., Combita-Niño, H., & Hernández-Palma, H. (2019). Las tecnologías de la información y la comunicación y su influencia en la transformación de la educación superior en Colombia para impulso de la economía global. *Información tecnológica*, 30(1), 255-262. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000100255>

de Luca, R., Leonardi, S., Portaro, S., Le Cause, M., de Domenico, C., Colucci, P. V., Pranio, F., Bramanti, P., & Calabró, R. S. (2021). Innovative use of virtual reality in autism spectrum disorder: A case-study. *Applied Neuropsychology: Child*, 10(1), 90-100. <https://doi.org/10.1080/21622965.2019.1610964>

Fage, C., Consel, C., Etchegoyhen, K., Amestoy, A., Bouvard, M., Mazon, C., & Sauzéon, H. (2019). An emotion regulation app for school inclusion of children with ASD: Design principles and evaluation. *Computers & Education*, 131, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.12.003>

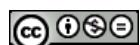
Fridhi, A., Benzarti, F., Frihida, A., & Amiri, H. (2018). Application of Virtual Reality and Augmented Reality in Psychiatry and Neuropsychology, in Particular in the Case of Autistic Spectrum Disorder (ASD). *Neurophysiology*, 50(3), 222-228. <https://doi.org/10.1007/s11062-018-9741-3>

Gallardo Montes, C. del P., Rodríguez Fuentes, A., & Caurcel Cara, M. J. (2021). Apps for people with autism: Assessment, classification and ranking of the best. *Technology in Society*, 64, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101474>

Gasca-Hurtado, G. P., Peña, A., Gómez-Álvarez, M. C., Plascencia-Osuna, Ó. A., & Calvo-Manzano, J. A. (2015). Realidad virtual como buena práctica para trabajo en equipo con estudiantes de ingeniería. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (16), 76-91. <https://www.risti.xyz/index.php/es/ediciones>

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

- Ghanouni, P., Jarus, T., Zwicker, J. G., & Lucyshyn, J. (2020). The use of technologies among individuals with autism spectrum disorders: Barriers and challenges. *Journal of Special Education Technology*, 35(4), 286-294. <https://doi.org/10.1177/0162643419888765>
- Köse, H. & Güner-Yıldız, N. (2021). Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1921-1936. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10326-w>
- Larionova, V., Brown, K., Bystrova, T., & Sinitsyn, E. (2018). Russian perspectives of online learning technologies in higher education: An empirical study of a MOOC. *Research in Comparative and International Education*, 13(1), 70-91. <http://dx.doi.org/10.1177/1745499918763420>
- Lorenzo, G., Gómez-Puerta, M., Arráez-Vera, G., & Lorenzo-Lledó, A. (2019). Preliminary study of augmented reality as an instrument for improvement of social skills in children with autism spectrum disorder. *Education and Information Technologies*, 24(1), 181-204. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9768-5>
- Mak, G. & Zhao, L. (2023). A systematic review: The application of virtual reality on the skill-specific performance in people with ASD. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 804-817. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1811733>
- Masson, H. L., de Beeck, H. O., & Boets, B. (2020). Reduced task-dependent modulation of functional network architecture for positive versus negative affective touch processing in autism spectrum disorders. *NeuroImage*, 219, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117009>
- McClerry, J. P., Zitter, A., Solórzano, R., Turnacioglu, S., Miller, J. S., Ravindran, V., & Parish Morris, J. (2020). Safety and feasibility of an immersive virtual reality intervention program for teaching police interaction skills to adolescents and adults with autism. *Autism Research*, 13(8), 1418-1424. <https://doi.org/10.1002/aur.2352>
- McKeithan, G. K. & Sabornie, E. J. (2020). Social-behavioral interventions for secondary-level students with high-functioning autism in public school settings: A meta-analysis. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 35(3), 165-175. <https://doi.org/10.1177/1088357619890312>
- Miller, I. T., Wiederhold, B. K., Miller, C. S., & Wiederhold, M. D. (2020). Virtual reality air travel training with children on the autism spectrum: A preliminary report. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 23(1), 10-15. <https://doi.org/10.1089/cyber.2019.0093>
- Moreno-Guerrero, A.-J., Soler-Costa, R., Marín-Marín, J.-A., & López-Belmonte, J. (2021). Flipped learning and good teaching practices in secondary education. *Comunicar*, 29(68), 107-117. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-09>



Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Clasificación Internacional de Enfermedades, 11^a revisión. Estandarización mundial de la información de diagnóstico en el ámbito de la salud.* <https://icd.who.int/es>

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgemant, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>

Rezae, M., Chen, N., McMeekin, D., Tan, T., Krishna, A., & Lee, H. (2020). The evaluation of a mobile user interface for people on the autism spectrum: An eye movement study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 142, Artículo 102462. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102462>

Roberts-Yates, C. & Silvera-Tawil, D. (2019). Better education opportunities for students with autism and intellectual disabilities through digital technology. *International Journal of Special Education*, 34(1), 197-210. <http://www.internationalsped.com/ijse/issue/view/11/8>

Sadler, K. M. (2019). Video self-modeling to treat aggression in students significantly impacted by autism spectrum disorder. *Journal of Special Education Technology*, 34(4), 215-225. <https://doi.org/10.1177/0162643418822070>

Vásquez, B. & del Sol, M. (2020). Morfología neuronal en el trastorno del espectro autista. *International journal of morphology*, 38(5), 1513-1518. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000501513>

<https://doi.org/10.15359/ree.29-1.18527>
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/educare>
educare@una.ac.cr

Apéndice A: Sesiones de intervención

Nº de sesión	Modalidad de intervención		Aspectos por trabajar
	Tradicional	Innovadora	
1	Se le proporciona al sujeto participante unas plantillas con dibujos de su interés para que sean coloreadas y pueda contar una historia sobre el personaje que ha coloreado. Estas plantillas son generadas por la aplicación <i>QuiverVision</i> pero, en este caso, no se aplica la realidad aumentada. Si presenta problemas de comunicación puede hacer uso de pictogramas.	Se le proporciona a la persona estudiante una serie de plantillas propias de la aplicación <i>QuiverVision</i> para colorear. Una vez coloreadas, el estudiante interactuará con el dibujo por medio de la realidad aumentada generada por un dispositivo móvil y contará una historia. Al igual que en la modalidad tradicional, si presenta dificultades para comunicarse, puede apoyarse en pictogramas. En todo momento, seguirá las instrucciones de los terapeutas.	AT AUT MF COORD
2	Se le proporciona al discente un juego de mesa denominado "La vuelta al mundo en 80 días, más allá del cuento", cuyas preguntas están adecuadas a su nivel y capacidad. Su ficha será un muñeco que le guste. Por cada pregunta acertada tendrá que interactuar con el muñeco, contando una historia que le haya sucedido. Al igual que la actividad anterior, puede apoyarse en pictogramas.	Se le proporciona al alumno el mismo juego de mesa que en la modalidad tradicional (La vuelta al mundo en 80 días, más allá del cuento), pero, en esta ocasión, complementado con la tecnología de realidad virtual. Los terapeutas juegan e interaccionan con el estudiante a través del juego. Mientras, el alumno vivencia, interactúa y se comunica con el personaje gracias a la tecnología de realidad virtual.	AT COMU AUT MF
3	La población de profesionales que intervienen con el estudiante le cuentan una historia. Se trata de una lluvia de meteoritos (pompas de jabón) que va a caer en la Tierra. Para salvarla, tiene que explotar las distintas pompas antes de que toquen el suelo.	Se le proporciona al sujeto participante las gafas de realidad virtual, así como el resto de componentes del juego "Desafíos Jedi". Mediante este juego recreativo y digital, el estudiante se encuentra inmerso en una historia que tendrá que resolver, al mismo tiempo que realiza actividad física y diversos movimientos corporales mencionados por los terapeutas.	AT COMU AUT MG COORD
4	En estas dos últimas sesiones, se le proporciona al alumno diversos cuentos bidimensionales para que, mientras se le cuenta el cuento, este pueda observar y manipular los distintos protagonistas que van apareciendo en la historia.		AT COMU AUT MG COORD
5	Al igual que en la actividad anterior, se le proporciona a la persona estudiante un cuento. En este caso, se trata del cuento "Medusa se ha vuelto a enfadar". Mediante la realidad aumentada, el alumno interactuará con el recurso didáctico, con el propósito de que sea partícipe del propio cuento y lleve las riendas de la historia.		AT COMU AUT

Atención (AT); Comunicación (COMU); Autonomía (AUT); Motricidad fina (MF) y gruesa (MG); Coordinación óculo-manual (COORD).

Nota: Elaboración propia

