



Universidad de Oviedo

Departamento de Ciencias de la Educación
Programa de Doctorado en Educación y Psicología

**Un Entorno Gamificado Aumentado para
estimularla Competencia Comunicativa de
alumnado con Trastorno del Espectro Autista**

*An Augmented Gamified Environment to Stimulate the
Communicative Competence of Students with Autism
Spectrum Disorder*

Autora: Nerea López Bouzas

Oviedo, julio de 2024



Universidad de Oviedo

Departamento de Ciencias de la Educación
Programa de Doctorado en Educación y Psicología

**Un Entorno Gamificado Aumentado para
estimularla Competencia Comunicativa de
alumnado con Trastorno del Espectro Autista**

*An Augmented Gamified Environment to Stimulate the
Communicative Competence of Students with Autism
Spectrum Disorder*

Autora: Nerea López Bouzas

Directora: M^ª Esther del Moral Pérez
Co-director: Jonathan Castañeda Fernández



RESUMEN DEL CONTENIDO DE TESIS DOCTORAL

1.- Título de la Tesis	
Español: Un Entorno Gamificado Aumentado para estimular la Competencia Comunicativa de alumnado con Trastorno del Espectro Autista	Inglés: An Augmented Gamified Environment to Stimulate the Communicative Competence of Students with Autism Spectrum Disorder
2.- Autor	
Nombre: Nerea López Bouzas	
Programa de Doctorado: Doctorado en Educación y Psicología	
Órgano responsable: Centro Internacional de Postgrado	

RESUMEN (en español)

El objetivo principal de esta investigación es analizar la potencialidad de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) para estimular la Competencia Comunicativa de alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Inicialmente se efectuaron dos revisiones sistemáticas sobre estudios que utilizan la Realidad Aumentada (RA) y Entornos Gamificados y Serious Games con alumnado con TEA. Se trata de una Investigación Basada en el Diseño: se elaboró el EGA "De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido", sustentado en los criterios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), validándose después con el método Delphi. Tras testarlo, se implementó individualmente con alumnado de tres centros públicos de Educación Especial asturianos (N=54). Asimismo, se elaboraron y validaron empíricamente instrumentos para medir su Competencia Comunicativa antes (pre-test), durante, y después (post-test) de la intervención con el EGA. La metodología adoptada para el tratamiento estadístico es de carácter exploratorio, analítico y correlacional. Los resultados constatan el potencial del EGA para estimular la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA, independientemente de su género, edad, grado de TEA, tipo de lenguaje y comorbilidad. Se concluye que la inmersión en esta experiencia lúdica, apoyada en una narrativa gamificada con RA, fomenta el engagement de este alumnado con los retos propuestos, activando sus habilidades lingüísticas y socio-emocionales. Esta tesis ofrece a la comunidad académica y educativa los criterios para diseñar EGAs como recursos innovadores adaptados a este alumnado, así como el procedimiento para implementarlo e instrumentos validados para medir su Competencia Comunicativa. Indudablemente, abre nuevas líneas de investigación en el campo de la Educación Especial y la tecnología. Ofrece nuevas oportunidades para mejorar las prácticas educativas y terapéuticas, apostando por la equidad y garantizando el acceso al aprendizaje a todos los estudiantes en el marco de una educación inclusiva y de calidad.

RESUMEN (en Inglés)

The primary objective of this research is to examine the potential of a Gamified Augmented Environment (GAE) in stimulating Communication Competence among students with Autism Spectrum Disorder (ASD). Initially, two systematic reviews were conducted on studies employing Augmented Reality (AR) and Gamified and Serious Games environments with ASD students. This is a Design-Based Research: the GAE "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure" was developed, grounded in Universal Design for Learning (UDL) principles, subsequently validated using the Delphi method. Following testing, it was implemented individually with students from three Asturian public Special Education centers (N=54). Furthermore, instruments were empirically developed and validated to measure their Communication Competence before (pre-test), during, and after (post-test) the intervention with the GAE. The adopted methodology for statistical treatment is exploratory, analytical, and correlational in nature. The results confirm the potential of GAE in stimulating Communication Competence among ASD students, irrespective of their gender, age, ASD severity, language type, and comorbidities. It is concluded that immersion in this ludic experience, supported by a



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

gamified narrative with AR, enhances engagement of these students with the proposed challenges, activating their linguistic and socio-emotional skills. This thesis provides the academic and educational community with criteria for designing EGAs as innovative resources tailored to these students, as well as the procedure for their implementation and validated instruments for measuring their Communication Competence. Undoubtedly, it opens new lines of research in the field of Special Education and technology, offering fresh opportunities to enhance educational and therapeutic practices, advocating for equity and ensuring access to learning for all students within the framework of inclusive and quality education.

**SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN ACADÉMICA DEL PROGRAMA DE DOCTORADO
EN _____**

Agradecimientos

Podría dedicarte varios capítulos solo de agradecimientos, pero si algo hemos perdido estos años es el miedo a la síntesis. A mi profesora, tutora y compañera, a la eterna insatisfecha. A ti, que conviertes la incertidumbre en oportunidad y encarnas el perfeccionismo, la convicción, la resiliencia y la superación. Gracias por hacer las montañas menos altas, por abrir ventanas donde otros cierran puertas. Por la disposición, la confianza, la diligencia y la complicidad. Por lo extraordinario que tanto nos gusta. «Indudablemente», te dedico cada paso y cada logro en esta carrera de fondo de la que me hiciste enamorarme desde el primer día.

Especial mención a mi querido co-tutor, profe, compañero y ya amigo. Quien da todo sin esperar nada a cambio y es el gran ejemplo de tenacidad, eficiencia y vocación. Gracias por tu genuina paciencia y determinación; por seguir siendo tan optimista ante los números, incluso cuando parecen tener más secretos que las revistas, quienes, como ya hemos comprobado, tienen su propia noción del tiempo.

Y a mí misma, por ser mi mayor aliada y entender que, con suficiente café, hasta esta tesis interminable y que parecía tener vida propia ha conocido su fin.

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es analizar la potencialidad de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) para estimular la Competencia Comunicativa de alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Inicialmente se efectuaron dos revisiones sistemáticas sobre estudios que utilizan la Realidad Aumentada (RA) y Entornos Gamificados y *Serious Games* con alumnado con TEA. Se trata de una Investigación Basada en el Diseño: se elaboró el EGA "De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido", sustentado en los criterios del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA), validándose después con el método Delphi. Tras testearlo, se implementó individualmente con alumnado de tres centros públicos de Educación Especial asturianos (N=54). Asimismo, se elaboraron y validaron empíricamente instrumentos para medir su Competencia Comunicativa antes (pre-test), durante, y después (post-test) de la intervención con el EGA. La metodología adoptada para el tratamiento estadístico es de carácter exploratorio, analítico y correlacional. Los resultados constatan el potencial del EGA para estimular la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA, independientemente de su género, edad, grado de TEA, tipo de lenguaje y comorbilidad. Se concluye que la inmersión en esta experiencia lúdica, apoyada en una narrativa gamificada con RA, fomenta el *engagement* de este alumnado con los retos propuestos, activando sus habilidades lingüísticas y socio-emocionales. Esta tesis ofrece a la comunidad académica y educativa los criterios para diseñar EGAs como recursos innovadores adaptados a este alumnado, así como el procedimiento para implementarlo e instrumentos validados para medir su Competencia Comunicativa. Indudablemente, abre nuevas líneas de investigación en el campo de la Educación Especial y la tecnología. Ofrece nuevas oportunidades para mejorar las prácticas educativas y terapéuticas, apostando por la equidad y garantizando el acceso al aprendizaje a todos los estudiantes en el marco de una educación inclusiva y de calidad.

Abstract

The primary objective of this research is to examine the potential of a Gamified Augmented Environment (GAE) in stimulating Communication Competence among students with Autism Spectrum Disorder (ASD). Initially, two systematic reviews were conducted on studies employing Augmented Reality (AR) and Gamified and Serious Games environments with ASD students. This is a Design-Based Research: the GAE "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure" was developed, grounded in Universal Design for Learning (UDL) principles, subsequently validated using the Delphi method. Following testing, it was implemented individually with students from three Asturian public Special Education centers (N=54). Furthermore, instruments were empirically developed and validated to measure their Communication Competence before (pre-test), during, and after (post-test) the intervention with the GAE. The adopted methodology for statistical treatment is exploratory, analytical, and correlational in nature. The results confirm the potential of GAE in stimulating Communication Competence among ASD students, irrespective of their gender, age, ASD severity, language type, and comorbidities. It is concluded that immersion in this ludic experience, supported by a gamified narrative with AR, enhances engagement of these students with the proposed challenges, activating their linguistic and socio-emotional skills. This thesis provides the academic and educational community with criteria for designing EGAs as innovative resources tailored to these students, as well as the procedure for their implementation and validated instruments for measuring their Communication Competence. Undoubtedly, it opens new lines of research in the field of Special Education and technology, offering fresh opportunities to enhance educational and therapeutic practices, advocating for equity and ensuring access to learning for all students within the framework of inclusive and quality education.

Índice

JUSTIFICACIÓN.....	1
Objetivos	2
Hipótesis	4
Identificación de la población objeto de estudio: alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA)	4
La Competencia Comunicativa en el alumnado con TEA	8
a) Habilidades lingüísticas.....	9
b) Habilidades socio-emocionales	10
Propuesta de intervención	12
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Planteamiento de la investigación y diseño general	14
1.2. Pluralidad metodológica de la investigación.....	24
Referencias bibliográficas.....	27
CAPÍTULO I. Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones.....	34
1. Introducción.....	34
2. Método	35
2.1. Procedimiento.....	35
2.2. Muestra.....	36
3. Resultados	37
4. Discusión.....	40
5. Conclusiones	42
6. Referencias bibliográficas	43
CAPÍTULO II. Gamified Environments and Serious Games for Students with Autism Spectrum Disorder: Review of Research.....	48
1. Introduction.....	48
2. Methods.....	49
3. Results.....	52
3.1. Gamified environments and students with ASD.....	52
3.2. Serious Games and students with ASD.....	55
4. Discussion and conclusions.....	60
5. References.....	63
CAPÍTULO III. Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA.....	74
1. Introducción.....	74
2. Método	76
3. Resultados	77
3.1. Dimensión narrativa.....	77
3.2. Dimensión proceso de gamificación del entorno	78
3.3. Dimensión realidad aumentada.....	79
4. Conclusiones	80

5. Referencias bibliográficas.....	81
------------------------------------	----

CAPÍTULO IV. A gamified environment supported by augmented reality for improving Communicative Competence in students with ASD: design and validation 88

1. Introduction.....	88
2. Method	89
2.1. The design process for the environment.....	90
2.2. Delphi validation	92
2.3. Instrument	92
3. Results.....	93
4. Discussion and conclusions.....	96
5. References.....	98

CAPÍTULO V. Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA 103

1. Introducción.....	103
2. Metodología.....	105
2.1. Proceso selectivo y descripción de los casos.....	105
2.2. Instrumento	106
3. Resultados	107
3.1. Dimensión lingüística	107
3.2. Dimensión socio-emocional.....	108
3.3. Dimensión técnico-narrativa	108
3.4. App seleccionadas como las más idóneas para el diagnóstico.....	109
a) Picaa: app para el diagnóstico de dificultades lingüísticas.....	110
b) AutisMind: app para el diagnóstico de dificultades socio-emocionales	111
4. Discusión y conclusiones.....	112
5. Referencias bibliográficas.....	114

CAPÍTULO VI. Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la Competencia Comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación 118

1. Introducción.....	118
2. Competencia Comunicativa en alumnado con TEA	119
2.1 Habilidades lingüísticas: limitaciones del alumnado con TEA.....	120
2.2 Habilidades socio-emocionales: limitaciones del alumnado con TEA	121
3. Método	121
3.1 Objetivos	121
3.2 Procedimiento	122
3.2.1 Fase 1: Diseño del instrumento	122
3.2.2 Fase 2. Validación del instrumento: método Delphi	125
4. Resultados.....	127
5. Discusión y conclusiones.....	129
6. Referencias bibliográficas	131

CAPÍTULO VII. Communicative Competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment 134

1. Introduction.....	134
----------------------	-----

2. Description of the Gamified Augmented Environment.....	136
3. Methodology	137
3.1. Objectives	137
3.2. Sample.....	138
3.2. Procedure.....	139
3.3 Instrument.....	140
4. Results	142
4.1 Correlations between variables.....	142
4.2 Linguistic and socio-emotional skills	143
a) Mission one: stimulation of linguistic skills.....	143
b) Mission two: socio-emotional skills.....	144
c) Mission three: linguistic skills.....	145
d) Mission four: socio-emotional skills.....	146
4.3 Communicative Competence.....	147
5. Discussion and conclusions.....	151
6. References.....	154

CAPÍTULO VIII. The impact of a Gamified Augmented Environment on Language Skills in students with ASD160

1. Introduction.....	160
2. Augmented Reality and Gamified Environments to Stimulate Linguistic Skills in Students with Autism Spectrum Disorder (ASD)	162
2.1. Experiences with AR and Gamification.....	162
2.2. Description of the Augmented Gamified Environment "From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure"	164
3. Methodology	165
3.1. Description of the sample	166
3.2. Instrument.....	167
3.3. Procedure	169
4. Results	171
5. Discussion and Conclusions.....	175
6. References.....	178

CAPÍTULO IX. Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment186

1. Introduction.....	186
2. Socio-Emotional Skills of Students with ASD: Assessment and Intervention	187
2.1. Assessment of Socio-Emotional Skills	187
2.2. Interventions with Gamification and Augmented Reality to Stimulate the Socio-Emotional Skills of Students with ASD.....	188
2.3. Augmented Gamified Environment "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure": A Scenario for Intervention.....	190
3. Metodology	192
3.1. Sample Description.....	192
3.2. Instrument.....	193
3.3. Procedure	196

4. Results	197
5. Discussion and Conclusions.....	202
6. References.....	204
CAPÍTULO X. Conclusiones.....	213
Referencias bibliográficas.....	229
CHAPTER X. Conclusions.....	2130
References.....	229
 ANEXO.....	 239

JUSTIFICACIÓN

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) afecta al 1% de la población europea y cuenta con aproximadamente 500.000 personas en España, de las cuales 80.000 son estudiantes, como señala el Informe de Autismo España (<https://autismo.org.es/>). Estas personas cuentan con déficits persistentes en la adquisición, comprensión, producción o uso del lenguaje que causan limitaciones significativas en la capacidad para comunicarse (American Psychiatric Association, 2013). Se observa una necesidad de intervenciones educativas que aborden las dificultades en la comunicación social que enfrentan las personas con TEA desde temprana edad. Esta propuesta se posiciona como una respuesta innovadora y necesaria para mitigar las limitaciones de las personas de este colectivo en su desarrollo académico y laboral.

El propósito de esta tesis es analizar la potencialidad de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) diseñado para incrementar la Competencia Comunicativa de alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Este entorno utiliza la Realidad Aumentada (RA) y la técnica de gamificación, incorporando mecánicas, dinámicas y estéticas propias del juego, para proporcionar experiencias interactivas y multisensoriales apoyadas en la superposición de elementos virtuales sobre el mundo físico, con el fin de ofrecer simulaciones de interacciones sociales y comunicativas. El diseño y desarrollo del EGA incluye la creación de experiencias de RA para practicar habilidades comunicativas en contextos simulados. Paralelamente, se aplican técnicas de gamificación a partir de una narrativa lúdica donde se insertan actividades de aprendizaje en forma de juegos, con misiones, retos y recompensas diseñadas para incentivar la participación y el aprendizaje activo.

La implementación de este EGA responde a la necesidad de innovaciones educativas que mejoren la calidad de vida y la inclusión social de los estudiantes con TEA. Si bien dentro de este campo existen estudios que han utilizado la RA o la gamificación de manera individual, existe una laguna de investigaciones que contemplen ambos enfoques para abordar específicamente las dificultades comunicativas de estos estudiantes. Esta hibridación de recursos y estrategias innovadoras promete ser una solución personalizada más efectiva, alineada con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).

La novedad de la presente tesis radica en que, si bien existen estudios que integran la RA en Entornos Gamificados y otros que la utilizan con niños con TEA, no existen investigaciones que abarquen actividades gamificadas con RA para estimular la competencia comunicativa en este alumnado. Por ello, la originalidad de esta tesis

se apoya en el diseño y testeo de un juego original, versátil, adaptable, accesible, gratuito y extrapolable a otros contextos, que favorece la inmersión y aprendizaje del alumnado mediante la experimentación multisensorial, convirtiendo la RA en un facilitador de la comunicación e interacción social. Por tanto, y dada la prevalencia de las personas con TEA y la necesidad de enfoques educativos innovadores, esta investigación resulta pertinente, relevante y oportuna, ya que promueve el desarrollo de la competencia comunicativa de estas personas aprovechando las oportunidades de los avances tecnológicos actuales, abriendo un camino innovador y prometedor para abordar estas necesidades específicas.

Objetivos

El *objetivo general* de esta tesis es analizar la potencialidad de un Entorno Gamificado Aumentado para incrementar la Competencia Comunicativa en alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA). Asimismo, los *objetivos específicos* se identifican a continuación:

1. Revisar las investigaciones existentes centradas en la utilización de recursos digitales, aplicaciones, realidad aumentada, gamificación y *Serious Games* en intervenciones con alumnado con TEA, con el fin de identificar sus ventajas y limitaciones e inferir su idoneidad.
2. Buscar recursos digitales y de RA ligados al desarrollo de la competencia comunicativa de alumnado con TEA.
3. Elaborar actividades gamificadas utilizando esos recursos e incorporar las mecánicas y dinámicas del juego.
4. Diseñar un EGA con actividades gamificadas integrando la RA para incrementar la competencia comunicativa en este alumnado.
5. Analizar la potencialidad didáctica del EGA diseñado mediante el método Delphi: adaptabilidad a los ritmos de aprendizaje, adecuación de la presentación del contenido y de las estrategias de gamificación para propiciar el desarrollo competencial del alumnado con TEA.
6. Testear el EGA con sujetos con TEA de bajo nivel de funcionamiento para ajustar sesiones y temporalizar su implementación.
7. Elaborar y validar la *Escala de Medición Inter e Intrapersonal del Grado de TEA en Infancia y Adolescencia (EMIGTEA)* para medir el grado de TEA desde la perspectiva inter e intrapersonal a partir del DSM-5™ y la escala CARS.

8. Elaborar un instrumento (*TEApp*) para seleccionar aplicaciones digitales comerciales -diseñadas para personas con TEA- capaces de evaluar su competencia comunicativa.
9. Diseñar y validar el instrumento *DiagnosticApp* para evaluar la competencia comunicativa de este alumnado.
10. Elaborar y validar la *Escala de medición del impacto del engagement y el grado de interacción con la tablet en la Competencia Comunicativa* para evaluar la potencialidad del EGA para estimular la competencia comunicativa y activar el *engagement* del alumnado.
11. Seleccionar posibles centros participantes dentro de los centros públicos de Educación Especial existentes en el contexto asturiano: C.P.E.E. San Cristóbal (Avilés), C.P.E.E. Castiello de Bernueces (Gijón), C.P.E.E. Juan Luis Iglesias Prada, C.P.E.E. Santullano (Santullano), C.P.E.E. Latores (Oviedo).
12. Aportar información sobre la intervención a las familias y solicitar autorizaciones a aquellas que quieran que sus hijos/as participen en la experiencia con el EGA.
13. Establecer pautas de intervención atendiendo a las limitaciones individuales y clasificar al alumnado según su grado de TEA.
14. Evaluar el nivel inicial de Competencia Comunicativa del alumnado con el instrumento *DiagnosticApp* (pre-test).
15. Implementar el EGA en intervenciones individualizadas con los sujetos participantes (N=54) durante cinco semanas.
16. Identificar el nivel de competencia comunicativa -habilidades lingüísticas y socio-emocionales- y el *engagement* activado durante la interacción con el EGA.
17. Evaluar el nivel de Competencia Comunicativa del alumnado con el instrumento *DiagnosticApp* tras la intervención con el EGA (post-test).
18. Comparar el nivel competencial de cada sujeto antes y después de la intervención con el EGA utilizando el instrumento *DiagnosticApp*.
19. Constatar el impacto del *engagement* y el grado de interacción con la tablet en la Competencia Comunicativa del alumnado utilizando una escala previamente diseñada.

Hipótesis

Se parte de la *hipótesis general* de que la implementación de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) en alumnado con TEA contribuye a incrementar su Competencia Comunicativa. Las *hipótesis específicas* se identifican a continuación:

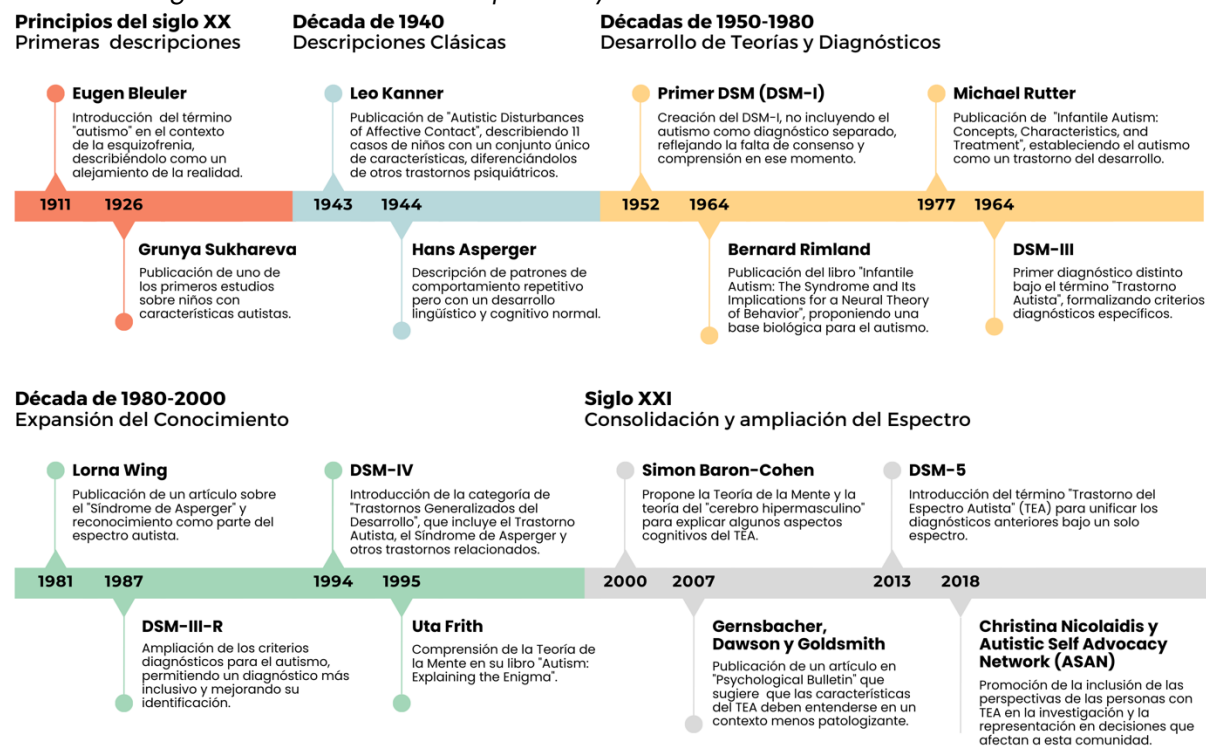
1. La integración de recursos digitales y de RA en actividades gamificadas favorece la Competencia Comunicativa de alumnado con TEA.
2. La integración de las mecánicas y dinámicas propias del juego en un EGA favorecen el *engagement* del alumnado propiciando una mayor motivación para realizar actividades formativas de forma lúdica.
3. La comparación de los resultados pre-test/post-test de la intervención con el EGA mostrará una estimulación de la Competencia Comunicativa del alumnado.
4. Los sujetos con mayor grado de TEA tienen mayores dificultades para implicarse en el EGA y su inmersión en las tareas es menor.
5. Los sujetos con menor grado de TEA tendrán mayores diferencias entre el pre-test y el post-test.

Identificación de la población objeto de estudio: alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA)

El estudio científico del Trastorno del Espectro Autista (TEA) comienza con Kanner (1943), no obstante, la primera descripción se publica dos décadas antes por la psiquiatra infantil Grunya Efimovna Sukhareva, quien detalló los rasgos autistas de varios niños, aunque inicialmente utilizó el término *psicopatía esquizoide*, que luego reemplazó por *psicopatía autista* para describir el cuadro clínico del autismo (Manouilenko y Bejerot, 2015). Sin embargo, sus investigaciones -al igual que las primeras observaciones de Hans Asperger (1944)- cayeron en el olvido y fueron redescubiertas con posterioridad. En cuanto a la denominación, clasificación y descripción, existen diversas modificaciones a lo largo de la historia, vinculadas con el cambio de concepción y abordaje de la salud mental, así como los avances tecnológicos (Figura 1).

Figura 1.

Línea cronológica de las distintas descripciones y definiciones del TEA.



Fuente: Barlattani et al. (2023), Folstein (1999), Gillberg et al. (1991), Kanner (1943), Manouilenko y Bejerot (2015), Reynoso et al. (2017).

En la actualidad, el TEA es entendido como un trastorno del neurodesarrollo que se caracteriza por dificultades en la comunicación –verbal y no verbal– y en la interacción social, así como en la flexibilidad del pensamiento y de la conducta de quien lo presenta (Reynoso et al., 2017). En concreto, el DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2021) –principal Manual Diagnóstico y Estadístico de los trastornos mentales– engloba el TEA dentro de los Trastornos del neurodesarrollo, incluido en el grupo de las afecciones que comienzan en el período del desarrollo, y lo define por cinco criterios:

1. “Deficiencias persistentes en la comunicación social y en la interacción social en diversos contextos, manifestado por lo siguiente, actualmente o por los antecedentes” (DSM-5™, p. 28).
2. “Patrones restrictivos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades, que se manifiestan en dos o más de los siguientes puntos, actualmente o por los antecedentes” (DSM-5™, p. 28).
3. “Los síntomas han de estar presentes en las primeras fases del período de desarrollo, pero pueden no manifestarse totalmente hasta que la demanda social supera las capacidades limitadas, o pueden estar enmascarados por estrategias aprendidas en fases posteriores de la vida” (DSM-5™, p. 29).

4. "Los síntomas causan un deterioro clínicamente significativo en lo social, laboral u otras áreas importantes del funcionamiento habitual" (DSM-5™, p. 29).
5. "Estas alteraciones no se explican mejor por la discapacidad intelectual (trastorno del desarrollo intelectual) o por el retraso global del desarrollo. La discapacidad intelectual y el trastorno del espectro del autismo con frecuencia coinciden; para hacer diagnósticos de comorbilidades de un trastorno del espectro del autismo y discapacidad intelectual, la comunicación social ha de estar por debajo de lo previsto para el nivel general de desarrollo" (DSM-5™, p. 29).

Estas limitaciones en la reciprocidad en las respuestas emocionales pueden propiciar un menor acercamiento social a diferencia de las personas neurotípicas e incluso el fracaso en iniciar o responder a interacciones sociales (Dellapiazza et al., 2021). Además, las deficiencias en sus conductas comunicativas no verbales pueden tener limitaciones en la coordinación y sincronización de las habilidades verbales y no verbales durante la interacción social, anomalías del contacto visual y del lenguaje corporal, dificultad de comprensión y uso de gestos, e, incluso, una falta total de expresión facial y de comunicación no verbal (Vogindroukas et al., 2022). Además, pueden tener limitaciones en cuanto al mantenimiento y comprensión de las relaciones, el ajuste de su comportamiento según el contexto social, compartir juegos imaginativos, hacer amigos, ausencia de interés por otras personas, etc. (Coronado, 2019).

Tal y como señalan Noorie et al. (2024), los patrones repetitivos pueden estar relacionados con movimientos, habla, y utilización de objetos de manera repetitiva, como estereotipias motoras simples, alineación de juguetes o cambio de lugar de objetos, ecolalia, frases idiosincrásicas, etc. También pueden presentar monotonía, excesiva inflexibilidad de rutinas o patrones ritualizados de comportamiento verbal y no verbal, lo que puede generarles gran angustia frente a cambios pequeños, patrones de pensamiento rígidos, rituales de saludo, necesidad de tomar el mismo camino o de comer los mismos alimentos cada día, etc. (Fetta et al., 2021), así como intereses muy restringidos y fijos que son anormales en cuanto a su intensidad o foco de interés, así como híper o hiporreactividad a los estímulos sensoriales (Rice et al., 2022).

Según el DSM-5™, la evaluación de los sujetos debe ser descriptiva, apoyada en el uso de especificadores de la gravedad en el momento del diagnóstico, clasificándolos: 1) con o sin déficit intelectual; 2) con o sin deterioro del lenguaje; 3) asociado a una afección médica o genética; y 4) asociado a otro trastorno del neurodesarrollo, mental o del comportamiento. Además, la etapa en la que el deterioro funcional llega a ser obvio variará según las características del individuo

y su entorno, de la gravedad de la afección autista, el nivel de desarrollo y la edad cronológica; de ahí el término *espectro*.

Por otro lado, el estudio de su etiología genera grandes debates, pues han sido muchos los modelos propuestos. Algunas teorías son de corte genetista, con amplio soporte empírico (Folstein, 1999), donde se resalta una desregulación en la formación del sistema nervioso en los primeros meses del desarrollo embrionario tiene un papel determinante (Gillberg et al., 1991). También existen investigaciones centradas en el estudio de las alteraciones neuroquímicas y metabólicas vinculadas con la sintomatología, al identificar un aumento de serotonina en sangre como eje fundamental del autismo, asociado con retraso mental y síntomas conductuales (Cook, 1990).

En la actualidad, y pese al avance tecnológico, no se ha encontrado el gen o genes ni marcadores genéticos y bioquímicos que lo identifiquen, lo que podría sugerir que se trata de un déficit neuropsicológico que se puede manifestar junto con alteraciones anatómo-funcionales cerebrales o metabólicas (Rivas et al., 2010). Otros estudios inciden en las alteraciones en el lóbulo frontal como una de las posibles causas del autismo, manteniendo que la causa fundamental podría ser una alteración de la función ejecutiva, pudiendo producir déficits de atención, afectando a ámbitos como la planificación, el control de impulsos, la inhibición de respuestas, la búsqueda organizada y la flexibilidad del pensamiento (Coronado, 2019).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se calcula que, en la actualidad, -en todo el mundo- de media uno de cada 160 niños tiene TEA, aunque la prevalencia varía considerablemente entre países, pues en algunos con ingresos bajos es prácticamente desconocida. Recientes estudios publicados en 2022 en el Informe de Autismo Europa (<https://www.autismeurope.org>) y compartidos por esta misma organización (<https://autismo.org.es>) arrojan una prevalencia aproximada de un caso por cada 100 nacimientos, es decir, el 1% de la población podría presentar TEA, lo que implicaría que sólo en España podría haber más de 450.000 personas.

En cuanto a su comorbilidad, en el caso de las personas con TEA este término se utiliza cuando presentan síntomas de otras patologías cuya asociación con el TEA no es explicada por la casualidad (Barlattani et al., 2023). Este es un tema que cada vez despierta mayor interés en la comunidad científica, puesto que como afirman Rosen et al. (2018), gran parte de los individuos con TEA a menudo reportan al menos un diagnóstico comórbido. En concreto, las comorbilidades más comunes desde las primeras edades son aquellas asociadas con otros trastornos del neurodesarrollo, tales como: Discapacidad Intelectual (DI) en un 33-39,68% (Maenner et al., 2020); Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) en

un 25.70-29.00% (Lai et al., 2019); y Trastornos por tics en un 9.00-20.00% y/o síndrome de Tourette en un 4.00-5.00% (Kalyva et al., 2016).

Teniendo presente las limitaciones previamente descritas, las personas con TEA tienen dificultades directamente relacionadas con su Competencia Comunicativa. El Parlamento Europeo y Consejo (2006) la define como aquel conjunto de habilidades necesarias para que los sujetos puedan comunicarse en distintos contextos, mostrar actitudes empáticas, expresar y comprender distintos puntos de vista, etc. Este déficit comunicativo y social dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje de las personas con TEA, situación que suele agravarse en la etapa adulta y obstaculiza su plena inclusión social (Yu et al., 2024). Por tanto, resulta imprescindible realizar intervenciones desde las primeras edades para reducir estas dificultades.

La Competencia Comunicativa en el alumnado con TEA

Hymes (1971) y Gumperz y Hymes (1972) definen la Competencia Comunicativa como aquellas habilidades que los sujetos precisan desarrollar para comunicarse de forma eficaz en los contextos culturales donde se insertan. Por su parte, el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (Consejo de Europa, 2002) desglosa esta competencia en otras, ofreciendo una taxonomía detallada, abarcando distintas subcompetencias: competencia *lingüística*, fonológica, léxica y gramatical; *sociolingüística*, lenguaje corporal, sonidos e interjecciones; y *pragmática*, discursiva y funcional. Así, la adquisición de la Competencia Comunicativa va a depender de las características individuales de los sujetos.

En el caso de las personas con TEA, resulta importante que manejen distintos códigos, no sólo el lingüístico, para que puedan interactuar con otros, aplicando conocimientos de tipo social y cultural, donde cobran especial relevancia la identificación y reconocimiento emocional. En especial, en el alumnado con un grado severo de TEA, el desarrollo de todas las competencias que conforman la Competencia Comunicativa resulta inabarcable. De ahí que, en las primeras edades, su formación deba focalizarse en el desarrollo de sus habilidades *lingüísticas*, es decir, su capacidad para interiorizar un conjunto de reglas ligadas al campo léxico, fonético y semántico (Marzo y Belda, 2021); y sus habilidades de índole *socio-emocional*, relacionadas con la interiorización de las reglas de uso del lenguaje verbal y no verbal, acordes al contexto donde se relacionan y comunican con los demás (American Psychiatric Association, 2021) (Figura 2).

Figura 2.
Competencia Comunicativa en personas con TEA.



Fuente: elaboración propia.

Así, el desarrollo de la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA conlleva la activación de sus habilidades tanto lingüísticas como socio-emocionales.

a) Habilidades lingüísticas

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) ha señalado que los perfiles lingüísticos de las personas con TEA pueden ser muy diversos: pueden contar con habilidades lingüísticas estructurales intactas, tanto en la estructura de sonido como en la gramática; así como con trastornos del lenguaje que al menos fenotípicamente son similares a los informados para el Trastorno del Desarrollo del Lenguaje (TDL), un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por déficits persistentes en la adquisición, comprensión, producción o uso del lenguaje que causan limitaciones significativas en la capacidad para comunicarse (American Psychiatric Association, 2013). Sin embargo, por lo general, presentan dificultades en la adquisición del lenguaje dentro del periodo crítico natural, no teniendo preparados los precursores del lenguaje necesarios para el inicio del mismo (Marzo y Belda, 2021). Asimismo, es recurrente que las personas con TEA tengan una trayectoria atípica y clínicamente reconocible en la adquisición del lenguaje

estructural, es decir, de la fonología, el vocabulario y la morfosintaxis (Kissine et al., 2023).

Blackburn et al. (2023) señalan que las personas de este colectivo presentan alteraciones tanto en el lenguaje gestual y mímico, como en el comprensivo y productivo, pues uno de sus principales síntomas es la repetición de palabras o frases previamente escuchadas por personas, en canciones, programas de televisión o películas. También suelen tener dificultades en el campo semántico, pues utilizan vocabulario concreto e interpretan literalmente los significados, además de tener dificultades para la agrupación de palabras según su campo semántico (Foldager et al., 2023). Pueden mostrar alteraciones articulatorias y en los elementos prosódicos, así como dificultades en la construcción sintáctica: falta de estructuración lógica, eliminación de nexos, utilización del presente en detrimento de los demás tiempos verbales, etc. (Grice et al., 2023). En el área pragmática, las limitaciones se encuentran asociadas a la baja frecuencia de emisiones espontáneas (Félix et al., 2024).

Además, pueden presentar trastornos concretos (American Psychiatric Association, 2021; Cerdón et al., 2021) tales como *ecolalia demorada*: repetición de frases, expresiones o modelos oracionales, mucho tiempo después de haberlas escuchado, pudiéndose tratar de horas, días o semanas; *trastorno fonológico-sintáctico*, que afecta a la forma del lenguaje (fonología y morfosintaxis) en su esfera expresiva y receptiva: suelen emplear frases cortas, con omisión o mal uso de nexos y marcadores morfológicos y su pronunciación también está alterada; *trastorno léxico-sintáctico*, personas que tienen dificultades léxicas, morfosintácticas y de evocación de palabras (parafasias, circunloquios, pseudotartamudeo, etc.); *trastorno semántico pragmático*, que implica limitaciones en el contenido o parte semántica y del uso o parte pragmática del lenguaje; y *agnosia auditiva verbal*, o *sordera verbal pura*, caracterizada por la imposibilidad de comprender palabras. Algunas personas con TEA nunca llegan a desarrollar el lenguaje, se comunican por lengua de signos o a partir de Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAAS), Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAAC), tableros de comunicación, pictogramas, o Comunicación por Intercambio de Imágenes (PECS), entre otros.

b) Habilidades socio-emocionales

Según el DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2013), en general, las personas con TEA se caracterizan por déficits persistentes en la comunicación social, relacionados con la reciprocidad socioemocional, conductas comunicativas no verbales, una comunicación poco integrada, anomalías del

contacto visual y el lenguaje corporal o deficiencias en el uso de gestos. Actualmente, existen evidencias de que las dificultades sociales y emocionales tempranas pueden ser un componente importante del fenotipo emergente del TEA y se caracterizan por síntomas de afecto positivo reducido, bajos niveles de regulación y altos de afecto negativo y angustia (Raza et al., 2020). En concreto, Reyes et al. (2020) señalan que estas personas presentan dificultades notables en la regulación y expresión emocional respecto a las neurotípicas, independientemente de la edad, sobre todo en la gestión voluntaria y el cambio de respuestas emocionales como, por ejemplo, en ocurrencia, forma, duración e intensidad.

Por su parte, Chiu et al. (2023) relacionan la interacción social de estas personas con los déficits en la Teoría de la Mente (TOM), destacando la existencia de una estrecha relación, pues la TOM resulta esencial para que descodifiquen e interpreten la información social, lo que le permite prever y responder adecuadamente al comportamiento ajeno. Asimismo, Chan y Han (2020) subrayan que la disfunción en las habilidades de comunicación social de las personas con TEA predice una reducción en la participación en actividades sociales y recreativas en la adolescencia y la adultez, lo que puede generar aislamiento, rechazando todo tipo de contacto físico y/o social, pudiendo asociarse con tendencias depresivas (Jones et al., 2022). Sin embargo, también pueden tener una interacción activa pero "extraña", asociada con las alteraciones en la percepción, reconocimiento e identificación emocional (Falck et al., 2023).

En concreto, las personas con TEA enfrentan obstáculos diarios para comprender las emociones y el estado mental de otros a través de expresiones faciales y entonación del habla, así como para anticipar las acciones basándose en las condiciones emocionales de los demás (Talaat, 2023). Si bien algunos estudios señalan dificultades generales que tienen estas personas en el reconocimiento emocional (Silva et al., 2021), también existen evidencias de sus limitaciones para reconocer emociones negativas en las caras humanas (Leung et al., 2023).

Por todo ello, el análisis de la interrelación entre las habilidades lingüísticas y socio-emocionales en la evaluación de la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA resulta esencial para obtener una comprensión holística de sus habilidades comunicativas. Por su parte, la dimensión lingüística aborda las destrezas formales del lenguaje, como la gramática y el vocabulario, pero la comunicación efectiva va más allá de la mera estructura lingüística. En el caso de las personas con TEA, las dificultades en la dimensión lingüística pueden impactar directamente en la expresión emocional, la interpretación de las intenciones sociales y la adecuada adaptación al contexto comunicativo. Por otro lado, las habilidades socio-emocionales se refieren a la capacidad de comprender y

gestionar las emociones propias y ajenas, así como a participar efectivamente en interacciones sociales. Las limitaciones en esta dimensión pueden afectar a la calidad y la interpretación de las interacciones verbales y no verbales. Por tanto, la interrelación entre estas proporciona un enfoque más completo que proporciona una base sólida para el análisis integral de la Competencia Comunicativa en el alumnado con TEA.

Propuesta de intervención

En la era digital, las intervenciones con alumnado con TEA suelen apoyarse en las nuevas tecnologías para favorecer la comunicación y contribuir a una mejora en su calidad educativa y social (Ahmad et al., 2024). En los últimos años ha habido una proliferación de estudios que propugnan la sustitución de recursos convencionales (libro, fichas, etc.) por experiencias interactivas con ordenadores, tabletas o pizarras digitales (DeLeyer et al., 2023). En concreto, las aplicaciones digitales (app) están facilitando la inclusión social de estas personas, ya sea favoreciendo su regulación emocional (Palermo et al., 2023), su comunicación (O'Rourke et al., 2023) o su autonomía (Koehler y Falter, 2023), entre otras.

En concreto, las app de Realidad Aumentada (RA) ofrecen grandes posibilidades formativas para este alumnado al recrear experiencias que facilitan la simulación de interacciones sociales y comunicativas, mediante la superposición de elementos virtuales sobre objetos del mundo físico. Así pues, algunos estudios analizan su impacto en personas con TEA, destacando que ciertas app pueden incrementar tanto las habilidades lingüísticas (Khoirunnisa et al., 2024), el reconocimiento y la respuesta a las expresiones emocionales faciales observadas (Li et al., 2023), las habilidades sociales (Toma et al., 2024), la comunicación en contextos cotidianos (El Shemy et al., 2024), así como a una mejora en la interacción social (Cheng y Bololia, 2023).

Asimismo, la implementación de metodologías activas y técnicas como la gamificación que adopta las mecánicas y dinámicas del juego a contextos no lúdicos están originando intervenciones exitosas que contemplan el juego como escenario educativo (Zeybek y Saygi, 2024). La presentación de misiones, retos y desafíos, la asignación de recompensas e incentivos permite alcanzar objetivos educativos e incrementa la motivación e implicación del alumnado, generando aprendizajes significativos (Christopoulos y Mystakidis, 2023; Cuesta et al., 2021). Por tanto, la convergencia de la gamificación y RA se considera una oportunidad para favorecer la Competencia Comunicativa en este alumnado.

Así pues, y aunque existen estudios que integran la RA en entornos gamificados y otros que la utilizan con niños con TEA, por el momento no se han encontrado

investigaciones que abarquen actividades gamificadas con RA para estimular la competencia comunicativa en este alumnado. Por ello, la novedad de esta tesis radica en el diseño de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) versátil, adaptable, accesible y extrapolable a otros contextos, que favorezca la inmersión y aprendizaje del alumnado mediante la experimentación multisensorial, convirtiendo la RA en un facilitador de la comunicación e interacción social. Por tanto, y dada la prevalencia de las personas TEA y la necesidad de enfoques terapéuticos innovadores, esta investigación resulta pertinente, relevante y oportuna, ya que promueve la comunicación de estas personas aprovechando las oportunidades de los avances tecnológicos actuales, abriendo un camino innovador y prometedor para abordar estas necesidades específicas.

Así pues, esta tesis se encuentra estrechamente vinculada con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Center for Universal Design, 1997) pues el EGA implementado se relaciona de forma directa con los recursos de aprendizaje en abierto (REA), personalizando el recorrido educativo por medio de la creación y desarrollo de un Entorno Personal de Aprendizaje (PLE) en sus áreas fundamentales: la representación, pues se utilizan distintos códigos (visual, verbal, auditivo) y opciones para acceder al contenido, tanto a nivel perceptivo como comprensivo; la motivación, pues se proveen distintas formas de contribuir al interés al partir de la utilización de las mecánicas y dinámicas del juego al servicio del aprendizaje.

Asimismo, se aprovechan las oportunidades inmersivas de la RA contribuyendo a la captación y mantenimiento del interés del alumnado y a la promoción de su autonomía y capacidad de autorregulación, así como a la acción y expresión, al otorgar mayor protagonismo al alumnado con metodologías activas. Por tanto, esta tesis se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030) de las Naciones Unidas en pro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Especialmente, se orienta a promover la Salud y Bienestar y favorecer una Educación de Calidad que reduzca las desigualdades que pueden sufrir las personas con TEA por sus limitaciones.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento de la investigación y diseño general

Esta tesis se fundamenta en un conjunto de investigaciones que exploran el uso de la Realidad Aumentada (RA) y la gamificación para mejorar la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA. Esta tesis posee un enfoque integral, que abarca desde revisiones teóricas hasta un estudio de campo de carácter empírico, proporcionando una base sólida y actualizada para el diseño de propuestas gamificadas. A continuación, se presenta la Tabla 1 con las principales publicaciones que respaldan esta tesis, todas revisadas por pares y publicadas en revistas de alto impacto, lo que garantiza la calidad y la relevancia de las evidencias utilizadas. En la Tabla 1 se identifica la estructura del trabajo de investigación atendiendo a las publicaciones integradas en la presente tesis, así como su referencia bibliográfica e indexación.

Tabla 1.

Estructura del trabajo de investigación según las publicaciones integradas en la tesis.

Capítulo	Referencia de la publicación	Indexación
I	Del Moral, M.E., & López-Bouzas, N. (2021). Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones. <i>RED, Revista de Educación a Distancia</i> , 21(66), 1-13. http://dx.doi.org/10.6018/red.454751	Scopus Q2
II	López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). Gamified Environments and Serious Games for Students With Autistic Spectrum Disorder: Review of Research. <i>Review Journal of Autism and Developmental Disorders</i> . https://doi.org/10.1007/s40489-023-00381-7	JCR Q1 / Scopus Q1
III	López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA. En E.E. Aveleyra y M.A. Melisa Proyetti (coords.), <i>Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos</i> (pp. 122-133). Octaedro. https://doi.org/10.36006/16361 ISBN: 9788419023858.	SPI Q1
IV	López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). A gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: design and validation. <i>IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation</i> , 19, 80-93. https://doi.org/10.46661/ijeri.6820	Scopus Q2
V	López-Bouzas, N., & Del Moral Pérez, M. E. (2022). Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA. <i>Revista de Educación Inclusiva</i> , 15(2), 206-219.	ESCI Clarivate Q4
VI	López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la competencia comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación. <i>Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation</i> , 8(2), 83-96. https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.14264	ESCI Clarivate Q3
VII	López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2023). Communicative competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment. <i>Educational and Information Technologies</i> . https://doi.org/10.1007/s10639-023-12319-x	JCR Q1 / Scopus Q1
VIII	López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2024). Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment. In B. Manditereza (Ed.), <i>Digital Pedagogy in Early Childhood Language</i>	Scopus Q1 / SPI Q1

- IX López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2024). Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment (Enviado, pendiente de aceptación)
-

Fuente: elaboración propia.

PRIMERA PARTE

Revisión de investigaciones

Los primeros dos capítulos de esta tesis se centran en conocer el estado del arte, qué estudios hay y cómo se aborda la utilización de Realidad Aumentada y Entornos Gamificados y Serious Games con este alumnado, a partir de dos revisiones sistemáticas.

CAPÍTULO I. Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones

El primer artículo examina de manera exhaustiva el impacto de la Realidad Aumentada (RA) en intervenciones destinadas a la estimulación de las habilidades socio-comunicativas de individuos con TEA. Se utiliza una metodología cualitativa, centrada en la revisión sistemática de investigaciones publicadas entre 2012 y 2020, abarcando un total de 26 estudios. Estos se dividieron en tres contextos: educativo, experimental-psicológico y tecnológico. Los resultados revelaron que la mayoría de las investigaciones focalizan en aspectos tecnológicos, especialmente en el diseño e implementación de recursos con RA en entornos clínicos.

En el ámbito educativo, la RA se utiliza principalmente como recurso didáctico, mientras que en el contexto experimental y psicológico se exploran intervenciones con RA y se analiza el comportamiento de los sujetos en diversas situaciones. Se observa que la mayoría coincide en resaltar la influencia positiva de las app o sistemas de RA para estimular la interacción social. Sin embargo, se identificó una limitación significativa en los estudios relativa a la ausencia de descripción de las fases de intervención llevadas a cabo. Además, la mayoría no utilizaban recursos comerciales ni estaban accesibles *online*, limitando su extrapolación a otros contextos. En última instancia, se concluye que se requieren equipos interdisciplinarios para compartir hallazgos entre especialistas en educación, psicología, pedagogía, educación inclusiva, etc. para diseñar intervenciones que favorezcan la inclusión socio-educativa plena de las personas con TEA.

CAPÍTULO II. Gamified Environments and Serious Games for Students with Autistic Spectrum Disorder: Review of Research

El segundo artículo pone el foco en revisar la investigación derivada del diseño y uso de Entornos Gamificados y *Serious Games* con personas diagnosticadas con TEA. Su objetivo principal fue identificar el estado de la cuestión respecto al uso de estos recursos lúdicos en intervenciones con estas personas. Se analizaron un total de 70 investigaciones. La mayoría estaban centradas en el diseño y prueba de prototipos, mayormente vinculados al desarrollo de habilidades sociales y emocionales. Este estudio resalta el papel crucial de las mecánicas y dinámicas de juego en la motivación de los estudiantes. Además, se encuentra un consenso unánime sobre el impacto positivo de estos recursos para mejorar el autocontrol, la autoconciencia, la autonomía y la empatía. Se observa que apenas existen investigaciones que hibriden la gamificación y la RA en entornos digitales abiertos, accesibles, y de utilización gratuita.

Por tanto, en esta primera parte se ofrece una perspectiva integral sobre el uso de la RA y la gamificación para mejorar la Competencia Comunicativa en personas con TEA. La relevancia de estos dos capítulos en esta tesis radica en su capacidad para justificar y respaldar el diseño y desarrollo del Entorno Gamificado Aumentado (EGA), proporcionando una base sólida y una evidencia científica y buenas prácticas para su diseño, implementación y testeo exitoso.

SEGUNDA PARTE

Diseño y validación del Entorno Gamificado Aumentado (EGA)

Tras realizar las mencionadas revisiones sistemáticas, se vio pertinente el diseño de un Entorno Gamificado Aumentado para cubrir una nueva línea de investigación centrada en el diseño de Entornos Gamificados Aumentados destinados a alumnado con TEA.

CAPÍTULO III. Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA

En un primer momento, se acuñó el término Entorno Gamificado Aumentado (EGA), en tanto escenario inmersivo que busca involucrar a los sujetos en su proceso de aprendizaje a partir de una narrativa gamificada, integrando mecánicas y dinámicas de juego, con el fin de favorecer una experiencia multisensorial a partir de la interacción con recursos de RA y dispositivos digitales. Este capítulo describe el sistema de gamificación que sustenta un EGA -diseñado *ad hoc*- como recurso

didáctico orientado a la estimulación de las habilidades comunicativas de alumnado con TEA. La descripción del diseño del entorno siguió una metodología cualitativa centrada en el estudio de caso atendiendo a tres dimensiones: narrativa, proceso de gamificación y RA.

El EGA diseñado incorpora una narrativa que recrea una aventura pirata con personajes animados en un ambiente marino, cuyo proceso de gamificación incluye: *dinámicas* como fórmulas de avance en el juego, adopción de roles y promoción de status; y *mecánicas* cifradas en la visibilización del progreso y evolución, escalado de niveles, acumulación y colección de puntos e items, expresión y avance. Todo ello se apoya en recursos que incorporan varios niveles de RA, los cuales proporcionan distintos tipos de interacción e inmersión. Finalmente, hay que resaltar que el carácter lúdico-inmersivo de este prototipo aumentado, centrado en la superación de misiones enmarcadas en una aventura pirata, constituye un contexto idóneo para estimular la competencia comunicativa.

CAPÍTULO IV. A Gamified Environment supported by Augmented Reality for improving Communicative Competence in students with ASD

Tras el diseño del EGA, el cuarto artículo tiene como objetivo describir el proceso de validación del EGA *De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido*. La metodología empleada es mixta, combinando enfoques cualitativos y cuantitativos. En primer lugar, se lleva a cabo un estudio de caso único para describir el proceso de diseño del EGA. En segundo lugar, se realiza un análisis a partir del método Delphi, donde 12 docentes e investigadores en calidad de expertos en Educación Especial evaluaron el EGA atendiendo a 14 indicadores asociados a cuatro dimensiones clave. Los resultados de esta evaluación han contribuido a mejorar la adaptabilidad, flexibilidad y funcionalidad del juego diseñado.

Además, el entorno digital se testeó con un alumno con TEA, a modo de prueba piloto para garantizar su validez. Esta segunda parte de la tesis se configura como una sección indispensable de la misma, pues en ella se describe, de manera exhaustiva, el proceso de diseño del EGA así como su estructura interna, mapa de navegación, interfaz, actividades, aplicaciones digitales y de RA diseñadas e incorporadas. Conjuntamente, se detalla el proceso de validación experta seguido, la incorporación de las sugerencias formuladas y su testeo final.

TERCERA PARTE

Diseño y validación de instrumentos de evaluación

Previamente a la intervención con el alumnado, se elaboraron los instrumentos de evaluación. Por un lado, se diseñó el instrumento *TEApp* para seleccionar posibles app digitales de carácter lúdico, que integraba los criterios que debían cumplir éstas para identificar el nivel de los sujetos respecto a sus habilidades lingüísticas y socio-emocionales. Más tarde, se diseñó y validó la *Escala de Medición Inter e Intrapersonal del Grado de TEA en Infancia y Adolescencia (EMIGTEA)* para conocer el grado de TEA del alumnado (ver ANEXO). Del mismo modo, se diseñó y validó el instrumento *DiagnosticApp* para evaluar las habilidades lingüísticas y socio-emocionales del alumnado antes (pre-test) y después (post-test) de la intervención. Y, por último, se elaboró y validó una escala para analizar en qué medida este EGA estimula la Competencia Comunicativa del alumnado durante la intervención. Además, se vio pertinente estudiar la relación entre la Competencia Comunicativa del alumnado y su grado de *engagement* con las tareas y el tipo de interacción con la tablet durante la intervención. A continuación, se describen de manera exhaustiva los instrumentos diseñados.

CAPÍTULO V. Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA

El objetivo de este quinto capítulo es identificar aquellos requisitos que debe tener una app para convertirse en herramienta evaluadora de la Competencia Comunicativa. En concreto, debían presentar interfaces atractivas e intuitivas, así como integrar actividades lúdicas con las que se pudiesen medir las habilidades lingüísticas y socio-emocionales del alumnado. Para ello, se diseñó el instrumento *TEApp*, que contempla indicadores lingüísticos y socio-emocionales, y otros asociados a aspectos técnicos y estéticos referidos a la capacidad de adaptación y facilidad de manejo de la app, los códigos utilizados, el diseño de la interfaz, el *feedback* dispensado y la estética visual.

Las app debían estar diseñadas por especialistas, dirigirse a alumnado con TEA, orientarse al desarrollo de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales, estar accesibles en Google Play y/o Apple Store, y ser gratuitas o de bajo coste para garantizar su uso por cualquier docente. Así, se encontraron 10 app que cumplían todos estos criterios. Finalmente, se seleccionaron las app: *Picaa* (www.picaa.es) para evaluar las habilidades lingüísticas, y *AutisMind* (www.autismind.com) para las habilidades socio-emocionales.

CAPÍTULO VI. Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la Competencia Comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación

Este capítulo presenta el diseño y la validación del instrumento *DiagnosticApp*, integrado por indicadores relativos a las dimensiones lingüística y socio-emocional que definen la Competencia Comunicativa en este alumnado. La originalidad de este instrumento de evaluación, que posteriormente será utilizado a modo de pre-test/post-test, radica en que utiliza como soporte las app digitales previamente seleccionadas, permitiendo una evaluación contextual, dinámica y flexible, ofreciendo la posibilidad de seleccionar o crear actividades personalizadas. El instrumento consta de 48 ítems agrupados en 12 indicadores adaptados, entre otros, del DSM-5™, y organizados en torno a dos dimensiones de análisis: habilidades lingüísticas y socio-emocionales.

Su validación se realizó con el método Delphi, recabando las opiniones de una muestra de expertos de diversos campos, contribuyendo a perfilar y robustecer el instrumento desde una visión poliédrica. Se consultó tanto a docentes de centros educativos públicos de Educación Especial, por su formación en el campo y contacto directo con alumnado de este colectivo; así como a un grupo de expertos universitarios con perfil docente e investigador cuya área de conocimiento fuese afín a la Educación, tuviesen conocimiento sobre la evaluación de competencias, tecnología, lenguaje y el uso de recursos tecnológicos.

La validación confirmó la pertinencia, relevancia y claridad de los indicadores asociados a ambas dimensiones para la medición del nivel de Competencia Comunicativa en personas con TEA. Por tanto, se concluyó que *DiagnosticApp* es plenamente válido y adaptable a otros contextos por parte del profesorado, favoreciendo un diagnóstico contextual a partir de actividades en un entorno digital amigable y motivador en el marco de una educación inclusiva y de calidad.

Escala de medición del impacto del *engagement* y el grado de interacción con la tablet en la Competencia Comunicativa

Por último, con el fin de analizar en qué medida este EGA estimula la Competencia Comunicativa -habilidades lingüísticas y socio-emocionales- del alumnado durante la intervención, se vio pertinente estudiar cómo influía el grado de inmersión del alumnado en el entorno digital y el tipo de interacción con la Tablet en su estimulación de la Competencia Comunicativa. Para ello, se elaboró un instrumento *ad hoc* a partir de los constructos teóricos del DSM-5™ para registrar las habilidades lingüísticas y socio-emocionales plasmadas por los participantes en la ejecución de las actividades lúdicas insertas en el EGA durante la

intervención, así como su compromiso (*engagement*) para concluir las adecuadamente. Se integran ítems para determinar el grado de interacción con la tablet; y para medir el grado de inmersión en el entorno. Si bien se podrían incluir más indicadores, dadas las peculiaridades de estos sujetos, y su carencia o limitación en el lenguaje oral o su comorbilidad asociada, se acotaron siguiendo las recomendaciones del DSM-5™. Se validó mediante análisis factorial exploratorio. También se analizó la relación entre las variables previamente definidas y las variables de clasificación: género, edad, grado de TEA, comorbilidad y tipo de lenguaje de alumnado. Estos análisis se describen de forma exhaustiva en el CAPÍTULO VII.

CUARTA PARTE

Intervención con el EGA

Una vez realizado el diseño, la descripción, validación y testeo del juego, y la elaboración y validación de los instrumentos de evaluación, se procedió a identificar los cinco Centros Públicos de Educación Especial del Principado de Asturias (España), para invitarles a formar parte de la investigación. Tras la aceptación de tres de ellos, se solicitaron las autorizaciones pertinentes para efectuar la intervención con los menores y se les explicó a través de folletos informativos en qué consistiría la intervención (Figura 3). Se tuvieron reuniones con el profesorado sobre el alumnado participante para realizar las adaptaciones de la intervención con el EGA a sus necesidades. Se estableció un calendario y horarios para llevar a cabo la intervención.

Figura 3.
Folleto informativo aportado.



Fuente: elaboración propia.

La intervención descrita en la presente tesis ha sido aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Oviedo, asegurando así el cumplimiento de las normativas éticas y legales vigentes que rigen la investigación con seres humanos. La referencia del proyecto, asignada por el comité es 31RRI2024, lo cual certifica que todas las actividades y procedimientos realizados en el marco de esta investigación han sido evaluados y autorizados, garantizando de este modo la adhesión a los principios éticos fundamentales y la protección de los derechos y el bienestar de los participantes involucrados.

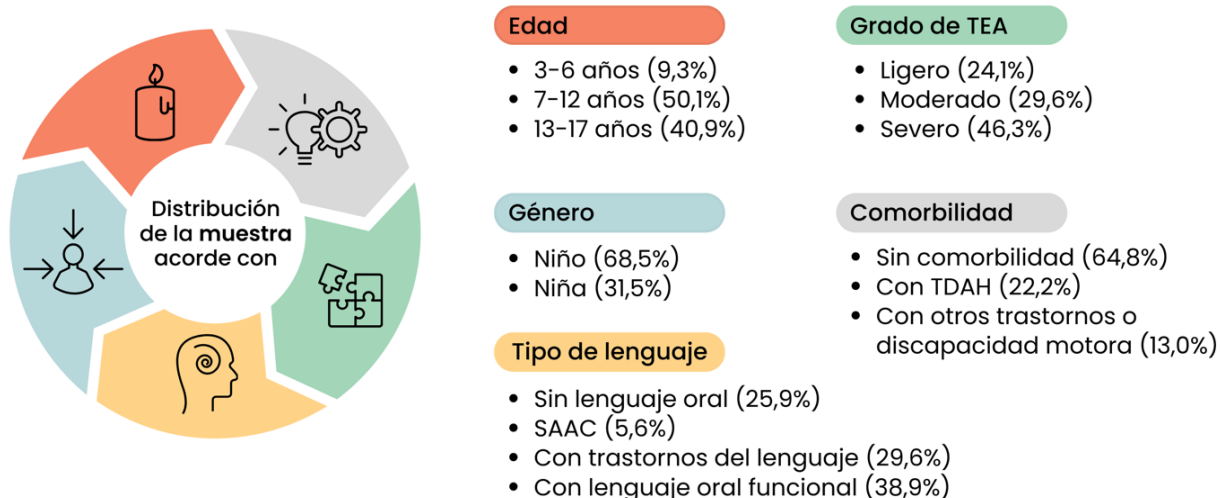
Esta intervención tuvo como objetivo principal analizar el impacto del EGA diseñado en la mejora de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales del alumnado y, por ende, en su Competencia Comunicativa. El estudio se enmarca dentro de un diseño pre-experimental, en el cual se acotan determinadas variables para clasificar a los sujetos de la investigación. Los participantes son alumnos y alumnas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) -diagnosticados previamente por la Consejería de Educación del Principado de Asturias-, procedentes de los Centros Públicos de Educación Especial asturianos que manifestaron su interés en participar en la investigación, y cuyas familias firmaron el consentimiento informado requerido. La intervención se estructuró en varias fases:

1. Pre-test: se aplicó el instrumento *DiagnosticApp*.
2. Intervención (febrero-junio de 2022): el alumnado utilizó el EGA diseñado e interactuó con las actividades integradas. Se evaluó su grado de *engagement* y tipo de interacción con la tablet.
3. Post-test: tras la intervención, se aplicó nuevamente el instrumento *DiagnosticApp*, permitiendo comparar los resultados con los obtenidos en el pre-test.

La observación y el registro sistemático de los comportamientos y respuestas del alumnado durante la intervención fueron fundamentales para recoger datos precisos y fiables. Estos datos se analizaron mediante herramientas de análisis cuantitativo, evaluando las diferencias y cambios en las variables medidas antes y después de la intervención. La combinación de métodos de observación, registro y análisis de datos permitió obtener una visión global de los efectos de la intervención y proporcionar evidencia empírica sobre su efectividad. Finalmente, la muestra quedó configurada por 54 alumnos y alumnas pertenecientes al C.P.E.E Castiello de Bernueces (N=26), C.P.E.E Latores (N=18) y C.P.E.E Juan Luis Prada (N=10), alcanzando un índice de representación del 91,5% (Figura 4).

Figura 4.

Distribución porcentual de la muestra según las variables de clasificación.



Fuente: elaboración propia.

QUINTA PARTE

Análisis e interpretación de datos

En esta sección de la tesis se presenta el análisis de datos obtenidos en tres capítulos distintos, cada uno enfocado en una faceta crucial del impacto de la intervención con el EGA en el alumnado. El séptimo capítulo examina la potencialidad del EGA para estimular la Competencia Comunicativa del alumnado durante la intervención. El octavo se centra en el contraste entre el nivel inicial de habilidad lingüística (pre-test) y el final (post-test) al concluir la implementación. Del mismo modo, el capítulo noveno aborda la comparación entre el nivel de habilidad socio-emocional antes y después de la intervención. Cada capítulo ofrece un análisis exhaustivo respaldado por datos recopilados de manera sistemática, proporcionando una comprensión profunda del impacto global del EGA en la mejora de estas habilidades.

CAPÍTULO VII. Communicative Competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment

El objetivo de este estudio es analizar la contribución del EGA al desarrollo de la Competencia Comunicativa de los 54 participantes en la intervención. Para ello, se adoptó una metodología cuantitativa, desde un enfoque exploratorio, analítico y correlacional. Se analizó su competencia, así como su nivel de interacción e inmersión en la narrativa del entorno. Además, se constató su grado de autonomía al interactuar con la tablet y su inmersión en el EGA a partir de la observación participante, estableciendo categorías cualitativas que posteriormente se

cuantificaron, permitiendo su análisis estadístico. Además, se contrastó la influencia de variables como el género, la edad, el grado de TEA, la comorbilidad y el tipo de lenguaje en el nivel de competencia alcanzado.

Los resultados mostraron que el *engagement* con las misiones propuestas en el EGA favoreció su Competencia Comunicativa durante la intervención. Se observó que a mayor inmersión en los desafíos propuestos en el juego, mayor era su competencia. Específicamente, el alumnado de mayor edad, con TEA menos severo, lenguaje oral funcional y sin comorbilidades, registró niveles competenciales más altos. En conclusión, si se quiere obtener resultados óptimos la intervención debe adaptarse a las características individuales, presentar narrativas atractivas e integrar actividades lúdicas que requieran estrategias comunicativas.

CAPÍTULO VIII. The impact of a Gamified Augmented Environment on Language Skills in students with ASD

Este capítulo tiene como objetivo analizar cómo la intervención con el EGA contribuye a mejorar las habilidades lingüísticas del alumnado. También analiza la influencia de variables edad, género, nivel de TEA, comorbilidad y el tipo de lenguaje que poseen. El estudio utilizó una metodología cuantitativa, de carácter exploratorio y analítico. Las habilidades lingüísticas se midieron utilizando el instrumento *DiagnosticApp*, apoyado en la app *Picaa* antes (pre-test) y después (post-test) de la intervención. Posteriormente, se procedió al contraste estadístico. Los resultados mostraron una mejora en las habilidades lingüísticas tras la experiencia, especialmente destaca la adquisición de nuevo vocabulario. Los estudiantes con niveles severos de TEA obtuvieron puntuaciones más bajas en las pruebas pre y post debido a sus limitaciones cognitivas. En general, la edad y el género no influyeron en las puntuaciones de los sujetos. Finalmente, el estudio confirmó que la intervención con el EGA proporciona una experiencia motivadora e inmersiva al utilizar la realidad aumentada, lo que ayuda a estimular las habilidades lingüísticas al sumergir a los estudiantes en una aventura pirata.

CAPÍTULO IX. Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment

Por último, se analizó el impacto de la intervención con el EGA en las habilidades socio-emocionales del alumnado. Se utilizó una metodología cuantitativa, de carácter exploratorio y analítico. De nuevo, estas habilidades se midieron antes (pre-test) y después (post-test) de la intervención utilizando el instrumento *DiagnosticApp*, en este caso, apoyado en la app *AutisMind*. Este estudio analiza,

específicamente, la capacidad del alumnado para identificar emociones primarias, secundarias y estados emocionales, así como la relación causa-efecto vinculada a un contexto. Los resultados mostraron que estas habilidades mejoraron después de la intervención, independientemente del género, la edad, el grado de TEA, las comorbilidades o el tipo de lenguaje. En general, el mayor incremento se observó en la identificación de emociones primarias y secundarias a través del reconocimiento de expresiones faciales. Además, como era de esperar, los estudiantes mayores y aquellos con TEA menos severo y un lenguaje más funcional registraron puntuaciones más altas en sus habilidades socioemocionales. En conclusión, la combinación de mecánicas, dinámicas y estética del juego, junto con los recursos de RA que conforman el EGA, favorecen la motivación y constituyen elementos clave que contribuyen a la mejora de las habilidades socio-emocionales de este alumnado.

1.2. Pluralidad metodológica de la investigación

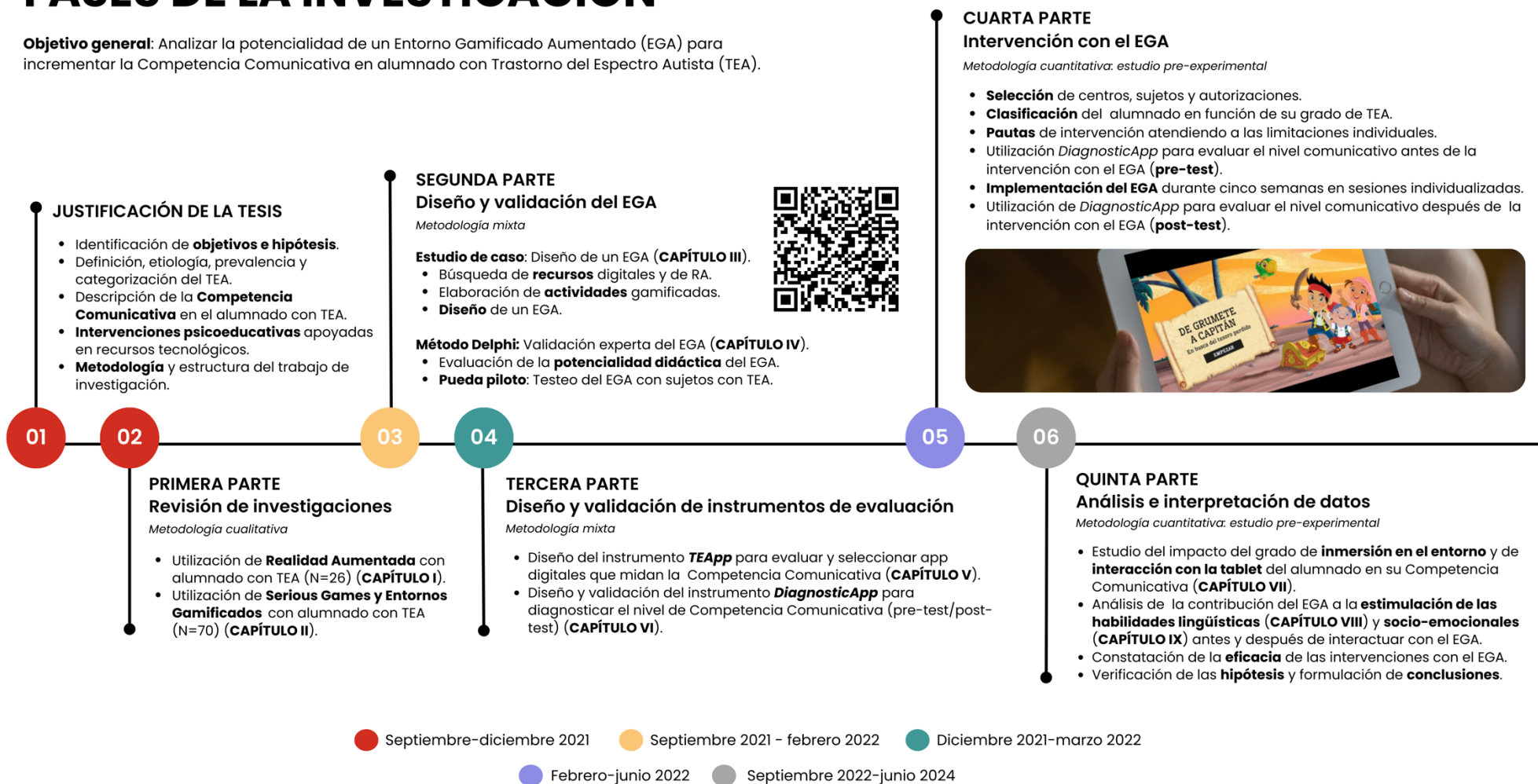
La presente tesis se caracteriza por su pluralidad metodológica (Figura 5), se trata de una Investigación Basada en el Diseño (Brown, 1992; Collins, 1992; De Benito y Salinas, 2016). Concretamente, adopta una metodología mixta -cualitativa y cuantitativa-, por considerarse pertinente para abordar investigaciones con alumnado con discapacidad, tal y como sugieren Houchins et al. (2022). En concreto, parte de una intervención aplicada (Hernández, 1993) con un recurso digital original y novedoso, orientada a mejorar la calidad de vida del alumnado con TEA, aportando una nueva línea de investigación. La investigación contempla un estudio de campo que analiza de forma sistemática un problema interaccionando directamente con el objeto de estudio (Reyes, 2022), en concreto, registrando el nivel de habilidades lingüísticas y socio-emocionales antes, durante y después de la intervención con el EGA. Además, siguiendo a Cohen et al. (2011), su metodología es de tipo descriptivo y exploratorio, estudia una temática novedosa, analizando la relación entre variables y estableciendo los contrastes pertinentes para constatar el potencial del EGA para estimular la Competencia Comunicativa, en tanto habilidades lingüísticas y socio-emocionales, del alumnado con TEA, así como explicando las posibles relaciones causales.

Figura 5.

Fases de la investigación atendiendo a la pluralidad metodológica.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general: Analizar la potencialidad de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) para incrementar la Competencia Comunicativa en alumnado con Trastorno del Espectro Autista (TEA).



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, y una vez analizados los resultados, se observa la efectividad del EGA *De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido* para estimular las habilidades lingüísticas y socio-emocionales de este alumnado y, por ende, su Competencia Comunicativa. Por tanto, se ha creado una página web que alberga el juego diseñado (Figura 6) para facilitar su utilización a familias, docentes, asociaciones, etc.

Figura 6.
Página web del juego.



Fuente: <https://de-grumete-a-capitan.webnode.pt/>

Se ha incluido un pequeño tráiler donde se invita a los usuarios a sumergirse en la narrativa diseñada. Se identifican las actividades que incluye el entorno, las aplicaciones digitales y de RA que se incorporan en las misiones así como su vínculo de descarga tanto para Android como para iOS. Se describe la narrativa que vincula la historia y las publicaciones vinculadas a esta investigación. La creación de esta página web ofrece un espacio de contacto directo para consultas y colaboraciones, convirtiéndose en un punto de encuentro para la comunidad, fortaleciendo los lazos y fomentando la extrapolación de esta experiencia a otros contextos, impulsando la creación de redes de profesionales.

Referencias bibliográficas

- Ahmad, A., Ibrahim, K., Usman, H., Isah, S., Yakubu, H., & Garba, A. (2023). A Systematic Literature Review on the Efficacy of Emerging Computer Technologies in Inclusive Education for Students with Autism Spectrum Disorder. *OBM Neurobiology*, 7(2), 1-27. <http://dx.doi.org/10.21926/obm.neurobiol.2302172>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Barlattani, T., D'Amelio, C., Cavatassi, A., De Luca, D., Di Stefano, R., Di Berardo, A., ... & Pacitti, F. (2023). Autism spectrum disorders and psychiatric comorbidities: a narrative review. *Journal of Psychopathology*, 29, 3-24. <http://doi.org/10.36148/2284-0249-N281>
- Blackburn, C., Tueres, M., Sandanayake, N., Roberts, J., & Sutherland, R. (2023). A systematic review of interventions for echolalia in autistic children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 58(6), 1977-1993. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12931>
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- Center for Universal Design (1997). *The principles of Universal Design, version 2.0*. North Carolina State University.
- Chan, M., & Han, Y. (2020). Differential mirror neuron system (MNS) activation during action observation with and without social-emotional components in autism: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Molecular autism*, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13229-020-00374-x>
- Cheng, Y., & Bololia, L. (2023). The Effects of Augmented Reality on Social Skills in Children with an Autism Diagnosis: A Preliminary Systematic Review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-15. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05878-4>
- Chiu, H., Chen, C., Tsai, C., Li, H.J., Wu, C., Huang, C., & Chen, K. (2023). Theory of mind predicts social interaction in children with autism spectrum disorder: a two-year follow-up study. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 53(9), 3659-3669. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05662-4>

- Christopoulos, A., & Mystakidis, S. (2023). Gamification in education. *Encyclopedia*, 3(4), 1223-1243. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3040089>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.
- Collins, A. (1992). Toward a design science of education. En E. Scanlon y T. O'Shea (Eds.), *New directions in educational technology* (pp. 15-22). Springer.
- Consejo de Europa (2002). *Marco Común Europeo de referencia para las lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación*. MEC/Anaya e Instituto Cervantes. https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.pdf
- Cook, E. (1990). Autism: review of neurochemical investigation. *Synapse*, 6, 292-308.
- Cordón, M., & Torrijos, M.B. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA. *IJNE: International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Coronado, R.C. (2019). La intervención en el trastorno del espectro autista en las alteraciones en intersubjetividad y la teoría de la mente. *Educación*, 25(1), 67-78. <https://doi.org/10.33539/educacion.2019.v25n1.1771>
- Cuesta, J.L., Sánchez, S., Santos, S., Sancho, P., & Orozco, M.L. (2021). The use of videogames as digital leisure among people with autism spectrum disorder. *Siglo Cero*, 52(3), 101-117. <https://doi.org/10.14201/scero202152310117>
- De Benito, B., & Salinas, J.M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiITE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- DeLeyer, J.M., Li, M., Levine, M., Andrade, B., Bray, M., & Peters, E. (2023). Advancing autism technology. *Psychology in the Schools*, 60(2), 495-506. <https://doi.org/10.1002/pits.22802>
- Dellapiazza, F., Audras-Torrent, L., Michelon, C., & Baghdadli, A. (2021). Clinical characteristics of children with ASD and comorbid ADHD: Association with social impairment and externalizing and internalizing behaviours.

Research in Developmental Disabilities, 113, 103930.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2021.103930>

El Shemy, I., Jaccheri, L., Giannakos, M., & Vulchanova, M. (2024). Augmented reality-enhanced language learning for children with autism spectrum disorder: a systematic literature review. *Behaviour & Information Technology*, 1-28. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2304607>

Falck, T., Kleberg, J., Portugal, A., & Thorup, E. (2023). Social attention: Developmental foundations and relevance for autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry*, 94(1), 8-17. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2022.09.035>

Félix, J., Santos, M. E., & Benitez-Burraco, A. (2024). Specific language impairment, autism spectrum disorders and social (pragmatic) communication disorders: Is there overlap in language deficits? A review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 11(1), 86-106. <https://doi.org/10.1007/s40489-022-00327-5>

Fetta, A., Carati, E., Moneti, L., Pignataro, V., Angotti, M., Bardasi, M. C., ... & Parmeggiani, A. (2021). Relationship between sensory alterations and repetitive behaviours in children with autism spectrum disorders: A parents' questionnaire based study. *Brain sciences*, 11(4), 484. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040484>

Foldager, M., Vestergaard, M., Lassen, J., Petersen, L. S., Oranje, B., Aggernaes, B., & Simonsen, E. (2023). Atypical semantic fluency and recall in children and adolescents with autism spectrum disorders associated with autism symptoms and adaptive functioning. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 53(11), 4280-4292. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05677-x>

Folstein, S.E. (1999). Autism. *International Review of Psychiatry*, 11, 269-277.

Gillberg, C, Steffenburg, S., Walhstrom, J., Gillberg, I.C., Sjostedt, A., & Martinsson, T., Liedgren, S., & Eeg, O. (1991). Autism associated with marker chromosome. *Journal American Academy Child and Adolescent Psychiatry*, 30(4), 325-329. <https://doi.org/10.1097/00004583-199105000-00022>

Grice, M., Wehrle, S., Krüger, M., Spaniol, M., Cangemi, F., & Vogeley, K. (2023). Linguistic prosody in autism spectrum disorder—An overview. *Language and Linguistics Compass*, 17(5), e12498. <https://doi.org/10.1111/Inc3.12498>

- Gumperz, J.J., & Hymes, D.H. (1972). *Directions in Sociolinguistics. The Ethnography of Communication*. Basil Blackwell.
- Hymes, D.H. (1971). Acerca de la competencia comunicativa. En Llobera et al. (1995). *Competencia comunicativa. Documentos básicos en la enseñanza de lenguas extranjeras* (pp. 27-47). Edelsa.
- Jones, S., Gordon, C., Akram, M., Murphy, N., & Sharkie, F. (2022). Inclusion, exclusion and isolation of autistic people: Community attitudes and autistic people's experiences. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52(3), 1131-1142. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04998-7>
- Kalyva, E., Kyriazi, M., Vargiami, E., & Zafeiriou, D.I. (2016). A review of co-occurrence of autism spectrum disorder and Tourette syndrome. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 24, 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2016.01.007>
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Khoirunnisa, A., Dewi, L., Azizah, N., & Alivia, Z. (2024). The Use of Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality in Communication Children's with ASD: Systematic Literature Review. In *International Visual Informatics Conference* (pp. 175-190). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7339-2_16
- Kissine, M., Saint-Denis, A., & Mottron, L. (2023). Language acquisition can be truly atypical in autism: Beyond joint attention. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 105384. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105384>
- Koehler, J.C., & Falter, C.M. (2023). Digitally assisted diagnostics of autism spectrum disorder. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1066284. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1066284>
- Lai, M., Kasseh, C., Besney, R., Bonato, S., Hull, L., Mandy, W., Szatmari, M.D., & Ameis, S.H. (2019). Prevalence of co-occurring mental health diagnoses in the autism population: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Psychiatry*, 6(10), 819-829. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(19\)30289-5](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(19)30289-5)
- Leung, F., Stojanovik, V., Micai, M., Jiang, C., & Liu, F. (2023). Emotion recognition in autism spectrum disorder across age groups: A cross-sectional

- investigation of various visual and auditory communicative domains. *Autism Research*. <https://doi.org/10.1002/aur.2896>
- Li, J., Zheng, Z., Chai, Y., Li, X., & Wei, X. (2023). FaceMe: An agent-based social game using augmented reality for the emotional development of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Human-Computer Studies*, 175, 103032. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103032>
- Maenner, M.J., Shaw, K., & Baio, J. (2020). Prevalence of Autism Spectrum Disorder Among Children Aged 8 Years—Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network. *MMWR Surveillance Summaries*, 69(4), 1-12. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5919599/>
- Manouilenko, I., & Bejerot, S. (2015). Sukhareva—prior to Asperger and Kanner. *Nordic journal of psychiatry*, 69(6), 1761-1764. <https://doi.org/10.3109/08039488.2015.1005022>
- Marzo, M. & Belda, M. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA. *IJNE: International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Noorie, A., Dutta, A., Harit, A., & Mishra, P. (2024). Autism Spectrum Disorders: Advances in Understanding and Intervention Strategies. *International Journal of Social Impact* 9(1), 31-37. <http://doi.org/10.25215/2455/0901005>
- O'Rourke, J., Kueh, C., Holly, C., Brook, L., & Erickson, C. (2023). Co-designing a communication app to enhance collaborative communication support for secondary students with autism. *Educational technology research and development*, 71(2), 579-604. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10170-4>
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2022). International Classification of Diseases (ICD)-11. <https://icd.who.int>
- Palermo, E. H., Young, A. V., Deswert, S., Brown, A., Goldberg, M., Sultanik, E., ... & Nuske, H. J. (2023). A Digital Mental Health App Incorporating Wearable Biosensing for Teachers of Children on the Autism Spectrum to Support Emotion Regulation: Protocol for a Pilot Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*, 12(1), e45852. <https://doi.org/10.2196/45852>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las*

competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.

- Raza, S., Sacrey, L., Zwaigenbaum, L., Bryson, S., Brian, J., Smith, I.M., ... & Garon, N. (2020). Relationship between early social-emotional behavior and autism spectrum disorder: a high-risk sibling study. *Journal of autism and developmental disorders*, 50, 2527-2539. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03977-3>
- Reyes, N., Factor, R., & Scarpa, A. (2020). Emotion regulation, emotionality, and expression of emotions: A link between social skills, behavior, and emotion problems in children with ASD and their peers. *Research in Developmental Disabilities*, 106, 103770. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103770>
- Reynoso, C., Rangel, M.J., & Melgar, V. (2017). El trastorno del espectro autista: aspectos etiológicos, diagnósticos y terapéuticos. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 55(2), 214-22.
- Rice, C., Carpenter, L., Morrier, M., Lord, C., Di Rienzo, M., Boan, A., ... & Wiggins, L. (2022). Defining in detail and evaluating reliability of DSM-5 criteria for autism spectrum disorder (ASD) among children. *Journal of autism and developmental disorders*, 52(12), 5308-5320. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-05377-y>
- Rivas, R., López, S., & Taboada, E.M. (2010). Etiología del autismo: un tema a debate. *Educational Psychology*, 15(2), 107-121. <https://doi.org/10.5093/ed2009v15n2a3>
- Rosen, T., Mazefsky, C., Vasa, R., & Lerner, M.D. (2018). Co-occurring psychiatric conditions in autism spectrum disorder. *International Review of Psychiatry*, 30(1), 40-61. <https://doi.org/10.1080/09540261.2018.1450229>
- Silva, V., Soares, F., Esteves, J.S., Santos, C.P., & Pereira, A.P. (2021). Fostering emotion recognition in children with autism spectrum disorder. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(10), 57. <https://doi.org/10.3390/mti5100057>
- Talaat, F.M. (2023). Real-time facial emotion recognition system among children with autism based on deep learning and IoT. *Neural Computing and Applications*, 35(17), 12717-12728. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08372-9>

- Toma, M., Turcu, C., Turcu, C.O., Vlad, S., Tiliute, D.E., & Pascu, P. (2024). Extended Reality–Based Mobile App Solutions for the Therapy of Children With Autism Spectrum Disorders: Systematic Literature Review. *JMIR Serious Games*, 12, e49906. <https://doi.org/10.2196/49906>
- Vogindroukas, I., Stankova, M., Chelas, E. N., & Proedrou, A. (2022). Language and speech characteristics in Autism. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 2367–2377. <https://doi.org/10.2147/NDT.S331987>
- Yu, Y., Ozonoff, S., & Miller, M. (2024). Assessment of autism spectrum disorder. *Assessment*, 31(1), 24–41. <https://doi.org/10.1177/10731911231173089>
- Zeybek, N., & Saygi, E. (2024). Gamification in education: Why, where, when, and how?—a systematic review. *Games and Culture*, 19(2), 237–264. <https://doi.org/10.1177/15554120231158625>

CAPÍTULO I

Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones¹

1. Introducción

El colectivo de personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) tiene una alteración del desarrollo neuronal que les suele caracterizar, en su mayoría, por contar con limitaciones sociales y verbales, restricción sensorial, comportamiento estereotipado y monótono (American Psychiatric Association, 2013; Geschwind and Levitt, 2007). Esto afecta, directamente, a sus competencias social y comunicativa, definidas por el Parlamento Europeo y Consejo (2006) como aquellas habilidades para comunicarse en distintos contextos, mostrar actitudes empáticas, expresar y comprender distintos puntos de vista, etc. Este déficit comunicativo y social dificulta el proceso de enseñanza- aprendizaje en el contexto escolar, situación que suele agravarse en la etapa adulta y obstaculiza la plena inclusión social (Escobedo and Tentori, 2014).

Así, se han diseñado numerosas intervenciones educativas adaptadas a este colectivo que utilizan recursos heterogéneos, acordes con sus características individuales (Arief and Efendi, 2018). En la era digital, estas intervenciones suelen apoyarse en las nuevas tecnologías para favorecer la comunicación y contribuir a una mejora en su calidad educativa y social (Allen et al., 2016; Lozano et al., 2013). Existen estudios que propugnan la sustitución de recursos convencionales (libro, fichas, etc.) por experiencias interactivas con ordenadores, tabletas o pizarras digitales (Radu, 2014). Otros adaptan estas tecnologías a personas con TEA, concluyendo que contribuyen a optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Adnan et al., 2018; Bhatt et al., 2014; Jiménez et al., 2017).

Por su parte, las aplicaciones digitales (app) están facilitando la inclusión social de estas personas (Sanromà et al., 2017). Además, algunos autores enfatizan las aportaciones de las app al desarrollo de las competencias social y comunicativa (Allen et al., 2016; Jiménez et al., 2017; Papoutsis et al., 2018; Xin and Leonard, 2015). En concreto, las app de realidad aumentada (RA) ofrecen

¹ Del Moral, M.E., & López-Bouzas, N. (2021). Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 21(66), 1-13. <http://dx.doi.org/10.6018/red.454751>

grandes posibilidades formativas (Basogain et al., 2007; Diego, 2014; Reinoso, 2012), al recrear experiencias que facilitan la simulación de interacciones sociales y comunicativas, mediante la superposición de elementos virtuales sobre objetos del mundo físico (Prendes, 2015; Romero and Harari, 2017). Así pues, algunos estudios analizan su impacto en personas con TEA, destacando que ciertas app pueden favorecer tanto el reconocimiento y la respuesta a las expresiones emocionales faciales observadas (Chen et al., 2016), como las habilidades sociales (Chung and Chen, 2017), la comunicación en contextos cotidianos (Kurniawan, 2018; Sahin et al., 2018b), así como a una mejora en la interacción social (Lee et al., 2018b).

Por todo ello, se ha considerado pertinente realizar una revisión de investigaciones focalizadas en el análisis del impacto de la RA en la estimulación de la competencia socio-comunicativa en personas con TEA.

2. Método

La metodología adoptada es cualitativa, concretada en la revisión sistemática de investigaciones a partir de un meta-análisis, adoptando las pautas de la declaración PRISMA-P2015 (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses for Protocols, 2015) (Moher et al., 2015).

2.1. Procedimiento

Se hicieron búsquedas selectivas en junio de 2020 en las siguientes bases de datos: PsyArticles, IEEEExplore, Dialnet, Research Gate, ERIC, etc. Las palabras clave utilizadas fueron los términos anglosajones: ASD (Autism Spectrum Disorder), AR (augmented reality), APP (digital application), social abilities, communicative abilities, y sus respectivas traducciones en español. Respecto a los criterios de selección, se buscaron artículos en inglés y castellano, publicados entre 2012 y 2020 en el contexto internacional y se seleccionaron investigaciones, revisiones, conferencias y estudios experimentales y observacionales.

Se encontraron un total de 26 investigaciones que cumplían dichos requisitos y en su mayoría fueron estudios publicados en el último lustro 2015-2020 dada la novedad que suponía la aplicación de la RA con carácter formativo. Tras su lectura, se observan tres contextos desde los que se abordan: a) *educativo*; b) *experimental-psicológico*; y c) *tecnológico*. Concretamente, se identificaron tanto los objetivos, la metodología adoptada (cuantitativa,

cualitativa o mixta), el procedimiento seguido, los instrumentos empleados, y los resultados más destacados de cada una.

2.2. Muestra

Los 26 estudios seleccionados se han agrupado en función de los contextos de intervención en donde se han llevado a cabo:

a) Educativo

Los estudios ligados al ámbito educativo abordan la efectividad de determinados recursos didácticos apoyados en RA y adaptados a las necesidades del alumnado con TEA (Arief and Efendi, 2018; Chen et al., 2016; Kolomoiets and Kassim, 2018; Sahin et al., 2018a; Taryadi and Kurniawan, 2018). Otros indagan en la utilidad de la RA para facilitar el reconocimiento emocional y las habilidades sociales (Kellems et al., 2020), su autonomía (McMahon et al., 2012) e interacción social (Khowaja et al., 2020; Lee et al., 2018a).

b) Psicológico-experimental

Existen estudios que analizan la incidencia de recursos con RA en el comportamiento de personas de este colectivo. Unos se centran en los efectos de la RA en el entrenamiento de una tarea específica (Cihak et al., 2016), otros en su potencialidad para estimular la autorregulación conductual (Liu et al., 2017), o el uso de herramientas específicas con RA para activar el reconocimiento facial (Soares et al., 2017) y la interacción social (Lee et al., 2018b; Lorenzo et al., 2019). Asimismo, investigaciones como la realizada por Sahin et al. (2018b) evalúan la seguridad y los posibles efectos negativos del empleo de un sistema interactivo con RA en personas de este colectivo.

c) Tecnológico

En cuanto a los estudios desarrollados desde un contexto tecnológico, la mayoría se centran en la descripción del diseño y testeo de aplicaciones digitales con RA para la estimulación de este colectivo. Así, se presentan los juegos *Emotions Game* o *Happy Minion Game*, como favorecedores del reconocimiento emocional (Bhatt et al., 2014). La app *Let's Cook* utilizada para promover la interacción social a través de la elaboración de comidas sencillas (Papadaki et al., 2018). *Ying*, app diseñada para incrementar el reconocimiento de la expresión facial (Alharbi and Huangan, 2020). *Little Helper* destinada a la mejora en la interacción social y la comunicación en

una entrevista de trabajo (Xu et al., 2015). Y *MOBIS* empleada para estimular la atención selectiva (Escobedo et al., 2014).

También se testean prototipos diseñados para activar las habilidades sociales (Chung and Cheng, 2017), el lenguaje (Da Silva et al., 2014), la representación mental de una situación de juego (Bai et al., 2015). Por último, se recogen estudios como el de Farr et al. (2012) que adapta el juego ya existente *Augmented Knight's Castle (AKC)* permitiendo que los usuarios lo configuren en función de sus necesidades. Junto al de Keshav et al. (2017) que analiza la usabilidad que ofrecen sistemas como *Brain Power Autism System (BPAS)* para personas con TEA.

Finalmente, se incluyen la revisión sistemática de Khowaja et al. (2020) centrada en analizar la potencialidad de la RA para desarrollar distintas competencias en el alumnado con TEA; y la de Adnan et al. (2018) que reseña diferentes intervenciones con RA en personas de este colectivo.

3. Resultados

A continuación, se clasifican los distintos estudios integrados en la muestra, identificando el estudio y el método, así como el diseño de la investigación (objetivos, procedimiento, instrumentos utilizados y resultados). La Tabla 1 presenta aquellas investigaciones centradas en intervenciones dentro del contexto educativo (N=9) con alumnado con TEA, focalizadas en el uso de recursos con RA.

Tabla 1.

Investigaciones realizadas en un contexto educativo.

Estudio y método (país)	Diseño de la investigación		
	Objetivo/s	Procedimiento (e instrumento)	Resultados
Arief y Efendi (2018). <i>Estudio de casos.</i> (Indonesia).	Estudiar la viabilidad del uso de libros con RA para mejorar el reconocimiento de objetos en niños con TEA.	Estudio descriptivo con 4 estudiantes con TEA durante 4 intervenciones (1ª>30'; 2ª=21-30'; 3ª=11-20'; 4ª<10') con libros de RA en pop-up.	Interés por el recurso. Aumento de la duración de la atención, la comunicación y la comprensión del contenido.
Chen et al. (2016). <i>Estudio de casos.</i> (Taiwan).	Fortalecer y atraer la atención del alumnado sobre señales sociales no verbales.	Intervención con 6 adolescentes con TEA (11- 13 años) utilizando un libro de cuentos con RA y video modelado (ARVMS).	Incremento de la atención hacia las señales sociales no verbales y de la comprensión emocional de los personajes del libro de cuentos.
Kellems et al. (2020). <i>Estudio de casos.</i> (EE.UU, Noruega y Hungría).	Analizar el potencial del proyecto iAnimate Live en niños con TEA para activar el reconocimiento emocional y las	Intervención con 29 niños y 3 niñas (5-14 años). Se compara su comportamiento al interaccionar con personas y con avatares animados aumentados y virtuales evaluando la calidad de las interacciones interpersonales.	Se observa un incremento del habla espontánea, el reconocimiento emocional y una preferencia en la interacción con avatares animados.

	habilidades sociales.		
Khowaja et al. (2020). <i>Revisión sistemática</i> . (Qatar).	Revisar 60 estudios (2005-2018) que utilizan RA para activar las competencias del alumnado con TEA.	Estudian investigaciones centradas en la potencialidad de la RA para estimular el aprendizaje en personas con TEA.	Resultados positivos al utilizar RA con este alumnado. Se ofrecen variedad de estrategias para estimular su aprendizaje.
Kolomoiets y Kassim (2018). <i>Estudio de casos</i> . (Ucrania).	Demostrar la viabilidad del uso de la RA para enseñar lectura global a personas con TEA.	Intervención con niños de 4-8 años, usando plantillas de RA durante 2 años, siguiendo 3 fases: 1) tareas sucesivas de percepción visual, analítica, de generalización, y navegación espacial, 2) correlación de palabras con imágenes presentadas y 3) lectura global.	Aumento del dominio de las habilidades lectoras, evidenciando que la utilización de la RA ofrece beneficios para la enseñanza de la lectura global.
Lee et al. (2018a). <i>Estudio de casos</i> . (Taiwan).	Enseñar al alumnado con TEA cómo corresponder adecuadamente cuando se saluda a los demás.	Intervención con 3 personas con TEA durante 2 meses y medio, utilizando RA combinada con un mapa conceptual en una plataforma de juegos de rol de mesa para realizar tareas asociadas con la simulación de historias.	Efectividad de la intervención para enseñar las respuestas de saludo.
McMahon et al. (2012). <i>Estudio de casos</i> . (EE.UU).	Examinar los efectos de la navegación con RA para estudiantes con Discapacidad Intelectual (DI) y TEA.	La intervención se realizó con 3 estudiantes universitarios con DI y uno con TEA. Se midió su capacidad para tomar decisiones para viajar a ubicaciones comerciales desconocidas en una ciudad. Se utilizó una app de RA, <i>Google Maps</i> y mapa en papel.	Los estudiantes viajaron con más éxito utilizando la RA en comparación con <i>Google Maps</i> y un mapa en papel.
Sahin et al. (2018a). <i>Estudio de casos</i> . (EE.UU).	Informar sobre la viabilidad y eficacia de la estimulación comunicativa al utilizar <i>Empowered Brain Face2Face</i> en personas con TEA.	Intervención con un estudiante con TEA de 13 años, utilizando <i>Empowered Brain Face2Face</i> y gafas inteligentes para tareas comunicativas, dos veces al día durante dos semanas.	El uso del recurso se asoció con mejoras en la comunicación social. Se recomienda la asistencia y entrenamiento conductual en las escuelas.
Taryadi y Kurniawan (2018). <i>Estudio de casos</i> . (Indonesia).	Mejorar la capacidad comunicativa en personas con TEA.	15 intervenciones individuales con 12 niños con TEA utilizando <i>Picture Exchange Communication System (PECS)</i> con RA, recurso que convierte términos verbales en simulaciones 3D.	El nivel de habilidad comunicativo promedio durante el tratamiento se incrementó en un 18% y en un 29% tras la intervención.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 incluye aquellas investigaciones adscritas al ámbito psicológico-experimental (N=6), que describen intervenciones con RA y analizan el comportamiento de los participantes.

Tabla 2.

Investigaciones realizadas en un ámbito experimental-psicológico.

Estudio y método (país)	Diseño de la investigación		
	Objetivo/s	Procedimiento (e instrumento)	Resultados
Cihak et al. (2016). <i>Estudio de casos</i> . (EE.UU).	Examinar los efectos de la RA para enseñar una tarea en cadena, en concreto, cepillarse los dientes.	Intervención con 3 alumnos de Educación Primaria con TEA. Se utiliza un indicador de imagen de RA que activa un clip de modelo de video.	Todos los estudiantes aprendieron a cepillarse los dientes de forma independiente y mantuvieron la habilidad 9 semanas después.

Lee, et al. (2018b). <i>Estudio de casos.</i> (Taiwan).	Aplicar RA en un juego de rol de mesa para enseñar a niños con TEA cómo responder adecuadamente al interactuar socialmente.	Diseño de un juego de rol de mesa dirigido a 3 niños de 7-9 años, que integraba 20 historias creadas con el sistema AR-RPG con escenarios, personajes y guiones adaptados.	Se incrementó la competencia comunicativa, lingüística y emocional, fomentando la interacción social.
Liu et al. (2017). <i>Estudio de casos.</i> (EE.UU).	Desarrollar el reconocimiento de emociones, la mirada dirigida, el contacto visual y autorregulación en niños con TEA.	Intervención con 2 niños de 8 y 9 años con TEA, en una sola sesión de entrenamiento conductual, utilizando el instrumento <i>Brain Power System</i> , con lentes inteligentes personalizadas y actividades gamificadas con RA.	En ambas personas se detectaron mejoras en rasgos típicos de este colectivo: irritabilidad, letargo, estereotipia, hiperactividad/incumplimiento y habla inapropiada.
Lorenzo et al. (2019). <i>Estudio de casos.</i> (España).	Evaluar la efectividad de <i>Quicker Vision</i> para estimular habilidades sociales con apoyo visual en personas con TEA.	Intervención con 11 personas con TEA divididas en GC (N=5) y GEx (N=6), realizando tareas con <i>Quicker Vision</i> , durante 20 semanas en sesiones de 15', para activar las habilidades sociales.	No hay mejoras estadísticamente significativas entre ambos grupos, pero sí pequeñas mejoras en flexibilidad e imitación en los participantes.
Sahin et al. (2018b). <i>Estudio de casos.</i> (EE.UU).	Evaluar las garantías que ofrece el sistema <i>Empowered Brain</i> para activar habilidades sociales en personas con TEA.	Intervención de 10 minutos con 18 personas con TEA. Se utilizó el recurso <i>Empowered Brain</i> , un sistema basado en RA y gafas inteligentes.	No se encontraron efectos negativos relevantes al utilizar este recurso como estimulador de la comunicación social.
Soares et al. (2017). <i>Estudio de casos.</i> (Brasil).	Mejorar el procesamiento facial de personas con TEA.	Se efectuaron actividades de interacción y procesamiento facial con 4 personas con TEA utilizando láminas de cartulina con RA.	Mejora del procesamiento facial tras la intervención.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, la Tabla 3 recoge aquellos estudios (N=11) centrados en la descripción del diseño tecnológico de recursos con RA para personas con TEA.

Tabla 3.

Investigaciones realizadas en un contexto tecnológico.

Estudio y método (país)	Diseño de la investigación		
	Objetivo/s	Procedimiento (e instrumento)	Resultados
Adnan et al. (2018). <i>Revisión sistemática.</i> (Malasia).	Revisar investigaciones sobre intervenciones con RA en niños con TEA.	La búsqueda se realizó en <i>Google Scholar</i> , <i>Science Direct</i> y <i>Scopus</i> . La muestra se acotó a aquellos que fuesen en inglés publicados entre 2012 y 2018.	Se encontraron 5 estudios y en todos ellos la utilización de la RA en alumnado con TEA estaba ligada a entrenar habilidades sociales.
Alharbi y Huangan (2020). <i>Investigación aplicada de tipo experimental.</i> (EE.UU).	Evaluar la eficacia de la app móvil <i>Ying</i> para estimular el reconocimiento facial de las emociones en niños con TEA.	Evaluación del potencial de <i>Ying</i> para activar la capacidad de niños con TEA para reconocer estados emocionales a través de la expresión facial.	Se constata la efectividad de la app, logrando resultados positivos en los participantes.
Bhatt et al. (2014). <i>Estudio de casos.</i> (EE.UU).	Diseñar dos juegos con RA de tipo terapéutico y constatar su efectividad para desarrollar competencias en personas con TEA.	Creación de <i>Emotions Game</i> y <i>Happy Minion Game</i> (con Adobe Flash Professional CS6, Actionscript 3.0 y GreenSock), para utilizar con 4 niños con TEA de 10-15 años, en sesiones de 15 minutos y constatar sus efectos.	<i>Emotions Game</i> : favorece la identificación de emociones. <i>Happy Minion Gam</i> : estimula el contacto visual, aunque es demasiado simple en términos de interacción social.

Bai et al. (2015). <i>Estudio de casos</i> . (Reino Unido).	Generar y mantener la representación mental de la simulación de juego con RA en personas con TEA.	Diseño de un sistema interactivo con RA que simula mentalmente un juego. Se aplica en personas con TEA (N=12) de entre 4 y 7 años.	Mejora significativa de la representación mental, duración en el juego utilizando en comparación con el ordenador.
Chung y Chen (2017). <i>Investigación aplicada de tipo experimental</i> . (Taiwán).	Crear un prototipo para estimular las habilidades sociales en niños con TEA.	Diseño de un prototipo con RA para superponer imágenes virtuales sobre marcadores con el fin de combinar señales visuales y verbales.	Se depura el prototipo para apoyar la terapia de niños con autismo de alto funcionamiento y estimular la habilidad social del saludo.
Da Silva et al. (2014). <i>Estudio de casos</i> . (Portugal).	Analizar la eficacia de un prototipo de cartas con RA en intervenciones comunicativas con niños TEA.	Se evalúa un prototipo que registra la actividad lingüística de 4 personas con TEA al formar frases a partir de las aplicaciones de RA (cartas con RA).	El prototipo estimula las habilidades lingüísticas con las imágenes en 3D, favoreciendo la interacción y comunicación.
Escobedo et al. (2014). <i>Estudio de casos</i> . (México).	Mejorar la atención selectiva en niños con TEA.	Intervención con 12 personas con TEA durante 5 semanas utilizando MOBIS (app de RA) para realizar tareas de atención selectiva hacia emociones positivas.	Se consta que MOBIS es útil y fácil de usar, aumenta la atención sostenida y selectiva de personas con TEA.
Farr et al. (2012). <i>Investigación aplicada de tipo experimental</i> . (Reino Unido).	Permitir a niños con TEA configurar elementos programables en el juego <i>Augmented Knight's Castle</i> (AKC).	Establecer una comparación entre el AKC y otro juego para que niños con TEA puedan configurar elementos programables y adaptarlos a sus necesidades.	Se sugiere brindar una red de seguridad para fomentar la interacción y permitir una amplia gama de estilos de interacción social.
Keshav et al. (2017). <i>Estudio de casos</i> . (EE.UU).	Evaluar la tolerancia y usabilidad de un sistema de gafas inteligentes diseñado para activar la comunicación social en personas con TEA.	Intervención de 7 sesiones con personas con TEA severo (N=21) utilizando gafas inteligentes (<i>Brain Power Autism System</i> ejecutado con <i>Google Glass Explorer Edition</i>). Evaluación a través de una escala <i>Likert</i> .	Las gafas son bien toleradas y extrapolables a personas con un rango diverso de edad y grado de TEA.
Papadaki et al. (2018). <i>Investigación aplicada de tipo experimental</i> . (Grecia).	Crear un juego para enseñar al alumnado con TEA cómo preparar comidas simples y analizar cómo fomenta la interacción social.	Creación del juego <i>Let's Cook</i> con RA para enseñar a preparar comidas simples. El juego admite técnicas de interacción multimodal utilizando objetos tangibles en una superficie de sobremesa.	El juego fomenta la interacción social y las rutinas en personas con TEA, adaptándose a las necesidades individuales mediante el empleo de perfiles de usuarios concretos.
Xu et al. (2015). <i>Investigación aplicada de tipo experimental</i> . (EE.UU).	Proporcionar apoyo a personas con TEA para mejorar su comunicación social durante una entrevista de trabajo.	Creación de <i>LittleHelper</i> , una app que detecta la posición del entrevistador y proporciona retroalimentaciones visuales apropiadas a la situación comunicativa.	Los resultados podrían ser beneficiosos pero se requiere de futuras investigaciones que incidan en la viabilidad del recurso.

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

Tras analizar las investigaciones objeto de estudio que utilizan recursos de RA en intervenciones con personas con TEA, se constata que cerca de la mitad de ellas se desarrollan en el *contexto* tecnológico (42%), un 35% en el ámbito educativo y un 23% en el campo experimental-psicológico, si bien es cierto que estas últimas aportaciones suelen estar asociadas a pruebas de prototipos experimentales de carácter tecnológico. En relación al lugar donde se han desarrollado los estudios y/o intervenciones recogidas, hay que señalar que el 35% de los equipos de investigación que se centran en esta

temática proceden de EE.UU, el 31% de Asia (Indonesia, Qatar y Taiwán), un 7% de Latinoamérica (México y Brasil), el 27% pertenece al continente europeo (España, Grecia, Hungría, Portugal, Reino Unido y Ucrania), tan solo uno es español.

Con referencia a la finalidad de los estudios, el 60% tiene como *objetivo* estimular habilidades ligadas a la interacción social en personas de este colectivo con apoyo de la RA, el 24% se centra en desarrollar áreas lingüísticas (vocabulario, sintaxis, etc.) y el 16% busca incrementar las competencias socio-emocionales, relacionadas con el reconocimiento y representación emocional utilizando app y sistemas interactivos de RA. Así pues, si bien es cierto que en todos ellos se pretende estimular las competencias relacionadas con las habilidades interpersonales, hay pocos que indaguen en el desarrollo de los aspectos intrapersonales de estas personas, tales como la autorregulación, autoconocimiento, concienciación emocional, autoconfianza, flexibilidad, automotivación, etc., factores claves en cualquier experiencia comunicativa y/o social.

Respecto al método, el 72% adopta una *metodología* de tipo cualitativo o mixto, centradas en estudios de caso con muestras pequeñas de 2-21 personas, lo que limita su consistencia para generalizar los resultados (Da Silva et al., 2014). Además, no siempre describen el nivel de TEA en base al DSM-5 de las personas con las que se va a intervenir, tampoco se especifica el nivel de familiarización que éstos tienen con los recursos de realidad aumentada. En pocas investigaciones se concreta si la intervención posee un carácter individualizado o, si por el contrario, se realiza en pequeños grupos. Tampoco se describen exhaustivamente los procedimientos y fases inherentes a las intervenciones (número de sesiones, duración, etc.), algo que también reclaman Khowaja et al. (2020). No todos contemplan un grupo de control que permita establecer comparaciones entre los logros de aprendizaje de las personas del grupo experimental y los demás, al implementar los recursos con RA. Los resultados se vinculan al contexto en el que se ha desarrollado la intervención, por lo que es difícil la extrapolación.

Por otro lado, un 20% son investigaciones aplicadas de tipo experimental, focalizadas al diseño, creación e implementación de recursos con RA, observándose que no siempre es posible conocer qué instrumentos de medida y/o evaluación (test-postest) han utilizado para obtener los resultados que destacan, con objeto de poder reproducirse a otros contextos. Y, el restante 8% adopta una metodología propia de las revisiones bibliográficas, recogiendo estudios genéricos sobre intervenciones con personas con TEA apoyadas en RA. Una investigación analiza sólo 5 estudios

y la otra 60, sobre la atención, la ejecución de tareas concretas, la efectividad de algunos recursos, la coordinación visual, etc., aunque ninguna analiza de forma exhaustiva estudios centrados en la estimulación de la competencia social y comunicativa -limitación propia de estas personas-. De ahí la necesidad de apostar por investigaciones que se focalicen en esta área concreta.

El 72% de las investigaciones utilizan app o sistemas interactivos con RA que en su mayoría se han creado ad hoc para dichas intervenciones o se han diseñado a partir de las mismas. No siempre se indica cómo acceder a ellas, o si se trata de prototipos experimentales que no van a permitir el acceso generalizado. Un 16% utiliza láminas o plantillas con RA, generalmente accesibles, y un 12% opta por simuladores y gafas inteligentes de sistemas concretos. Además, no suelen especificarse los criterios de selección ni tratarse de app o recursos comerciales, limitando su extrapolación a otros contextos. Casi la totalidad de las investigaciones (97%) arroja resultados positivos tras la implementación de recursos con RA en alumnado con TEA, mientras que el restante 3% no encuentra diferencias significativas.

5. Conclusiones

Si bien existen numerosos estudios centrados en el uso de RA para propiciar el incremento atencional, la autonomía personal o el desarrollo memorístico en personas con TEA, se constata que son pocas las investigaciones focalizadas específicamente en la utilización de la RA para su *estimulación socio-comunicativa*. Por otro lado, tras la revisión efectuada, se ve necesario que los investigadores pongan tanto los recursos y aplicaciones RA utilizados en sus intervenciones, como los instrumentos de evaluación que les han servido para constatar sus hallazgos, al servicio de la comunidad académica y educativa, garantizando su accesibilidad y extrapolación a otros contextos, y con ello contribuir al incremento de estas competencias concretas en las personas con TEA. Asimismo, se deberían primar diseños de investigación apoyados en grupos de control que permitan identificar fehacientemente los logros.

Finalmente, se puede señalar que desde el ámbito académico se requeriría contar con redes de profesionales que aglutinen a investigadores del ámbito internacional -que estén trabajando en ese campo-, para compartir sus buenas prácticas y resultados exitosos. Además, se debería potenciar el trabajo interdisciplinar de expertos en educación, psicología y desarrolladores informáticos con objeto de que su actividad redunde en beneficio del

colectivo de personas con TEA, suscitando prácticas e intervenciones que favorezcan su plena inclusión socio-educativa, dado el aumento de personas diagnosticadas entre la población mundial.

6. Referencias bibliográficas

- Adnan, N.H., Ahmad, D., & Abdullasim, N. (2018). Systematic Review on Augmented Reality Application for Autism Children. *Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems*, 10(11), 26-32. <https://bit.ly/37cr21x>
- Alharbi, M., & Huang, S. (2020). An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders. In *2020 IEEE International Systems Conference (SysCon)* (pp. 1-6). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SysCon47679.2020.9275659>
- Allen, M., Hartley, C., & Cain, K. (2016). iPads and the use of “apps” by children with autism spectrum disorder: do they promote learning?. *Frontiers in Psychology*, 7(1305), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01305>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Arief, M., & Efendi, M. (2018). The book of pop up augmented reality to increase focus and object recognition capabilities for children with autism. *Journal of International Conference on Special Education in Southeast Asia Region (ICSAR)*, 2(1), 9-14. <http://dx.doi.org/10.17977/um005v2i12018p009>
- Bai, Z., Blackwell, A.F., & Coulouris, G. (2015). Using Augmented Reality to Elicit Pretend Play for Children with Autism. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 21(5), 598-610. <http://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2385092>
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., & Olabe, J.C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: Una tecnología emergente*. *Actas Online Educa Madrid: 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías* (pp. 24-29). <https://bit.ly/3iah43E>

- Bhatt, S.K., De Leon, N.I., & Al-Jumaily, A. (2014). Augmented Reality Game Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems*, 7(2), 519-536. <https://doi.org/10.21307/ijssis-2017-668>
- 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, 477-485. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.033>
- Chung, C.H., & Chen, C.H. (2017). Augmented reality based social stories training system for promoting the social skills of children with autism. *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations*, 486, 495-505. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_44
- Cihak, D.F., Moore, E.J, Wright, R.E., McMahan, D.D., Gibbons, M.M., & Smith, C. (2016). Evaluating augmented reality to complete a chain task for elementary students with autism. *Journal Special Education Technology*, 31(2), 99-108. <https://doi.org/10.1177/0162643416651724>
- Da Silva, C.A., Fernandes, A.R., & Grohmann, A.P. (2014). Assisting speech therapy for autism spectrum disorders with an augmented reality application. In S. Hammoudi, L. Maciaszek and J. Cordeiro (eds.) *Proceedings of the 16th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, vol. 2, (pp. 38-45). ICEIS. <http://doi.org/10.5220/0004893200380045>
- Diego, R. (2014). Realidad aumentada en documentos e imágenes. *Aula de Innovación Educativa*, 230, 65-66. <https://bit.ly/3k39LeA>
- Escobedo, L., & Tentori, M. (2014). Mobile augmented reality to support teachers of children with autism. In R. Hervás, S. Lee, C. Nugent, & J. Bravo (eds.), *Ubiquitous computing and ambient intelligence. Personalisation and user adapted services*. UCAM 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol. 8867, (pp. 60-67). Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-319-13102-3_12
- Escobedo, L., Tentori, M., Quintana, E., Favela, J., & Garcia-Rosas, D. (2014). Using augmented reality to help children with autism stay focused. *IEEE*, 13(1), 38-46. <http://doi.org/10.1109/MPRV.2014.19>

- Farr, W., Yuill, N., & Hinske, S. (2012). An augmented toy and social interaction in children with autism. *International Journal of Arts and Technology*, 5(2-4), 104-125. <https://doi.org/10.1504/IJART.2012.046270>
- Geschwind, D.H., & Levitt, P. (2007). Autism spectrum disorders: developmental disconnection syndromes. *Current Opinion in Neurobiology*, 17(1), 103-111. <http://doi.org/10.1016/j.conb.2007.01.009>
- Jiménez, M.D., Serrano, J.L., & Prendes, M.P. (2017). Estudio de caso de la influencia del aprendizaje electrónico móvil en el desarrollo de la comunicación y el lenguaje con un niño con TEA. *Educación*, 53(2), 419-443. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.782>
- Keshav, N.U., Salisbury, J.P., Vahabzadeh, A., & Sahin, N.T. (2017). Social communication coaching smartglasses: Well tolerated in a diverse sample of children and adults with autism. *Journal of Medical Internet Research (Mhealth Uhealth)*, 5(9), 132-140. <http://doi.org/10.2196/mhealth.8534>
- Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., Tahri, M., Aqle, A., & Shah, A. (2020). Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE*, 8, 78779-78807. <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608>
- Kolomoiets, T.H., & Kassim, D.A. (2018). Using the augmented reality to teach of global reading of preschoolers with autism spectrum disorders. In A. Kiv & V. Soloviev (eds.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education*. CEUR-WS, vol. 2257, (pp. 237-246). <https://bit.ly/30PCRGL>
- Lee, I.J., Chen, C.H., Wang, C.P., & Chung, C.H. (2018a). Augmented reality plus concept map technique to teach children with ASD to use social cues when meeting and greeting. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 27(3), 227-243. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0382-5>
- Lee, I.J., Lin, L.Y., Chen, C.H., & Chung, C.H. (2018b). 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.P., 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 Pediatrics*, 5(145), 1-8. <http://doi.org/10.3389/fped.2017.00145>

- 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>
- Lozano, J., Ballesta, F., Cerezo, M.C., & Alcaraz, S. (2013). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con trastorno del espectro autista (TEA). *Fuentes*, 14, 193-208. <https://bit.ly/3j5XEvU>
- McMahon, D., Cihak, D.F., & Wright, R. (2012). Augmented reality as a navigation tool to employment opportunities for postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 47, 157-172. <http://doi.org/10.1080/15391523.2015.1047698>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L.A., & PRISMA-P Group (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Papadaki, E., Ntoa, S., Adami, I., & Stephanidis, C. (2018). Let's cook: An augmented reality system towards developing cooking skills for children with cognitive impairments. *International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good* (pp. 237-247). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-76111-4_24
- Papoutsis, C., Drigas, A., & Skianis, C. (2018). Mobile Applications to Improve Emotional Intelligence in Autism—A Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 12(6), 47-61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.9073>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit*, 46, 187-203. <http://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>

- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543. <http://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Romero, M., & Harari, I. (2017). Uso de nuevas tecnologías TICS-realidad aumentada para tratamiento de niños TEA un diagnóstico inicial. *Universidad Internacional SEK*, 6, 1-7. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2985>
- Sahin, N.T., Abdus-Sabur, R., Keshav, N.U., Liu, R., Salisbury, J.P., & Vahabzadeh, A. (2018a). Case Study of a Digital Augmented Reality Intervention for Autism in School Classrooms: Associated With Improved Social Communication, Cognition, and Motivation via Educator and Parent Assessment. *Frontiers in Education*, 3(57), 1-13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2018.00057>
- Sahin, N.T., Keshav, N.U., Salisbury, J.P. & Vahabzadeh, A. (2018b). Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social Communication Aid for Children and Adults with Autism. *Journal of Clinical Medicine*, 7(188), 1-17. <https://doi.org/10.3390/jcm7080188>
- Sanromà, M., Lázaro, J.L., & Gisbert, M. (2017). La tecnología móvil: Una herramienta para la mejora de la inclusión digital de las personas con TEA. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 7(2), 173-192. <https://doi.org/10.26864/PCS.v7.n2.10>
- Soares, K.P., Burlamaqui, A.M.F., Gonçalves, L.M.G., Da Costa, V.F., Cunha, M.E., & Da Silva Burlamaqui, A.S. (2017). Preliminary studies with augmented reality tool to help in psycho-pedagogical tasks with children belonging to autism spectrum disorder. *IEEE Latin America Transactions*, 15(10), 2017-2023. <http://doi.org/10.1109/TLA.2017.8071250>
- Taryadi, D., & Kurniawan, I. (2018). The improvement of autism spectrum disorders on children communication ability with PECS method multimedia augmented reality-based. *Journal of Physics: Conference Series*, 47(1), 1-8. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012009>
- Xu, Q., Cheung, S.S., & Soares, N. (2015). LittleHelper: An augmented reality glass application to assist individuals with autism in job interview. *Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA)*, (pp. 1276-1279). IEEE. <http://doi.org/10.1109/APSIPA.2015.7415480>

CAPÍTULO II

Gamified Environments and Serious Games for Students with Autism Spectrum Disorder: Review of Research²

1. Introduction

The convergence between technological resources and the game in the education context is achieving a leading role (Hashim, 2018). According to Torres et al. (2018), games with computer interfaces and training applications differ from the conventional videogame because they have an educational purpose.

These educational games can be grouped following three typologies: *simulation games*, aimed at creating situations similar to real ones for training certain skills; *Serious Games (SG)*, designed from a narrative which invites the player to overcome obstacles by testing his/her knowledge and skills (Dörner et al., 2016); and, *gamified environments*, scenarios which turn the teaching-learning process into a game by adopting the mechanics, dynamics and aesthetics of the video game (Torres et al., 2019). The difference between SG and gamified environments is that the first ones constitute complete and closed video games, while gamified environments are open scenarios that combine playful elements and activities which appropriate the qualities of video games (Deterding et al., 2011).

The integration of the different types of digital gamified environments and SG in the educational context is increasingly noticeable, also in the field of Special Education. Specifically, people with Autism Spectrum Disorder (ASD) tend to prefer digital resources over traditional ones in order to interact with educational purposes, since their structure and support is adjusted -to a greater extent- to their cognitive processes (Grossard et al., 2017). On the other hand, both the use of gamified environments and SG allow to increase their motivation in therapeutic sessions, managing to improve long-term behaviors (Malinverni et al., 2017; Van Dooren et al., 2019). Specifically, Gaudi et al., (2020) consider that SG are becoming an effective alternative to traditional therapy, since they allow adaptation to specific needs and individual casuistry by covering a wide range of scenarios and characters.

² López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). Gamified Environments and Serious Games for Students With Autistic Spectrum Disorder: Review of Research. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*. <https://doi.org/10.1007/s40489-023-00381-7>

These resources make the adaptation of the content to the characteristics easier to the students, regardless of their growth rate, providing experiences linked to the real world with which they identify themselves (Grossard et al., 2019; Mubin et al., 2020). In addition, digital environments supported by games with visual stimulate the assimilation and significance of the experience, increasing learning and reducing the cognitive load (Lozano et al., 2012; Wang et al., 2022). Thus, the gamification of activities in digital environments and the SG dispense rewards that facilitate individual progress according to the maturational rhythms of people with ASD (Kientz et al., 2013).

In addition, the embodiment of narratives and characters from the real world in digital environments allows to minimize problems related to the acquisition of new learning, being a source of stimulation of interpersonal relationships among student players (Griffin et al., 2021; Malinverni et al. 2017; Politis, 2017). The proliferation of interventions with people with ASD supported by the use of SG and gamified environments is achieving successful results (Arzone et al., 2020; Griffin et al., 2021; Mota et al., 2020; Scherf et al., 2018; Terlouw et al., 2021).

Thus, the aim of this study is to carry out a systematic review of the publications derived from this type of experiences carried out between 2017 and 2021, identifying the advantages and limitations to infer their suitability and extrapolate them to other contexts, minimizing those aspects which could have obstructed their suitable development.

2. Methods

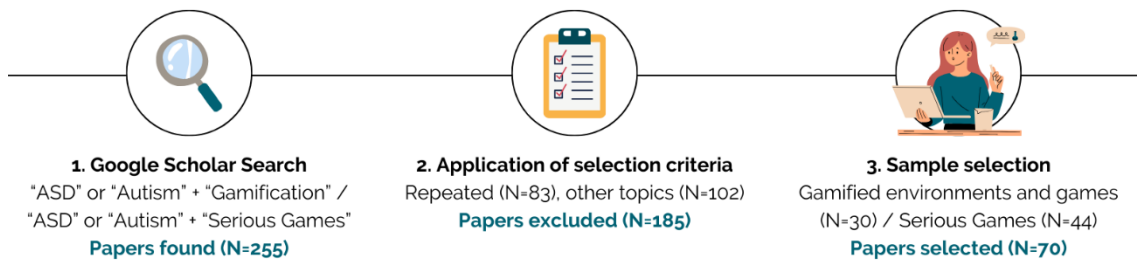
This systematic review has been developed taking into account the principles of the PRISMA declaration (Moher et al., 2015) and the standardized methodological guidelines proposed for the preparation of quality systematic reviews (Alexander, 2020). Between January and February 2023, a Google Scholar search was carried out, which was limited to selecting articles that met the following criteria: 1) Research on the use of gamified environments and/or Serious Games in students with ASD; 2) studies which are in databases such as SAGE, SCOPUS, Springer LINK, Web of Science, Wiley Online Library, Oxford Journals, Cambridge Journals, Google Scholar and Science Direct; 3) international publications and in English that have been published between 2017-2023 since there are already other revisions prior to that interval.

The aim is to update the literature review after observing the proliferation of studies focused on the use of digital environments and Serious Games in students with ASD in the last five years. The following keywords were used for

the search: "ASD" or "Autism" + "Gamification" / "ASD" or "Autism" + "Serious Games". All articles were examined, and an abstract review was performed. Repeated studies were excluded and those whose main content was other topics. Ultimately, the sample was made up of 70 studies. Figure 1 shows the research selection process.

Figure 1.

Research selection process.

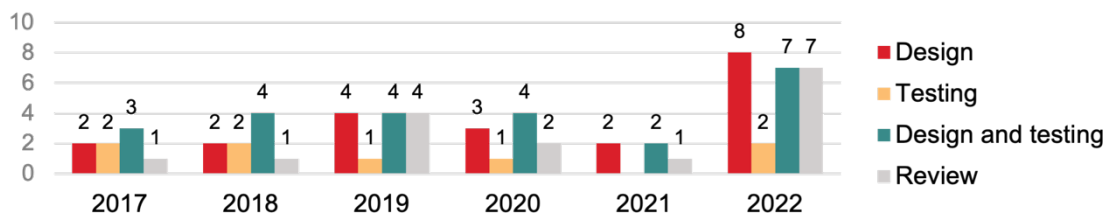


Source: own elaboration.

After carrying out the research quest following the pre-established selection criteria, a total of 70 studies were found: 30 on gamified environments and games and 40 on Serious Games. Authorship, nationality, publication period and research design (method, main objectives and procedure) were extracted from each investigation. Subsequently, the strengths and weaknesses observed after the literature review were identified. Its publication period is located, for the most part, in the period of 2022 (34.2%) (Figure 2).

Figure 2.

Sample distribution according to the publication period.



Source: own elaboration.

This map (Google Earth: <http://bit.ly/3kcHeIP>) (Figure 3) shows the geographical organization of the universities and research groups which constitute the sample, locating most of the research on Gamified Environments in the American continent and, on Serious Games, in Europe.

Figure 3.

Geographical organization of the universities and research groups which constitute the sample.

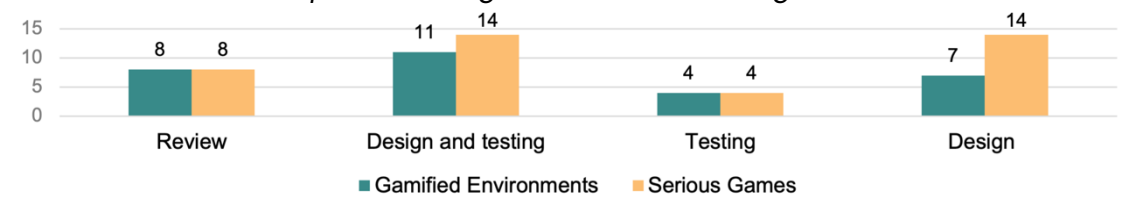


Source: own elaboration.

Specifically, the studies are grouped around three study methods: the majority (35.7%) are framed in the design and testing of prototypes, followed by research focused just on their design (30%), theoretical reviews (22.8%) related to the search for elements, resources and strategies that favour greater stimulation of learning, and those studies focused on testing (11.4%), analyzing their reliability and validity (Figure 4).

Figure 4.

Distribution of the sample according to the kind of investigation.

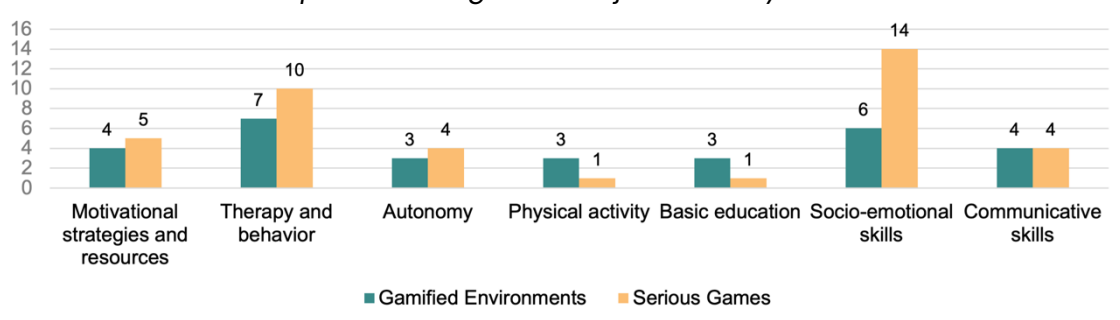


Source: own elaboration.

Trends are also observed within the object of study. Most of the research focuses on increasing socio-emotional skills (28.5%), followed by those that emphasize the use of Gamified Environments or Serious Games as therapeutic tools or focused on changes in behaviour (24.2%) (Figure 5).

Figure 5.

Distribution of the sample according to the object of study.



Source: own elaboration.

3. Results

3.1. Gamified environments and students with ASD

Table 1 shows the studies on interventions with gamified digital environments in students with ASD.

Table 1.

Studies on gamified digital environments and students with ASD.

Authorship (date). Nationality	Design of the research		
	Method	Aims	Procedure
Adjorlu and Serafin (2019). Denmark.	Design	Develop skills in children and teenagers to cross the street properly.	Creation of a virtual environment co-designed by four teachers.
Arzone et al. (2020). Malaysia.	Review	Study the role of gamified environments to increase emotional intelligence (EI).	Literature review to establish guidelines for designing environments to improve EI.
Camargo et al. (2019). Brazil.	Review	Review the suitability of resources to develop gamified software.	Analysis of the resources, methods and strategies used in 30 academic papers.
Constain et al. (2019). Colombia.	Review	Identify guidelines to design gamified environments which activate linguistic skills.	Review of techniques used and software design models.
Dantas & Nascimento (2022). Brazil.	Design and testing	Increase socio-emotional skills.	Design and testing of an environment that stimulates socio-emotional skills.
Elshahawy et al. (2022a). Egypt.	Design and testing	Stimulate problem solving.	Design, testing and guidelines for interface design.
Goswami et al. (2021). India.	Design	Design a gamified environment to improve communicative skills.	Creation of activities which promote memory and vocabulary.
Hernández et al. (2020). Spain.	Design and testing	Improve the planning of children in medical consultations through gamification.	Creation of software that schedules medical appointments and allows communication in them.
Kalantarian et al. (2018). USA.	Design and testing	Create a gamified environment to diagnose disorders in behaviour.	Design and testing of the game with 13 subjects with ASD. Viability analysis of the prototype.
Kim et al. (2020). USA.	Design and testing	Improve the physical activity of adults with ASD.	Design of a game and testing of the prototype (N=229).
Lee et al. (2018). USA.	Design	Design a gamified app to increase physical activity.	Design of the prototype supported by theoretical review and needs

			analysis.
Lee et al. (2020). USA.	Testing	Evaluate the usability of a gamified app based on theory about changes in behaviour.	Testing of the app with the intervention of 18 subjects through interviews.
Lee et al. (2022). USA.	Testing	Test the PuzzleWalk app and Google Fit.	Testing of the apps with 26 subjects for 5 weeks.
Li et al. (2018). USA.	Design and testing	Improve executive function (flexibility and cognitive function) through play.	Design and testing of a mobile game that uses social stimuli with 65 subjects.
Lu et al. (2022). China.	Design	Improve early intervention in the family of children with ASD.	Design of a gamified early care plan.
Luongo et al. (2022). Italy.	Design	Detect early motor problems.	Game-based software design that measures movement difficulties.
Malinverni et al. (2017). Spain.	Design and testing	Design encouraging and effective gamified environments in therapeutic terms.	Creation and testing of a game in 10 little children for their social initiation.
Mohammed and Aeisa (2017). Egypt.	Testing	Determine whether gamification replaces sensory integration training or not.	Testing of an app with 30 subjects in 30 min sessions for 6 months.
Mota et al. (2020). Brazil.	Design and testing	Implement a gamified environment with augmented reality.	Theoretical review, intervention, evaluation and validation of the environment.
Mubin and Poh (2019). Malaysia.	Review	Improve social skills from gamified environments.	Identification and classification of the methods used.
Mubin et al. (2020). Malaysia.	Review	Review studies on the design of gamified environments.	Review of 6 clinical, immersive and personalized studies.
Nabie & Gharebaghlou (2022). Iran.	Review	Review examples of gamification in urban environments.	Identification of suggestions to adapt the urban environment to people with ASD.
Najeeb et al. (2020). Sri Lanka.	Design and testing	Teach basic knowledge from a gamified game.	Design of the environment, intervention with monitoring and evaluation.
Ntalindwa et al. (2022). Rwanda.	Review	Analyze the feasibility of incorporating gamified resources for learning mathematics.	Interviews with 56 teachers about the contents and methods used.
Pereira & Barwaldt (2022). Brazil.	Design	Stimulate geometric thinking.	Integration of gamified activities on a website.
Pires et al. (2022). Portugal.	Design and testing	Improve emotional recognition skills.	Creation and testing of a gamified software with a subject.
Silva et al. (2018). Brazil.	Testing	Motivate students to act and collaborate with their peers.	Game test that integrates collaborative tasks with 7 subjects.
Simões et al. (2022). Portugal.	Review	Review studies on the design of gamified experiences.	Literature review and identification of motivational keys.
Wang et al. (2022). China.	Design	Stimulate emotional understanding.	Software design to facilitate therapies
Wendt et al. (2020). USA	Design and testing	Create a digital game that stimulates language skills.	Review of research, testing and usability tests.

Source: own elaboration.

Most of the research is framed in the *design and testing of prototypes* (36.6%). Kalantarian et al. (2018) design and test the gamified game *Guess What?* in order to diagnose behavioural problems in people of this group. Malinverni et al. (2017) create *Pico's Adventures* to promote social skills by implementing game mechanics and dynamics in a motivating environment. Along the same

lines, Li et al. (2018) create a mobile game to stimulate cognitive function and social skills.

Others opt for the creation of much more specific systems: Mota et al. (2020) implement *AssociAR*, a gamified project with augmented reality to associate images with words. Najeeb et al. (2020) present *Aliza*, a gamified smart mirror that includes literacy, verbal literacy, math, and emotional education components. Lastly, Wendt et al. (2020) enhance the autonomy of these people by creating the *SPEAK! Lite* and *SPEAK!play!* to stimulate speech in early ages and language, while training manipulation to access touch devices: touch, hold, drag, drop and swipe.

Kim et al. (2020) design the *PuzzleWalk* app to stimulate physical activity in adults. Lee et al. (2022) test the feasibility of this app together with *Google Fit* to promote physical activity and eradicate a sedentary lifestyle. Pires et al. (2022) create an interface that seeks to stimulate facial recognition through neurofeedback. Dantas and Nascimento (2022) create a gamified environment that encourages the recognition and expression of basic emotions. Hernandez et al. (2022) create the *PlanTEA* software, which allows planning medical appointments and communicating with specialists based on gamified activities. Finally, Elshahawy et al. (2022a) design and evaluate different gamified platforms to encourage problem solving using basic programming.

Regarding *reviews* (26.6%), Arzone et al. (2020) study the link between emotional intelligence and gamification as a source of learning for students with ASD. Constain et al. (2019) study the state of the art in relation to the use of gamification techniques in the development of applications. Camargo et al. (2019) and Mubin and Poh (2019) review the suitability of resources and methods included in the design of gamified environments for people from this group.

Mubin et al. (2020) analyze the advantages of gamification to stimulate social skills in people with ASD. Nabie and Gharebaghlou (2022) analyze examples of gamification in urban environments adapted to people with ASD and specify suggestions to facilitate peer play. Simões et al. (2022) carry out a literature review to identify the key motivations of these environments. Furthermore, Ntalindwa et al. (2022) study the feasibility of integrating gamified resources in the Rwandan context.

Other studies focus on the *design of prototypes* (23.3%), observing a tendency to seek resources to stimulate interpersonal relationships, increasing linguistic-communicative skills or autonomy as a whole. Adjorlu and Serafin

(2019) prioritize the development of skills to travel through the city. Wang et al. (2022) create software to facilitate emotional recognition during therapeutic sessions. Goswami et al. (2021) design *Dr. Memory*, where an eccentric scientist threatens to take over the world and only the player can stop him. This game stimulates memory by increasing the vocabulary necessary to go to a doctor's office.

Pereira and Barwaldt (2022) integrate activities on the code.org platform to facilitate the acquisition of knowledge about geometry. Lee et al. (2018) designed *Puzzle Walk*, an interactive system that incorporates gamified activities and augmented reality resources to promote physical exercise as a healthy habit in people from this group. Luongo et al. (2022) design a game-based software that allows them to be stimulated and detect early motor problems. On the other hand, Lu et al. (2022) improve the quality of early care by creating a gamified proposal for families.

Other studies aim attention at the description of the *testing of prototypes* (13.3%) created for these people. Lee et al. (2020) evaluate *Puzzle Walk*, a gamified mobile app to increase physical activity and reduce sedentary behavior in adults with ASD. Mohammed and Aeisa (2017) determine whether gamification could replace multisensory social integration training or not. Finally, Silva et al. (2018) analyze whether the *CoASD* environment favors collaborative tasks in the classroom.

3.2. Serious Games and students with ASD

As for Table 2, it presents research on interventions with students with ASD in gamified digital environments.

Table 2.

Research about Serious Games to students with ASD.

Authorship (date). Nationality	Design of the research		
	Method	Aims	Procedure
Almurashi et al. (2022). Saudi Arabia.	Review	Literature review on augmented reality, serious games and PECS.	Search and comparison of 55 studies.
Antunes & Madeira (2022). Portugal.	Design	Improve the commitment and motivation of these people in therapeutic sessions.	Platform design that allows creating games applicable to specific therapies.
Barajas et al. (2017). Canada.	Design and testing	Create a tool which improves social and cognitive abilities.	Testing of a SG supported by lego blocks.
Bossavit & Parsons (2018). Spain.	Testing	Analyse the efficiency of a SG designed for teaching geography contents.	Pilot study which explores and analyzes a SG during 5 sessions.

Carlier et al. (2020). Belgium.	Design	Evaluate the viability of an SG in order to reduce stress and anxiety in students and their families.	Creation of a SG with minigames with relaxation techniques.
Carolis & Argentieri (2020). Italy.	Design	Improve physical activity and reduce these people's risk of drowning.	Design of an SG to improve aquatic motor skills.
Carvalho et al. (2022). Brazil.	Design	Investigate how SGs have been evaluated before using them.	Review of OS evaluation criteria.
Chien et al. (2022). Taiwan.	Design	Stimulate gaze tracking, emotional recognition and social interaction.	Design of a social interaction platform based on SG.
Dapogny et al. (2018). France.	Design	Estimulate recognition and production of facial expression in context.	Design of a SG that simulates social situations supported by virtual reality.
Derks et al. (2022). Holland.	Design and testing	Improve adaptive and cognitive functioning.	Design and testing of a SG to improve social participation with 654 subjects.
Elshahawy et al. (2020). Egypt.	Design	Estimulate problema solving derived from a SG prototype.	Design of a prototype to solve problems using computational thinking.
Elshahawy et al. (2022b). Egypt.	Design and testing	Help cope with changes during confinement.	Design of a prototype that promotes healthy habits.
Fridenson et al. (2017). Israel.	Testing	Testing a SG designed for emotional recognition.	Intervention from 6 to 9 years old for 8 to 12 weeks (N=98).
Gaudí et al. (2019). Canada.	Design	Create an interface that will allow them to develop interventions with SG.	Design of two game examples.
Gómez et al. (2018). Norway and Spain.	Design and testing	Promote early literacy.	Pilot study with 9 subjects using a SG that promotes global reading.
Griffin et al. (2021). USA.	Design and testing	Estimulate gaze interpretation in the context of emotional recognition.	Intervention of 30-minute sessions for 3 weeks with a SG (N=34).
Grossard e al. (2017). France.	Review	Revision of literature about SG to teach social rules.	Search for studies (N=31) and analysis of opportunities and limitations.
Grossard et al. (2019). France.	Design	Design a SG which arouses emotional recognition.	SG design to recognize emotions in specific social situations.
Hassan et al. (2021). Germany.	Review	Analyze guidelines in the design of SG which improve behaviour.	Revision of literature (N=40) and creation of recommendations for future interventions.
Jaramillo et al. (2022). Ecuador.	Design	Design a method to evaluate the usability and accessibility of SG.	SG app design proposal.
Jiménez et al. (2022). Spain.	Review	Review the feasibility of using SG to reduce the degree of ASD.	Literature review and comparison between results with 24 studies.
Khowaja et al. (2018a). Malasya.	Testing	Testing a SG prototype which helps in vocabulary learning.	Survey to teachers, prototype design and intervention.
Khowaja et al. (2018b). Qatar.	Review	Revise the components for the design of SG to increase vocabulary.	Revision of literatura and identification of components.
Mairena et al. (2019). Spain.	Design and testing	Compare the amount of social initiation behaviours during the game with SG.	Observational study (N=15) of the interactions during the game.
Mercado et al. (2019). Mexico.	Design and testing	Improve attentional capacity in therapeutic sessions through neurofeedback.	Design and testing of the prototype that enhances sustained attention with 12 subjects.

Mora et al. (2017). Spain.	Design and testing	Encourage social interaction and collaborative behaviours.	SG design and control group testing.
Panceri et al. (2022). Brazil.	Design	Improve psychosocial therapies.	Development of a robot that integrates SG.
Papoutsi et al. (2022). Greece.	Review	Review SG to stimulate emotional intelligence.	Literature review and suggestion of new lines with 14 subjects.
Reyes et al. (2019). Ecuador.	Design and testing	Stimulate interpersonal relationships in children between 5 and 10.	Creation of a SG and testing with a case study.
Scherf et al. (2018). USA.	Design and testing	Increase understanding of gaze signals and attention to faces.	Design of a SG and intervention with teenagers (N=34) for 3 weeks.
Silva et al. (2017). Brazil.	Design	Reduce the social isolation tendency.	Virtual SG design for the development of knowledge and social interaction.
Silva et al. (2019). Brazil.	Testing	Make the teaching-learning process easier and reduce the tendency of isolation.	Testing of SG with Multiagent System from questionnaires.
Taib et al. (2019). Singapore.	Design	Train executive skills.	SG design that facilitates planning routes in supermarkets.
Tang et al. (2019). Australia.	Design and testing	Identify the characteristics of motivation and learning for the creation of SG.	Intervention with a SG (N=11) aimed at emotional recognition.
Terlouw et al. (2021). Holland.	Design and testing	Describe the process of designing a SG that facilitates communication.	Intervention in 4 sessions with two prototypes (N=37).
Tsikinas & Xinogalos (2019). Greece.	Review	Determine the design principles for the creation of SG.	Review of literature and establishment of design guidelines and principles.
Vallefuoco et al. (2021). Italy.	Design	Train useful skills to recognize and discriminate coins and bills in real situations.	SG design with two 3D games set in real environments.
Vallefuoco et al. (2022). Italy.	Design and testing	Train the social skills necessary to make the purchase.	Design and testing of SG with virtual reality with 10 subjects.
Zakari et al. (2017). UK.	Design	Help moderate sensory hypersensitivity.	Creation and implementation of a SG which reduces hearing sensitivity.

Source: own elaboration.

After the compilation of research, there is a heterogeneity between the different fields of study observed, although there is a greater predominance of research on design and focused on the design and testing of prototypes. In terms of *design* (35%), Gaudi et al. (2020) create the *ASGF* interface to develop interventions with SG in therapeutic sessions. In the same line, Jaramillo et al. (2022) establish the criteria to evaluate the usability and accessibility of the SG. The rest of the studies are structured around specific topics:

1. *Communicative field*: a) linguistic, Silva et al. (2019) design *SEMATIC*, a SG created to stimulate reading and writing skills. And b) socio-emotional, Dapogny et al. (2018) create *JEMImE* to stimulate socio-emotional skills from scenarios of gradual difficulty, which hybridize training and development of social skills in specific contexts.

Subsequently, they improve the prototype, managing to encourage the production of facial expressions according to specific social situations (Grossard et al., 2019). Panceri et al. (2022) develop a robot that integrates SG to improve psychosocial therapies. Chien et al. (2022) designed a game-based social interaction platform that stimulates gaze tracking, emotional recognition, and social skills.

2. *Self-regulation skills*: Carlier et al. (2020) create *New Horizon* to empower people in this group, reducing their stress and anxiety through mini-games which include gamification techniques. Elshahawy et al. (2020) present the *ADDIE* model, a SG that stimulates computational thinking in order to facilitate the everyday conflicts solving. Zakari et al. (2017) design *Sinbad* and *The Magic Cure* to moderate sensory hypersensitivity.
3. *Skills for specific situations*: Carolis and Argentieri (2020) design *iBall to Swim*, which presents activities in an aquatic environment to improve motor skills and learn basic swimming notions. Taib et al. (2019) evaluate a prototype to plan supermarket routes, stimulating this way executive function. Vallefucio et al. (2021) design *€UReka* with the aim of training useful skills in adolescents to recognize and discriminate coins and notes to use them in real life situations. Furthermore, Antunes and Madeira (2022) created a game design platform for therapeutic sessions, which allows sharing the results and comparing them in those clinics that use it.

Research focused on the *design and subsequent testing* of OS (35%) is also relevant. Specifically, linked to the stimulation of communication skills: on the one hand, associated with language skills, as pointed out by Gómez et al. (2018), by creating *Leo con Lula*, an app that favors reading literacy based on global reading methods. And, on the other hand, there are studies related to the increase in socio-emotional skills: Barajas et al. (2017), evaluate the usefulness of a SG built from physical building blocks –similar to Lego– augmented with electronic modules to enrich the therapy to improve social and cognitive skills. Mercado et al. (2019) create the *FarmerKeeper* prototype supported by the neurofeedback technique to stimulate sustained attention during the search for lost animals. Derks et al. (2022) create an SG to stimulate adaptive and cognitive-social behavior.

Griffin et al. (2021) create *Social Games for Autistic Adolescents (SAGA)* to increase sensitivity to gaze signals based on an immersive story that encourages interaction with animated characters and allows them to

discover the usefulness of observing gaze signals to guide their behavior. In this same line, Scherf et al. (2018) create a SG that trains the people of this group to understand the changes in the gaze in order to facilitate their interpersonal relationships. Others focus on issues of health and autonomy: Elshahawy et al. (2022b) design a prototype to acquire behavior patterns during confinement derived from Covid-19; and Vallefucio et al. (2022) design a SG to simulate the purchase through activities supported by virtual reality.

Mora et al. (2017) and Mairena et al. (2019) design Lands of Fog, a multi-user experience designed to encourage social initiation and collaborative behaviors. Reyes et al. (2019) develop the JOINME game to promote interpersonal relationships. Tang et al. (2019) carry out an investigation in order to identify the key characteristics for learning motivation during an intervention with a SG to recognize emotions. Terlouw et al. (2021) describe a SG based on Escape Room techniques whose objective is to facilitate direct communication between children with ASD and their peers.

Other papers are related to the *testing of prototypes* (10%) where the study areas are diverse. Bossavit and Parsons (2018) evaluate a resource to teach Geography and History to teenagers from this group. Fridenson et al. (2017) analyze *Emotiplay*, a system for emotional recognition with attractive aesthetics that favours student motivation. Khowaja et al. (2018a) test a prototype that activates vocabulary learning from simple images, while Silva et al. (2017) focus on the testing of *Knowledge Mon Hunters*, a SG that aims to reduce the isolation tendencies of children with ASD through geolocation and virtual reality activities.

Finally, regarding studies focused on *theoretical reviews* (20%), Almurashi et al. (2022) and Jiménez et al. (2022) conduct a review of the use of SG in order to identify successful strategies for future interventions. More concretely, Grossard et al. (2017) focus on analyzing SGs that favour the social interaction of people with ASD, describing the design guidelines. Khowaja et al. (2018b) study the most suitable components of a SG to stimulate the acquisition of vocabulary. Hassan et al. (2021) focus on the design of SG to improve social behaviour and Papoutsis et al. (2022) focus on the stimulation of emotional intelligence. Carvalho et al. (2022) analyze the evaluation criteria to select optimal SG for the interventions, how they have been applied and what quality aspects have been evaluated. Tsikinas and Xinogalos (2019) establish the guidelines that should be taken into account in the creation of this type of tools aimed at interventions with people from this group using adults with ASD as testers.

4. Discussion and conclusions

Regarding the *gamified environments* in people with ASD, all the papers emphasize the great advantages of using the mechanics and dynamics of the game at the service of learning of people of this group, since an essential aspect of the success of the game is the attraction and motivation that lies beneath it (Malinverni et al., 2017). Specifically, it is observed that structured digital environments where the game is organized visually favor the assimilation and significance of the experience, generating greater learning (Lozano et al., 2012; Wang et al., 2022). Thus, the gamification of simple activities in digital environments raises expectations and provides rewards after their execution, which allows progress to be made at a slower pace (Kientz et al., 2013). In addition, these environments can promote self-awareness, self-control, motivation, empathy, and social skills (Arzone et al., 2020; Derks et al., 2022). In other studies also train interpersonal relationships and game skills (Nabie and Gharebaghlou, 2022), or emotional recognition (Pires et al., 2022), among others.

The rules of the game, the visual rewards, the feedback and the establishment of short-term goals involve the students in the game from their intrinsic motivation (Lee et al., 2018). These environments can also favour autonomy (Camargo et al., 2019), problem solving (Elshahawy et al., 2022a) and monitoring of the evolution of students by families and teachers (Goswami et al., 2019; Lu et al., 2022) as well as physical activity (Lee et al., 2022; Luongo et al., 2022). In this context, it is important to integrate gamified techniques in clinical or psychoeducational treatments, especially when the aim is to develop skills such as self-recognition and social performance (Constain et al., 2019). Ntalindwa et al. (2022) underline the opportunity that these environments present when appealing to centers of interest for children. In addition, the incorporation of augmented reality in these gamified environments can favour the interpretation of the incorporated simulations (Mota et al., 2020). Furthermore, Vallefucoco et al. (2022) use virtual reality to improve daily autonomy.

Regarding the limitations observed in the gamified environments used in the interventions with these subjects, Lee et al. (2020) point out that they do not usually adapt to the social and health needs of adulthood (world of work, sentimental relationships, etc.) Malinverni et al. (2017) point out that there are no mental health experts involved in the design of these environments, nor are the interests of minors or the experience of the designers considered, so it would be interesting to create interdisciplinary teams. On the other hand,

Camargo et al. (2019) highlight that intervention with these environments is a challenge, since the complex clinical conditions and the wide range of symptoms that the disorder covers complicate the interaction with these resources.

Thus, the extrapolation of interventions to multiple contexts is complex due to the heterogeneity of characteristics of people with ASD (Mota et al., 2020). In addition, it is essential to start from previous research related to the keys to design and take into account the results of previous tests to optimize the design of gamified resources to achieve pre-established aims (Mubin and Poh, 2019). Therefore, the usability plan of these environments (Jaramillo et al., 2022) and the prior selection guidelines (Carvalho et al., 2022) are decisive in favouring the usability of these environments (Lee et al., 2018).

On the other hand, with reference to the use of *Serious Games* in interventions with people with ASD, it is observed that these can be heterogeneous and used in various ways, favoring social interactions in several contexts and situations such as during the pandemic (Elshahawy et al., 2022b). Fridenson et al. (2017) suggest that scenarios can simulate real-world situations, reducing the cognitive load of identifying and internalizing social norms, and stimulating linguistic competence (Khowaja et al., 2018). Furthermore, Tang et al. (2017) highlight the opportunity for GS for emotional recognition in a safe and autonomous environment, becoming a solution to reduce their feelings of frustration and anxiety. Specifically, Tang et al. (2019) highlight the importance of gradually increasing the difficulty of the tasks in the game and adjusting the demands of the game to the skills of the player.

Concerning the creation of SG, Terlow et al. (2021) indicate that an interactive design encourages goal achievement by implementing motivating and personalized chained activities that adapt to the rhythms of each player (Elshahawy et al., 2020). In addition, the use of SG in work groups reduces students' solo play (Barajas et al., 2017). The audiovisual environments of the SG favor learning, retention and fixation of information in people with ASD, since they tend to retain visual information better (Elshahawy et al., 2020; Khowaja et al., 2018).

In addition, the player can individualize his gaming experience, customizing some options according to his preferences and needs (Vallefuco et al., 2021). This individualized approach allows it to be extrapolated both to therapeutic interventions and to use in the family or school context (Carlier et al., 2020; Mercado et al., 2019). For its part, the research by Tsikinas and Xinogalos (2019) has subjects with ASD to test a prototype, highlighting the need to integrate a

variety of resources and scenarios that recreate real-life situations within a motivating narrative.

Regarding the limitations of the use of SG, Tang et al. (2019) highlight the evidentiary gender bias of the sample, since the game would be required to contemplate the points of view of women with ASD. Atherton and Cross (2021) point out that there are few studies supported by large samples and most have not shown how skills improved. Hassan et al. (2021) and Silva et al. (2018) conclude that, from a design perspective, SG testing should be carried out with a larger sample, as well as clinical validation and periodic follow-up. In addition, Hulusic and Pistoljevic (2017) indicate that there are few appropriate SGs for people with ASD in languages other than English. Jimenez et al. (2022) point out the need to design commercial SGs adapted to people in this group.

As future lines of research, and in accordance with Grossard et al. (2017), it is noted that most gamified and SG environments are developed for high-functioning individuals (Fridenson et al., 2017; Terlouw et al., 2021), requiring a line of research aimed at people with moderate ASD. Grossard et al. (2017) also point out that, occasionally, the clinical validation of gamified or SG environments and the testing of their playability are not compatible. Research is needed to conclude whether the potential of these resources is maintained over time or is only subscribed at the time of intervention (Grossard et al., 2019; Terlow et al., 2021). Finally, Grossard et al. (2019) conclude that although there are several games related to the recognition of facial expressions, few focus on the production of facial expressions adapted to a given context.

5. References

- Adjorlu, A., & Serafin, S. (2019). Co-designing a head-mounted display based virtual reality game to teach street-crossing skills to children diagnosed with autism spectrum disorder. In *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation* (pp. 397-405). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-53294-9_28
- Alexander, P.A. (2020). Methodological guidance paper: The art and science of quality systematic reviews. *Review of Educational Research*, 90(1), 6-23. <http://doi.org/10.3102/0034654319854352>
- Almurashi, H., Bouaziz, R., Alharthi, W., Al-Sarem, M., Hadwan, M., & Kammoun, S. (2022). Augmented reality, serious games and picture exchange communication system for people with ASD: Systematic literature review and future directions. *Sensors*, 22(3), 1250. <https://doi.org/10.3390/s22031250>
- Antunes, A., & Madeira, R.N. (2022). PLAY-model-based platform to support therapeutic serious games design. *Procedia Computer Science*, 198, 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.230>
- Arzone, C., Mottan, K., & Saad, K.M. (2020). The Relationship between Gamification and Emotional Intelligence among Children with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Special Education In South East Asia Region 10th Series 2020* (pp. 424-433). Redwhite Press. <https://series.gci.or.id/article/320/15/icsar-2020-2020>
- Atherton, G., & Cross, L. (2021). The Use of Analog and Digital Games for Autism Interventions. *Frontiers in Psychology*, 12, 3049. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.669734>
- Barajas, A. O., Al Osman, H., & Shirmohammadi, S. (2017). A Serious Game for children with Autism Spectrum Disorder as a tool for play therapy. In *2017 IEEE 5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1-7). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SeGAH.2017.7939266>
- Bossavit, B., & Parsons, S. (2018). Outcomes for design and learning when teenagers with autism codesign a serious game: A pilot study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 293-305. <https://doi.org/10.1111/jcal.12242>

- Camargo, M.C., Barros, R.M., Brancher, J.D., Barros, V.T., & Santana, M. (2019). Designing Gamified Interventions for Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. In *Joint International Conference on Entertainment Computing and Serious Games* (pp. 341-352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_28
- Carlier, S., Van der Paelt, S., Ongenaes, F., De Backere, F., & De Turck, F. (2020). Empowering children with ASD and their parents: Design of a serious game for anxiety and stress reduction. *Sensors*, 20(4), 1-41. <https://doi.org/10.3390/s20040966>
- Carolis, B., & Argentieri, D. (2020). iBall to Swim: a Serious Game for Children with Autism Spectrum Disorder. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces* (pp. 1-5). <https://doi.org/10.1145/3399715.3399917>
- Carvalho, A.P., Braz, C.S., & Prates, R.O. (2022). How are games for autistic children being evaluated? In *Proceedings of the 21st Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-13). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3554364.3559127>
- Chien, Y.L, Lee, C.H., Chiu, Y.N., Tsai, W.C., Min, Y.C., Lin, Y.M., ... & Tseng, Y.L. (2022). Game-based Social Interaction Platform for Cognitive Assessment of Autism using Eye Tracking. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 31, 749-75. <http://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3232369>
- Constain M.E., Collazos O.C., & Moreira F. (2019) The Gamification in the Design of Computational Applications to Support the Autism Treatments: An Advance in the State of the Art. In: Á. Rocha, H. Adeli, L. Reis, S. Costanzo S. (eds) *New Knowledge in Information Systems and Technologies. WorldCIST'19 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 932. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16187-3_19
- Dantas, A.C., & Nascimento, M.Z. (2022). Face emotions: improving emotional skills in individuals with autism. *Multimedia Tools and Applications*, 81(18), 25947-25969. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12810-6>
- Dapogny, A., Grossard, C., Hun, S., Serret, S., Bourgeois, J., Jean-Marie, H., Foulon, P., Ding, H., Chen, L., Dubuisson, S., Grynszpan, O., Cohen, D., & Bailly, K. (2018). JEMImE: a serious game to teach children with ASD how to adequately produce facial expressions. In *2018 13th IEEE International*

Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (pp. 723–730). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FG.2018.00114>

Derks, S., Willemsen, A.M., & Sterkenburg, P.S. (2022). Improving adaptive and cognitive skills of children with an intellectual disability and/or autism spectrum disorder: Meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of serious games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100488>

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9–15). <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>

Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., & Wiemeyer, J. (2016). *Serious games*. Springer.

Elshahawy, M., Bakhaty, M., & Sharaf, N. (2020). Developing Computational Thinking for Children with Autism using a Serious Game. In *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)* (pp. 761–766). IEEE. <http://doi.org/10.1109/IV51561.2020.00135>

Elshahawy, M., Bakhaty, M., Ahmed, G., Aboelnaga, K., & Sharaf, N. (2022a). Towards Developing Computational Thinking Skills Through Gamified Learning Platforms for Students with Autism. In *Learning with Technologies and Technologies in Learning: Experience, Trends and Challenges in Higher Education* (pp. 193–216). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04286-7_10

Elshahawy, M., Mostafa, S., & Sharaf, N. (2022b). A Serious Game for a Serious Situation: Encouraging Healthy Behaviors for Children with ASD During COVID-19 Pandemic. In *Serious Games: Joint International Conference, JCSG 2022, Weimar, Germany, September 22–23, 2022, Proceedings* (pp. 140–154). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15325-9_11

Fridenson, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Meir-Goren, N., ... & Golan, O. (2017). 'Emotiplay': A serious game for learning about emotions in children with autism: Results of a cross-cultural evaluation. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 26(8), 979–992. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-0968-0>

Gaudi, G., Kapralos, B., Uribe-Quevedo, A., Hall, G., & Parvinchi, D. (2020). Autism Serious Game Framework (ASGF) for Developing Games for Children with Autism. In *Internet of Things, Infrastructures and Mobile*

Applications: Proceedings of the 13th IMCL Conference (pp. 3-12). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7_1

Gómez, J., Jaccheri, L., Torrado, J. C., & Montoro, G. (2018). Leo con lula, introducing global reading methods to children with ASD. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children* (pp. 420-426). <https://doi.org/10.1145/3202185.3202765>

Goswami, T., Arora, T., & Ranade, P. (2021). Enhancing Memory Skills of Autism Spectrum Disorder Children using Gamification. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(34B), 125-132. <http://doi.org/10.9734/JPRI/2021/v33i34B31854>

Griffin, J.W., Geier, C.F., Smyth, J.M., & Scherf, K.S. (2021). Improving sensitivity to eye gaze cues in adolescents on the autism spectrum using serious game technology: A randomized controlled trial. *JCPP Advances*, e12041. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>

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 and Education*, 113(C), 195-211. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.002>

Grossard, C., Hun, S., Dapogny, A., Juillet, E., Hamel, F., Jean-Marie, H., Bourgeois, J., Pellerin, H., Foulon, P., Serret, S., Grynspan, O., Bailly, K., & Cohen, D. (2019). Teaching facial expression production in autism: The serious game jemime. *Creative Education*, 10(11), 2347. <http://doi.org/10.4236/ce.2019.1011167>

Hashim, H. (2018). Application of technology in the digital era education. *International Journal of Research in Counseling and Education*, 2(1), 1-5. <http://doi.org/10.24036/002za0002>

Hassan, A., Pinkwart, N., & Shafi, M. (2021). Serious games to improve social and emotional intelligence in children with autism. *Entertainment Computing*, 100417. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2021.100417>

Hernández, P., Molina, A. I., Lacave, C., Rusu, C., & Toledano-González, A. (2022). PlanTEA: Supporting Planning and Anticipation for Children with ASD Attending Medical Appointments. *Applied Sciences*, 12(10), 5237. <https://doi.org/10.3390/app12105237>

Hulusic, V., & Pistoljevic, N. (2017). A curriculum for developing serious games for children with autism: A success story. In *2017 9th International*

Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) (pp. 149-152). IEEE. <http://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056586>

Jaramillo-, A., Arias, J., Albornoz, I., Alvarado, A., & Luján, S. (2022). Method for the Development of Accessible Mobile Serious Games for Children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3844. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073844>

Jiménez, L., Peñuelas, I., Calvo, P., Díaz, I., Moreno, M., Baca, E., & Porras, A. (2022). Video games for the treatment of autism spectrum disorder: A systematic review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 52, 169-188. <https://doi.org/10.1007/s10803-021-04934-9>

Kalantarian, H., Washington, P., Schwartz, J., Daniels, J., Haber, N., & Wall, D. (2018). A gamified mobile system for crowdsourcing video for autism research. In *2018 IEEE International Conference on Healthcare Informatics (ICHI)* (pp. 350-352). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICHI.2018.00052>

Khowaja, K., Al-Thani, D., & Salim, S. S. (2018a). Vocabulary learning of children with autism spectrum disorder (ASD): From the development to an evaluation of serious game prototype. In *ECGBL 2018 12th European Conference on Game-Based Learning* (pp. 288-298). University of Malaya.

Khowaja, K., Salim, S. S., & Al-Thani, D. (2018b). Components to design serious games for children with autism spectrum disorder (ASD) to learn vocabulary. In *2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)* (pp. 1-7). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICETAS.2018.8629208>

Kim, B., Lee, D., Min, A., Paik, S., Frey, G., Bellini, S., Han, K., & Shih, P. C. (2020). PuzzleWalk: A theory-driven iterative design inquiry of a mobile game for promoting physical activity in adults with autism spectrum disorder. *PLoS One*, 15(9), e0237966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237966>

Lee, D., Frey, G., Cheng, A., & Shih, P. C. (2018). Puzzle walk: A gamified mobile app to increase physical activity in adults with autism spectrum disorder. In *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-4). IEEE. <http://doi.org/10.1109/VS-Games.2018.8493439>

- Lee, D., Frey, G.C., Cothran, D. J., Harezlak, J., & Shih, P.C. (2022). Effects of a Gamified, Behavior Change Technique–Based Mobile App on Increasing Physical Activity and Reducing Anxiety in Adults With Autism Spectrum Disorder: Feasibility Randomized Controlled Trial. *JMIR Formative Research*, 6(7), e35701. <https://preprints.jmir.org/preprint/35701>
- Lee, D., Frey, G.C., Min, A., Kim, B., Cothran, D. J., Bellini, S., Han, K., & Shih, P.C. (2020). Usability inquiry of a gamified behavior change app for increasing physical activity and reducing sedentary behavior in adults with and without autism spectrum disorder. *Health Informatics Journal*, 26(4), 2992–3008. <https://doi.org/10.1177/1460458220952909>
- Li, B., Atyabi, A., Kim, M., Barney, E., Ahn, A. Y., Luo, Y., ... & Shic, F. (2018). Social influences on executive functioning in autism: design of a mobile gaming platform. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1–13). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174017>
- Lu, X., Li, J., Zhu, K., & Liu, Y. (2022). Research on the Gamification Design of Family Early Intervention Products for Children with Autism Based on the Peak-End Rule. In *Cross-Cultural Design. Applications in Business, Communication, Health, Well-being, and Inclusiveness: 14th International Conference, CCD 2022* (pp. 376–392). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06050-2_27
- Luongo, M., Simeoli, R., Marocco, D., & Ponticorvo, M. (2022). The Design of A Game-based Software For Children With Autism Spectrum Disorder. In *2022 IEEE International Conference on Metrology for Extended Reality, Artificial Intelligence and Neural Engineering (MetroXRINE)* (pp. 318–322). IEEE. <https://doi.org/10.1109/MetroXRINE54828.2022.9967545>
- Mairena, M.Á., Mora, J., Malinverni, L., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2019). A full-body interactive videogame used as a tool to foster social initiation conducts in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 67, 101438. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.101438>
- Malinverni, L., Mora-Guiard, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with Autism Spectrum Disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535–549. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>

- Mercado, J., Espinosa-Curiel, I., Escobedo, L., & Tentori, M. (2019). Developing and evaluating a BCI video game for neurofeedback training: the case of autism. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 13675-13712. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6916-2>
- Mohammed, A.H., & Aeisa, K. (2017). Gamification Does Not Replace Sensory Integration Training in Autistic Children. *Autism Open Access*, 7(214), 1-4. <http://doi.org/10.4172/2165-7890.1000214>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L.A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic Reviews*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>
- Mora, J., Crowell, C., Pares, N., & Heaton, P. (2017). Sparking social initiation behaviors in children with Autism through full-body Interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.10.006>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A. (2020). AssociAR: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>
- Mubin, S.A., & Poh, M.W.A. (2019). A Review on Gamification Design Framework: How They Incorporated for Autism Children. In *2019 4th International Conference and Workshops on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE)* (pp. 1-4). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICRAIE47735.2019.9037765>
- Mubin, S.A., Poh, M.W.A., Rohizan, R., Abidin, A.Z.Z., & Wei, W.C. (2020). Gamification Design Framework to Support Autism Children Interaction Skills: Systematic. *Int J Cur Res Rev*, 12(22), 120. <http://dx.doi.org/10.31782/IJCRR.2020.122230>
- Nabie, E.M., & Gharebaghlou, M.A. (2022). Applying Gamification to Urban Spaces to Improve Autistic Children's Presence Tendency. *Manzar*, 14(58), 46-57. <http://doi.org/10.22034/MANZAR.2021.294659.2142>
- Najeeb, R.S., Uthayan, J., Lojini, R.P., Vishaliny, G., Alosius, J., & Gamage, A. (2020). Gamified Smart Mirror to Leverage Autistic Education-Aliza. In *2020 2nd International Conference on Advancements in Computing*

(ICAC) (Vol. 1, pp. 428-433). IEEE.
<http://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357065>

Ntalindwa, T., Nduwingoma, M., Uworwabayeho, A., Nyirahabimana, P., Karangwa, E., Rashid Soron, T., ... & Hansson, H. (2022). Adapting the Use of Digital Content to Improve the Learning of Numeracy Among Children With Autism Spectrum Disorder in Rwanda: Thematic Content Analysis Study. *JMIR Serious Games*, *10*(2), e28276.

Panceri, J.A., Freitas, E.V., Schreider, S.L., Caldeira, E., & Bastos, T.F. (2022). Proposal of a New Socially Assistive Robot with Embedded Serious Games for Therapy with Children with Autistic Spectrum Disorder and down Syndrome. In: Bastos-Filho, T.F., de Oliveira Caldeira, E.M., Frizera-Neto, A. (Eds.) *XXVII Brazilian Congress on Biomedical Engineering. CBEB 2020. IFMBE Proceedings* (pp. 1399-1405). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70601-2_207

Papoutsis, C., Drigas, A. S., & Skianis, C. (2022). Serious Games for Emotional Intelligence's Skills Development for Inner Balance and Quality of Life: A Literature Review. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, *46*, 199-208.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>

Pereira, L.M., & Barwaldt, R. (2022). Elaboração de atividades gamificadas para estudantes com TEA: um estudo utilizando pensamento geométrico. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 390-402). SBC. <https://doi.org/10.5753/sbie.2022.224704>

Pires, G., Cruz, A., Jesus, D., Yasemin, M., Nunes, U.J., Sousa, T., & Castelo, M. (2022). A new error-monitoring brain-computer interface based on reinforcement learning for people with autism spectrum disorders. *Journal of Neural Engineering*, *19*(6), 066032. <http://doi.org/10.1088/1741-2552/aca798>

Reyes, G.A., Tixi, V. E., Avila-Pesantez, D., Vaca-Cardenas, L., & Avila, L.M. (2019). Towards an Improvement of Interpersonal Relationships in Children with Autism Using a Serious Game. In *The International Conference on Advances in Emerging Trends and Technologies* (pp. 315-325). Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-030-32033-1_29

Scherf, K.S., Griffin, J.W., Judy, B., Whyte, E.M., Geier, C.F., Elbich, D., & Smyth, J.M. (2018). Improving sensitivity to eye gaze cues in autism using serious game technology: study protocol for a phase I randomised controlled

trial. *BMJ Open*, 8(9), e023682. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>

Silva, G.F., Raposo, A., & Suplino, M. (2018). CoASD: A tabletop game to support the collaborative work of users with autism spectrum disorder. In *2018 IEEE 6th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SeGAH.2018.8401358>

Silva, S.D., Neto, F.M.M., De Lima, R.M., de Alencar Silva, P., Demoly, K.R., & da Cruz, I.N. (2019). A Serious Game as an Auxiliary Tool for the Learning Process of Children With ASD. In *Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments* (pp. 524-553). IGI Global. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.342>

Silva, S.D., Neto, F.M.M., de Lima, R.M., de Macêdo, F.T., Santo, J.R.S., & Silva, W.L. (2017). Knowledge mon hunter: a serious game with geolocation to support learning of children with autism and learning difficulties. In *2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (pp. 293-296). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SVR.2017.45>

Simões, V., Marques, A., Pinho, C., Pereira, D.G., Oliveira, J.F., & Barros, M.L. (2022). Gamification Applied to Autism Spectrum Disorder. In *Digital Therapies in Psychosocial Rehabilitation and Mental Health* (pp. 163-186). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-7998-8634-1.ch008>

Taib, S.F.B., Zhang, Y., Cai, Y., & Goh, T.J. (2019). Supermarket route-planning game: A serious game for the rehabilitation of planning executive function of children with ASD. In *VR, Simulations and Serious Games for Education* (pp. 111-119). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2844-2_10

Tang, J.S., Falkmer, M., Chen, N.T., Bölte, S., & Girdler, S. (2019). Designing a serious game for youth with ASD: perspectives from end-users and professionals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(3), 978-995. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3801-9>

Terlouw, G., Kuipers, D., Van't Veer, J., Prins, J.T., & Pierie, J.P. (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. <http://doi.org/10.2196/19765>

- Torres, Á.L., & Romero, L.M. (2019). Gamificación, Simulación, Juegos Serios y Aprendizaje Basado en Juegos. In Á.L. Torres & L.M. Romero (Eds.) *Gamification, Simulation, Serious Games and Game-based Learning*, (pp. 113-121). McGraw-Hill.
- Torres, Á.L., Romero, L.M., & Pérez, M.A. (2018). Modelo Teórico Integrado de Gamificación en Ambientes E-Learning (E-MIGA). *Revista Complutense de Educación*, 29(1), 129-145. <https://doi.org/10.5209/RCED.52117>
- Tsikinas, S., & Xinogalos, S. (2019). Design guidelines for serious games targeted to people with autism. In *Smart Education and e-Learning 2019* (pp. 489-499). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8260-4_43
- Vallefuoco, E., Bravaccio, C., Gison, G., & Pepino, A. (2021). Design of a Serious Game for Enhancing Money Use in Teens with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics* (pp. 339-347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_25
- Vallefuoco, E., Bravaccio, C., Gison, G., Pecchia, L., & Pepino, A. (2022). Personalized training via serious game to improve daily living skills in pediatric patients with autism spectrum disorder. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 26(7), 3312-3322. <http://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3155367>
- Van Dooren, M.M., Siriaraya, P., Visch, V., Spijkerman, R., & Bijkerk, L. (2019). Reflections on the design, implementation, and adoption of a gamified eHealth application in youth mental healthcare. *Entertainment Computing*, 31, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100305>
- Wang, C., Chen, G., Yang, Z., & Song, Q. (2022). Development of a Gamified Intervention for Children with Autism to Enhance Emotional Understanding Abilities. In *Proceedings of the 6th International Conference on Digital Technology in Education* (pp. 47-51). <https://doi.org/10.1145/3568739.3568749>
- Wendt, O., Allen, N.E., Ejde, O.Z., Nees, S. C., Phillips, M.N., & López, D. (2020, July). Optimized User Experience Design for Augmentative and Alternative Communication via Mobile Technology: Using Gamification to Enhance Access and Learning for Users with Severe Autism. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 412-428). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-60149-2_32

Zakari, H.M., Poyade, M., & Simmons, D. (2017). Sinbad and the Magic Cure: A serious game for children with ASD and auditory hypersensitivity. In *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 54-63). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71940-5_5

CAPÍTULO III

Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA³

1. Introducción

En la última década, la tecnología está jugando un papel fundamental en las intervenciones dirigidas a Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE), utilizando aplicaciones informáticas y recursos tecnológicos diseñados a propósito para activar las competencias clave (Parlamento Europeo y Consejo, 2006). Este hecho se alinea con la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030) formulados por Naciones Unidas. Especialmente, en el marco de Educación y Calidad, Reducción de las Desigualdades y Salud y Bienestar, pues se busca dispensar una educación de calidad que reduzca las desigualdades y contribuya a la plena inclusión socio-educativa de estas personas, donde las tecnologías emergentes como la realidad aumentada y virtual adquieren protagonismo en el desarrollo de sus habilidades sociales (Alharbi y Huang, 2020).

En ocasiones, las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan un habla telegráfica, no comprenden las metáforas, chistes o frases hechas (Atencia, 2010; Eigsti et al., 2011), constatándose una reducida competencia comunicativa, manifestada en la dificultad para la interacción, reciprocidad social y emocional (Atencia, 2010) y reconocer la intención comunicativa ajena (Kjellmer et al., 2012). Por ello, precisan intervenciones educativas específicas en las primeras etapas para minimizar sus limitaciones, algunas se apoyan en recursos tecnológicos (Wass y Porayska, 2014) para estimular la comunicación (Buil et al., 2019; Marín, 2015). Otras potencian sus relaciones interpersonales (Lozano et al., 2013) adoptando metodologías y técnicas innovadoras, próximas al juego, como la gamificación (Navan y Khaleghi, 2020).

En la revisión de Tárraga et al. (2019) se identifican investigaciones recientes con sujetos con TEA que utilizan ordenadores, vídeos interactivos, tabletas digitales, robots, generadores de voz, entornos virtuales de aprendizaje

³ López-Bouzas, N. & Del Moral, M.E. (2022). Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA. En E.E. Aveleyra y M.A. Melisa Proyetti (coords.), *Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos* (pp. 122-133). Octaedro. <https://doi.org/10.36006/16361> ISBN: 9788419023858.

colaborativo, etc. con resultados positivos. Por su parte, la realidad aumentada (RA) supone la superposición de objetos virtuales a entornos reales (Prendes, 2015), que utilizada con fines educativos puede favorecer el desarrollo de diversas competencias en las primeras edades (Neira et al., 2019), y posibilitar la simulación de interacciones comunicativas en alumnado con TEA (Romero y Harari, 2017).

Hay estudios que constatan la efectividad del uso RA en este alumnado (Arief y Efendi, 2018; Chen et al., 2016; Kolomoiets y Kassim, 2018; Sahin et al., 2018a; Taryadi y Kurniawan, 2018). Algunos resaltan la utilidad para facilitar su autonomía (McMahon et al., 2012) e interacción social (Khowaja et al., 2020; Lee et al., 2018a, 2018b; Lorenzo et al., 2019; Sahin et al., 2018b; Wang y Lee). Otros estudian la incidencia en su comportamiento social (Cihak et al., 2016), autorregulación conductual (Liu et al., 2017) y reconocimiento facial en la comunicación (Soares et al., 2017). En general, suelen abarcar tres ámbitos: reconocimiento emocional, lenguaje y desarrollo de habilidades sociales (Baixauli et al., 2017; Moore et al., 2005; Parsons et al. 2006; Shane y Albert, 2008).

Keshav et al. (2017) utilizan el sistema de gafas inteligentes *Brain Power Autism System* para simular situaciones de interacción social. Bhatt et al. (2014) diseñan juegos de RA como *Emotions Game* o *Happy Minion Game* y Alharbi y Huangan (2020) crean *Ying* para favorecer el reconocimiento emocional y el contacto visual. Farr et al. (2012) adaptan el juego *Augmented Knight's Castle* atendiendo a las necesidades de estos usuarios. Da Silva et al. (2014) crean diseños para activar las habilidades sociales, Chung y Cheng (2017) se focalizan en el desarrollo del lenguaje, y Bai et al. (2015) en la representación mental de situaciones de juego.

Concretamente, la gamificación –en tanto técnica que extrapola las mecánicas y dinámicas del juego a contextos no lúdicos (Zichermann y Cunningham, 2011)–, incrementa la motivación hacia el aprendizaje en el contexto escolar (Prieto et al., 2014). Se involucra al alumnado en su proceso cognitivo a partir de estrategias lúdicas (Kapp, 2012) al incorporar retos, desafíos, recompensas, niveles, etc. permitiéndole alcanzar objetivos educativos (Deterding et al., 2011), al dotar de un enfoque creativo a la enseñanza (Marín, 2015). Sin embargo, el proceso de gamificación debe sistematizarse para fomentar la adquisición y/o activar competencias o habilidades concretas.

Esta técnica puede potenciar la interacción social en alumnado con TEA, pues les ayuda a visibilizar y reconocer sus logros (Díaz y Troyano, 2013), lo que

incrementa su motivación y hace asequibles tareas complejas (González, 2014). Minimiza el esfuerzo cognitivo que pueden suponer determinadas actividades, creando un escenario de juego a partir de la superación de retos y resolución de problemas (Del Moral, 2020). Los sistemas gamificados incrementan la motivación e implicación del alumnado a través de la experimentación, generando aprendizajes más significativos y funcionales (Glover, 2013; Kenny y McDaniel, 2011; Rodrigues da Silva et al., 2019).

Así, la adopción de tecnologías inmersivas combinadas con técnicas gamificadas pueden contribuir a reducir las mencionadas limitaciones de estas personas, aprovechando su potencial motivador. Las evidencias reflejadas en la investigación subrayan las ventajas de la gamificación en procesos educativos, junto a las aportaciones de la realidad aumentada para el alumnado con TEA, permiten intuir la potencialidad de intervenciones en las que converjan la gamificación y la realidad aumentada para impulsar la interacción social en estas personas. Los Entornos Gamificados Aumentados (EGA) constituyen escenarios inmersivos que involucran a los sujetos en su proceso de aprendizaje a partir de una narrativa que integra mecánicas y dinámicas lúdicas, favoreciendo una experimentación multisensorial a través de la interacción con recursos de RA mediante dispositivos digitales (Del Moral y López-Bouzas, 2020).

Así pues, el objetivo de la presente investigación se centra en la descripción del diseño del Entorno Gamificado Aumentado (EGA): *De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido*. Por un lado, se especifica el sistema de gamificación inherente a las actividades o misiones integradas –junto a la narrativa que las sustenta–, y, por otro, se identifican los recursos de RA incorporados para favorecer las habilidades comunicativas en alumnado con TEA.

2. Método

La metodología adoptada es de carácter cualitativo, centrada en el estudio de caso único (Bono y Arnau, 2014) que describe un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) diseñado experimentalmente para este alumnado, atendiendo a distintas dimensiones de análisis.

- a) *Narrativa*, vertebradora del recurso didáctico, siguiendo los criterios de Jenkins (2004): trama, personajes, escenarios y elementos narrativos.
- b) *Proceso de gamificación* del entorno (Cornellà et al., 2020), identificando: *mecánicas*, acumulación de puntos, escalado de niveles,

obtención de premios, desafíos, misiones o retos; *dinámicas*, guión argumental, tipo de implicación emocional, visibilización del avance de juego y status.

- c) *Realidad aumentada*: a) nivel de RA siguiendo a Cawood y Fiala (2008), b) tipo de interacción -exploratoria, manipulativa y contributiva- (Parés y Parés, 2006) y c) poder inmersivo (Calvert y Pathak, 2015), ligado a una implicación multisensorial básica, media, alta o muy alta.

3. Resultados

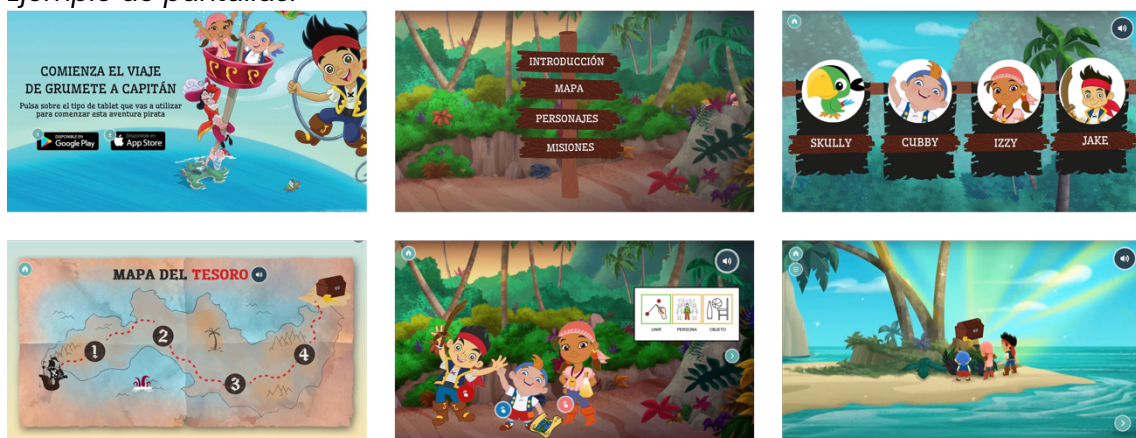
A continuación, se procede a realizar la descripción del entorno diseñado atendiendo a las distintas dimensiones de análisis:

3.1. Dimensión narrativa

El diseño del EGA, en tanto escenario inmersivo, se apoya en los constructos teóricos de la gamificación e incorpora la realidad aumentada y recursos digitales, tomando como soporte la plataforma *Genially* (<https://n9.cl/zh1od>). En concreto, la narrativa vertebradora parte de una historia en un escenario marino donde los protagonistas de la serie de animación *Jack y los piratas de Nunca Jamás* invitan al alumnado a una aventura pirata, cuyo objetivo principal es encontrar un tesoro perdido (Figura 1).

Figura 1.

Ejemplo de pantallas.



Fuente: elaboración propia.

Así, el alumnado debe recorrer un itinerario plasmado en un mapa y realizar distintas tareas a partir de las indicaciones de los personajes para superar los distintos desafíos que entraña la trama. Además, la narrativa oral y escrita

muestra el itinerario, incluyendo pictogramas, dibujos, imágenes reales, escenarios coloristas y vídeos para garantizar la inmersión.

3.2. Dimensión proceso de gamificación del entorno

Las dinámicas incorporadas para garantizar la implicación emocional del alumnado se relacionan con la posibilidad de asumir distintos *roles* para concluir las misiones y/o retos propuestos, así como la constatación del propio *avance en el juego*, permitiéndole conocer su progreso a través de la secuenciación de actividades plasmada en un mapa introductorio a cada misión. Junto a la posibilidad de promocionar de *status*, pues existe una jerarquía definida en función de los logros alcanzados, a modo de reconocimiento social, que transita de grumete a capitán.

Inicialmente se explican las *condiciones de victoria* y las reglas a través de locuciones para que el alumnado conozca lo que tiene que hacer y cómo debe hacerlo. Se contemplan distintas mecánicas de juego de *progreso y evolución*: existe un escalado de 3 niveles ligado a la ejecución de las misiones para avanzar en la historia. El punto de partida se ajusta a las peculiaridades de cada alumno, dependiendo del diagnóstico inicial.

La realización de las misiones permite acumular puntos –en este caso, doblones de oro–, que dotan de valor a sus ejecuciones e incrementan su motivación como refuerzos positivos. Mecánicas de *colección*: se conceden premios o regalos al superar los objetivos educativos iniciales a través de doblones de oro. Se establece un sistema de recompensas intermedias en las que el alumno adquiere complementos propios de la narrativa (parche, garfio, catalejo, sombrero), así como una recompensa final con mayor valor al culminar la historia (diploma que verifica su *status* de *Capitán Pirata*) (Figura 2).

Figura 2.

Ejemplos de recompensas en las pantallas.



Fuente: elaboración propia.

También se incluyen mecánicas de *expresión* al incorporar actividades como el coloreado de láminas y páginas web, el juego de rol para inferir estados emocionales ajenos o la interpretación de narrativas a través de cuentos,

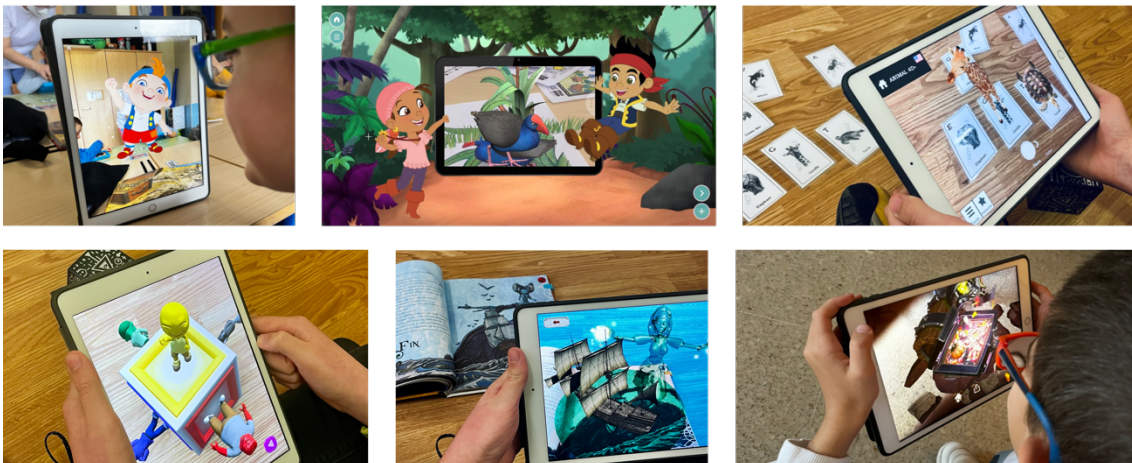
vídeos y simulaciones virtuales. Otras mecánicas incorporadas son las de *avance*, existen puntos de acción, botones y elementos interactivos en el entorno que el alumno debe activar para descubrir las pistas de los personajes. Finalmente, las misiones orientadas a encontrar el tesoro perdido, implican la realización de distintas actividades que activan las habilidades lingüísticas y socio-emocionales.

3.3. Dimensión realidad aumentada

Las actividades se apoyan en recursos digitales y aplicaciones de realidad aumentada que promueven diferentes grados de interacción e implicación multisensorial del alumnado (Figura 3). Los recursos incrementan el poder inmersivo del entorno al integrar gran variedad de códigos (visual, verbal y/o sonoro), y dotan al EGA de una navegación amigable e intuitiva, adaptándose al nivel madurativo del alumnado.

Figura 3.

Ejemplos de pantallas que incluyen recursos de realidad aumentada.



Fuente: elaboración propia.

En cuanto al *nivel de RA* incorporado, y siguiendo a Cawood y Fiala (2008), se incluye: Nivel 0: basado en códigos QR que hiperenlazan contenidos; Nivel 1: marcadores con patrones 2D o reconocimiento 3D de objetos (láminas *Quiver*); y *Nivel 2*: imágenes y objetos como activadores superpuestos en imágenes reales (*Merge Cube*). Por su parte, el *tipo de interacción* que se promueve incluye las tipificadas por Parés y Parés (2006): exploratoria, basada en códigos QR; manipulativa, apoyada en juegos online; y contributiva, ligada a la utilización de láminas que promueven su coloreado. Por último, el *poder inmersivo* del entorno diseñado, entendido como el nivel de implicación multisensorial suscitado (Calvert y Pathak, 2015), es alto, pues las actividades propuestas implican la activación de tres sentidos: vista, oído

y tacto. Además, promueve una inmersión empática y social (Haggis-Burridge, 2020), al facilitar la conexión emocional del alumnado con los personajes y la trama del juego, incrementando su inmersión en el entorno.

4. Conclusiones

Se contempla una intervención individualizada con un EGA para propiciar una comunicación funcional y espontánea en el alumnado con TEA para constatar su evolución respecto a la estimulación de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales. El EGA descrito integra un sistema de gamificación apoyado en la utilización de realidad aumentada para favorecer la inmersión en el entorno. Las actividades –agrupadas en distintos niveles– implican la activación de las habilidades comunicativas a partir de una narrativa gamificada que sumerge al alumnado en el relato y le responsabiliza del desenlace de la trama. El carácter lúdico-inmersivo de este recurso apoyado en realidad aumentada le dota de gran potencial para estimular las habilidades comunicativas de este alumnado con TEA a partir de la superación de misiones enmarcadas en una aventura pirata. Al ser un prototipo, se espera obtener resultados positivos y una mejora cualitativa en este colectivo tras su próxima implementación.

5. Referencias bibliográficas

- Ahmed, A., & Sutton, M.J. (2017). Gamification, serious games, simulations, and immersive learning environments in knowledge management initiatives. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 14(2/3), 78-83. <https://doi.org/10.1108/WJSTSD-02-2017-0005>
- Alharbi, M., & Huang, S. (2020). An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders. In *2020 IEEE International Systems Conference (SysCon)* (pp. 1-6). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SysCon47679.2020.9275659>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Arief, M., & Efendi, M. (2018). The book of pop up augmented reality to increase focus and object recognition capabilities for children with autism. *Journal of International Conference on Special Education in Southeast Asia Region (ICSAR)*, 2(1), 9-14. <http://dx.doi.org/10.17977/um005v2i12018p009>
- Atencia, A. (2010). El maestro/a de audición y lenguaje en la identificación de las necesidades educativas especiales de los alumnos/as con autismo. *Innovación y Experiencias educativas*, 33, 1-12.
- Bai, Z., Blackwell, A.F., & Coulouris, G. (2015). Using Augmented Reality to Elicit Pretend Play for Children with Autism. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 21(5), 598-610. <http://doi.org/10.1109/TVCG.2014.2385092>
- Baixaulli, I., Roselló, B., Berenguer, C., Colomer, C., & Grau, M. (2017). Intervenciones para promover la comunicación social en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de neurología*, 64, 39-44. <https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017013>
- Bhatt, S.K., De Leon, N.I., & Al-Jumaily, A. (2014). Augmented Reality Game Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal on Smart Sensing & Intelligent Systems*, 7(2), 519-536. <https://doi.org/10.21307/ijssis-2017-668>
- Bono, R., & Arnau, J. (2014). *Diseños de caso único en ciencias sociales y de la salud*. Síntesis.

- Buil, L., Esteller, À., Aguilar, E., & Martínez, M. (2019). Propuesta de gamificación para el aprendizaje de los trastornos del lenguaje: Panel de diagnósticos. *IN-RED 2019. Actas del V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*, (pp. 928-934), Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10461>
- Calvert, G., & Pathak, A. (2015). Marketing multisensorial: cómo el futuro pasará por experiencias inmersivas [Entrada de blog] *Marketing*. <https://bit.ly/2kGEh4G>
- Cawood, S., & Fiala, M. (2008). *Augmented Reality: A Practical Guide*. Pragmatic Bookshelf.
- 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, 477-485. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.033>
- Chung, C.H., & Chen, C.H. (2017). Augmented reality based social stories training system for promoting the social skills of children with autism. *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations*, 486, 495-505. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_44
- Cihak, D.F., Moore, E.J, Wright, R.E., McMahon, D.D., Gibbons, M.M., & Smith, C. (2016). Evaluating augmented reality to complete a chain task for elementary students with autism. *Journal Special Education Technology*, 31(2), 99-108. <https://doi.org/10.1177/0162643416651724>
- Cornellà, P., Estebanell, M., & Brusi, D. (2020). Gamificación y aprendizaje basado en juegos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 28(1), 5-19. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/372920>
- Da Silva, C.A., Fernandes, A.R., & Grohmann, A.P. (2014). Assisting speech therapy for autism spectrum disorders with an augmented reality application. In S. Hammoudi, L. Maciaszek and J. Cordeiro (eds.) *Proceedings of the 16th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS)*, vol. 2, (pp. 38-45). ICEIS. <http://doi.org/10.5220/0004893200380045>
- Del Moral, M.E. (2020). Aprendizaje basado en Juegos Digitales: Claves para implementar una metodología innovadora en el aula. *Comunicación & Pedagogía*, 321-322, 7-10.

- Del Moral, M.E., & López-Bouzas, N. (2021). Entornos gamificados aumentados para Educación Primaria: claves para su diseño. En J.M., Romero, M., Ramos, C. Rodríguez, & J.M., Sola (coords.). *Escenarios educativos investigadores: hacia una educación sostenible*, (pp. 1233-1243). Madrid: Dykinson. ISBN: 9788413773018.
- Del Moral, M.E., & Neira, M.R. (2020). Realidad Aumentada e Literatura Infantil na Educação Infantil. *Revista Debates em Educação*, 12(27), 724-743. <https://n9.cl/9afe>
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011, May). Gamification. Using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2425-2428). ACM. <https://doi.org/10.1145/1979742.1979575>
- Díaz, J., & Troyano, Y. (2013). El potencial de la gamificación aplicado al ámbito educativo. En *III Jornadas de Innovación Docente. Innovación Educativa: respuesta en tiempos de incertidumbre*. Universidad de Sevilla. Facultad de Ciencias de la Educación. <https://idus.us.es/handle/11441/59067>
- Eigsti, I.M., de Marchena, A.B., Schuh, J.M., & Kelley, E. (2011). Language acquisition in autism spectrum disorders: A developmental review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(2), 681-691. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.09.001>
- Farr, W., Yuill, N., & Hinske, S. (2012). An augmented toy and social interaction in children with autism. *International Journal of Arts and Technology*, 5(2-4), 104-125. <https://doi.org/10.1504/IJART.2012.046270>
- García-Guillén, S., Garrote, D., & Jiménez-Fernández, S. (2016). Uso de las TIC en el Trastorno de Espectro Autista: aplicaciones. *EDMETIC*, 5(2), 134-157. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v5i2.5780>
- Glover, I. (2013). Play As You Learn: Gamification as a Technique for Motivating Learners. In J. Herrington, A. Couros & V. Irvine (Eds.), *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 1999-2008). Victoria, Canadá: AACE. <https://n9.cl/r7rg>
- González, C. (2014). *Videojuegos para la transformación social*. Universidad de Deusto. <https://bit.ly/2GpczEc>

- Haggis-Burridge, M. (2020). Four categories for meaningful discussion of immersion in video games. *Academy for Games & Media Creative and Entertainment Games*. <https://n9.cl/ytkia>
- Jenkins, H. (2004). Game design as narrative architecture. *Computer*, 44(3), 118-130.
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- Kenny, R., & McDaniel, R. (2011). The role teachers' expectations and value assessments of video games play in their adopting and integrating them into their classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 197-213. <https://n9.cl/4v19>
- Keshav, N.U., Salisbury, J.P., Vahabzadeh, A., & Sahin, N.T. (2017). Social communication coaching smartglasses: Well tolerated in a diverse sample of children and adults with autism. *Journal of Medical Internet Research (Mhealth Uhealth)*, 5(9), 132-140. <http://doi.org/10.2196/mhealth.8534>
- Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., Tahri, M., Aqle, A., & Shah, A. (2020). Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE*, 8, 78779-78807. <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608>
- Kjellmer, L., Hedvall, Å., Fernell, E., Gillberg, C., & Norrelgen, F. (2012). Language and communication skills in preschool children with autism spectrum disorders: Contribution of cognition, severity of autism symptoms, and adaptive functioning to the variability. *Research in developmental disabilities*, 33(1), 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.09.003>
- Kolomoiets, T.H., & Kassim, D.A. (2018). Using the augmented reality to teach of global reading of preschoolers with autism spectrum disorders. In A. Kiv & V. Soloviev (eds.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education*. CEUR-WS, vol. 2257, (pp. 237-246). <https://bit.ly/30PCRGL>
- Lee, I.J., Chen, C.H., Wang, C.P., & Chung, C.H. (2018a). Augmented reality plus concept map technique to teach children with ASD to use social cues when meeting and greeting. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 27(3), 227-243. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0382-5>

- Lee, I.J., Lin, L.Y., Chen, C.H., & Chung, C.H. (2018b). 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.P, 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 Pediatrics*, 5(145), 1-8. <http://doi.org/10.3389/fped.2017.00145>
- 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>
- Lozano, J., Ballesta, F., Cerezo, M.C., & Alcaraz, S. (2013). Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado con trastorno del espectro autista (TEA). *Fuentes*, 14, 193-208.
- Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27, 1-4. <http://greav.ub.edu/der/>
- McMahon, D., Cihak, D.F., & Wright, R. (2012). Augmented reality as a navigation tool to employment opportunities for postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 47, 157-172. <http://doi.org/10.1080/15391523.2015.1047698>
- Moore, D.J., Cheng, Y., McGrath, P., & Powell, N.J. (2005). Collaborative virtual environment technology for people with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 20(4), 231-243. <https://doi.org/10.1177/10883576050200040501>
- Navan, A., & Khaleghi, A. (2020). Using Gamification to Improve the Education Quality of Children with Autism. *Revista Científica*, 37(1), 90-106. <https://doi.org/10.14483/23448350.15431>
- Neira, M.R., Del Moral, M.E., & Fombella, I. (2019). Aprendizaje inmersivo y desarrollo de las inteligencias múltiples en Educación Infantil a partir de un entorno interactivo con realidad aumentada. *Magister*, 31(2), 1-8. <https://bit.ly/2Gaj2m5>

- Parés, N., & Parés, R. (2006). Towards a model for a virtual reality experience: the virtual subjectiveness. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 15(5), 524–538. <http://doi.org/10.1162/pres.15.5.524>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.
- Parsons, S., Leonard, A., & Mitchell, C. (2006). Virtual Environments for Social Skills Training: Comments from Two Adolescents with Autistic Spectrum Disorder. *Computers & Education*, 47(2), 186–206. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.10.003>
- Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit*, 46, 187–203. <http://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Prieto, A., Díaz, D., Monserrat, J., & Reyes, E. (2014). Experiencias de aplicación de estrategias de gamificación a entornos de aprendizaje universitario. *Revisión. Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática*, 7(2), 76–92. <https://bit.ly/2SqhBCL>
- Rodrigues da Silva, R. J., Gouveia, R., & Pereira, C. T. (2019). Gamification in management education: A systematic literature review. *BAR-Brazilian Administration Review*, 16(2), e180103. <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2019180103>
- Romero, M., & Harari, I. (2017). Uso de nuevas tecnologías TICS-realidad aumentada para tratamiento de niños TEA un diagnóstico inicial. *Universidad Internacional SEK*, 6, 1–7. <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2985>
- Sahin, N.T., Abdus-Sabur, R., Keshav, N.U., Liu, R., Salisbury, J.P., & Vahabzadeh, A. (2018a). Case Study of a Digital Augmented Reality Intervention for Autism in School Classrooms: Associated With Improved Social Communication, Cognition, and Motivation via Educator and Parent Assessment. *Frontiers in Education*, 3(57), 1–13. <https://doi.org/10.3389/educ.2018.00057>
- Sahin, N.T., Keshav, N.U., Salisbury, J.P., & Vahabzadeh, A. (2018b). Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social Communication Aid for Children and Adults with Autism. *Journal of Clinical Medicine*, 7(188), 1–17. <https://doi.org/10.3390/jcm7080188>

- Shane, H.C., & Albert, P.D. (2008). Electronic screen media for persons with autism spectrum disorders: Results of a survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(8), 1499-1508. <https://doi.org/10.1007/s10803-007-0527-5>
- Soares, K.P., Burlamaqui, A.M., Gonçalves, L.M., Da Costa, V., Cunha, M., Da Silva Burlamaqui, A.R. (2017). Preliminary studies with augmented reality tool to help in psycho-pedagogical tasks with children belonging to autism spectrum disorder. *IEEE Latin America Transactions*, 15(10), 2017-2023. <http://doi.org/10.1109/TLA.2017.8071250>
- Tárraga, R., Vélez, X., La Cruz, I., & Sanz, P. (2019). Efectividad del uso de las TIC en la intervención educativa con estudiantes con TEA. *Didáctica, innovación y multimedia*, 37, 1-9.
- Taryadi, D., & Kurniawan, I. (2018). The improvement of autism spectrum disorders on children communication ability with PECS method multimedia augmented reality-based. *Journal of Physics: Conference Series*, 47(1), 1-8. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012009>
- Wang, W.Z., & Lee, I.J. (2020). Social Intervention Strategy of Augmented Reality Combined with Theater-Based Games to Improve the Performance of Autistic Children in Symbolic Play and Social Skills. En *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 401-411). Springer. <https://n9.cl/o2uhs>
- Wass, S., & Porayska, K. (2014). The uses of cognitive training technologies in the treatment of autism spectrum disorders. *Autism*, 18(8), 851-871. <http://doi.org/10.1177/1362361313499827>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.

CAPÍTULO IV

A gamified environment supported by augmented reality for improving Communicative Competence in students with ASD: design and validation⁴

1. Introduction

According to the DSM-5™, people with Autism Spectrum Disorder (ASD) have persistent deficits in social communication, reciprocity, and non-verbal communication, etc. (American Psychiatric Association, 2013). They also have limitations in language development, presenting difficulties in acquisition within the critical natural period (Marzo and Belda, 2021). These problems can often cause feelings of loneliness and social exclusion (Baixauli et al., 2017). According to the European Parliament and Council (2006), these limitations can directly affect communicative competence, which is understood as the human capacity to communicate in various contexts, have tolerant and empathetic attitudes, and understand different points of view, among other things. Early education interventions to alleviate these difficulties are carried out in clinical and educational settings, based on individual characteristics.

Over the last ten years, many interventions for these students have been produced that use digital resources, which are usually noted for their versatility, flexibility, and adaptability (Durán, 2021; López-Bouzas and Del Moral, 2022; López-Meneses and Fernández-Cerero, 2020). Software systems –such as mobile and multimedia applications– have been created specifically for people in this group (Alharbi and Huang, 2020; García Guillén et al., 2016; Sánchez, 2021). More specifically, the growth in augmented reality (AR) resources over the same time has driven the development of software that takes advantage of AR's potential as a technique that can take social therapy into the virtual world, increasing students' intrinsic motivation (Adnan et al., 2018; Khowaja et al., 2020).

In general, these augmented reality resources are used to stimulate communication competence. Some aim to stimulate students' socio-emotional skills using activities based on social reciprocity (Chung and Chen, 2017), improve understanding of non-verbal behaviour (Chen et al., 2016), alleviate limitations due to the complexity of facial processing (Adnan et al.,

⁴ López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). A gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: design and validation. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 19, 80–93. <https://doi.org/10.46661/ijeri.6820>

2018), or improve social interaction as a whole (Lee et al., 2018). Others aim at stimulating linguistic skills using augmented communication methods (Taryadi and Kurniawan, 2018; Sahin et al., 2018), or at stimulating reading skills (Kolomoiets and Kassim, 2018) and literary skills (Arief and Efendi, 2018). In addition, active methodologies and techniques such as gamification –which uses the mechanisms and dynamics of games in non-play contexts (Zichermann and Cunningham, 2011)– are leading to successful interventions that use games as the setting (Malinverni et al., 2017).

Presenting missions and challenges, and offering rewards and incentives, allows educational objectives to be achieved. It also increases student motivation and involvement, producing meaningful learning (Rodrigues da Silva et al., 2019). Gamification helps increase motivation in therapeutic sessions and helps change behaviour in the long term (Malinverni et al., 2017; Van Dooren et al., 2019). It helps in adapting content to the student regardless of their developmental level, providing experiences linked to the real world they can identify with (Mubin et al., 2020).

Using gamified environments with these students helps their personal growth through extrinsic motivation, activating their emotional intelligence and encouraging their interpersonal relationships (Arzone et al., 2020). Incorporating digital resources into these virtual environments makes it easier to have gamified activities (Kousar et al., 2019), increasing engagement and motivation via emotional linking (Kang and Chang, 2019). In addition, recreating situations, and people from the real world in playful settings reduces the intrinsic cognitive difficulty of acquiring learning associated with the rules that guide interpersonal relationships and the interiorization of social norms (Malinverni et al., 2017).

The convergence of gamification and AR is an opportunity for promoting these students' communicative competence, as the motivation provided by the mechanics and dynamics of the game, supported by the digital settings, are a source of multisensorial stimuli that help students interpret meaning in communication processes and social interaction.

2. Method

The objective of this study was to design and validate an Augmented Gamified Environment (AGE) to promote communicative competence in students with ASD, providing a playful, didactic, interactive experience. The study used a mixed methodology: *qualitative*, focusing on a single case study describing

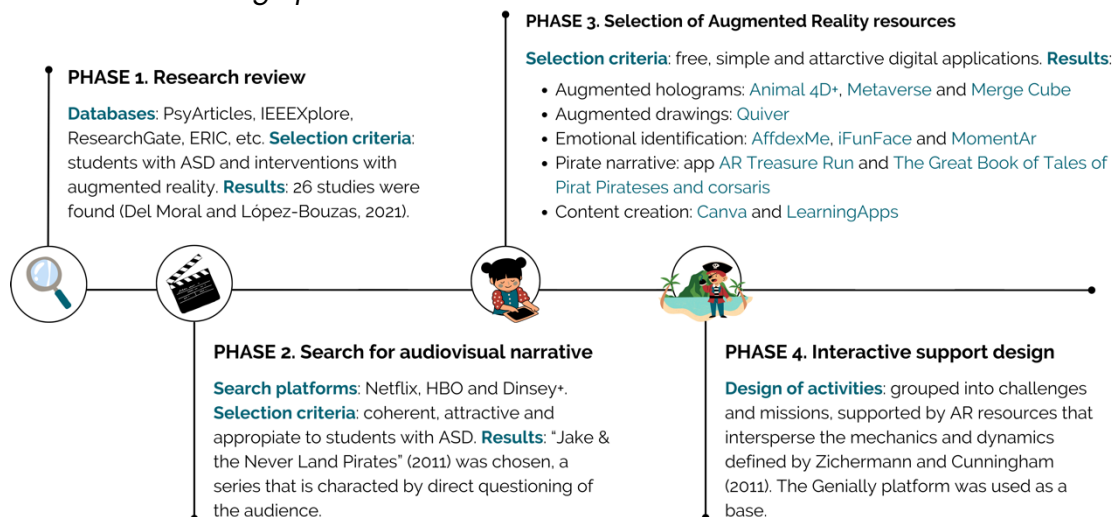
the environment design process; and *quantitative*, collecting expert assessment through the Delphi methodology to validate and refine it.

2.1. The design process for the environment

The Augmented Gamified Environment (AGE) is an immersive digital space that combines fun learning with activities supported by AR, encouraging student immersion in the learning process through interaction with digital devices (Del Moral and López-Bouzas, 2021). More specifically, the environment in *From Cabin Boy to Captain: in search of the lost treasure* provides a personalized intervention for students with ASD to stimulate their communicative competence. The design phases are summarized below (Figure 1).

Figure 1.

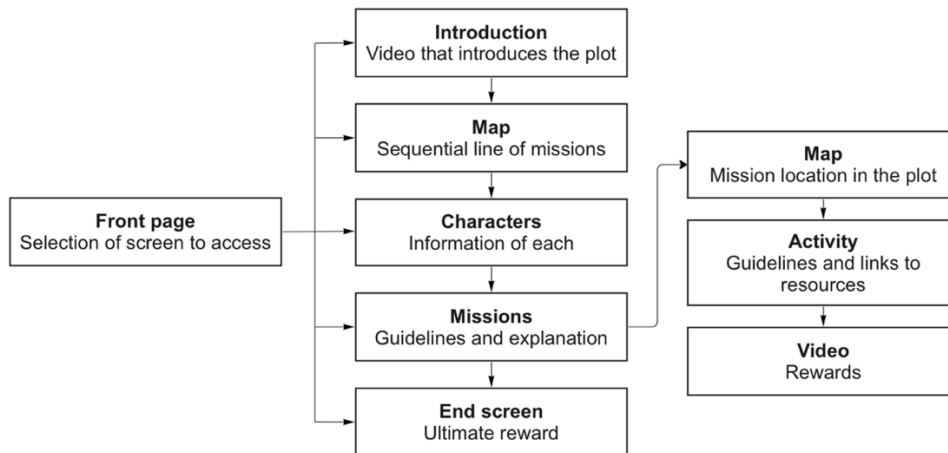
Phases of the design process.



Source: elaborated by the authors.

This proposal prioritizes the visual design of the game and the presence of a mediator when doing the activities (Ben-Sasson et al., 2012; Guisti et al., 2011). The Genially platform was selected as the base for the environment, as it allows for the creation of scenarios for finding clues, solving challenges, and doing missions with an educational goal (Grande de Prado et al., 2021; Trejo, 2019). The activities are sequenced based on an appealing story that makes it easy for the students to move through the environment (<https://n9.cl/zhlod>). AR resources were also included which invite interaction and mission execution via gamification mechanics and dynamics. The internal navigation map is shown in Figure 2.

Figure 2.
AGE navigation map.



Source: elaborated by the authors.

Faces of animated characters particularly capture students' attention and make them more interested in psycho-pedagogical activities (Soares et al., 2017). To that end, the Disney animated series, *Jake and the Never Land Pirates* was used as the setting for incorporating gamified activities. The adventure aesthetic and the two- and three-dimensional modelling invite the students to immerse themselves in educational activities, and the characters become the main drivers of the plot, which are presented through speech and speech bubbles.

Although the *missions* are independent activities, they all combine digital resources and AR applications. Each mission is accompanied by YouTube videos which make it easier for the student to be immersed in the virtual environment. The activities are organized into flexible levels, adapting to different levels of development. There are also *prizes* and *rewards*: gold doubloons for advancing through the story, rewards for completing each mission, which get better as the plot advances (a spyglass, a hook, a pirate hat), and finally, a downloadable diploma with the student's name on it.

The environment also has its own feedback system, provided by the characters themselves. In line with Cabrera (2020), this feedback is: *prescriptive*, indicating what the subject has to do or avoid doing; *evaluative*, as it provides justification for the score of the completed tasks; *descriptive*, as it explains how to do each task correctly; and *interrogative*, as it invites reflection about how the tasks were done.

2.2. Delphi validation

The Delphi method was chosen to validate the potential of the Augmented Gamified Environment designed to stimulate communicative competence in students with ASD. The criteria established by Linstoney and Turoff (1975) were followed: identification of the problem, creation of a panel of experts, presentation of the problem and request for responses; summary of responses and specific statements; and final configuration of the resource. In the field of education research, López-Gómez (2018) suggests selecting experts based on the following criteria: 1) training in the field of special education; 2) working teachers with experience of students with ASD. The final selection comprised twelve teachers from special education schools who voluntarily agreed to participate in this study.

The index of Expert Competence (K) was assessed (Barroso and Cabero, 2013) using the parameter: $K = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$, where K_c is the expert's *Coefficient of knowledge* according to pre-established criteria and K_a is the *Coefficient of argumentation* or self-assigned score about their own mastery (on a scale of 0-10, multiplied by 0.1). In this study the competence of the experts was $K=0.865$, which is considered to be high influence, as $K > 0.8$.

2.3. Instrument

The instrument was produced following the guidelines from Madariaga et al. (2016) for assessing quality educational software: adaptability, functionality, reliability, and usability. Four dimensions were included with fourteen variables in total. Experts gave their assessments using a Likert-type scale (very much=4, to a large extent=3, a little=2, not at all=1) along with any suggestions they had via open response fields. *Google Forms* was used to create an *ad hoc* form which was completed by each of the experts during January 2022. Table 1 shows the variables and categories making up the validation instrument.

Table 1.

Variables and analysis categories.

Dimensions	Analysis categories (1=not at all, 2=a little, 3=to a large extent, 4=very much)
(A) Adaptability to learners' different styles of learning	A1. The setting promotes personalized intervention with the student A2. The selected app offers user-friendly, intuitive navigation
(P) Content presentation	P1. The Genially platform is a suitable base for the activities P2. The environment includes various codes (visual, verbal, auditory) for accessing content
(D) Competence development	D1. The selected apps stimulate communicative competence D2. The linguistic activities include perception tasks and visual and auditory discrimination of pictograms, images, and icons.

	D3. The identification and association tasks help stimulate acquisition of vocabulary, semantic comprehension, and phonetic improvement D4. The socio-emotional activities help in identification and recognition of emotions
Suitability of gamification strategies for students with ASD: (M) mechanics; (D) dynamics	M1. Awarding points contributes to completing missions M2. The scaling of different levels encourages adaptability to the students' level of development M3. The missions and challenges get progressively more difficult D1. The story and the plot encourage immersion D2. The characters and the plots encourage emotional involvement D3. The student being able to see how they are advancing in missions helps them to self-regulate their learning

Source: elaborated by the authors.

3. Results

Following collection during the validation process, the experts' assessments are summarized below (Table 2).

Table 2.

Percentage distribution of teachers' opinions about the AGE.

Indicators	1	2	3	4	X	SD
	Fre(%)	Fre(%)	Fre(%)	Fre(%)		
A1. The setting promotes personalized intervention with the student	0(0.0)	0(0.0)	5(41.6)	7(58.3)	3.5	0.5
A2. The selected app offers user-friendly, intuitive navigation	0(0.0)	1(8.3)	3(33.3)	8(66.6)	3.5	0.6
P1. The Genially platform is a suitable base for the activities	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	12(100.0)	4.0	0.0
P2. The environment includes various codes (visual, verbal, auditory) for accessing content	0(0.0)	0(0.0)	6(50.0)	6(50.0)	3.5	0.5
D1. The selected apps stimulate communicative competence	0(0.0)	0(0.0)	2(16.6)	10(83.3)	3.8	0.3
D2. The linguistic activities include perception tasks and visual and auditory discrimination of pictograms, images, and icons	0(0.0)	5(41.6)	4(33.3)	3(33.3)	2.8	0.8
D3. The identification and association tasks help stimulate acquisition of vocabulary, semantic comprehension, and phonetic improvement	0(0.0)	6(50.0)	4(33.3)	2(16.6)	2.6	0.7
D4. The socio-emotional activities help in identification and recognition of emotions	0(0.0)	4(33.3)	4(33.3)	4(33.3)	3.0	0.8
M1. Awarding points contributes to completing missions	0(0.0)	1(8.3)	7(58.3)	4(33.3)	3.2	0.6
M2. The scaling of different levels encourages adaptability to the students' pace of development	3(33.3)	5(41.6)	2(16.6)	2(16.6)	2.2	1.0
M3. The missions and challenges get progressively more difficult	2(16.6)	4(33.3)	3(33.3)	3(33.3)	2.5	1.0
D1. The story and the plot encourage immersion	0(0.0)	0(0.0)	5(41.6)	7(58.3)	3.5	0.5
D2. The characters and the plots encourage emotional involvement	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	12(100.0)	4.0	0.0
D3. The student being able to see how they are advancing in missions helps them to self-regulate their learning	0(0.0)	0(0.0)	7(58.3)	5(41.6)	3.4	0.5

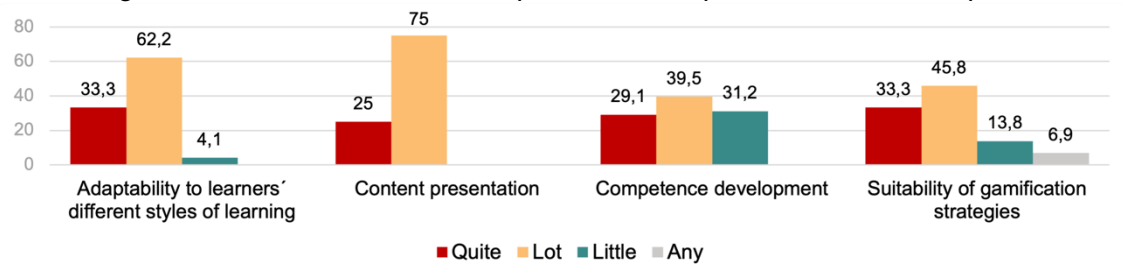
Source: elaborated by the authors.

Once the data was collected, it was clear that the best assessments were about content presentation (75.0%) related to the interactive base and the

inclusion of a variety of codes (visual, verbal, and auditory), promoting adaptation to each individual student. In addition, the assessment of adaptability to learning styles (62.2%) suggests that the environment encourages personalized interventions in which the app offers user-friendly, intuitive navigation (Figure 3). There were lower scores for the suitability of the AGE in gamification strategies, particularly in terms of the level scaling the design and presentation of challenges and missions.

Figure 3.

Percentage distribution of the suitability of the AGE by dimension of analysis.



Source: elaborated by the authors.

The experts' suggestions gave additional clarification linked to the visibility, validity, and adaptability of the environment. Some noted the need to adapt the presentation of the content: E3, "...perhaps it would be interesting for the screens to have fewer elements; they can sometimes act as distractors for these students."; E7, "There shouldn't be too many pictograms, as occasionally they can be a dissuasive element that puts the student off the task to be done"; E8, "with regard to the instructions for the activities, it would be interesting if they adapted to the developmental level of the student".

Other experts suggested the need to adapt the content to the competence level of the students: E10, "There should also be a lower level of difficulty, as it's hard to cover such a diverse set of students with only two levels. Many won't fit in either of them..."; E5, "...it may be interesting to include activities that are at a lower difficulty level, related to grouping or association". Finally, and although the resource was conceived of for use in pre-determined interventions, one teacher added: E11, "It is a very interesting resource. It would be a shame if it couldn't be used in other contexts. Would it be possible to include explanations of the activities on the screen? That way anyone could use it...".

Once the clarifications and suggestions from the experts had been incorporated, and following improvements to the environment, a final version was produced. The definitive AGE had two types of activities: 1) *Shared activities* -regardless of level- initially identifying characters, who students

had to visualize with AR to identify their qualities from a QR. Additional interactive tasks start with watching YouTube videos, with students given rewards (gold doubloons) which enrich the narrative by gamifying the plot. There are also tasks linked to advancing through the environment by passing through screens that go on to the missions. 2) *Activities assigned to each level*, which adapt to the students' starting point and level of learning. Guidelines were added for doing activities and elements and activities were reorganized -avoiding distractors- with the addition of a third level (Table 3).

Table 3.

Modifications to the AGE following the teachers' suggestions.

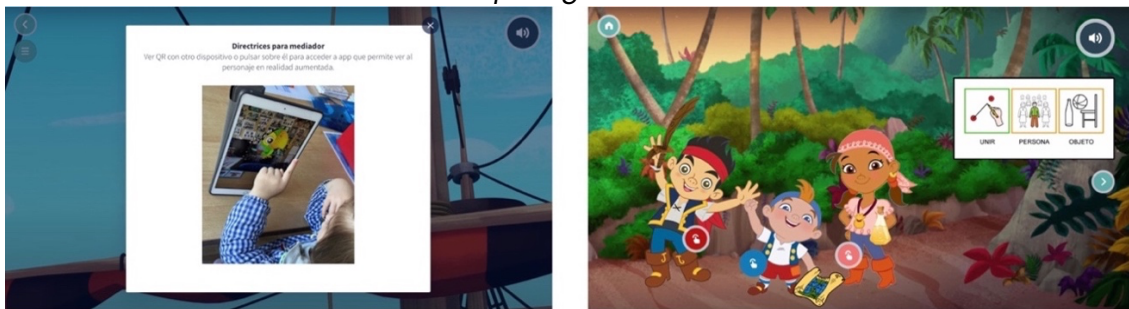
	Changes	Level (L1)	Level 2 (L2)	Level 3 (L3)
Clues and help for doing activities	An adult mediator presses a button, and a text box opens describing the task	The student listens to some speech supported by pictograms to do the task	The student listens to some speech to do the tasks	
Screen elements	Simple environment and guiding characters	Nautical setting, pirate characters, and pictograms	Nautical setting and pirate characters	
Type of activity	Exploration, colouring, association, and memory	Association through selective recall, exploration and manipulation of objects, identification of elements	Exploration and manipulation of objects to name, describe, and compare characteristics	

Source: elaborated by the authors.

An information button was added to the upper left corner of the screen which opens a text box giving guidelines for doing the shared activity or level 1 tasks (Figure 4). Pictograms were added solely to level 2, created using the web page of Pictograms and Resources for Argumentative and Alternative Communication (ARASAAC) (Figure 5).

Figures 4 and 5.

Information screens and addition of pictograms in L2.










Source: elaborated by the authors in Genially.

All the activities promote Universal Learning (Carrington et al., 2020); they present content incorporating various codes: written text, speech, information windows, and 2D and 3D images and video. The presentation of the information in the digital environment includes links to visual and audio-visual resources, resource sheets, cards, and books, etc. This gives the environment

flexibility for acquiring learning and stimulating communicative competence. In addition, it makes it more interesting and motivating, as the AGE goes beyond the traditional use of pictograms or specific apps in order to immerse the student in a pirate adventure in which they are the protagonist. After modifying the environment based-on the teachers' suggestions, the missions and activities with AR were as follows (Table 4):

Table 4.

Missions (M), activity, and resources in the AGE.

M	Level. Activity	Resources (access)	
1	Level 1. Naming and association of each character and their colour	Genially	
	Level 2. Naming and association of each element with their character	App iFunFace (Google Play and App Store); Game on LearningApps (authors' creation)	 
	Level 3. Naming the nautical elements	Book El gran libro de relatos de piratas y corsarios (https://n9.cl/o4bbn). App Pirates AR (Google Play and App Store)	 
2	Level 1. Naming the emotions (emoticons) and association with the students' facial expressions	App AffdexMe (Google Play and App Store)	
	Level 2. Associating emotions with their causes	Genially <i>ad hoc</i> complement (https://n9.cl/w09ic); App Moment AR (Google Play and App Store); Merge Cube: https://n9.cl/hmfer	 
	Level 3. Recognition of one's own emotion	App Colorear Online (Google Play and App Store)	
3	Level 1. Naming animals	Quiver sheets (https://n9.cl/6sjla); App Quiver (Google Play and App Store)	
	Level 2. Identification and description of animals (size, colour, habitat, etc.)	App Merge Object Viewer (Google Play and App Store); Merge Cube: https://n9.cl/hmfer	 
	Level 3. Comparison between animals' characteristics	App Animal 4D (Google Play and App Store); Downloadable cards: https://n9.cl/u55ze	 
4	Level 1. Simple treasure hunt (close to the student and visible)		
	Level 2. Search for hidden treasure using a map with help	App ARrrrrgh (Google Play and App Store)	
	Level 3. Search for hidden treasure following a map autonomously		

Source: elaborated by the authors.

4. Discussion and conclusions

The AGE designed for this study brings together gamified activities and AR resources in a virtual environment to develop communicative competence in students with ASD. A playful story was created which incorporates various

activities, seeking multisensorial involvement of the student from their immersion and engagement in the story, making them responsible for the outcome of the plot, which promotes growth of their communicative competence. It is a personalized intervention providing functional, spontaneous communication, promoting social, linguistic, and cognitive abilities linked to symbolic play.

The experts noted the limitations of its use in the educational context and identified possible improvements. The AGE was modified as a result to increase its *adaptability*, by including three difficulty levels. The number of distracting elements was reduced based on the students' level to improve *flexibility*, and the activities were adapted to students' different developmental levels, increasing its *functionality*. That meant that the AGE became more flexible, adaptable, and functional for improving the communicative competence of students with ASD. The setting presented pop-up windows with multimedia elements (written text, voiceovers, images, videos in 2D and 3D) and incorporates links to visual and audio-visual resources, resources sheets, cards, books, etc. that stimulate the student immersion.

In addition, the proposed activities are motivating due to their playful component and can be carried out independently of the AGE narrative, which gives them great versatility. This gamified virtual environment could also be extrapolated to other contexts and educational stages and implemented in classrooms with subjects without Special Educational Needs. The creation of this type of resources requires the training of teachers in digital competence so that they know how to design and integrate emerging resources such as augmented reality from a didactic and evaluative perspective. Undoubtedly, this research is also a didactic strategy for training teachers as it gives guidelines for the design process, allowing new stories and intervention resources to be created.

Future implementation of the environment, supported by AR resources, is expected to produce positive results in linguistic development, similar to Kolomoiets and Kassim (2018) and Taryadi and Kurniawan (2018), as well as to increase students' socio-emotional skills (Chen et al., 2016; Keshav et al., 2017). In addition, the use of gamified activities for stimulating emotional intelligence, as noted by Arzone et al. (2020), and encouraging social interaction (Mubin et al., 2020) ensures immersion in the environment. This prototype will be implemented in the near future, where its efficacy in activating communicative competence in these students will be tested in a real situation.

5. References

- Adnan, N.H., Ahmad, D., & Abdullasim, N. (2018). Systematic Review on Augmented Reality Application for Autism Children. *Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems*, 10(11), 26–32. <https://bit.ly/37cr21x>
- Alharbi, M., & Huang, S. (2020). An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders. In *2020 IEEE International Systems Conference (SysCon)* (pp. 1–6). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SysCon47679.2020.9275659>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Arief, M., & Efendi, M. (2018). The book of pop up augmented reality to increase focus and object recognition capabilities for children with autism. *Journal of International Conference on Special Education in Southeast Asia Region (ICSAR)*, 2(1), 9–14. <http://dx.doi.org/10.17977/um005v2i12018p009>
- Arzone, C., Mottan, K., & Saad, K.M. (2020, July). The Relationship between Gamification and Emotional Intelligence among Children with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Special Education In South East Asia Region 10th Series 2020* (pp. 424–433). Redwhite Press. <https://series.gci.or.id/article/320/15/icsar-2020-2020>
- Aspiranti, K., Larwin, K., Schade, L., & Schade, B. (2018). iPads/tablets and students with autism: a meta-analysis of academic effects. *Assistive Technology: the Official Journal of RESNA*, 32(1), 23–30. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1463575>
- Baixaulli, I., Roselló, B., Berenguer, C., Colomer, C., & Grau, M. (2017). Intervenciones para promover la comunicación social en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 64, 39–44. <https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017013>
- Barroso, J.M., & Cabero, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25–38. <http://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>

- Ben-Sasson, A., Lamash, L., & Gale, E. (2012). To enforce or not to enforce? The use of collaborative interfaces to promote social skills in children with high functioning autism spectrum disorder. *Autism, 17*, 608-622. <https://doi.org/10.1177/1362361312451526>
- Cabrera, J.D. (2020). La retroalimentación para mejorar el proceso de aprendizaje en el estudiante. *Revista Universitaria de Informática RUNIN, 7*(10), 70-75. <https://doi.org/10.22267/runin>
- Carrington, S., Saggars, B., Webster, A., Harper-Hill, K., & Nickerson, J. (2020). What Universal Design for Learning principles, guidelines, and checkpoints are evident in educators' descriptions of their practice when supporting students on the autism spectrum? *International Journal of Educational Research, 102*, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101583>
- 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*, 477-485. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.09.033>
- Chung, C.H., & Chen, C.H. (2017). Augmented reality based social stories training system for promoting the social skills of children with autism. *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations, 486*, 495-505. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_44
- Del Moral, M.E., & López-Bouzas, N. (2021). Entornos gamificados aumentados para Educación Primaria: claves para su diseño [Sensitive gamified environments for Primary Education: keys for its design] In J.M., Romero, M., Ramos, C. Rodríguez, & J.M., Sola (coords.). *Escenarios educativos investigadores: hacia una educación sostenible*, (pp. 1233-1243). Madrid: Dykinson.
- Durán, S. (2021). Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation, 7*(1), 107-121. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9771>
- Grande de Prado, M., García-Martín, S., Baelo, R., & Abella-García, V. (2021). Edu-Escape Rooms. *Encyclopedia, 1*(1), 12-19. <http://doi.org/10.3390/encyclopedia1010004>

- Guisti, L., Zancanaro, M., Gal, E., & Weiss, P. L. (2011). Dimensions of Collaboration on a Tabletop Interface for Children with Autism Spectrum Disorder. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 3295- 3304). <http://doi.org/10.1145/1978942.1979431>
- Kang, Y.S., & Chang, Y.J. (2019). Using game technology to teach six elementary school children with autism to take a shower independently. *Developmental Neurorehabilitation*, 22(5), 329-337. <https://doi.org/10.1080/17518423.2018.1501778>
- Khowaja, K., Banire, B., Al-Thani, D., Tahri, M., Aqle, A., & Shah, A. (2020). Augmented Reality for Learning of Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *IEEE*, 8, 78779-78807. <http://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2986608>
- Kolomoiets, T.H., & Kassim, D.A. (2018). Using the augmented reality to teach of global reading of preschoolers with autism spectrum disorders. In A. Kiv & V.Soloviev (Eds.). In *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education*. CEUR-WS, vol. 2257, (pp. 237-246). <https://bit.ly/30PCRGL>
- Kousar, S., Mehmood, N.Q., & Ahmed, S. (2019). Serious games for children with autism spectrum disorder (ASD): A comparative study. *University of Sindh Journal of Information and Communication Technology*, 3(3), 167-170. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00689-4>
- 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>
- Linstone, H., & Turoff, M. (1975). *The Delphi Method: Techniques and applications*. Addison-Wesley.
- López Meneses, E., & Fernández Cerero, J. (2020). Information and Communication Technologies and functional diversity: knowledge and training of teachers in Navarra. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 14, 59-75. <https://doi.org/10.46661/ijeri.4407>
- López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la competencia comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación. *Innoeduca. International*

- Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(2), 83-96.
<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.14264>
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1), 17-40. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Madariaga, C.J., Ortiz, G.M., Cruz, Y.B., & Leyva, J.J. (2016). Validación del Software Educativo Metodología de la Investigación y Estadística para su generalización en la docencia médica. *Correo Científico Médico*, 20(2), 225-236. <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v20n2/ccm02216.pdf>
- Malinverni, L., Mora, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Parés, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with autism spectrum disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535-549. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>
- Marzo, M., & Belda, M. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA. *IJNE: International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Mubin, S.A., Poh, M.W.A., Rohizan, R., Abidin, A.Z., & Wei, W.C. (2020). Gamification Design Framework to Support Autism Children Interaction Skills: A Systematic. *International Journal of Current Research and Review*, 12(22), 120-125. <http://dx.doi.org/10.31782/IJCRR.2020.122230>
- Ntalindwa, T., Nduwingoma, M., Karangwa, E., Soron, T.R., Uworwabayeho, A., & Uwineza, A. (2021). Development of a Mobile App to Improve Numeracy Skills of Children With Autism Spectrum Disorder: Participatory Design and Usability Study. *JMIR pediatrics and parenting*, 4(3), e21471. <https://arxiv.org/abs/1801.03529>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.
- Rodrigues da Silva, R.J., Gouveia, R., & Pereira, C.T. (2019). Gamification in management education: A systematic literature review. *BAR-Brazilian Administration Review*, 16(2), e180103. <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2019180103>
- Sahin, N.T., Keshav, N.U., Salisbury, J.P., & Vahabzadeh, A. (2018). Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social

Communication Aid for Children and Adults with Autism. *Journal of Clinical Medicine*, 7(188), 1-17. <https://doi.org/10.3390/jcm7080188>

Sánchez, M.C. (2021). Análisis y evaluación de aplicaciones para desarrollar la comunicación en el alumnado con trastorno del espectro autista. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 75, 168-187. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.75.1681>

Soares, K.P., Burlamaqui, A.M.F., Gonçalves, L.M.G., Da Costa, V.F., Cunha, M.E., & Da Silva Burlamaqui, A.A. (2017). Preliminary studies with augmented reality tool to help in psycho-pedagogical tasks with children belonging to autism spectrum disorder. *IEEE Latin America Transactions*, 15(10), 2017-2023. <http://doi.org/10.1109/TLA.2017.8071250>

Taryadi, D., & Kurniawan, I. (2018). The improvement of autism spectrum disorders on children communication ability with PECS method multimedia augmented reality-based. *Journal of Physics: Conference Series*, 47(1), 1-8. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012009>

Trejo, H. (2019). Technological resources for the integration of gamification in the classroom. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 13, 75-117. <http://doi.org/10.4018/jcit.2014100104>

Van Dooren, M.M., Siriaraya, P., Visch, V., Spijkerman, R., & Bijkerk, L. (2019). Reflections on the design, implementation, and adoption of a gamified eHealth application in youth mental healthcare. *Entertainment Computing*, 31, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100305>

Zichermann, G. & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.

CAPÍTULO V

Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA⁵

1. Introducción

Según el Parlamento Europeo y Consejo (2006), la competencia comunicativa se relaciona con la capacidad de los sujetos para comunicarse en diferentes contextos, mostrar actitudes tolerantes y empáticas, expresar y comprender puntos de vista diferentes, negociar inspirando confianza, etc. Estas competencias pueden ser adquiridas y desarrolladas por todas las personas, incluidos las que poseen Trastorno del Espectro Autista (TEA), a pesar de sus alteraciones en el lenguaje, déficits perseverantes en la comunicación – verbal y no verbal– y su limitación comunicativa para interactuar socialmente (American Psychiatric Association, 2013).

La mayor limitación de las personas con TEA se detecta en la falta de comunicación no verbal, asociada con la dificultad para interactuar, impidiendo la reciprocidad social y emocional y alterando la cognición social (Atencia, 2010). Kjellmer et al. (2012) reconocen que ello les impide identificar la intención comunicativa, reduciendo su interés por iniciar conversaciones y juegos. Padecen alteraciones del lenguaje gestual interpersonal y social y en el lenguaje productivo, como ecolalias, repetición involuntaria e inconsciente de palabras, frases o conversaciones y alteraciones en la prosodia del lenguaje (Da Silva Reis et al., 2016). En ocasiones presentan un habla telegráfica al eliminar algunos nexos, no comprenden las metáforas, chistes o frases hechas (Atencia, 2010; Eigsti et al., 2011).

Estos déficits implican dificultades para adaptar su lenguaje al contexto, a las normas sociales o al receptor (Kjellmer et al., 2012). Distintas investigaciones (Baixauli et al., 2017; Moore et al., 2005; Parsons et al., 2006; Shane y Albert, 2008) apuntan que las app digitales pueden ofrecer grandes beneficios para estimular al alumnado con TEA, en especial, para desarrollar las habilidades lingüísticas y socio-emocionales a partir del reconocimiento de emociones en el rostro, el desarrollo del lenguaje, la alfabetización y las relaciones interpersonales. Las app contribuyen a reducir las limitaciones de estos

⁵ López-Bouzas, N., & Del Moral Pérez, M. E. (2022). Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA. *Revista de Educación Inclusiva*, 15(2), 206-219.

sujetos aprovechando su potencial desde el disfrute (García-Guillén et al., 2016; Tárraga et al., 2019).

En la sociedad digital, la tecnología constituye un poderoso catalizador del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues puede favorecer la comunicación, potenciar habilidades sociales y mejorar la calidad de vida a largo plazo (Lozano et al., 2013; Parsons et al., 2006), dado su carácter multisensorial e interactivo. Algunas investigaciones (Moore y Taylor, 2000; Neale et al., 2002; Sanromà et al., 2017) consideran que estos recursos se adaptan a los ritmos de aprendizaje y capacidades individuales, atendiendo a sus necesidades y características. Ofrecen la posibilidad de estructurar y organizar la información para convertirla en conocimiento, incrementando su nivel competencial. Sin embargo, aunque las app generan estímulos multisensoriales –principalmente visuales– que posibilitan el trabajo autónomo y potencian el autocontrol, es imprescindible seleccionarlas en función de las características individuales y del ritmo de aprendizaje de los sujetos (Hernández & Sosa, 2018).

Allen et al., (2016) y Jiménez et al., (2017) señalan que las aplicaciones digitales (app) pueden estimular la comunicación de personas con TEA, activando los prerrequisitos del lenguaje, la intención comunicativa y conducta social, apoyándose en Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación. Papoutsi et al., (2018) concluyen que activan las habilidades socio-emocionales y relaciones interpersonales, lo que ha impulsado la creación de app para este colectivo (Moore et al., 2005). Su carácter lúdico y estimulador las hace idóneas para estimular las habilidades sociales (Allen et al., 2016; Clark et al., 2015; Kucirkova et al., 2014), y las competencias social y comunicativa (Sanromà et al., 2017). Este mercado está creciendo, permitiendo diseñar intervenciones educativas con alumnado con TEA orientadas a estimular su competencia comunicativa (Hartin et al., 2016; Papoutsi et al., 2018).

Estos sujetos utilizan dispositivos digitales habitualmente, y son receptivos a usar app para entrenar habilidades (Ayres et al., 2013). Algunos estudios (Allen et al., 2016; Aspiranti et al., 2018; Boyd et al., 2015; Yang et al., 2015) concluyen que las app estimulan la comunicación, el comportamiento social, y el lenguaje (Jiménez et al., 2017), al tiempo que impulsan las habilidades lingüísticas y socio-emocionales al promover la adquisición de los prerrequisitos del lenguaje, la discriminación de la intención comunicativa y la conducta social (Flores et al., 2012). Por su parte, dando un paso más allá, Andrés-Roqueta et al. (2015) consideran que también se puede aprovechar el potencial de estas app como herramientas diagnósticas, lo que les llevó al

diseño de *Emocionatest* para evaluar la competencia emocional en este alumnado (García-Arnanz et al., 2018), apostando por una evaluación más dinámica y lúdica.

En esta misma línea, la presente investigación identifica los requisitos que deben tener este tipo de app para convertirse en herramientas diagnósticas –en este caso– de la competencia comunicativa de este alumnado, ligados a la oportunidad que ofrecen para medir sus habilidades lingüísticas y socio-emocionales, en un contexto dotado de elementos técnico-narrativos que contribuyan a dinamizar su interacción.

2. Metodología

Se adopta una metodología cualitativa centrada en el estudio de casos (Peña, 2009), como técnica para abordar la evaluación de aplicaciones digitales en tanto herramientas para diagnosticar la competencia comunicativa del alumnado con TEA.




2.1. Proceso selectivo y descripción de los casos

La selección de las app exigía que estuviesen: dirigidas a alumnado con TEA, orientadas al desarrollo de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales, diseñadas por equipos interdisciplinarios especialistas, accesibles en Google Play o Apple Store, y además, se acotó a aquellas que fueran gratuitas o de bajo coste para garantizar que pudiesen ser utilizadas por cualquier docente. Se encontraron 10 app que cumplieran todos estos criterios. La Tabla 1 las identifica, señalando la habilidad que priorizan y el tipo de actividades que incluyen.

Tabla 1.

Identificación de app.

App	ID. Nombre. Autoría (precio). Idiomas. Web.	Descarga	Habilidad priorizada. Tipo de actividades
	ID1. <i>AbaPlanet Lite</i> Fundación Planeta Imaginario (Gratuita). Inglés y español. www.abaplanet.com	App Store	<i>Lingüística.</i> Selección auditiva y emparejamiento de pictogramas (350 unidades de vocabulario básico). Sistema gamificado de economía de fichas y premios.
	ID2. <i>AutisMind</i> IDAPP MIND S.L. (Gratuita). Inglés y español. www.autismind.com	App Store Google Play	<i>Socio-emocional.</i> Estimulación de habilidades para inferir estados mentales ajenos y adaptarse a nivel social (atención conjunta, emociones básicas y secundarias, percepción global, interpretación contextual, anticipación, etc.). Comprende más de 1.000 ejercicios lúdicos e interactivos.

	ID3. <i>Avokiddo Emotions</i> Avokiddo Studio (2, 65€). Español. www.avokiddo.com	App Store Google Play	<i>Lingüística y socio-emocional.</i> Lectura de expresiones faciales y corporales; identificación de la causa-efecto social; desarrollo de la empatía al relacionar las emociones con sus causas; desarrollo del lenguaje para nombrar emociones y asociarlas con reacciones.
	ID4. <i>EmoPlay</i> Fundación Orange (Gratuita). Inglés, español, francés y portugués. https://n9.cl/55loxi	App Store Google Play	<i>Socio-emocional.</i> Reconocimiento, elección de emociones, explicación de la expresión facial asociada e identificación de una situación donde aplicarla.
	ID5. <i>Grace</i> Steven Troughton-Smith (33,99€). Inglés, árabe, danés, francés, alemán, italiano, portugués y español. www.graceapp.com/	App Store	<i>Lingüística.</i> Construcción de secuencias semánticas mediante imágenes relevantes para formar oraciones y favorecer una comunicación efectiva.
	ID6. <i>iSecuencias</i> Fundación Privada Planeta Imaginario (2,99 €). Inglés, español, catalán, francés y alemán. https://n9.cl/zlfu8	App Store Google Play	<i>Socio-emocional.</i> Secuenciación de imágenes de emociones, hábitos de autonomía, comportamiento y actitud acorde a eventos, situaciones cotidianas o actividades lúdicas.
	ID7. <i>Picaa</i> Everyware Technologies S.L. (Gratuita). Inglés, español, gallego y árabe. www.picaa.es	App Store	<i>Lingüística.</i> Percepción y discriminación visual y auditiva de pictogramas realizando actividades de selección y ordenación para estimular el vocabulario, comprender significados, mejorar la fonética, sintaxis y pragmática del lenguaje y aprendizaje causa-efecto e interpretaciones.
	ID8. <i>Sígueme</i> Fundación Orange (Gratuita). Inglés y español. www.proyectosigueme.com	App Store Google Play	<i>Comunicativa.</i> Potencia la observación y la percepción en personas que no saben leer o escribir, y la representación mental y comprensión lingüística mediante imágenes, fotografías, dibujos, pictogramas y audios. Incorpora vídeos de objetos del mundo real y rostros para reconocerlos.
	ID9. <i>TEAyudo a JUGAR</i> Fundación Orange (Gratuita). Inglés. https://n9.cl/z8dy7	App Store Google Play	<i>Socio-emocional.</i> Favorece la inclusión educativa y social mediante el juego. Se establece dónde se va a jugar, a qué, con quién, cómo y durante cuánto tiempo. Después, el juego discurre en interacción real entre los participantes.
	ID10. <i>Voice AAC</i> Spectrum Visions LLC (59,99€). Inglés y japonés. www.voice4uaac.com	App Store Google Play	<i>Lingüística.</i> Mejora del desarrollo del lenguaje a través de la ordenación y clasificación de más de 180 pictogramas con su palabra correspondiente. Se incluyen audios claros y fáciles de escuchar.

Fuente: elaboración propia.

2.2. Instrumento

Tomando como referencia los criterios diagnósticos recogidos en el DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2013) para medir el grado de limitación de este alumnado, junto a las directrices del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) (Center for Universal Design, 1997) en lo relativo a los recursos tecnológicos, se creó el instrumento de *TEApp* para evaluar el potencial diagnóstico de la competencia comunicativa de las app recogidas, contemplando tres dimensiones:

a) *Lingüística*, a partir de siete ítems adaptados de Kjellmer et al. (2012) que identifican la oportunidad que presentan las app para constatar las limitaciones lingüísticas de estos sujetos inferidas a partir de tareas lingüísticas (tareas de vocabulario y fonética, construcción de secuencias semánticas) y de comunicación social (ordenación, secuenciación, clasificación y emparejamiento de pictogramas o iconos) que incluyen.

b) *Socio-emocional*, concretados en cinco indicadores inferidos de Papoutsis et al. (2018) que permiten constatar el potencial de cada app para detectar sus limitaciones socio-emocionales, relativas a la identificación y reconocimiento emocional, la empatía, las relaciones causales o la inferencia de estados mentales ajenos y comportamientos sociales y normas sociales que abordan las distintas tareas.

c) *Técnico-estética*, con ocho ítems adaptados de Del Moral et al. (2018) referidos a la capacidad de adaptación y facilidad de manejo de la app, los códigos utilizados, el diseño de la interfaz, el *feedback* dispensado y estética visual medidos con una escala Likert (1=nada, 2=poco, 3=bastante, 4=mucho).

3. Resultados

3.1. Dimensión lingüística

La Tabla 2 señala las app que ayudan a determinar las limitaciones lingüísticas de estos sujetos presentan, infiriéndolas a partir de la ejecución de tareas lingüísticas y de comunicación social.

Tabla 2.

Evaluación de la dimensión comunicativa: aspectos lingüísticos (L) y de comunicación social (C).

Incorporan actividades para:	ID1	ID3	ID5	ID7	ID8	ID10	Total
L1. Conocer e incrementar el vocabulario.	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/6
L2. Ejercitar la fonética mediante la reproducción de sonidos.	Sí	No	No	Sí	No	Sí	3/6
L3. Invitar a la construcción de frases y secuencias semánticas.	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5/6
L4. Estimular el lenguaje a partir de ordenación y secuenciación.	No	No	Sí	Sí	Sí	No	3/6
L5. Desarrollar el lenguaje mediante clasificación y emparejamiento de pictogramas o iconos.	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	5/6
C1. Comprender e interpretar las relaciones causa-efecto (saludos, despedidas).	No	Sí	No	Sí	No	No	2/6
C2. Interiorizar respuestas sociales acordes a distintos contextos.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6/6

Total	5/7	3/7	4/7	7/7	5/7	5/7
-------	-----	-----	-----	------------	-----	-----

Fuente: elaboración propia.

Casi todas las apps permiten conocer las limitaciones lingüísticas, sin embargo, *AbaPlanet*, *Voice4u AAC* y *Picaa* las constata a través de tareas de conocimiento de vocabulario, semántica, clasificación y emparejamiento de pictogramas, y otras que permiten evaluar la fonética a partir de la discriminación de sonidos. Y, *Avokiddo Emotions* y *Picaa* permiten evaluar también aspectos de comunicación social, pues incluyen tareas sobre las relaciones causa-efecto y la interiorización de respuestas sociales en función del contexto.

3.2. Dimensión socio-emocional

La Tabla 3 presenta las app que permiten identificar las limitaciones socio-emocionales del alumnado, infiriéndolas a partir de la ejecución de tareas diversas.

Tabla 3.

Evaluación de la dimensión socio-emocional (SE).

Incorporan actividades para:	ID2	ID3	ID4	ID6	ID9	Total
SE1. Identificar y reconocer estados emocionales (expresiones faciales y corporales).	Sí	Sí	Sí	Sí	No	4/5
SE2. Relacionar emociones con las causas que las provocan.	Sí	Sí	Sí	Sí	No	4/5
SE3. Inferir estados mentales en el otro.	Sí	Sí	No	Sí	No	3/5
SE4. Adquirir normas y comportamientos sociales.	Sí	No	No	Sí	Sí	3/5
SE5. Favorecer la empatía.	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5/5
Total	5/5	4/5	3/5	5/5	2/5	

Fuente: elaboración propia.

TEAyudo A JUGAR permite evaluar únicamente la interacción social relativa al juego, mientras que *AutisMind* e *iSecuencias* cumplen todos los requisitos para evaluar las habilidades socio-emocionales, pues permiten evaluar la identificación y el reconocimiento emocional, relacionar emociones con sus causas, inferir estados mentales así como adquirir normas y comportamientos sociales.

3.3. Dimensión técnico-narrativa

La Tabla 4 constata qué app posibilitan en mayor medida la interacción del alumnado y garantizan la adaptación a las características individuales de cada sujeto al facilitar la navegación e interacción (Tabla 4).

Tabla 4.

Evaluación de los aspectos técnico-estéticos.

Aspectos técnicos óptimos:	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8	ID9	ID10	Total
T1. Se adapta a los distintos niveles de dificultad	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	9/10
T2. Utiliza variedad de códigos (verbal, icónico, sonoro)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	9/10
T3. Presenta formas de interacción amigables y navegación intuitiva (botones inicio, avance, etc.)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	Sí	Sí	8/10
T4. Ofrece una interfaz atractiva (dibujos, pictogramas, escenarios coloristas, etc.)	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	No	6/10
T5. Integra elementos multimedia variados (textos, imágenes, animaciones, vídeos, etc.)	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	No	5/10
T6. Motiva al adoptar formas lúdicas o gamificadas	No	No	Sí	No	No	Sí	No	No	No	No	2/10
T7. Posibilita la personalización (avatares, escenarios...)	No	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	No	4/10
T8. Ofrece <i>feedback</i> sobre la idoneidad de las acciones	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	5/10
Total	3/8	7/8	6/8	4/8	3/8	6/8	7/8	6/8	5/8	2/8	

Fuente: elaboración propia.

Todas las app –a excepción de *Avokiddo Emotions*– intentan adecuarse al nivel de dificultad y al ritmo de aprendizaje del usuario. *AbaPlanet*, *AutisMind*, *Grace*, *Picaa* y *TEAyudo a JUGAR* son las más adaptables, personalizan las actividades (dificultad, temporalización y realización). *Grace* y *Picaa* permiten crear carpetas con recursos propios. Todas utilizan pictogramas, imágenes o dibujos, sin embargo, *AbaPlanet*, *AutisMind*, *Avokiddo Emotions*, *EmoPlay*, *iSecuencias* y *Picaa* incluyen códigos sonoros para facilitar la interacción.

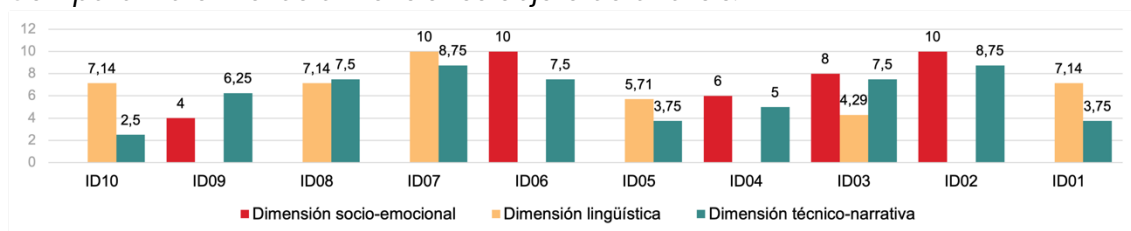
iSecuencias y *Picaa* cuentan con galerías con múltiples recursos, *TEAyudo a JUGAR* y *Voice4u AAC* integran tutoriales y guías de usuario. *AutisMind*, *Avokiddo Emotions*, *Picaa*, *iSecuencias* y *Sígueme* incluyen elementos multimedia variados (animaciones, vídeos o imágenes). Todas ofrecen una estética atractiva, especialmente *Avokiddo Emotions* presenta escenarios coloristas amigables. *Sígueme* adopta mecánicas de juego motivadoras (puntos, promoción de nivel o refuerzos positivos). Solo *AutisMind*, *TEAyudo a JUGAR* y *Picaa* utilizan avatares y escenarios personalizados. *Grace*, *TEAyudo a JUGAR* y *Voice4u AAC* son las únicas que no ofrecen *feedback*.

3.4. App seleccionadas como las más idóneas para el diagnóstico

Tras la evaluación del potencial diagnóstico, en la Figura 1 se observa una comparativa entre los resultados obtenidos.

Figura 1.

Comparativa entre las dimensiones objeto de análisis.



Fuente: elaboración propia.

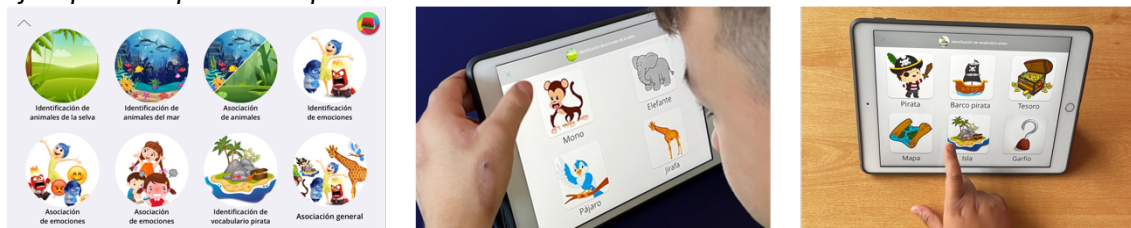
Picaa es la app que permite evaluar en mayor medida las dificultades relativas a las habilidades lingüísticas. *AutisMind* e *iSecuencias* son las más idóneas para el diagnóstico de las habilidades socio-emocionales de este alumnado. Sin embargo, los elementos técnicos-narrativos de *AutisMind* la hacen preferible dada su interfaz atractiva, navegación amigable, etc. Por tanto, la selección final queda configurada por las app *Picaa* y *Autismind*, descritas a continuación:

a) Picaa: app para el diagnóstico de dificultades lingüísticas

Picaa está diseñada para atender a la diversidad funcional en el plano cognitivo, visual y auditivo. Permite la creación de actividades didácticas que se diseñan y ejecutan con el propio dispositivo, ajustando su: 1) contenido: selección de recursos multimedia (imágenes, sonidos, texto, animaciones, etc.); 2) complejidad: aumenta o disminuye la dificultad de la tarea en función del modo en el que se presenta; 3) interacción: permite elegir entre diferentes modos de interacción táctil; y 4) temporización: establece un calendario de actividades. Incorpora cinco tipos de ejercicios: *Exploración*: creación de elementos comunicadores sencillos a partir de elementos relacionados con temáticas concretas (Figura 2).

Figura 2.

Ejemplos de pantallas personalizadas.



Fuente: elaboración propia con *Picaa*.

Al seleccionarlos se reproducen sonidos y aparecen nuevos elementos complementarios (información, imágenes, animaciones, etc.) profundizando así en los conceptos. *Asociación*: se presentan dos conjuntos de elementos, solicitando al usuario que establezca relaciones de asociación,

discriminación y ordenación entre ellos, ejercitando la memoria, el lenguaje y su atención selectiva. *Puzzle*: el usuario debe ordenar una imagen descompuesta. El patrón y la ordenación de las piezas es configurable. *Ordenación/selección*: se pide ordenar o establecer la secuencia correcta de un conjunto de elementos.

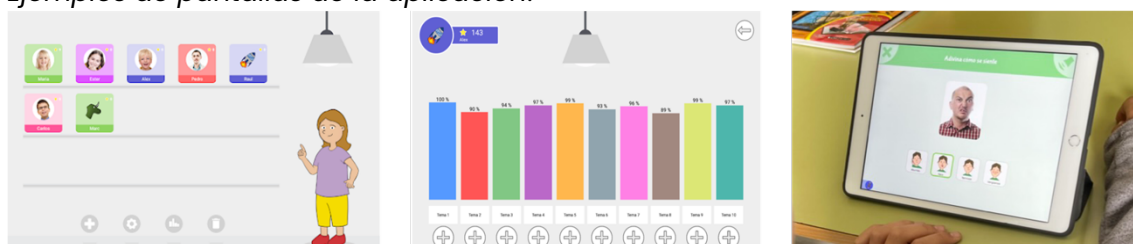
Todos los ejercicios están enfocados al desarrollo de la percepción y la discriminación visual y/o auditiva, la comunicación con el entorno, la adquisición de vocabulario y comprensión de significados, el desarrollo de la memoria, la fonética, sintaxis y pragmática del lenguaje, trabajo de coordinación óculo-manual, creación de suposiciones, conclusiones e interpretaciones y aprendizaje causa-efecto, lo que permite diagnosticar las limitaciones en relación con las habilidades lingüísticas de este alumnado a partir de los múltiples estímulos que proporciona la app.

b) AutisMind: app para el diagnóstico de dificultades socio-emocionales

AutisMind está pensada como herramienta para estimular el pensamiento social y la Teoría de la Mente en personas con TEA. La app consta de 10 temáticas distintas con 6 niveles de dificultad y más de 1.000 ejercicios lúdicos e interactivos. Se caracteriza por un uso sencillo e intuitivo al evitar la sobrecarga de información y los detalles innecesarios (Figura 3), así como por una dificultad progresiva con apoyos visuales para facilitar la comprensión, evitando la frustración.

Figura 3.

Ejemplos de pantallas de la aplicación.



Fuente: *AutisMind*.

Ofrece un *feedback* inmediato, pues permite saber al instante la idoneidad de la respuesta. Incorpora un sistema de gamificación a partir de refuerzos y premios que aumentan a medida que se completan los niveles. Facilita la personalización de las funciones adaptándolas a cada usuario, incluye música e indica la progresión. El alumnado puede elegir su avatar y el docente asignar distintos premios.

En cuanto a las tareas, parten de ejemplos de reconocimiento emocional o situaciones sociales divertidas, así como locuciones simpáticas, promoviendo la atención y la motivación. Por último, permite el registro de la evolución a partir de analíticas de aprendizaje que visibilizan el progreso, así como el tiempo de respuesta, número de aciertos y errores y tiempo total destinado, lo que proporciona una analítica de los aprendizajes de forma visual, por lo que puede constituirse en una herramienta idónea para diagnosticar el grado de desarrollo de las habilidades socio-emocionales.

4. Discusión y conclusiones

Tras valorar las 10 app comerciales, se constatan diferencias entre las oportunidades que ofrecen como herramientas diagnósticas. *AbaPlanet*, *Voice4u AAC* y *Picaa* son las app más completas para conocer las limitaciones lingüísticas del alumnado con TEA. En cuanto a la evaluación de las dificultades socio-emocionales, la mayoría ofrecen diversas posibilidades a excepción de *TEAyudo A JUGAR*, que únicamente permite evaluar la interacción social durante el juego, siendo *AutisMind* e *iSecuencias* las más adecuadas para analizar las habilidades socio-emocionales de manera global. Por último, en cuanto a la dimensión técnico-narrativa, *iSecuencias* y *TEAyudo a JUGAR* están diseñadas para que un adulto adapte las funciones y características a cada sujeto, mermando la autonomía del alumnado para interaccionar libremente. Asimismo, la mayoría son flexibles, pues contemplan distintos niveles de dificultad, integran múltiples recursos multimedia y permiten personalizar actividades o crear carpetas con recursos propios.

Finalmente, y al igual que en otros estudios (García-Guillén et al., 2016; Tárraga et al., 2019), se considera que este tipo de app constituye un recurso idóneo para estimular las habilidades referidas a la competencia comunicativa de personas con TEA. Además, en consonancia con Andrés-Roqueta et al. (2015) se confirman las aportaciones de estas app como herramientas diagnósticas. Por su parte, la presente investigación concluye, tras el análisis realizado con el instrumento *TEApp*, que *Picaa* y *AutisMind* son – respectivamente– las más idóneas para el diagnóstico contextual de las dificultades lingüísticas y socio-emocionales. Ambas posibilitan una evaluación contextual, dinámica y flexible –en escenarios lúdicos e interactivos– que se adapta a los ritmos madurativos y características individuales del alumnado.

Se considera que estas app pueden ser útiles para los docentes que atienden a pie de aula al alumnado con TEA, al permitir la detección de las dificultades

comunicativas. Su fortaleza radica en los elementos motivadores que incluyen –tales como imágenes, vídeos, locuciones, códigos y recursos adaptados–, pues favorecen el *engagement* con las tareas presentadas en las app y su ejecución, tal como señalan Andrés-Roqueta et al. (2015). Así, tras el análisis de la idoneidad de estas app, las líneas de investigación futuras se centran en la enunciación de pautas de intervención con este alumnado para facilitar el diagnóstico contextual de su competencia comunicativa y atajar sus limitaciones en un contexto lúdico.

5. Referencias bibliográficas

- Allen, M.L., Hartley, C., & Cain, K. (2016). iPads and the use of “apps” by children with autism spectrum disorder: do they promote learning? *Frontiers in Psychology*, 7(1305), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01305>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Andrés-Roqueta, C., Bresó, E., & Ramos, F. (2015). Emotional competence assessment in children with ASD by using a mobile app. In L. Gómez-Chova, A. López-Martínez, I. Candell (Eds.), *7th International Conference on Education and New Learning Technologies* (pp. 6180-6187). Universidad de Barcelona.
- Aspiranti, K., Larwin, K., Schade, L., & Schade, B. (2018). iPads/tablets and students with autism: a meta-analysis of academic effects. *Assistive Technology: the Official Journal of RESNA*, 32(1), 23-30. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1463575>
- Atencia, A. (2010). El maestro/a de audición y lenguaje en la identificación de las necesidades educativas especiales de los alumnos/as con autismo. *Innovación y experiencias educativas*, 33, 1-12.
- Ayres, K. M., Mechling, L., & Sansosti, F. J. (2013). The use of mobile technologies to assist with life skills/independence of students with moderate/severe intellectual disability and/or autism spectrum disorders: Considerations for the future of school psychology. *Psychology in the Schools*, 50, 259-271. <https://doi.org/10.1002/pits.2013.50.issue-3>
- Baixaulli, I., Roselló, B., Berenguer, C., Colomer, C., & Grau, M. (2017). Intervenciones para promover la comunicación social en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 64, 39-44. <https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017013>
- Boyd, T., Hart, J., & More, C. (2015). Evaluating iPad technology for enhancing communication skills of children with Autism Spectrum Disorders. *Intervention in School and Clinic*, 51, 19-27. <https://doi.org/10.1177/1053451215577476>
- Cáceres, P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 2(1), 53-82. <http://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol2-issue1-fulltext-3>

- Center for Universal Design (1997). *The principles of Universal Design, version 2.0*. North Carolina State University.
- Clark, M.L., Austin, D.W., & Craike, M.J. (2015). Professional and parental attitudes toward iPad application use in autism spectrum disorder. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 30*, 174–181. <http://doi.org/10.1177/1088357614537353>
- Da Silva Reis, H.I, Da Silva Pereira, A.P., & Da Silva Almeida, L. (2016). Características e especificidades da comunicação social na perturbação do espectro do autismo. *Revista Brasileira de Educação Especial, 22(3)*, 325–336. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382216000300002>
- Del Moral, M.E, Bellver, M.C., & Guzmán, A.P. (2018). CREAPP K6–12: Instrumento para evaluar la potencialidad creativa de *app* orientadas al diseño de relatos digitales personales. *Digital Education Review (DER), 33*, 284–305. <https://doi.org/10.1344/der.2018.33.284-305>
- Eigsti, I.M., de Marchena, A.B., Schuh, J.M., & Kelley, E. (2011). Language acquisition in autism spectrum disorders: A developmental review. *Research in Autism Spectrum Disorders, 5(2)*, 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2010.09.001>
- Flores, M., Musgrove, K., Renner, S., Hinton, V., Stroizer S., Franklin, S., & Hil, D. (2012). A comparison of Communications using the Apple iPad and a picture-based system. *Augment. Augmentative and Alternative Communication, 28(2)*, 74–84.
- García-Arnanz, L., Herráez, M., Olivares, E., Selma, M.D.C., & Andrés-Roqueta, C. (2018). Evaluación de la competencia emocional en niñas/os con trastorno del espectro autista a través de una APP novedosa. *Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, 5*, 217–226. <http://dx.doi.org/10.6035/AgoraSalut.2018.5.24>
- García-Guillén, S., Garrote, D., & Jiménez, S. (2016). Uso de las TIC en el Trastorno de Espectro Autista: aplicaciones. *EDMETIC, 5(2)*, 134–157. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v5i2.5780>
- Hartin, P.J., Nugent, C.D., McClean, S.I., Cleland, I., Tschanz, J.T., Clark, C.J., & Norton, M.C. (2016). The empowering role of mobile apps in behavior change interventions: The Gray Matters randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth, 4(3)*, 1–23. <https://doi.org/10.2196/mhealth.4878>

- Hernández, M.E., & Sosa, M.E. (2018). Uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en inclusión escolar de estudiantes con Trastornos del Espectro Autista (TEA). *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, 41, 1-10.
- Jiménez, M.D., Serrano, J.L., & Prendes, M.P. (2017). Estudio de caso de la influencia del aprendizaje electrónico móvil en el desarrollo de la comunicación y el lenguaje con un niño con TEA. *Educar*, 53(2), 419-443. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.782>
- Kjellmer, L., Hedvall, Å., Fernell, E., Gillberg, C., & Norrelgen, F. (2012). Language and communication skills in preschool children with autism spectrum disorders: Contribution of cognition, severity of autism symptoms, and adaptive functioning to the variability. *Research in developmental disabilities*, 33(1), 172-180. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.09.003>
- Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K., & Panadero, C. F. (2014). Children's engagement with educational iPad apps: insights from a Spanish classroom. *Computers & Education*, 71, 175-184. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.003>
- Lozano, J., Castillo, I. S., García, C., & Motos, E. (2013). El desarrollo de habilidades emocionales y sociales en alumnado con trastorno del espectro autista: una investigación colaborativa en Educación Infantil y Primaria. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 52(1) 147-153. <https://ddd.uab.cat/record/112701>
- Moore, D. J., Cheng, Y., McGrath, P., & Powell, N. J. (2005). Collaborative virtual environment technology for people with autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 20(4), 231-243. <https://doi.org/10.1177/10883576050200040501>
- Neale, H., Leonard, A., & Kerr, S. (2002). Exploring the role of virtual environments in the special needs classroom. En Sharkey, P., Sik Lanyi, C. y Standen, P. (Eds.), *Proceedings of the 4th ICDVRAT*, (pp. 259-266). ICDVRAT, University of Reading UK.
- Papoutsis, C., Drigas, A., & Skianis, C. (2018). Mobile Applications to Improve Emotional Intelligence in Autism—A Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 12(6), 47-61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.9073>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las*

competencias clave para el aprendizaje permanente. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.

- Parsons, S., Leonard, A., & Mitchell, C. (2006). Virtual Environments for Social Skills Training: Comments from Two Adolescents with Autistic Spectrum Disorder. *Computers & Education*, 47(2), 186-206. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.10.003>
- Peña, W. (2009). El estudio de casos como recurso metodológico apropiado a la investigación en Ciencias Sociales. *Educación y Desarrollo Social*, 3(2), 180-195.
- Sanromà, M., Lázaro, J. L., & Gisbert, M. (2017). La tecnología móvil: Una herramienta para la mejora de la inclusión digital de las personas con TEA. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 7(2), 173-192. <https://doi.org/10.26864/PCS.v7.n2.10>
- Shane, H.C., & Albert, P.D. (2008). Electronic screen media for persons with autism spectrum disorders: Results of a survey. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 38(8), 1499-1508. <https://doi.org/10.1007/s10803-007-0527-5>
- Tárraga, R., Vélez, X., La Cruz, I., & Sanz, P. (2019). Efectividad del uso de las TIC en la intervención educativa con estudiantes con TEA. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 37, 1-9.
- Yang, C. H., Maher, J.P., & Conroy, D.E. (2015). Implementation of behavior change techniques in mobile applications for physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 48(4), 452-455. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.10.010>

CAPÍTULO VI

Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la Competencia Comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación⁶

1. Introducción

La competencia comunicativa se encuentra relacionada con la capacidad humana para comunicarse en distintos contextos, tener actitudes tolerantes y empáticas o comprender puntos de vista distintos, entre otras (Parlamento Europeo y Consejo, 2006). Las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan alteraciones en el lenguaje, la comunicación verbal y no verbal, teniendo dificultades en lo referido a la reciprocidad social y emocional (American Psychiatric Association, 2013). Algunas investigaciones (Aspiranti et al., 2018; Durán, 2021; Ntalindwa et al., 2021) señalan las oportunidades de las aplicaciones digitales (app) para adaptarse a los ritmos de aprendizaje y capacidades individuales, pudiendo incrementar su nivel competencial.

Existen estudios relacionados con la estimulación de la competencia comunicativa a partir de app en alumnado con TEA, ya sea incidiendo en el ámbito plenamente lingüístico, relacionado con el lenguaje gestual, el lenguaje productivo, alfabetización o aumento de vocabulario (Jiménez et al., 2017), o socio-emocional, vinculado con la estimulación de la reciprocidad social, reconocimiento emocional o normas sociales, entre otras (Baixaulli et al., 2017; Papoutsis et al., 2018). Estas intervenciones se encuentran vinculadas con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) pues permiten personalizar el recorrido educativo por medio de la creación y desarrollo de un Entorno Personal de Aprendizaje (PLE) en sus áreas fundamentales: la representación, pues se utilizan distintos códigos (visual, verbal, auditivo) y opciones para acceder al contenido, tanto a nivel perceptivo como comprensivo; la motivación, pues se proveen distintas formas de contribuir al interés al partir de la utilización de las mecánicas y dinámicas del juego al servicio del aprendizaje (Carrington et al., 2020).

⁶ López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la competencia comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(2), 83-96. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.14264>

En este sentido, una forma de evaluar ese Entorno Personal de Aprendizaje (PLE) se relaciona con algunas investigaciones que señalan fórmulas para aprovechar el potencial de las app como herramientas diagnósticas en Alumnado con Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (ACNEAE), apostando por una evaluación dinámica y lúdica. Algunas centradas en la evaluación de la comprensión emocional del alumnado con Dificultades de Aprendizaje, TEA y Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (Andrés-Roqueta et al., 2017), y otras focalizadas, más específicamente, en la evaluación de la competencia emocional del alumnado con TEA (Andrés-Roqueta et al., 2015; García-Arnanz et al., 2018). Las dificultades que presenta este alumnado revierten en su inclusión social, por lo que el diagnóstico debe hacerse tempranamente para intervenir y minimizar sus efectos, y parece que esta puede ser la fórmula evaluativa no intrusiva, amigable y estimulante.

2. Competencia Comunicativa en alumnado con TEA

Hymes (1995) y Gumperz y Hymes (1972) identifican la competencia comunicativa con las habilidades que los sujetos precisan desarrollar para comunicarse de forma eficaz en los contextos culturales donde se insertan. Por su parte, el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (Consejo de Europa, 2002) desglosa esta competencia en otras, ofreciendo una taxonomía detallada. Sin embargo, aunque esta competencia en sujetos neurotípicos abarcaría las competencias lingüísticas (fonológica, léxica y gramatical), sociolingüística (lenguaje corporal, sonidos e interjecciones) y pragmática (discursiva y funcional). En personas con TEA, es importante que no solo manejen el código lingüístico, precisan de otros conocimientos de tipo social y cultural, cobrando especial relevancia la identificación y reconocimiento emocional.

En especial, en alumnado con TEA de bajo funcionamiento, el desarrollo de todas las competencias que conforman la competencia comunicativa resulta inabarcable. De ahí que, en las primeras edades, su formación deba focalizarse en el desarrollo de sus habilidades *lingüísticas*, es decir, su capacidad para interiorizar un conjunto de reglas ligadas al campo léxico, fonético y semántico (Marzo y Belda, 2021); y sus habilidades de índole *socio-emocional*, relacionadas con la interiorización de las reglas de uso del lenguaje verbal y no verbal, acordes al contexto donde se relacionan y comunican con los demás (American Psychiatric Association, 2013). Así, el desarrollo de la competencia comunicativa en alumnado con TEA conlleva la activación de sus habilidades lingüísticas y socio-emocionales.

2.1 Habilidades lingüísticas: limitaciones del alumnado con TEA

La evolución o desarrollo del lenguaje en personas de este colectivo varía, pero, por lo general, presentan dificultades en la adquisición del lenguaje dentro del periodo crítico natural, no teniendo preparados los precursores del lenguaje necesarios para el inicio del mismo (Marzo y Belda, 2021). Atencia (2010) señala que, por lo general, las personas de este colectivo presentan alteraciones tanto en el lenguaje gestual y mímico, como en el comprensivo y productivo, pues uno de sus principales síntomas son las ecolalias y la repetición de palabras o frases. También suelen tener dificultades en el campo semántico, pues utilizan vocabulario concreto e interpretan literalmente los significados.

Pueden mostrar alteraciones articulatorias y en los elementos prosódicos, así como dificultades en la construcción sintáctica: falta de estructuración lógica, eliminación de nexos, utilización del presente en detrimento de los demás tiempos verbales, etcétera. En el campo semántico sus mayores limitaciones se encuentran relacionadas con la comprensión de términos abstractos y en el léxico referido a categorías espaciales o temporales; en el área pragmática las limitaciones se encuentran asociadas a la baja frecuencia de emisiones espontáneas. Algunas personas, con un grado de TEA severo, pueden carecer de lenguaje verbal, mostrando desinterés por la intención comunicativa y conductas proclives a la comunicación (Cordero, 2019).

Además, pueden presentar trastornos concretos (American Psychiatric Association, 2013; Contreras, 2018; Cordón et al., 2021) tales como *ecolalia demorada*: repetición de frases, expresiones o modelos oracionales, mucho tiempo después de haberlas escuchado, pudiéndose tratar de horas, días o semanas; trastorno *fonológico-sintáctico*, que afecta a la forma del lenguaje (fonología y morfosintaxis) en su esfera expresiva y receptiva: suelen emplear frases cortas, con omisión o mal uso de nexos y marcadores morfológicos y su pronunciación también está alterada; trastorno *léxico-sintáctico*, personas que tienen dificultades léxicas, morfosintácticas y de evocación de palabras (parafasias, circunloquios, pseudotartamudeo, etc.); trastorno *semántico pragmático*, que implica limitaciones en el contenido o parte semántica y del uso o parte pragmática del lenguaje; y *agnosia auditiva verbal*, o *sordera verbal pura*, caracterizada por la imposibilidad de comprender palabras. Los afectados por este trastorno son capaces de comunicarse mediante el lenguaje de signos, y pueden comprender las palabras escritas.

2.2 Habilidades socio-emocionales: limitaciones del alumnado con TEA

Según el DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2013), en general, las personas con TEA se caracterizan por déficits persistentes en la comunicación social, relacionados con la reciprocidad socioemocional, conductas comunicativas no verbales, una comunicación poco integrada, anomalías del contacto visual y el lenguaje corporal o deficiencias en el uso de gestos. Además, según Atencia (2010), estas personas pueden tener distintas alteraciones sociales: *aislamiento*, rechazando todo tipo de contacto físico y/o social; *interacción pasiva*, no estando interesados en las aproximaciones sociales más allá de las que cubran las necesidades básicas; *interacción activa, pero "extraña"*, asociada con las alteraciones en la percepción, reconocimiento e identificación emocional; e *interacción apropiada*, con una interacción social muy similar a la de sus iguales.

En cuanto al plano plenamente emocional, algunos estudios señalan que las limitaciones en esta área pueden deberse a las dificultades en la Teoría de la Mente (Baron-Cohen et al., 1993), la escasa motivación social o un procesamiento de la información distinto, pues según la Teoría de Coherencia Central (Happé y Frith, 2006) perciben antes los detalles antes que la globalidad. Además, presentan dificultades para el reconocimiento emocional, tanto en las emociones *primarias* -con su consiguiente dificultad- desde alegría, tristeza y enfado hasta miedo y sorpresa (Fernández-Abascal et al., 2011) o *secundarias* -de forma graduada- desde asco y vergüenza hasta aburrimiento y nerviosismo (Villanueva et al., 2000), limitaciones que aumentan cuando se trata de percibir emociones ajenas (Andrés-Roqueta et al., 2015).

Por todo ello, y ante la ausencia de instrumentos diagnósticos que integren ambas dimensiones, se ha partido de los indicadores -entre otros, del DSM-5™-, para diseñar una herramienta diagnóstica *ad hoc* de la competencia comunicativa en alumnado con TEA, atendiendo a estas dos dimensiones definidas a nivel teórico: lingüística y socio-emocional. Además, la originalidad del presente instrumento radica en la utilización de apps dirigidas a este alumnado a partir de la ejecución de tareas en un contexto lúdico-didáctico.

3. Método

3.1 Objetivos

El presente estudio tiene como objetivo general diseñar y validar un instrumento diagnóstico a partir de los indicadores que definen la

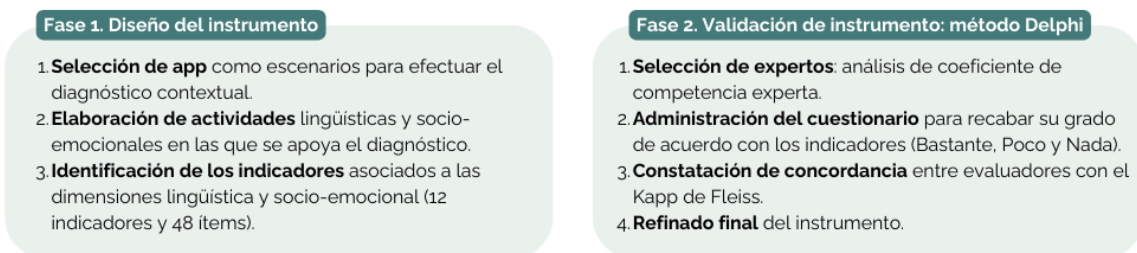
competencia comunicativa en alumnado con TEA, desde la doble perspectiva lingüística y socio-emocional. Como objetivos específicos: 1) Seleccionar dos apps comerciales, previa evaluación de su potencialidad para diagnosticar el nivel de competencia comunicativa del alumnado con TEA; 2) Elaborar y seleccionar las actividades en las que se apoya el diagnóstico con las apps seleccionadas; 3) Identificar las dimensiones e indicadores que conforman el instrumento diagnóstico; y 4) Diseñar y validar el instrumento creado. Dicho instrumento se contextualiza en una intervención psicoeducativa a partir de la ejecución de las tareas propuestas en dos app comerciales -dirigidas a alumnado con TEA- previamente sometidas a evaluación creando un escenario de aprendizaje a partir de la interacción con recursos multimedia.

3.2 Procedimiento

La investigación ha adoptado la secuencia que se identifica en la Figura 1.

Figura 1.

Fases del diseño y validación de un instrumento para diagnosticar el nivel de competencia comunicativa del alumnado con TEA.



Fuente: elaboración propia.

3.2.1 Fase 1: Diseño del instrumento

a) Selección de app como escenarios de diagnóstico contextual

Inicialmente, se analizó la potencialidad de 10 app como escenarios para efectuar un diagnóstico contextual de la competencia comunicativa que cumplieran los siguientes criterios: dirigidas a alumnado con TEA, orientadas al desarrollo de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales, diseñadas por equipos interdisciplinarios especialistas, accesibles en Google Play o Apple Store, y además, se acotó a aquellas que fueran gratuitas o de bajo coste para garantizar que pudiesen ser utilizadas por cualquier docente. Posteriormente, se seleccionaron dos que, además, contemplan distintos niveles de dificultad; utilizan variedad de códigos (verbal, icónico, sonoro); presentan formas de interacción amigables y navegación intuitiva; tienen

una interfaz atractiva; integran elementos multimedia variados; incorporan formas lúdicas o gamificadas; posibilitan la personalización; y ofrecen *feedback*; y, además, incluyen tareas relativas a las dimensión lingüística y socio-emocional.

Por un lado, se seleccionó *Picaa* (www.picaa.es) por considerarla idónea para diagnosticar las habilidades *lingüísticas* al permitir diseñar actividades de percepción y discriminación visual y auditiva de pictogramas, imágenes o iconos realizando tareas de identificación y asociación para estimular el vocabulario, comprender significados, mejorar la fonética, sintaxis y pragmática del lenguaje y aprendizaje causa-efecto e interpretaciones. Por otro lado, se seleccionó *AutisMind* (www.autismind.com) para diagnosticar habilidades *socio-emocionales*, dado que incorpora situaciones con distintos niveles de dificultad donde el alumnado debe decidir qué emociones sienten los protagonistas.

b) Elaboración de actividades lingüísticas y socio-emocionales en las que se apoya el diagnóstico

Con la app *Picaa* se elaboraron dos tipos de actividades sobre vocabulario: *exploración*, con las que se crearon elementos comunicadores sencillos –ilustraciones o iconos– a partir de elementos relacionados con temáticas concretas. Al seleccionarlos se reproducen sonidos y aparecen nuevos elementos complementarios (información, imágenes, animaciones, etc.) profundizando así en los conceptos; y *asociación y clasificación*, con las que se presentaron dos conjuntos de elementos –previamente trabados en las actividades de exploración– donde el alumnado debe establecer relaciones de discriminación, asociación y clasificación entre ellos, ejercitando la memoria, el lenguaje y su atención selectiva. Por su parte, se contemplan siete asociaciones con las que debe unir una ilustración con un grado de iconicidad bajo (emoticono) con otras con un grado de iconicidad alto (imagen). También se incluyen seis clasificaciones semánticas, donde deben unir imágenes con sus campos semánticos correspondientes (elefante-animales / alegría-emociones).

De las actividades que integra la app *AutisMind* se eligieron las siguientes: reconocimiento de la *emoción primaria*, pues aparece una ilustración de una persona con distintas emociones y el alumnado debe identificar con qué emoción se asocia (alegría, tristeza, enfado, miedo o sorpresa) de una dualidad presentada, aumentando la dificultad de forma progresiva; *reconocimiento de la emoción secundaria* (aburrimiento, asco, vergüenza o nerviosismo), siguiendo la misma dinámica que en el reconocimiento emocional primario; y *reconocimiento emocional en situaciones simples*: se

representan distintas situaciones de aburrimiento, enfado, nerviosismo, etc. a partir de ilustraciones, invitando a identificar –entre cuatro opciones– la emoción que siente el personaje a partir de su interpretación contextual.

La decisión ha sido optar por campos semánticos sencillos y afines a los intereses comunes en estas edades y de acuerdo con las limitaciones de este alumnado, tanto en relación con el acercamiento al entorno (animales), la motivación por la aventura (piratas) así como la necesidad de propiciar la identificación y reconocimiento emocional (emociones). En la Tabla 1 se presentan –de forma simplificada– los campos semánticos (hiperónimos) y el vocabulario abordado (hipónimos) en las actividades diagnósticas.

Tabla 1.

Campos semánticos y vocabulario abordado en las actividades diagnósticas.

Campo semántico (nº de palabras)	Vocabulario (nº de palabras)
Animales (10)	Terrestres (5): Elefante, jirafa, mono, pájaro, selva Acuáticos (5): Ballena, mar, pez, tortuga, tiburón
Emociones (9)	Primarias (5): alegría, enfado, miedo, sorpresa, tristeza Secundarias (4): aburrimiento, asco, nerviosismo, vergüenza
Estados mentales (9)	Primarios (5): alegre, asustado, enfadado, sorprendido, triste Secundarios (4): aburrido, asqueado, nervioso, avergonzado
Piratas (6)	Barco, garfio, isla, mapa, pirata, tesoro

Fuente: elaboración propia.

c) Identificación de los indicadores asociados a las dimensiones lingüística y socio-emocional

Tomando como punto de partida los escenarios presentados por dichas app y las actividades incorporadas, se procedió a la configuración del instrumento diagnóstico del nivel de competencia comunicativa, integrado por las dimensiones lingüística y socio-emocional. A continuación, se enuncian los 12 indicadores –inferidos, entre otros, del DSM-5™– apoyados en 48 ítems que los gradúan cuya medición se realiza utilizando una escala Likert, estableciendo distintos niveles (1=muy bajo, 2=bajo, 3=medio, 4=alto). Los indicadores definidos se vertebran teniendo en cuenta las tareas a desarrollar durante la interacción con la app, y, por tanto, se vinculan con los elementos que aparecen en las distintas pantallas (Tabla 2).

Tabla 2.

Dimensiones e indicadores abordados.

Dimensión 1. Habilidades lingüísticas	Dimensión 2. Habilidades socio-emocionales
HL1. Pronunciación de palabras	HSE1. Identificación de emociones primarias a partir de expresiones faciales
HL2. Denominación de animales	HSE2. Identificación de emociones secundarias a partir de expresiones faciales
HL3. Denominación de emociones	HSE3. Identificación de estados emocionales primarios a partir de expresiones faciales y corporales
HL4. Denominación de estados mentales	
HL5. Denominación de palabras relacionadas con el mundo pirata	
HL6. Asociaciones semánticas	

HL7. Clasificaciones semánticas, combinando los distintos campos semánticos por los que se ha optado: animales, emociones, estados mentales y mundo pirata	HSE4. Identificación de estados emocionales secundarios a partir de expresiones faciales y corporales HSE5. Identificación de la relación causa-efecto de emociones ligadas a un contexto
--	--

Fuente: elaboración propia.

3.2.2 Fase 2. Validación del instrumento: método Delphi

La validación de instrumentos de evaluación es un trabajo necesario para poder llevar a cabo un diagnóstico inicial que permita conocer la eficacia de cualquier tratamiento que se utilice con posterioridad. En concreto, el método Delphi, basado en el análisis de contenido y opiniones de expertos tiene como finalidad obtener un consenso sobre una temática concreta a partir de la consulta a un grupo de especialistas con experiencia en un determinado campo (López-Gómez, 2018). Se trata de una técnica adecuada en la investigación educativa, pues permite aumentar la fiabilidad de instrumentos de evaluación gracias al conocimiento de expertos (Sánchez y Ferrández, 2022).

a) Selección de expertos: análisis de coeficiente de competencia experta

Se consultó tanto a docentes de centros educativos públicos de Educación Especial, por su formación en el campo y contacto directo con alumnado de este colectivo; así como a un grupo de expertos universitarios con perfil docente e investigador cuya área de conocimiento fuese afín a Educación, tuviesen conocimiento sobre la evaluación de competencias, tecnología, lenguaje y el uso de recursos tecnológicos. Todos participaron de forma voluntaria y son de áreas diferentes para enriquecer la complementariedad de las respuestas.

Concretamente, el grupo se integró por siete expertos que abarcan las distintas perspectivas de estudio desde una visión poliédrica: E1: directora de un Centro Público de Educación Especial; E2: maestra de Psicología Terapéutica de uno de los centros públicos en los que se va a llevar a cabo la intervención que incluye el instrumento diseñado; E3: Catedrática en Tecnología Educativa especializada en la inclusión de app en las primeras edades; E4: profesor Titular de Universidad, psicólogo y filólogo especialista en Psicología Evolutiva y Trastornos del Lenguaje, E5: profesor Titular de Universidad, psicopedagogo especialista en Educación Inclusiva; E6: profesora Titular de Didáctica de la Lengua y Literatura, lingüista especialista en las primeras edades; y E7: profesor universitario del área de Métodos de

Investigación y Diagnóstico en Educación, experto en evaluación y validación de instrumentos diagnósticos.

b) Administración del cuestionario para recabar su grado de adecuación

Se analizó el coeficiente de competencia experta de cada uno y el coeficiente de competencia argumentativa siguiendo las pautas de Barroso y Cabero (2013) para calcular el coeficiente de competencia experta $K = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$. En concreto, el coeficiente de los expertos seleccionados en su conjunto tiene una influencia alta ($K = 0.865$), dado que es $K > 0,8$ (Tabla 3).

Tabla 3.

Coeficiente de competencia experta.

Experto	Kc*	Ka**	K	Influencia
E1	0,9	1,0	0,95	Alta
E2	0,8	1,0	0,90	Alta
E3	0,8	0,9	0,85	Alta
E4	0,9	1,0	0,95	Alta
E5	0,8	0,9	0,85	Alta
E6	0,7	0,8	0,75	Media
E7	0,8	0,9	0,85	Alta
X	0,81	0,92	0,865	Alta

*Kc=Coeficiente de conocimiento de los expertos en evaluación competencial del alumnado con TEA. Calculado a partir de su autovaloración en una escala de 0-10, multiplicada por 0,1;

**Ka=Coeficiente de argumentación de los expertos, obtenido al valorar su formación, experiencia docente y publicaciones sobre el tema en una escala de 0-10, multiplicando por 0,1.

c) Administración del cuestionario para recabar su grado de adecuación

Tras analizar la competencia experta de los especialistas, es decir, la consistencia y pertinencia de sus apreciaciones, se les solicitó que validasen el instrumento. Se creó un formulario *ad hoc* utilizando como soporte *Google Forms* (<https://bit.ly/3H0VFN7>) para incorporar sus opiniones y sugerencias. Se incluyeron los 48 ítems con sus categorías previamente definidas y se configuró una escala que facilitó la identificación de la idoneidad de los indicadores, estableciendo tres categorías: Bastante adecuado=3, Algo adecuado=2, y Nada adecuado=1.

También se les solicitó que valorasen cualitativamente los indicadores e incluyesen observaciones en formato de respuesta abierta. Además, para garantizar la formulación de indicadores acordes con las actividades planteadas con las app, se incorporaron vídeos explicativos –subidos YouTube– de la secuenciación de actividades que servirán para evaluar su

nivel de competencia comunicativa ligada a su ejecución. Las valoraciones se recogieron en enero de 2022. Así pues, se recabaron las valoraciones de expertos, sintetizando los resultados obtenidos para la validación y refinado final del instrumento.

4. Resultados

La validación partió de una primera ronda evaluativa en la que se recabó la opinión de expertos sobre la idoneidad de los indicadores definidos, así como de sus categorías de análisis. Con posterioridad, se incluyeron las mejoras pertinentes –atendiendo a sus sugerencias– y en la segunda ronda se realizó un análisis más minucioso, contribuyendo a perfilar definitivamente el instrumento. Se midió el grado de adecuación de cada uno de los cuatro ítems que integran cada indicador a juicio de los expertos. A continuación, se observa la distribución de la adecuación en relación con la *Dimensión 1. Habilidades lingüísticas* (Tabla 4).

Tabla 4.

Distribución de adecuación de indicadores.

Dimensión 1. Habilidades lingüísticas								
Adecuación	HL1 Fre(%)	HL2 Fre(%)	HL3 Fre(%)	HL4 Fre(%)	HL5 Fre(%)	HL6 Fre(%)	HL7 Fre(%)	Total Fre(%)
Bastante	18(9,18)	21(10,71)	19(9,69)	17(8,67)	19(9,69)	22(11,22)	23(11,73)	139(70,92)
Algo	9(4,59)	6(3,06)	8(4,08)	8(4,08)	6(3,06)	4(2,04)	4(2,04)	45(22,96)
Nada	1(0,51)	1(0,51)	1(0,51)	3(1,53)	3(1,53)	2(1,02)	1(0,51)	12(6,12)

Fuente: elaboración propia.

Se observa que los indicadores son bastante adecuados (70,92%). Sin embargo, algunos expertos sugieren matizaciones para incrementar la validez del instrumento. En cuanto al HL1, uno de los expertos (E4) puntualiza que: “en fonología clínica generalmente no analizamos ni observamos distorsiones fonológicas, distinguimos omisiones y sustituciones, sería más apropiado como indicador hablar de sustitución que de distorsión”. Para la evaluación del HL2, las E1 y E2 sugieren “(...) incluir pictos de SPS y, preferiblemente, de ARASAAC que es la entidad generalizada para el uso de pictogramas en el alumnado con TEA”.

Respecto al HL3 y HL4 los comentarios de E3 inciden en la necesidad de ponderarlos: “Se debería cuantificar cada ítem para obtener una información más detallada...”, además, en cuanto al HL4 el E5 también apunta que “quizá se delimitarían mejor las secuencias determinando el número de elementos de las secuencias semánticas: palabra-frase, verbo más complemento, por ejemplo”. Atendiendo al HL5, el E3 señala que “no perder de vista la idea de que este instrumento lo pudieran utilizar distintas personas y coincidieran en sus resultados”, además, el E6 añade que sería interesante “(...) matizar un poco más. De todas formas, si solamente reproducen palabras aisladas, no da

mucho pie a realizar entonación expresiva. Puede ser más interesante valorar la fonética: articulación clara y reproducción correcta de los fonemas...". Finalmente, se incorporaron los matices que añadieron cambiando la formulación de los ítems mencionados y se cuantificó su medida.

En cuanto a la *Dimensión 2. Habilidades socio-emocionales*, hubo una mayor concordancia en la valoración de los expertos sobre los indicadores (Tabla 5), pues la gran mayoría concluyó que eran bastante adecuados (82,86%).

Tabla 5.

Distribución de adecuación de indicadores respectivos a las habilidades socio-emocionales.

Dimensión 2. Habilidades socio-emocionales						
Adecuación	HSE1 Fre(%)	HSE2 Fre(%)	HSE3 Fre(%)	HSE4 Fre(%)	HSE5 Fre(%)	Total Fre(%)
Bastante	26(18,57)	26(18,57)	22(15,71)	21(15,00)	21(15,00)	116(82,86)
Algo	2(1,43)	2(1,43)	5(3,57)	5(3,57)	6(4,29)	20(14,29)
Nada	0(0,00)	0(0,00)	1(0,71)	2(1,43)	1(0,71)	4(2,86)

Fuente: elaboración propia.

Algunos de los expertos reiteraban la necesidad de matizar cualitativamente las diferencias entre los indicadores de nivel medio y alto de los HSE3, 4 y 5. El concluye que: "(...) los indicadores pueden ser adecuados, aunque dependiendo del alumnado el vocabulario podría dar lugar a error. Creo que todo depende de los apoyos visuales que se utilicen".

Con los datos relativos a cada una de las valoraciones sobre los indicadores de las dimensiones analizadas, se constató la concordancia entre los siete evaluadores mediante el coeficiente de Kappa de Fleiss (Fleiss, et al., 2003), obteniendo $k=0,82$ ($>0,6$), lo que permite aseverar su alta concordancia. Tras incorporar las matizaciones y sugerencias pertinentes, y tras el proceso de refinado del instrumento, se configuró su versión definitiva (Tabla 6).

Tabla 6.

Instrumento DiagnosticApp.

DIMENSIÓN 1. Habilidades lingüísticas (HL)		
Variables	Categorías (1=muy bajo, 2=bajo, 3=medio, 4=alto)	
HL1. Pronunciación de palabras	1.	Distorsiona los fonemas en su articulación sin completar ningún fonema
	2.	Sustituye uno o más fonemas sin completar todas las sílabas
	3.	Produce todas las sílabas de la palabra, aunque omita o sustituya algún fonema
	4.	Produce adecuadamente todos los fonemas de la palabra
HL2. Denominación de animales	1.	No denomina ningún animal
	2.	Denomina entre 1 y 3 animales
	3.	Denomina entre 4 y 6 animales
	4.	Denomina 7 o más animales
HL3. Denominación de emociones	1.	No denomina el nombre de las emociones
	2.	Denomina entre 1 y 3 emociones
	3.	Denomina entre 4 y 6 emociones
	4.	Denomina 7 o más emociones

HL4. Denominación de estados mentales	1.	No denomina los estados mentales
	2.	Denomina entre 1 y 3 estados mentales
	3.	Denomina entre 4 y 6 estados mentales
	4.	Denomina 7 o más estados mentales
HL5. Denominación de palabras relacionadas con el mundo pirata	1.	No denomina ninguna palabra relacionada con el mundo pirata
	2.	Denomina entre 1 y 2 palabras relacionadas con el mundo pirata
	3.	Denomina entre 3 y 5 palabras relacionadas con el mundo pirata
	4.	Denomina más de 5 palabras relacionadas con el mundo pirata
HL6. Asociaciones semánticas	1.	No establece ninguna asociación semántica
	2.	Establece entre 1 y 3 asociaciones semánticas
	3.	Establece entre 4 y 6 asociaciones semánticas
	4.	Establece más de 7 asociaciones semánticas
HL7. Clasificaciones semánticas, combinando los distintos campos semánticos	1.	No establece clasificaciones semánticas
	2.	Establece entre 1 y 2 clasificaciones semánticas
	3.	Establece entre 3 y 4 clasificaciones semánticas
	4.	Establece más de 5 clasificaciones semánticas
DIMENSIÓN 2. Habilidades socio-emocionales (HSE)		
VARIABLES		CATEGORÍAS (1=muy bajo, 2=bajo, 3=medio, 4=alto)
HSE1. Identificación de emociones primarias a partir de expresiones faciales	1.	No identifica las emociones primarias
	2.	Identifica solo la alegría y tristeza
	3.	Identifica la alegría, tristeza y el enfado
	4.	Identifica todas las emociones primarias: alegría, tristeza, enfado, miedo o sorpresa
HSE2. Identificación de emociones secundarias a partir de expresiones faciales	1.	No identifica las emociones secundarias
	2.	Identifica solo el asco y vergüenza
	3.	Identifica el asco, la vergüenza y el aburrimiento
	4.	Identifica todas las emociones secundarias: asco, vergüenza, aburrimiento y nerviosismo
HSE3. Identificación de estados emocionales primarios a partir de expresiones faciales y corporales	1.	No identifica los estados emocionales primarios
	2.	Identifica solo el estado alegre y triste
	3.	Identifica el estado alegre, triste y enfadado
	4.	Identifica todos los estados primarios: alegre, triste, enfadado, asustado y sorprendido
HSE4. Identificación de estados emocionales secundarios a partir de expresiones faciales y corporales	1.	No identifica los estados emocionales secundarios
	2.	Identifica solo el estado asqueado y avergonzado
	3.	Identifica el estado asqueado, avergonzado y aburrido
	4.	Identifica todos los estados secundarios: asqueado, avergonzado, aburrido y nervioso
HSE5. Identificación de la relación causa-efecto de emociones ligadas a un contexto	1.	No identifica la relación causa-efecto de emociones
	2.	Identifica entre 1 y 10 relaciones causa-efecto de emociones
	3.	Identifica entre 11 y 20 relaciones causa-efecto de emociones
	4.	Identifica entre 21 y 30 relaciones causa-efecto de emociones

Fuente: elaboración propia.

5. Discusión y conclusiones

El presente estudio pretende contribuir a la modernización de los instrumentos diagnósticos para alumnado con TEA, pues *a priori* no existe ningún instrumento diagnóstico contextual que evalúe su competencia comunicativa a través de recursos tecnológicos. El marco elaborado clarifica los aspectos que definen la competencia comunicativa, estableciendo las habilidades lingüísticas y socio-emocionales como sus dimensiones claves y partiendo de indicadores diseñados de acuerdo con el constructo teórico del DSM-5™, cuyos ítems permiten perfilar estas limitaciones. En cuanto a la

validación Delphi, la diversidad de campos en los que se enmarcan los expertos ha contribuido a enriquecer el instrumento, perfilándolo desde una visión poliédrica (Sánchez y Ferrández, 2022).

En la Era digital, la utilización de instrumentos diagnósticos apoyados en recursos digitales se convierte en una oportunidad para poder evaluar desde una perspectiva lúdica, motivante y no intrusiva. En concreto, las app seleccionadas –gratuitas, intuitivas y de acceso libre– posibilitan una evaluación contextual, dinámica y flexible, ofreciendo la posibilidad de seleccionar y crear actividades personalizadas. Así, la presencia de escenarios lúdicos e interactivos en el diagnóstico contextual permite adaptarse a los ritmos madurativos y características individuales, superando las escalas convencionales que parten de la entrevista semiestructurada a las familias (Lázaro et al., 2018), obviando la observación directa del alumnado durante el diagnóstico (Lecavalier, 2020). Además, el apoyo de estos recursos permite la presentación de información a partir de distintos códigos –visual, verbal y auditivo–, dando lugar a una diversidad de opciones para acceder al contenido, tanto a nivel perceptivo como comprensivo (Center for Applied Special Technology, 2011).

La aportación de este instrumento diagnóstico radica en la oportunidad que presenta para evaluar el nivel de competencia comunicativa de este alumnado en un contexto amigable y motivador como son las app digitales, al favorecer el *engagement* con las actividades propuestas, tal como señalan Andrés-Roqueta et al. (2015). DiagnosticApp proporciona información útil a los docentes para detectar las dificultades comunicativas en el aula, permitiéndoles adaptar las actividades a las necesidades individuales del alumnado. De conformidad con los expertos, garantizada la robustez del instrumento a nivel conceptual, se requiere su testeo en el aula para confirmar su eficacia en distintos contextos. Además, será interesante traducirlo y adaptarlo a las distintas lenguas, contextos y normas sociales.

6. Referencias bibliográficas

- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Andrés-Roqueta, C., Benedito, I., & Soria-Izquierdo, E. (2017). Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños y niñas con dificultades del desarrollo. *Revista de Psicología y Educación*, 12(1), 7-18.
- Andrés-Roqueta, C., Bresó, E., & Ramos, F. (2015). Emotional competence assessment in children with ASD by using a mobile app. In L. Gómez-Chova, A. López-Martínez, I. Candel (Eds.), *7th International Conference on Education and New Learning Technologies*, (pp. 6180-6187). Universidad de Barcelona.
<https://library.iated.org/view/ANDRES2015EMO>
- Aspiranti, K., Larwin, K., Schade, L., & Schade, B. (2018). iPads/tablets and students with autism: a meta-analysis of academic effects. *Assistive Technology: the Official Journal of RESNA*, 32(1), 23-30.
<https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1463575>
- Atencia, A. (2010). El maestro/a de audición y lenguaje en la identificación de las necesidades educativas especiales de los alumnos/as con autismo. *Innovación y Experiencias Educativas*, 33, 1-12.
- Baixaulli, I., Roselló, B., Berenguer, C., Colomer, C., & Grau, M. (2017). Intervenciones para promover la comunicación social en niños con trastorno del espectro autista. *Revista de Neurología*, 64, 39-44.
<https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017013>
- Barroso, J.M., & Cabero, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25-38.
<http://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>
- Carrington, S., Sagers, B., Webster, A., Harper-Hill, K., & Nickerson, J. (2020). What Universal Design for Learning principles, guidelines, and checkpoints are evident in educators' descriptions of their practice when supporting students on the autism spectrum?. *International Journal of Educational Research*, 102, 101583.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101583>

- Consejo de Europa (2002). *Marco Común Europeo de referencia para las lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación*. MEC/Anaya e Instituto Cervantes.
https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.p
- Contreras, C. (2018). Trastorno del Espectro Autista (TEA). *Psiquiatría y Salud Mental*, 35(1/2), 114-121.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-998496>
- Cordero, M. (2019). TEA sin lenguaje verbal expresivo: estado actual en el campo de la investigación y de la intervención. *Revista Educación las Américas*, 9, 79-97. <https://doi.org/10.35811/rea.v9i0.65>
- Durán, S. (2021). Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 107-121. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9771>
- Fernández-Abascal, E., García-Rodríguez, B., Jiménez-Sánchez, M.D., & Domínguez-Sánchez, F.J. (2011). *Psicología de la emoción*. Ramón Areces.
- García-Arnanz, L., Herráez, M., Olivares, E., Selma, M.C., & Andrés-Roqueta, C. (2018). Evaluación de la competencia emocional en niñas/os con trastorno del espectro autista a través de una APP novedosa. *Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions*, 5, 217-226. <http://dx.doi.org/10.6035/AgoraSalut.2018.5.24>
- Gumperz, J.J., & Hymes, D.H. (Eds.) (1972). *Directions in Sociolinguistics. The Ethnography of Communication*. Basil Blackwell.
- Hymes, D.H. (1995). Acerca de la competencia comunicativa. En M. Llobera (Coord.), *Competencia comunicativa. Documentos básicos en la enseñanza de lenguas extranjeras* (pp. 27-47). Edelsa.
- Jiménez, M.D., Serrano, J.L., & Prendes, M.P. (2017). Estudio de caso de la influencia del aprendizaje electrónico móvil en el desarrollo de la comunicación y el lenguaje con un niño con TEA. *Educación*, 53(2), 419-443.
<https://doi.org/10.5565/rev/educar.782>
- Lázaro, C.P., Caron, J., & Pondé, M.P. (2018). Escalas de avaliação do comportamento alimentar de indivíduos com transtorno do espectro autista. *Psicologia: Teoria e Prática*, 20(3), 23-41.
<http://dx.doi.org/10.5935/1980-6906/psicologia.v20n3p42-59>

- Lecavalier, L., Bodfish, J., Harrop, C., Whitten, A., Jones, D., Pritchett, J., Faldowski, R., & Boyd, B. (2020). Development of the behavioral inflexibility scale for children with autism spectrum disorder and other developmental disabilities. *Autism Research*, 13(3), 489-499. <https://doi.org/10.1002/aur.2257>
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XXI*, 21(1), 17-40. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Marzo, M., & Belda, M. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA. *IJNE: International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Ntalindwa, T., Nduwingoma, M., Karangwa, E., Soron, T. R., Uworwabayeho, A., & Uwineza, A. (2021). Development of a Mobile App to Improve Numeracy Skills of Children With Autism Spectrum Disorder: Participatory Design and Usability Study. *JMIR pediatrics and parenting*, 4(3), e21471. <https://arxiv.org/abs/1801.03529>
- Papoutsis, C., Drigas, A., & Skianis, C. (2018). Mobile Applications to Improve Emotional Intelligence in Autism—A Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 12(6), 47-61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.9073>
- Parlamento Europeo y Consejo (2006). *Recomendación 2006/962/CE de 18 de diciembre de 2006 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial L 394 de 30.12.2006.
- Sánchez, L., & Ferrández, R. (2022). Aplicación del método Delphi en el diseño de un marco para el aprendizaje por competencias. *Revista de Investigación Educativa*, 40(1), 219-235. <https://doi.org/10.6018/rie.463611>
- Villanueva, L., Clemente, R.A., & Adrián, J.E (2000). La comprensión infantil de las emociones secundarias y su relación con otros desarrollos sociocognitivos. *REME*, 3(4). <http://reme.uji.es/articulos/avilll7280806100/texto.html>
- Zartha, J.W., Montesé, J.M., Toro, I.D., & Villada, H.S. (2014). Método Delphi-Propuesta para el cálculo del número de expertos en un estudio Delphi sobre empaques biodegradables al 2032. *Revista ESPACIOS*, 35(13), <http://www.revistaespacios.com/a14v35n13/14351310.html>

CAPÍTULO VII

Communicative Competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment⁷

1. Introduction

People with Autism Spectrum Disorder (ASD) present persistent limitations in their verbal and non-verbal communication (American Psychiatric Association, 2013). According to the DSM-5™, these students may present phonological-syntactical Language Disorders (LD) which affect phonology and morphosyntax in their expression and reception. This may be accompanied by the use of short phrases, omissions, or the poor use of linkers; impaired pronunciation; and delayed echolalia, associated with repetition of phrases or expressions some time after hearing them. There may also be other, lexical-syntactic disorders, associated with lexical, morphosyntactic, or word-evocation difficulties (paraphrasing, circumlocution, pseudo stuttering, etc.) as well as semantic-pragmatic disorders, reducing the meaning and use of language (Cordón and Torrijos, 2021; Marzo and Belda, 2021).

As indicated by O’Keeffe and McNally’s research review (2023), the linguistic domain has always generated significant interest within studies related to individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD), given the consequences of these limitations in daily life and other areas such as social, familial, or professional settings. Specifically, Communicative Competence (CC) is understood as a speaker’s ability to communicate effectively in different contexts (Gumperz and Hymes, 1972). Celce-Murcia (2007) defines Communicative Competence based on six dimensions: sociocultural, formulation, interactional, linguistic, strategic, and discursive. On the other hand, the European Parliament and Council (2006) conceive it as being related to socio-emotional skills and empathic capacity to understand different viewpoints and be tolerant, among other aspects.

The Council of Europe (2001) indicates that Communicative Competence (CC) –in neurotypical people– includes linguistic competencies (phonological, lexical, and grammatical), socio-linguistic competencies (body language, sounds, and interjections), and pragmatic competencies (discursive and functional). However, students with ASD do not develop these skills in the same way as neurotypical individuals. It is even common for them to use the Total

⁷ López-Bouzas, N., Del Moral, M.E. & Castañeda, J. (2023). Communicative competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment. *Educational and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12319-x>

Communication System (Schaeffer et al., 1980), which is based on the simultaneous use of speech and sign language to establish communication with the individual, as well as verbal, tactile, and visual supports. They may also utilize the Picture Exchange Communication System (PECS) (Bondy and Frost, 1994), which enables individuals without linguistic abilities to interact and communicate using images; or Augmentative and Alternative Systems of Communication (AASC), image-based instruments of expression to reduce the communication deficit, supporting speech or using images as an alternative to spoken language (Syriopoulou-Delli and Eleni, 2021).

Therefore, the stimulation of CC in these students' early years needs specific interventions that strengthen both their *linguistic* skills for internalizing lexical, phonetic, and semantic rules (Marzo and Belda, 2021) and *socio-emotional* skills related to the use of verbal and non-verbal language depending on the context (American Psychiatric Association, 2013). Interventions go from using pictograms (Martin et al., 2019; Torrado et al., 2017) to incorporating digital resources, characterized by their versatility, flexibility, and adaptability (Durán, 2021). Specifically, there are various studies focused on the opportunities of digital applications for students with Autism Spectrum Disorder (ASD) (Gallardo et al., 2021; Del Moral and López-Bouzas, 2020), with some specifically designed for this purpose.

There are applications designed to activate language precursors, communicative intention, and social behaviour (Allen et al., 2016; Jiménez et al., 2017), as well as to stimulate interpersonal relationships (Alharbi & Huang, 2020; Papoutsi et al., 2018). Augmented Reality (AR) apps are also used which activate linguistic abilities in everyday communication contexts (Taryadi and Kurniawan, 2018), apps related to reading skills (Kolomoiets and Kassim, 2018), and apps related to literary skills (Arief and Efendi, 2018). Other apps stimulate socio-emotional skills through recognizing and responding to facial expressions of emotion (Chung and Chen, 2017), while others improve social interaction (Lee et al., 2018).

Nowadays, the mechanics, dynamics, and aesthetics of games are adopted (Zichermann and Cunningham, 2011) in gamified interventions with successful outcomes, immersing the student in enjoyable activities around social initiation (Malinverni et al., 2017). Gamification applied to stimulating communication increases students' motivation, producing long-term changes in behaviour (Van Dooren et al., 2019). In addition, incorporating stories and characters in *Serious Games* is a source of stimulus and models for the development of interpersonal relationships (Griffin et al., 2021).

Most interventions have been aimed at high-functioning people with ASD or Asperger's (Fridenson et al., 2017; Terlouw et al., 2021). However, this research stems from an intervention aimed at low-functioning students with ASD – belonging to the same socio-cultural context– supported by the design of an Augmented Gamified Environment, in order to analyse its contribution to stimulating their language skills for naming and associating objects with their names, as well as socio-emotional skills to identify emotions and relate them to their causes.

Unlike other studies resulting from innovative interventions targeting individuals with ASD using AR (Lee et al., 2020; Mota et al., 2020; Politis et al., 2017), this research specifically focuses on low-functioning individuals with ASD in Special Education centres. Therefore, it represents a novel intervention that provides data not only for high-functioning individuals with ASD. Additionally, it utilizes the playful narrative of a highly popular animated series among child audiences, which combines gamification, Augmented Reality, and cinema to facilitate learning and the development of communicative skills.

2. Description of the Gamified Augmented Environment

A Gamified Augmented Environment (GAE) is “an immersive digital space that combines enjoyable learning with AR-supported activities, promoting student immersion in their learning process through interaction with digital devices” (López-Bouzas and Del Moral, 2023). For this study, we created the GAE *From Cabin-boy to Captain: in search of the lost treasure* (<https://bit.ly/3VGKxWR>) to stimulate CC in students via a tailored gamified intervention. The environment is framed by a pirate story adopting the metaphor of a voyage.

The missions are presented through activities which combine digital and AR resources (iOS and Android versions) complemented by YouTube videos to enhance immersion in the story, encouraging the multi-sensorial involvement of the student. The missions are organized in three game levels, and there are adaptations for different developmental levels (Table 1).

Table 1.

Adaptations included for the interaction in each game level.

Differences	Level 1	Level 2	Level 3
Guidelines for doing the activities	An adult mediator presses a button with indications	The student listens to audio supported by pictograms to perform tasks	The student listens to audio to perform tasks
Screen elements	Simple screen and guiding character	Rich screen, characters and pictograms	Rich screen, characters and speech bubbles

Type of activity	Exploration, colouring, matching	Matching, memory, exploration and manipulation of objects, and identification of elements	Exploration and manipulation of objects to name, describe and compare characteristics
------------------	----------------------------------	---	---

Source: authors' own work.

The environment includes a feedback system based on Cabrera (2020): *prescriptive*, relying on the characters to produce feedback through speech challenging the student to guide how they do the task; *evaluative*, telling them if they have done tasks correctly; *descriptive*, explaining how to do the task correctly; and *interrogative*, inviting them to think about the activities. Each mission has prizes and rewards—gold doubloons in this case. Amassing rewards allows the player to move forward in the story, win prizes at the end of each mission (spyglass, hook, pirate hat), and ultimately achieve the rank of captain.

The GAE was designed in line with the criteria of the Universal Design for Learning framework (Carrington et al., 2020). The content is presented using various codes (text, speech, information windows, images, videos, etc.) and links to visual and audio-visual resources, posters, sheets, and cards, etc. giving variety to how information is presented to encourage student interest and motivation, and to help the student to immerse themselves in a pirate adventure in which they are the protagonist. The present study aimed to analyse how much an intervention based on this GAE would contribute to stimulating Communicative Competence in students with ASD.

3. Methodology

This was empirical, non-experimental research, with non-probabilistic sampling. The study was correlational and based on the types from Cohen et al. (2011), it was exploratory and analytical. Due to non-normal distributions, non-parametric tests were used for comparing the means between the study variables.

3.1. Objectives

The study objectives were to: 1) analyse the extent to which this gamified augmented environment stimulated students' Communicative Competence—linguistic and socio-emotional skills; 2) examine the relationship of that competence with students' levels of immersion in the environment and interaction with the tablet; and 3) determine the relationships between competence levels and students' gender, age, severity of ASD, comorbidities, and type of language.

3.2. Sample

The intervention took place between February and June 2022 with students who had been previously diagnosed as having Autism Spectrum Disorder by the Asturian Department of Education and who attended special education schools. The sample was limited to schools whose families agreed to take part in the intervention. A total of 54 students participated from three special schools: C.P.E.E Castiello de Bernueces (N=26), C.P.E.E Latores (N=18), and C.P.E.E Juan Luis Prada (N=10). This gave a representativeness index of 91.5%. The final sample was 68.5% boys and 31.5% girls with ages ranging from 3 to 17 years old (3–6 years: 9.3%; 7–14 years: 50.1%; 13–17 years: 40.9%).

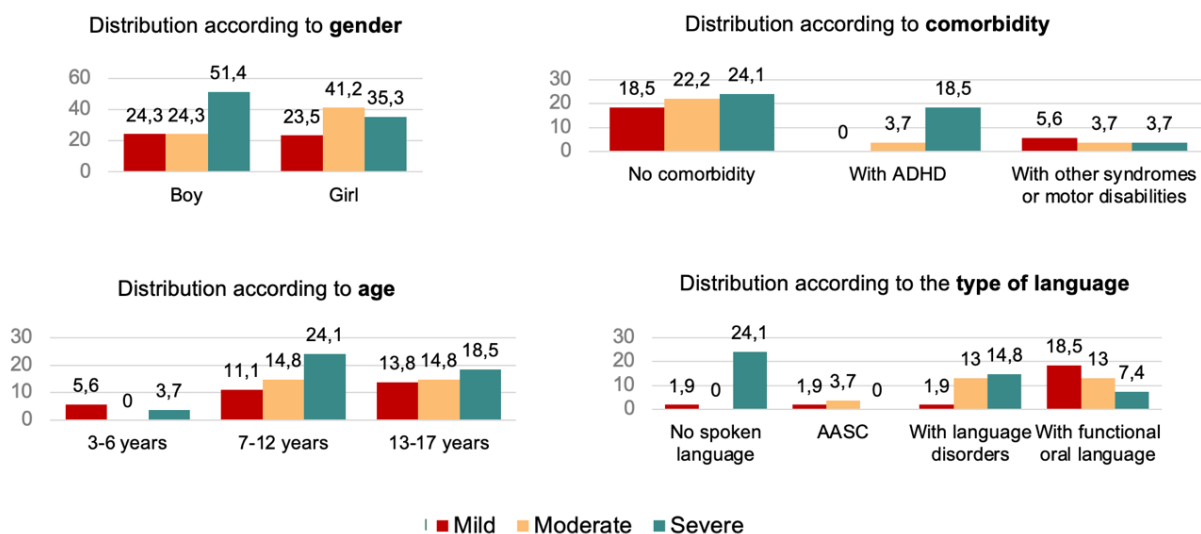
Over a third (35.2%) presented comorbidity, as 22.2% had attention deficit or hyperactivity and another 13% had, generally, motor disabilities. In terms of language, the majority (68.5%) presented spoken language, although only 38.9% had functional spoken language because 29.6% had Language Disorders (LD) commonly associated with ASD: phonological-syntactic disorder (12.96%), delayed echolalia (12.96%), lexical-syntactic disorder (3.7%), and semantic-pragmatic disorder (3.7%). In addition, 25.9% of the students did not have spoken language and 5.6% used Augmentative and Alternative Systems of Communication (AASC).

The severity of students' ASD was determined by the Inter and Interpersonal Measuring Scale for the Level of ASD in Infancy and Adolescence (EMIGTEA) ($\alpha=0.832$), adapted from the DSM-5™, and based on the Childhood Autism Rating Scale (CARS) (Schopler et al., 1998). The severity level was based on the results in eight aspects: Consistency of the intellectual response; Level of activity; Inflexibility of behaviour; Use of objects; Visual and auditory response; Social interaction; Social communication; and Emotional response. We set three levels: mild (values between 1.00 and 0.67), moderate (0.66–0.34) and severe (0.33–0.00). Almost half of the participants (46.3%) presented a severe level of ASD, 29.6% moderate, and 24.1% mild.

Figure 2 shows the distribution of the students by characteristics and severity of ASD.

Figure 2.

Sample distribution by classification values and severity of ASD.



Source: author's own work.

3.2. Procedure

1. Phase I. *Informed consent* was obtained from the children's legal guardians, in line with the recommendations for research with children (Shaw et al., 2011) and the standards in the Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2008).
2. Phase II. *Development and validation of the instrument* for evaluating students' Communicative Competence –defined from their linguistic and socio-emotional skills exhibited during the intervention using the GAE along with the level of interaction with the tablet and immersion in the environment (its validation is described in the following section). This was subsequently validated via confirmatory factor analysis.
3. Phase III. *Individualized intervention* with the children, lasting a total of 120h 28min, a mean of 2 hours 20 minutes per student. They were invited to play in an everyday, fun, non-disruptive setting, ensuring the intervention's ecological validity.
4. Phase IV. Once the individual sessions were finished, a *systematic record* was made of observations using designed instrument, as suggested by Lokesh (1984). The level of interaction with the tablet and the level of immersion in the environment were assessed. Separately, the students' linguistic and socio-emotional levels as reflected in their journey through the GAE were evaluated. The Communicative

Competence (CC) variable was created from the mean values of these scores.

5. Phase V. *Data analysis*. In addition to descriptive statistics based on frequencies, percentages, and means, the correlations between variables were analyzed using the Spearman's Rho coefficient test. Significant differences were found between variables using the Mann-Whitney U test for those with two categories of grouping, and the Kruskal-Wallis test for variables with three or more categories of grouping. Additionally, the effect size produced by these grouping variables was calculated using Hedges' g.

3.3 Instrument

The instrument for evaluating Communicative Competence was defined based on the theoretical constructs of the DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2013). It is made up of 12 variables referring to students' *linguistic and socio-emotional skills* as demonstrated during the tasks set for them in the various GAE screens. These variables are measured through 48 items using Likert-type scales (0=Not at all, 1=A little, 2=Somewhat, and 3=a lot) (see the instrument: <http://bit.ly/3k3CTrg>).

It also includes 4 additional items for determining the level of *interaction with the Tablet* and 5 for measuring the level of *immersion in the environment*, based on the classification from Haggis-Burridge (2020). While more indicators could be included, given the specific characteristics of these individuals and their lack of or limitation in oral language or associated comorbidity, they have been limited following the recommendations of the DSM-5™.

Validation was via exploratory factor analysis due to the sample size. The method of maximum verisimilitude was chosen—based on Lloret-Segura et al. (2014)—with an eigenvalue of >1 chosen as the criterion, producing values of each variable which explains the total variance (Table 2). Bartlett's sphericity test was significant ($p=0.000$) and they Kaiser-Meyer Olkin (KMO) test for suitability gave a high value (KMO=0.919).

Table 2.

Total variance explained by each variable (V) and matrix of components.

Indicator	V	Initial eigenvalues		Component 1
		Total	% of variance	

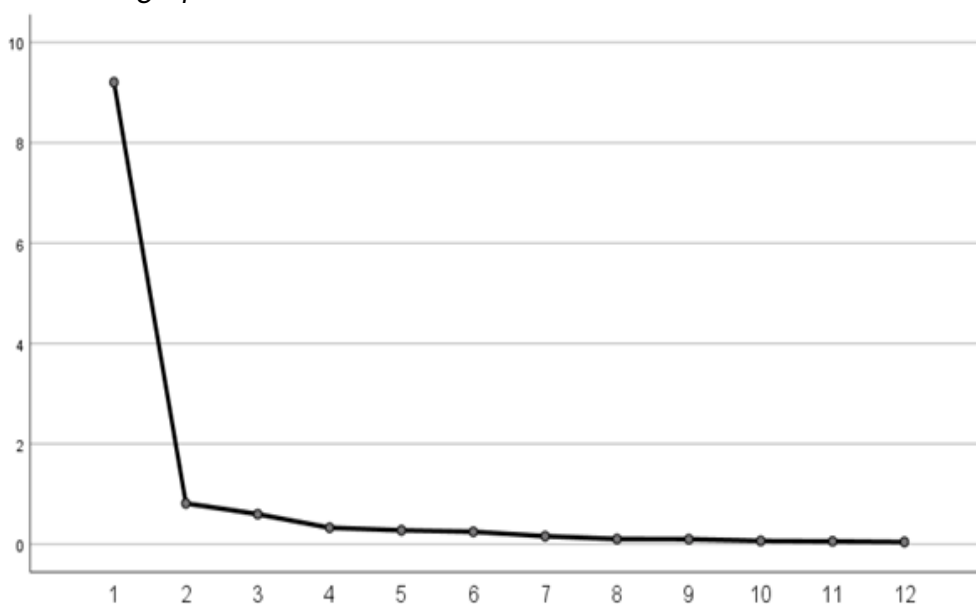
Name each colour and match each character with their colour	1	9.205	76.706	76.706	0.937
Name each colour and match each character with their accessory	2	0.813	6.779	83.484	0.951
Name the marine elements	3	0.599	4.993	88.477	0.940
Name the emotions (emoticons) and relate them to facial expressions (image)	4	0.328	2.736	91.213	0.936
Associate emotions with their causes	5	0.276	2.304	93.517	0.800
Recognize the individual emotion and match it with a colour	6	0.247	2.062	95.580	0.831
Name and match animals	7	0.159	1.329	96.908	0.936
Identify and describe animals: size, colour, habitat, etc.	8	0.104	0.866	97.775	0.874
Compare animals based on their characteristics: size, colour, habitat, etc.	9	0.099	0.828	98.603	0.877
Simple search for treasure (near the student and visible)	10	0.066	0.551	99.154	0.698
Search for hidden treasure on a map with help	11	0.056	0.469	99.623	0.788
Search for hidden treasure following the map autonomously	12	0.045	0.377	100.000	0.698

Source: author's own work.

Table 2 shows that a single variable was able to explain more than 75% of the variance in the results. In addition, the matrix of components shows the variables grouping around a single factor. This interpretation is confirmed by the sedimentation graph (Figure 3) and the high level of goodness of fit of the data to the model ($\chi^2=0.000$).

Figure 3.

Sedimentation graph.



Source: author's own work.

The factorial analysis confirmed the validity of the unidimensional instrument for measuring communicative competence.

4. Results

During the intervention with the GAE, as the difficulty of the missions increased, fewer students passed the levels (Table 3), as their individual characteristics affected their performance.

Table 3.

Completed levels and missions in the GAE.

	Level 1	Level 2	Level 3
	N(%)	N(%)	N(%)
Mission 1	27(45.8)	20(33.9)	12(20.3)
Mission 2	19(35.2)	20(37.0)	15(27.8)
Mission 3	28(50.0)	13(23.2)	15(26.8)
Mission 4	40(50.6)	26(32.9)	13(16.5)

Source: author's own work.

Students' *engagement* with the challenges was assessed from their levels of interaction with the tablet and immersion in the environment. Just over half (51.9%) interacted with the tablet autonomously, whereas 27.8% needed prompting and 20.4% only interacted with it when told to. In general, students' *level of interaction* was high ($\bar{x}=2.31$), particularly for students with mild levels of ASD (Mild: $\bar{x}=3.00$; Moderate: $\bar{x}=2.69$; Severe: $\bar{x}=1.72$; $p=0.000$), and those with functional spoken language or who used AACs (without spoken language: $\bar{x}=1.79$; AACs: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=2.19$; functional spoken language: $\bar{x}=2.67$; $p=0.003$).

In terms of *levels of immersion in the environment*, 31.5% of the students managed to immerse themselves in the story and sequencing in the GAE. About a fifth (20.4%) immersed themselves in the system with a similar proportion managing to empathize at a social level with the characters. A smaller proportion (14.8%) only managed to immerse themselves on a spatial level, and 13% failed to achieve any immersion. In general, the immersion was moderate ($\bar{x}=2.37$), and greater for students with mild ASD (Mild: $\bar{x}=3.62$; Moderate: $\bar{x}=3.06$; Severe: $\bar{x}=1.28$; $p=0.000$) and those with functional spoken language or who used AACs (without spoken language: $\bar{x}=0.71$; AACs: $\bar{x}=3.33$; with LD: $\bar{x}=2.44$; functional spoken language: $\bar{x}=3.29$; $p=0.000$).

4.1 Correlations between variables

Table 4 shows the highly significant correlations between almost all the variables (at the 0.01 level).

Table 4.
Correlations between variables.

	IT	IE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	CC
IT	1,000														
IE	,670**	1,000													
1	,540**	,812**	1,000												
2	,620**	,822**	,911**	1,000											
3	,576**	,831**	,890**	,893**	1,000										
4	,501**	,750**	,877**	,897**	,914**	1,000									
5	,484**	,742**	,792**	,787**	,744**	,765**	1,000								
6	,469**	,733**	,727**	,798**	,757**	,770**	,745**	1,000							
7	,577**	,896**	,921**	,890**	,875**	,862**	,787**	,747**	1,000						
8	,518**	,813**	,771**	,820**	,811**	,807**	,755**	,799**	,831**	1,000					
9	,497**	,794**	,818**	,813**	,781**	,764**	,744**	,741**	,830**	,834**	1,000				
10	0,227	,578**	,571**	,653**	,575**	,530**	,572**	,672**	,631**	,684**	,655**	1,000			
11	,394**	,726**	,644**	,770**	,752**	,668**	,633**	,793**	,712**	,819**	,699**	,808**	1,000		
12	,495**	,692**	,593**	,705**	,751**	,631**	,607**	,649**	,637**	,725**	,599**	,517**	,851**	1,000	
CC	,575**	,865**	,879**	,932**	,928**	,896**	,840**	,863**	,895**	,924**	,871**	,710**	,853**	,818**	1,000

IT: interaction with the tablet; IE: immersion in the environment; CC: average value of the scores obtained in the set of indicators that define global Communicative Competence.

4.2 Linguistic and socio-emotional skills

The missions sought to stimulate Communicative Competence through challenges involving linguistic and socio-emotional skills. The results for each mission are given below.

a) Mission one: stimulation of linguistic skills

In the *first level*, students had to name and match characters with the colour of their clothes. Half of the students (50%) named and matched more than three characters, demonstrating moderate skills ($\bar{x}=2.09$). Students with mild and moderate ASD demonstrated better skills (Mild: $\bar{x}=2.77$; Moderate: $\bar{x}=2.69$; Severe: $\bar{x}=1.36$; $p=0.000$), as did those with functional spoken language or who used AACs (without spoken language: $\bar{x}=0.79$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=2.13$; functional spoken language: $\bar{x}=2.81$; $p=0.000$). In the *second level*, students had to name and match characters with their accessories. Over a third (37%) named and matched more than 3, demonstrating moderate skills ($\bar{x}=1.83$).

Older children had higher levels of skills (3-6 years: $\bar{x}=1.00$; 7-12: $\bar{x}=1.67$; 13-17: $\bar{x}=2.23$; $p=0.037$), as did those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.62$; Moderate: $\bar{x}=2.44$; Severe: $\bar{x}=1.04$; $p=0.000$) and those who used AASC or had functional spoken language (without spoken language $\bar{x}=0.57$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=1.81$; functional spoken language: $\bar{x}=2.52$; $p=0.000$). In the *third level*, students had to name marine elements from a story with AR. The complexity of this challenge produced lower scores for skills ($\bar{x}=1.46$). A third (33.3%) named between 3 and 5 elements, another 31.5% failed to name any. Older children had higher scores (3-6 years: $\bar{x}=0.60$; 7-12: $\bar{x}=1.30$; 13-17: $\bar{x}=1.86$; $p=0.000$), as did

those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2,38$; Moderate: $\bar{x}=2,00$; Severe: $\bar{x}=0,64$; $p=0,000$) and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language $\bar{x}=0,00$; AASC: $\bar{x}=2,67$; with LD: $\bar{x}=1,50$; functional spoken language: $\bar{x}=2,24$; $p=0,000$).

As the difficulty of the challenges and levels increased, the scores for the skills fell. The success rate was 58.9%. Twelve subjects, mostly boys, aged between 11 and 17 with mild ASD, functional spoken language, and without other associated disabilities achieved the maximum score in the three levels.

b) Mission two: socio-emotional skills

In the *first level*, students had to name emotions represented by icons and match them with facial expressions. Only 35.2% correctly matched all the emotions. The performance was moderate to low ($\bar{x}=1,70$). Older children scored higher (3-6 years: $\bar{x}=0,80$; 7-12: $\bar{x}=1,52$; 13-17: $\bar{x}=2,08$; $p=0,037$), as did those with mild or moderate ASD (Mild: $\bar{x}=2,46$; Moderate: $\bar{x}=2,44$; Severe: $\bar{x}=0,84$; $p=0,000$) and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0,00$; AASC: $\bar{x}=3,00$; with LD: $\bar{x}=1,94$; functional spoken language: $\bar{x}=2,48$; $p=0,000$).

In the *second level*, they had to match emotions to their causes. The students exhibited moderate skills ($\bar{x}=2,09$). Almost half (44.4%) matched happiness, sadness, and anger, while another 37% also matched fear and surprise. Girls demonstrated better skills (Boys: $\bar{x}=1,92$ vs. Girls: $\bar{x}=2,47$; $p=0,033$), as did older children (3-6 years: $\bar{x}=1,80$; 7-12: $\bar{x}=1,85$; 13-17: $\bar{x}=2,45$; $p=0-038$), those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2,69$; Moderate: $\bar{x}=2,50$; Severe: $\bar{x}=1,52$; $p=0,000$), and those who had functional spoken language or used AASC (without spoken language: $\bar{x}=1,29$; AASC: $\bar{x}=2,67$; with LD: $\bar{x}=1,63$; functional spoken language: $\bar{x}=2,00$; $p=0,000$).

To pass the *third level*, students had to recognize their own emotion matched with a colour, used previously to paint a boat. The complexity of this task is indicated by the low levels of skill demonstrated ($\bar{x}=1,50$). Over a quarter (27.8%) of the students did not recognize their own emotion, while a similar proportion recognized it and painted the boat correctly. Older children demonstrated better skill (3-6 years: $\bar{x}=0,60$; 7-12: $\bar{x}=1,22$; 13-17: $\bar{x}=2,05$; $p=0,011$), as did those with mild and moderate levels of ASD (Mild: $\bar{x}=2,15$; Moderate: $\bar{x}=2,19$; Severe: $\bar{x}=0,72$; $p=0,000$), and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0,36$; AASC: $\bar{x}=2,67$; with LD: $\bar{x}=1,63$; functional spoken language: $\bar{x}=2,00$; $p=0,000$).

The students exhibited better abilities in the second level because the activity was presented with the Merge Cube, making manipulation and exploration of virtual elements easier. The success rate was 58.8%. Nine subjects achieved maximum scores in the three levels, most were boys, aged 10 to 17, with light and moderate levels of ASD, functional spoken language, and without comorbidities.

c) Mission three: linguistic skills

In the *first level*, students had to name and match animals based on *Quiver* sheets they had to colour in. They exhibited moderate skills ($\bar{x}=2,17$). Just over half (51.8%) matched and named 4 to 6 animals. The highest levels of skills were demonstrated by those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.85$; Moderate: $\bar{x}=2.75$; Severe: $\bar{x}=1.44$; $p=0.000$), and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0.79$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=2.31$; functional spoken language: $\bar{x}=2.86$; $p=0.000$).

In the *second level*, students demonstrated low skill levels ($\bar{x}=1.54$), identifying and verbally describing animals (size, colour, habitat, etc.) using the *Merge Object Viewer*. A third (33.3%) identified the animals but did not describe them, 25.1% identified and described 1-6 animals, whereas 24.1% identified between 4 and 6 animals. Girls exhibited higher levels of skills (Boys: $\bar{x}=1.38$ vs. Girls: $\bar{x}=1.88$; $p=0.099$), as did those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.46$; Moderate: $\bar{x}=2.00$; Severe: $\bar{x}=0.76$; $p=0.000$) and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language $\bar{x}=0.43$; AASC: $\bar{x}=2.67$; with LD: $\bar{x}=1.38$; functional spoken language: $\bar{x}=2.24$; $p=0.000$).

The *third level* involved comparing animals using AR flashcards, meaning an added difficulty, reflected in the low levels of skills ($\bar{x}=1.59$). Less than a third (31.5%) compared colour and size, while 27.8% also identified habitats. Another 27.8% did not manage to compare animals. The highest levels of skills were shown by those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.54$; Moderate: $\bar{x}=2.06$; Severe: $\bar{x}=0.80$; $p=0.000$) and those with functional spoken language (without spoken language: $\bar{x}=0.36$; AASC: $\bar{x}=2-33$; with LD: $\bar{x}=1.44$; functional spoken language: $\bar{x}=2.43$; $p=0.000$).

As the linguistic difficulty of the challenges and levels increased, fewer students completed them. The success rate was 58.8%. Nine students achieved maximum scores in the three levels, most of whom were boys, aged

10-17, with mild levels of ASD, functional spoken language, and without comorbidities.

d) Mission four: socio-emotional skills

In this mission, students had to help the characters find treasure using a geolocation AR app. The task was simple, but there were a few details to consider to do it properly. *First level*: simple route, accompanied by an adult, with visual and oral explanation of the route; *second level*: map-based search following indications; *third level*: autonomous search with a map. In the *first level*, the students demonstrated high skill levels ($\bar{x}=2.52$). Almost three-quarters (74%) found the treasure and identified the emotional state of the characters after succeeding. The highest levels of skill were demonstrated by those with mild or moderate ASD (Mild: $\bar{x}=2.85$; Moderate: $\bar{x}=2.94$; Severe: $\bar{x}=2.08$; $p=0.002$) and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=1.79$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=2.69$; functional spoken language: $\bar{x}=2.81$; $p=0.006$).

In the *second level*, there was a moderate level of skill ($\bar{x}=1.83$). Just under half (48.1%) found the treasure and identified the characters' emotions. Older children performed better (3-6 years: $\bar{x}=1.00$; 7-12: $\bar{x}=1.56$; 13-17: $\bar{x}=2.36$; $p=0.031$), as did those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.62$; Moderate: $\bar{x}=2.31$; Severe: $\bar{x}=1.12$; $p=0.000$) and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0.71$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=1.75$; functional spoken language: $\bar{x}=2.48$; $p=0.000$). There were low levels of skill in the *third level* ($\bar{x}=1.11$). Only a quarter (24.1%) found the treasure and identified the characters' emotional states. The highest levels of skills were exhibited by those with mild ASD (Mild: $\bar{x}=2.15$; Moderate: $\bar{x}=1.38$; Severe: $\bar{x}=0.40$; $p=0.000$) and by those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0.14$; AASC: $\bar{x}=2.67$; with LD: $\bar{x}=0.88$; functional spoken language: $\bar{x}=1.71$; $p=0.001$).

As the tasks became more difficult, fewer students managed to complete them. The success rate was 60.7%. Thirteen subjects achieved maximum scores in all three levels, most of whom were aged 10-17, with mild or moderate levels of ASD, functional spoken language, and without comorbidities. Only four students managed to achieve the maximum score in all twelve levels: three boys and one girl. Three of them had mild ASD, the other had moderate ASD.

They had good mastery of language—two with functional spoken language and two with mild delayed echolalia—and two had other syndromes or

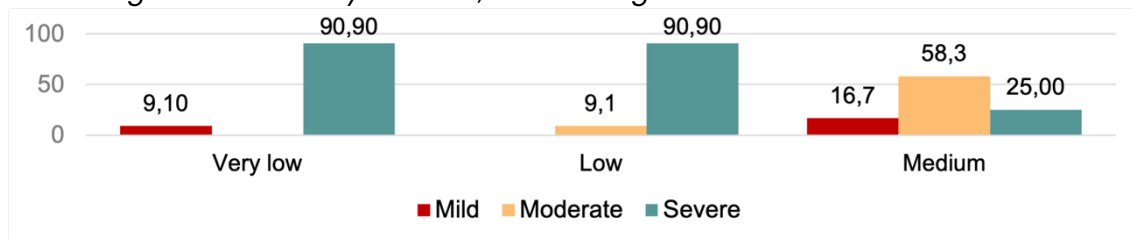
physical disabilities that did not affect cognitive function. Two of the participating students did not complete any of the missions: two boys (aged 3 and 7) with severe ASD, comorbid ADHD, and without spoken language. It is also worth noting that students who also presented with ADHD had significantly different results from those without this comorbidity ($p=0.000$) due to their difficulties in maintaining attention, hyperactivity, impulsivity, etc.

4.3 Communicative Competence

To determine the students' overall competence level during the intervention, the variable *Communicative Competence* (CC) was created from the mean scores in the indicators related to linguistic and socio-emotional skills; overall, students had medium-high levels of CC ($\bar{x}=1.94$). The distribution of the subjects –according to the level of achievement– was measured in four categories: very low (0.00–0.25), low (0.26–0.50), medium (0.51–0.75), and high (0.76–1.00). Just under half of the students (48.1%) had a high level of CC, 20.4% had a low level, 16.7% very low, and 14.8% medium (Figure 4). The highest levels of CC were in older children (3–6 years: $\bar{x}=1.20$; 7–12: $\bar{x}=1.70$; 13–17: $\bar{x}=2.41$; $p=0.033$), those with mild or moderate ASD (Mild: $\bar{x}=2.69$; Moderate: $\bar{x}=2.69$; Severe: $\bar{x}=1.94$; $p=0.000$), and those with functional spoken language or who used AASC (without spoken language: $\bar{x}=0.50$; AASC: $\bar{x}=3.00$; with LD: $\bar{x}=1.94$; functional spoken language: $\bar{x}=2.76$; $p=0.000$).

Figure 4.

Percentage distribution by CC level, considering the level of ASD.

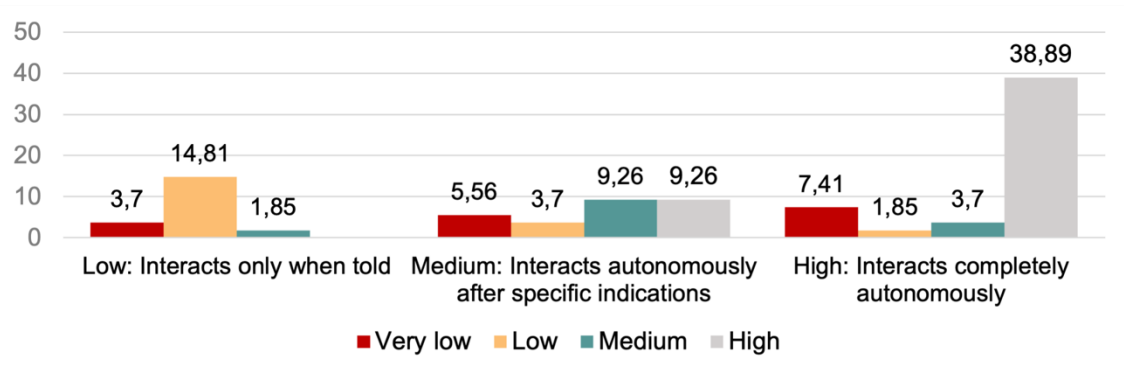


Source: author's own work.

Comparing the *level of interaction with the tablet* during the intervention with CC scores, those with high levels of competence had more autonomous interaction with the tablet (Figure 5). In contrast, students with low levels of CC tended to only interact with the tablet when told to, and those with medium levels usually needed prompting of some sort to interact with it.

Figure 5.

Percentage distribution of the sample by CC level and level of interaction with the tablet.

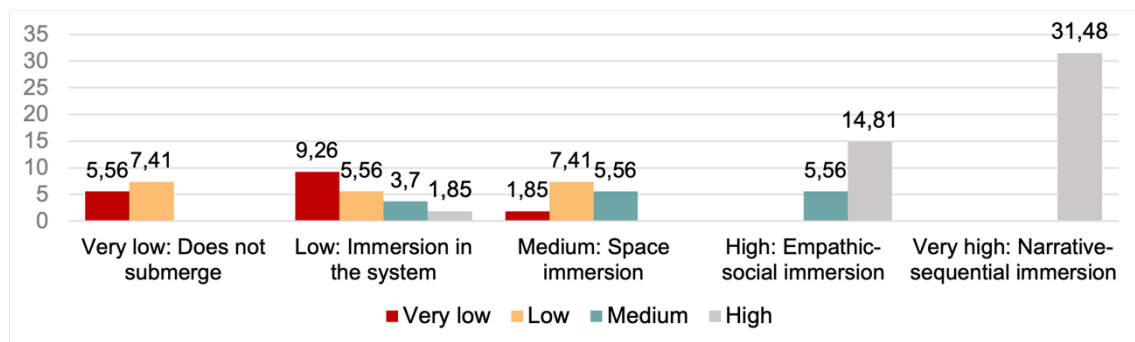


Source: author's own work.

Comparing the CC level with the *level of immersion in the environment*, those with very low levels of CC managed basic immersion in the system, those with low levels of CC managed spatial immersion, those with medium levels of CC achieved empathic-social immersion, and those with high levels of CC had the highest, narrative-sequential, level of immersion which allowed them to feel part of the story (Figure 6). Students' CC levels were directly related to their levels of immersion in the environment.

Figure 6.

Percentage distribution of the sample by CC level and level of immersion in the GAE.



Source: author's own work.

Lastly, the effect size for each variable on the CC score was determined, with <0.2 = null; between 0.2 and 0.5 = small; between 0.5 and 0.8 = moderate; >0.8 =large (Table 5).

Table 5.

Effect size of the classification variables (*V*) on CC scores.

Effect size

V	Gen der	Age	Level of ASD		Type og language		Comorbidity		
1	0.29	1-6 vs. 7-12	0.593	Mild vs. moderate	0.132	No spoken language vs. AASC	5.301	Without comorbidity vs. ADHD	0.859
					No spoken language vs. LD	1.836			
		1-6 vs. 13-18	0.911	Mild vs. severe	1.687	No spoken language vs. functional oral language	4.802	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.176
2	0.14	7-12 vs. 13-18	0.365	Moderate vs. severe	1.619	AASC vs. functional oral language	0.479	ADHD vs. multiple disabilities	0.977
					LD vs. functional oral language	1.023			
		1-6 vs. 7-12	0.610	Mild vs. moderate	0.232	No spoken language vs. AASC	4.821	Without comorbidity vs. ADHD	0.742
3	0.15	1-6 vs. 13-18	1.218	Mild vs. severe	1.814	No spoken language vs. functional oral language	3.079	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.479
					AASC vs. LD	1.326			
		7-12 vs. 13-18	0.536	Moderate vs. severe	1.788	AASC vs. functional oral language	0.710	ADHD vs. multiple disabilities	1.129
4	0.21	1-6 vs. 7-12	0.613	Mild vs. moderate	0.444	No spoken language vs. AASC	12.004	Without comorbidity vs. ADHD	0.564
					No spoken language vs. LD	2.064			
		1-6 vs. 13-18	1.123	Mild vs. severe	1.845	No spoken language vs. functional oral language	4.011	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.398
5	0.61	7-12 vs. 13-18	0.493	Moderate vs. severe	1.581	AASC vs. functional oral language	0.600	ADHD vs. multiple disabilities	0.822
					LD vs. functional oral language	0.876			
		1-6 vs. 7-12	0.659	Mild vs. moderate	0.031	No spoken language vs. AASC	-	Without comorbidity vs. ADHD	0.534
6	0.04	1-6 vs. 13-18	1.007	Mild vs. severe	1.533	No spoken language vs. functional oral language	5.166	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.278
					AASC vs. LD	1.163			
		7-12 vs. 13-18	0.443	Moderate vs. severe	1.647	AASC vs. functional oral language	0.882	ADHD vs. multiple disabilities	0.720
7	0.36	1-6 vs. 7-12	0.052	Mild vs. moderate	0.373	No spoken language vs. AASC	1.495	Without comorbidity vs. ADHD	1.401
					No spoken language vs. LD	0.805			
		1-6 vs. 13-18	0.787	Mild vs. severe	1.377	No spoken language vs. functional oral language	1.773	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.408
8	0.48	7-12 vs. 13-18	0.689	Moderate vs. severe	1.172	AASC vs. functional oral language	0.078	ADHD vs. multiple disabilities	1.327
					LD vs. functional oral language	0.870			
		1-6 vs. 7-12	0.540	Mild vs. moderate	0.036	No spoken language vs. AASC	3.500	Without comorbidity vs. ADHD	0.857
9	0.28	1-6 vs. 13-18	1.371	Mild vs. severe	1.429	No spoken language vs. functional oral language	1.836	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.557
					AASC vs. LD	0.908			
		7-12 vs. 13-18	0.732	Moderate vs. severe	1.553	AASC vs. functional oral language	0.664	ADHD vs. multiple disabilities	1.833
10	0.36	1-6 vs. 7-12	0.411	Mild vs. moderate	0.188	No spoken language vs. AASC	5.301	Without comorbidity vs. ADHD	0.891
					No spoken language vs. LD	2.815			
		1-6 vs. 13-18	0.871	Mild vs. severe	1.691	No spoken language vs. functional oral language	4.417	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.098
11	0.48	7-12 vs. 13-18	0.443	Moderate vs. severe	1.667	AASC vs. functional oral language	0.303	ADHD vs. multiple disabilities	0.803
					LD vs. functional oral language	0.996			
		1-6 vs. 7-12	0.562	Mild vs. moderate	0.562	No spoken language vs. AASC	4.065	Without comorbidity vs. ADHD	0.552
12	0.28	1-6 vs. 13-18	1.067	Mild vs. severe	2.247	No spoken language vs. functional oral language	2.446	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.701
					AASC vs. LD	1.576			
		7-12 vs. 13-18	0.430	Moderate vs. severe	1.599	AASC vs. functional oral language	0.510	ADHD vs. multiple disabilities	1.213
13	0.28	1-6 vs. 7-12	0.334	Mild vs. moderate	0.535	No spoken language vs. AASC	2.587	Without comorbidity vs. ADHD	0.637
					No spoken language vs. LD	1.209			

		1-6 vs. 13-18	0.806	Mild vs. severe	1.827	No spoken language vs. functional oral language	2.577	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.680
						AASC vs. LD	0.923		
		7-12 vs. 13-18	0.479	Moderate vs. severe	1.347	AASC vs. functional oral language	0.116	ADHD vs. multiple disabilities	1.460
						LD vs. functional oral language	1.102		
10	0.12	1-6 vs. 7-12	0.220	Mild vs. moderate	0.214	No spoken language vs. AASC	1.104	Without comorbidity vs. ADHD	0.540
		1-6 vs. 13-18	0.617	Mild vs. severe	0.828	No spoken language vs. functional oral language	1.183	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.586
						AASC vs. LD	0.528		
		7-12 vs. 13-18	0.376	Moderate vs. severe	1.015	AASC vs. functional oral language	0.321	ADHD vs. multiple disabilities	0.935
						LD vs. functional oral language	0.198		
11	0.05	1-6 vs. 7-12	0.417	Mild vs. moderate	0.297	No spoken language vs. AASC	2.343	Without comorbidity vs. ADHD	0.223
		1-6 vs. 13-18	1.186	Mild vs. severe	1.272	No spoken language vs. functional oral language	1.746	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.611
						AASC vs. LD	0.984		
		7-12 vs. 13-18	0.653	Moderate vs. severe	1.012	AASC vs. functional oral language	0.541	ADHD vs. multiple disabilities	0.849
						LD vs. functional oral language	0.632		
12	0.20	1-6 vs. 7-12	0.433	Mild vs. moderate	0.597	No spoken language vs. AASC	4.432	Without comorbidity vs. ADHD	0.153
		1-6 vs. 13-18	0.823	Mild vs. severe	1.775	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1.395	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.748
						AASC vs. LD	1.561		
		7-12 vs. 13-18	0.370	Moderate vs. severe	0.883	AASC vs. functional oral language	0.710	ADHD vs. multiple disabilities	0.844
						LD vs. functional oral language	0.649		
CC	0.21	1-6 vs. 7-12	0.413	Mild vs. moderate	0.006	No spoken language vs. AASC	3.918	Without comorbidity vs. ADHD	0.718
		1-6 vs. 13-18	1.106	Mild vs. severe	1.658	No spoken language vs. functional oral language	3.480	Without comorbidity vs. multiple disabilities	0.306
						AASC vs. LD	1.163		
		7-12 vs. 13-18	0.631	Moderate vs. severe	1.819	AASC vs. functional oral language	0.386	ADHD vs. multiple disabilities	0.990
						LD vs. functional oral language	1.048		

Source: author's own work.

The effect size on Communicative Competence varies depending on the classification variables. Specifically, the degree of Autism Spectrum Disorder (ASD) has a significant effect on CC, as observed in students with severe ASD (26 out of the comparisons), while this effect is barely noticeable in those with mild to moderate ASD. Similarly, language type has an impact on CC, as 58 out of the 78 comparisons conducted show values above 0.8. In these cases, the group most affected in their competence is the one without language, followed by those using Augmentative and Alternative Communication (AAC). There is also a moderate effect size when comparing subjects with functional language with other typologies (11 comparisons).

Comorbidity has a moderate or large effect on CC, especially when comparing subjects with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) with others (30 comparisons = 14 moderate + 16 large). The effect is small or null between students with no comorbidity and those with multiple disabilities (9 out of 39 comparisons). The effect of age on CC varies. It is large between younger and older subjects (11 comparisons). It is moderate when comparing

the results of the 3-6-year-old group with those of the 7-12 and 13-17-year-old groups, respectively (13 comparisons).

The effect on CC is small or null in the 7-12-year-old group, as it shows little difference with both the 3-6-year-old and the 13-17-year-old groups (15 comparisons). The effect of gender on CC is small (7 comparisons) or null (5 comparisons). However, it is worth noting the moderate effect in relation to the ability to associate emotions with their causes ($\sqrt{5}$ with a value of 0.61).

5. Discussion and conclusions

The results show that this Gamified Augmented Environment can promote Communicative Competence in students with ASD, although it would need systematic implementation. Both the level of interaction with the tablet and the immersion in the environment were positively and significantly correlated with competence level. Both the level of interaction with the tablet and immersion in the environment are positively and significantly correlated with competency levels, as noted by Paquet et al. (2022). This correlation is logical since tasks are integrated into a digital environment that allows individuals to interact independently, explore the environment freely, establish their own pace for activity execution, and allocate time accordingly. Furthermore, the narrative allows for a direct connection with characters, promoting immersion and interaction with them, as highlighted by Griffin et al. (2021).

Engagement and socio-emotional skills increase when characters are presented in audiovisual settings, as demonstrated by Alkinj et al. (2022). In this case, the augmented reality effect further enhances interaction with the tablet and immersion in the environment. On the other hand, visualizing interpersonal and intrapersonal relationships of the characters along with contextualizing their emotions and directly appealing to the player facilitates feedback that influences their response, providing an opportunity to acquire and develop their language skills (Hussain et al., 2021) and socio-emotional abilities, consequently stimulating their CC.

Thus, the higher the degree of interaction and immersion with the challenges presented in the game, the greater the students' cognitive competence, and vice versa as observed in similar studies supported by the use of apps for CC stimulation (Del Moral et al., 2022). Overall, students with better linguistic and socio-emotional skills engaged more with the tasks. It's important to note that older students with less severe ASD, functional oral language, and no comorbidity exhibited higher levels of CC. Clearly, the type of interaction and

immersion facilitated by the environment can stimulate CC through interactions with characters and various screens, contributing to achieving game objectives, solving presented challenges, gathering information through audiovisual elements that enrich the playful narrative, and so on.

In this research, it has been observed that the use of Augmented Reality (AR) promotes an increase in attention, facilitating the stimulation of CC in this student population, as evidenced by the study of Kolomoiets and Kassim (2018), who noted an improvement in linguistic skills in a similar sample. Similarly, socio-emotional skills have been activated through interaction with augmented characters and the completion of tasks to help them achieve their goals in the game, in a manner similar to the findings of Taryadi and Kurniawan (2018) when utilizing augmented reality resources. In addition, incorporating game mechanics and dynamics (missions, rewards, feedback, etc.) and the typical short-term objectives of gamification have succeeded in engaging students in the game, fostering motivation that supports the learning of vocabulary related to the marine and pirate world, as well as the identification and association of emotions with their causes, as reported by Lee et al. (2020).

Girls exhibited better skills in challenges requiring students to identify and describe animals, and to recognize and match emotions. Older children had greater linguistic and socio-emotional skills. In the present study, the level of ASD was directly related to performance in the tasks, with students who had severe ASD having the greatest difficulties, as also noted by Silva et al. (2021). Students with functional spoken language or who used AASC demonstrated higher levels of competence, as they already have linguistic skills allowing them to communicate and engage with the environments' challenges.

It should be emphasized that students who also had ADHD demonstrated greater limitations in doing the activities—in line with Kokol et al. (2020). The level of CC, and particularly the level of linguistic ability, was directly related to the ability to complete the challenges in each mission, many of the students suffered from language disorders, or lacked language, which affects how they perform in vocabulary tasks, as noted by McMahon et al. (2016). The complexity of the tasks calls for a base cognitive level to be able to do them, and two students whose abilities were very limited did not manage to do any of the missions. In contrast, it might be interesting to add a fourth difficulty level for those who easily completed the other three.

There were positive results following the implementation of the GAE, which allowed expression of the subjects' linguistic and socio-emotional skills during the intervention. More specifically, the competency level of the students was

evident when carrying out various missions. It was observed that a greater immersion in the challenges corresponded to higher levels of CC in students. Specifically, older students, those with less severe ASD, functional oral language, and no comorbidity exhibited higher levels of CC. In conclusion, to achieve optimal results, the intervention should be tailored to individual characteristics, present engaging narratives, and integrate playful activities that require communicative strategies.

Furthermore, among the pedagogical implications arising from this research, it is worth noting that the playful context attracts these students and promotes their learning. The use of tablets and/or digital resources in conjunction with immersive playful scenarios with augmented reality enhances their engagement with educational tasks. Attractive environments should be designed that require interaction with 3D characters whom they must assist in achieving set objectives, establishing feedback that generates linguistic and/or emotional responses, while promoting their engagement with playful missions. The narrative used in the designed environment has captured the students' attention, so that other similar narratives could be designed, expanding areas of interest and associated vocabulary, eliciting responses and/or communicative intentions. It's important that they feel like protagonists in the story, facilitating their emotional involvement and identification with the characters.

Interventions could combine traditional resources with emerging technologies. Other Augmented Reality applications with simpler or more complex elements could also be integrated. Undoubtedly, the creation of such resources requires training teachers in digital competence so they can design and combine active methodologies like gamification with emerging technologies like Augmented Reality. Regarding the study's limitations, it would be advisable to have a pre- and post-intervention measure to facilitate the study of the students' progression, to identify individual competency levels, and to determine the specific issues of each subject.

Data availability statements

All data generated or analysed during this study are included in this published article [and its supplementary information files].

6. References

- Al-Bogami, B., & Elyas, T. (2020). Promoting middle school students' engagement through incorporating iPad apps in EFL/ESL classes. *SAGE Open*, 10(2), 1-18. <https://doi.org/10.1177/21582>
- Alharbi, M. & Huang, S. (2020). An Augmentative System with Facial and Emotion Recognition for Improving Social Skills of Children with Autism Spectrum Disorders. In *2020 IEEE International Systems Conference* (pp. 1-6). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SysCon47679.2020.9275659>
- Alkinj, I., Pereira, A., & Santos, P.C. (2022). The effects of an educational program based on modeling and social stories on improvements in the social skills of students with autism. *Heliyon*, 8(5), e09289. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09289>
- Allen, M.L., Hartley, C. & Cain, K. (2016). iPads and the use of "apps" by children with autism spectrum disorder: do they promote learning? *Frontiers in Psychology*, 7(1305), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01305>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Arief, M. & Efendi, M. (2018). The book of pop up augmented reality to increase focus and object recognition capabilities for children with autism. *Journal of International Conference on Special Education in Southeast Asia Region*, 2(1), 9-14. <http://dx.doi.org/10.17977/um005v2i12018p009>
- Bondy, AS., & Frost, LA. (1994). The picture exchange communication system. *Focus on autistic behavior*, 9(3), 1-19.
- Cabrera, J.D. (2020). La retroalimentación para mejorar el proceso de aprendizaje en el estudiante [Feedback to improve the learning process in the student]. *Revista Universitaria de Informática*, 7(10), 70-75. <https://doi.org/10.22267/runin>
- Carrington, S., Saggars, B., Webster, A., Harper-Hill, K., & Nickerson, J. (2020). What Universal Design for Learning principles, guidelines, and checkpoints are evident in educators' descriptions of their practice when supporting students on the autism spectrum? *International Journal of Educational Research*, 102, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101583>

- Celce-Murcia, M. (2007). Rethinking the role of communicative competence in language teaching. *Intercultural language use and language learning*, 41-57.
- Chung, C.H., & Chen, C.H. (2017). Augmented reality based social stories training system for promoting the social skills of children with autism. *Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations*, 486, 495-505. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41685-4_44
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.
- Cordón, M.M., & Torrijos, M.B. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA [Language disorders in students with ASD]. *International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Council of Europe (2001). *Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment*. Cambridge University Press.
- Del Moral, M.E., Neira, M.R., López-Bouzas, N., & Castañeda, J. (2022). Producción de narraciones orales con una app en Educación Infantil: análisis del engagement y la competencia narrativa. *Digital Education Review*, 41, 65-81. <https://doi.org/10.1344/der.2022.41.65-81>
- Durán, S. (2021). Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática [Technologies for teaching and learning of students with Autism Spectrum Disorder: a systematic review]. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 107-121. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9771>
- European Parliament and Council (2006). *Recommendation 2006/962/EC of December 18, 2006, of the European Parliament and the Council on key competences for lifelong learning*. Official Journal L 394 of December 30, 2006.
- Fridenson, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Meir-Goren, N., et al. (2017). 'Emotiplay': A serious game for learning about emotions in children with autism: Results of a cross-cultural evaluation. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 26(8), 979-992. <https://doi.org/10.1007/s00787-017-0968-0>

- Gallardo, C.P, Rodríguez, A., & Caurcel, M.J (2021). Aplicativos para pessoas com autismo: Avaliação, classificação e ranking dos melhores. *Technology in Society*, 64, 101474. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101474>
- Gumperz, J., & Hymes, D. (Eds.) (1972). *Directions on sociolinguistics. The ethnography of communication*. Holt, Rinehart and Winston.
- Griffin, J.W., Geier, C.F., Smyth, J.M., & Scherf, K.S. (2021). Improving sensitivity to eye gaze cues in adolescents on the autism spectrum using serious game technology: A randomized controlled trial. *BMJ Open*, e12041. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>
- Haggis-Burridge, M. (2020). Four categories for meaningful discussion of immersion in video games. *Academy for Games & Media Creative and Entertainment Games*. <https://n9.cl/ytkia>
- Hussain, A., Mkpojiogu, E.O., & Okoroafor, P.C. (2021). Assisting Children with Autism Spectrum Disorder with Educational Mobile Apps to Acquire Language and Communication Skills: A Review. *International Journal of Interaction Mobil Technologies*, 15(6), 161-170.
- Jiménez, M.D., Serrano, J.L. & Prendes, M.P. (2017). Estudio de caso de la influencia del aprendizaje electrónico móvil en el desarrollo de la comunicación y el lenguaje con un niño con TEA [Case study of the influence of mobile e-learning on the development of communication and language with a child with ASD]. *Educar*, 53(2), 419-443. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.782>
- Kokol, P., Vošner, H.B., Završnik, J., Vermeulen, J., Shohieb, S., & Peinemann, F. (2020). Serious game-based intervention for children with developmental disabilities. *Current pediatric reviews*, 16(1), 26-32. <https://doi.org/10.2174/1573396315666190808115238>
- Kolomoiets, T.H. & Kassim, D.A. (2018). Using the augmented reality to teach of global reading of preschoolers with autism spectrum disorders. In A. Kiv & V. Soloviev (Eds.). In *Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education*. CEUR-WS, vol. 2257, (pp. 237-246). <https://bit.ly/30PCRGL>
- Lee, D., Frey, G.C., Min, A., Kim, B., Cothran, D.J., Bellini, S., Han, K. & Shih, P.C. (2020). Usability inquiry of a gamified behavior change app for increasing physical activity and reducing sedentary behavior in adults with and

- without autism spectrum disorder. *Health Informatics Journal*, 26(4), 2992–3008. <https://doi.org/10.1177/1460458220952909>
- 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>
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., & Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada [Item Exploratory Factor Analysis: A Practical Guide, Revised and Updated]. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151–1169. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>
- Lokesh, K. (1984). *Methodology of educational research*. Vikas publishing house.
- López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). A gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: design and validation. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, 19, 80–93. <https://doi.org/10.46661/ijeri.6820>
- Malinverni, L., Mora, J., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Parés, N. (2017). An inclusive design approach for developing video games for children with autism spectrum disorder. *Computers in Human Behavior*, 71, 535–549. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.01.018>
- Martin, E., Cupeiro, C., Pizarro, L., Roldán-Álvarez, D., & Montero, G. (2019). “Today I Tell” a comics and story creation app for people with autism spectrum condition. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(8), 679–691. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01925-z>
- Marzo, M. & Belda, M. (2021). Language disorders in students with ASD. *International Journal of New Education*, 7, 57–74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- McMahon, D.D., Cihak, D.F., Wright, R.E., & Bell, S.M. (2016). Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(1), 38–56. <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1103149>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A.T. (2020). AssociAR: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the

Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>

O’Keeffe, C., & McNally, S. (2023). A systematic review of play-based interventions targeting the social communication skills of children with autism spectrum disorder in educational contexts. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, *10*(1), 51–81. <https://doi.org/10.1007/s40489-021-00286-3>

Papoutsis, C., Drigas, A. & Skianis, C. (2018). Mobile Applications to Improve Emotional Intelligence in Autism–A Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *12*(6), 47–61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.9073>

Politis, Y., Robb, N., Yakkundi, A., Dillenburger, K., Herbertson, N., Charlesworth, B., & Goodman, L. (2017). People with disabilities leading the design of serious games and virtual worlds. *International Journal of Serious Games*, *4*(2), 63–73. <http://doi.org/10.17083/ijsg.v4i2.160>

Paquet, A., Meilhoc, L., Mas, B., Morena, A.S., & Girard, M. (2022). Does playing on a digital tablet impact the social interactions of children with autism spectrum disorder?. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, *70*(6), 296–307. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2022.04.003>

Schaeffer, B., Musil, A., & Kollinzas, G. (1980). *Total Communication: A signed speech program for non-verbal children*. Research Press.

Schopler, E., Reichler, R.J., & Rocher-Renner, B. (1988). *The Childhood Autism Rating Scale (CARS)*. Los Angeles: Western Psychological Services.

Shaw, C., Brady, L.M. & Davey, C. (2011). *Guidelines for Research with Children and Young People*. NBC Research Centre. <https://bit.ly/3Rhd81K>

Silva, G.M., Souto, J.D., Fernandes, T.P., Bolis, I., & Santos, N.A. (2021). Interventions with Serious Games and Entertainment Games in Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. *Developmental Neuropsychology*, *46*(7), 463–485. <https://doi.org/10.3390/s22031250>

Syriopoulou-Delli, C.K., & Eleni, G. (2021). Effectiveness of different types of Augmentative and Alternative Communication (AAC) in improving communication skills and in enhancing the vocabulary of children with ASD: A review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, *9*, 493–506. <https://doi.org/10.1007/s40489-021-00269-4>

- Taryadi, D. & Kurniawan, I. (2018). The improvement of autism spectrum disorders on children communication ability with PECS method multimedia augmented reality-based. *Journal of Physics*, 47(1), 1-8. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012009>
- 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. <http://doi.org/10.2196/19765>
- Torrado, J. C., Gomez, J., & Montoro, G. (2017). Emotional self-regulation of individuals with autism spectrum disorders: smartwatches for monitoring and interaction. *Sensors*, 17(6), 1359. <https://doi.org/10.3390/s17061359>
- Van Dooren, M.M., Siriaraya, P., Visch, V., Spijkerman, R., & Bijkerk, L. (2019). Reflections on the design, implementation, and adoption of a gamified eHealth application in youth mental healthcare. *Entertainment Computing*, 31, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100305>
- World Medical Association (2008). *Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. <https://bit.ly/3TtZaM3>
- Zichermann, G. & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.

CAPÍTULO VIII

The impact of a Gamified Augmented Environment on Language Skills in students with ASD⁸

1. Introduction

People with Autism Spectrum Disorder (ASD) have impairments in language, verbal, and non-verbal communication, and they exhibit difficulties in social and emotional reciprocity (American Psychiatric Association, 2013). There are diverse profiles of functioning which have produced a variety of phenotypes (Domínguez et al., 2021) which vary according to age, intellectual capacity, associated pathologies, assistance, etc. This heterogeneity of symptoms is also reflected in language and communication (Nieto, 2022), giving rise to levels of functioning ranging from absence of communicative intention to the use of more complex functional and formal behaviors (Marzo y Belda, 2021). People with ASD show a wide range of linguistic levels, from a relatively extensive vocabulary (García-Franco et al., 2019) to those who demonstrate a complete inability to speak (Marzo and Belda, 2021). According to Zeidan et al. (2019) around a quarter of the ASD population are non-verbal and present severe communicative limitations.

In addition, according to Contreras (2018), Marzo and Belda (2021) and American Psychiatric Association (2013), those with ASD can present the following associated language disorders: *delayed echolalia*, repetition of phrases and oral expressions or models some time after hearing them, which could be hours, days, or weeks; *syntactic phonological disorder*, which affects the form of language (phonology and morpho-syntaxis) in its expressive and receptive aspects, sufferers usually use short phrases, misusing or not using linkers and morphological markers, and their pronunciation may also be affected; *lexical-syntactic disorder*, which involves lexical, and morpho-syntactic difficulties, and difficulties producing words (paraphasia, circumlocution, pseudo-stuttering, etc.); *semantic-pragmatic disorder*, which involves limitations in content, the semantic part of language, and in use, the pragmatic part; and *auditory verbal agnosia*, or *pure word deafness*, characterized by an inability to comprehend words. Those affected by this

⁸ López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2024). Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment. In B. Manditereza (Ed.), *Digital Pedagogy in Early Childhood Language Development*. IGI Global. <http://doi.org/10.4018/979-8-3693-7437-5> ISBN: 9798369374375 (Aceptado, pendiente de publicación).

disorder can communicate through sign language and can understand the written word.

Bearing in mind that for these people the visual channel is preferable for these people, educational contexts use Augmentative and Alternative Communication systems (AACs), which combine words with visual support, and have been shown to have positive effects (Fortea et al., 2015; Giovanni et al., 2019). The linguistic difficulties these students present affect their social inclusion, which is why early diagnosis is needed in order to intervene and minimize the effects. However, notwithstanding the limitations experienced by individuals with ASD in the realm of communication in all its aspects (Ma et al., 2024; Zarokanellou et al., 2024), they have exhibited a proclivity towards digital devices and the opportunities they afford for interaction and communication through visual and auditory elements (d'Halluin et al., 2023), thereby enhancing their motivation with tasks (Fernández et al., 2024). In this regard, there is a burgeoning body of research emphasizing the role of emerging technologies, such as Augmented Reality (AR), in linguistic stimulation for this student population (El Shemy et al., 2023).

Augmented Reality (AR) fosters the enrichment of learning environments by facilitating three-dimensional (3D) visualization of content and the manipulation of physical objects, thereby strengthening the word-meaning relationship (Khoirunnisa et al., 2024). AR can facilitate the word learning process and categorization of meanings by providing three-dimensional representations of objects referred to by words, allowing for interaction and exploration (Almurashi et al., 2022). Research has focused on vocabulary stimulation using AR through augmented flashcards (Amari et al., 2022; El Shemy et al., 2023) and others aimed at enhancing phonetics (Mahayuddin and Mamat, 2019) grammar, semantics (Vulchanova et al., 2020) and social communication (Singh et al., 2023).

Additionally, there is research supported by the use of gamified digital resources that integrate game mechanics (missions, challenges, rewards, etc.) and dynamics (rules, characters, scenarios, etc.), providing sensory stimuli to this student population and increasing their engagement with cognitive tasks (Wang et al., 2022). Other studies examine the impact of gamification in therapeutic contexts, observing increased motivation and long-term behavioral improvement (Van Dooren et al., 2019). Gaudi et al. (2020) posit that these playful approaches are becoming an effective alternative to traditional therapy, though not all allow for adaptation to specific needs and individual cases (Jadán et al., 2023). Specifically, gamified digital environments have been created for linguistic stimulation, some

focusing on vocabulary enhancement (Goswami et al., 2021), others on literacy stimulation (Najeeb et al., 2020), intercommunication with their peers (Jain et al., 2023) or social communication as a whole (Hernández et al., 2020).

There are also studies that converge AR and gamification to stimulate the linguistic skills of this student population (Newbutt et al., 2023) with an observed increase in their engagement with the proposed tasks (Tarantino et al., 2023). However, these are limited to appropriating game mechanics, either to enhance image-word association (Mota et al., 2020), to increase vocabulary (Rodríguez et al., 2022); or the enhancement of daily communication (Singh et al., 2022; Tuna, 2023). As pointed out by Honorato et al. (2023), there is a gap in the design of games that integrate scenarios, characters, and motivating narratives to enhance these skills in students with ASD. Thus, the originality of this study lies in the design and impact of a gamified environment enriched with AR resources on linguistic skills. This environment incorporates challenges with playful activities that promote interaction and communication among students in an immersive space tailored to their individual characteristics.

2. Augmented Reality and Gamified Environments to Stimulate Linguistic Skills in Students with Autism Spectrum Disorder (ASD)

2.1. Experiences with AR and Gamification

In recent years, there has been a proliferation in the use of Augmented Reality (AR) to stimulate linguistic skills in students with ASD. Khoirunnisa and Dewi, L. (2023) conducted a review of research on the opportunities presented by AR, Virtual Reality (VR), and mixed reality to facilitate communication in this student population. They highlight that these immersive environments can enhance language skills through engaging activities and may serve as a communicative alternative in more severe cases. Conversely, the review made by El Shemy et al. (2023) review notes that many interventions sporadically incorporate AR into isolated activities, revealing a lack of immersive and user-friendly environments that promote engagement with students to stimulate language.

Other studies focus on the design of playful apps to increase vocabulary using augmented flashcards (Hashim et al., 2022). Singh et al. (2023) design an augmented environment where children interact in various virtual public spaces, promoting communication and internalization of social norms.

Additionally, Vulchanova et al. (2020) design 3D objects to stimulate phonetics, grammar, and semantics. Similarly, Mahayuddin and Mamat (2019) create an app to improve phonetics using AR-marked flashcards. Amara et al. (2022) use markers and flashcards to enhance vocabulary, providing instructions for various cognitive tasks through gestures and expressions. Khoirunnisa et al. (2024) design an augmented story prototype to promote reading habits.

Gamified environments have also gained relevance in interventions with this student population. Wang et al. (2022) emphasize that structured digital environments, where games are visually organized, ensure the meaningfulness of the experience and promote learning. Ntalindwa et al. (2022) highlight the opportunity presented by these environments to address content based on children's interests, making these playful environments optimal resources to stimulate linguistic skills. Others design playful prototypes to increase reading habits, such as Najeeb et al. (2020) who create *Aliza*, a gamified environment incorporating literacy components that activate verbal literacy. Silva et al. (2017) design the *SEMATIC* game to stimulate reading and writing skills. Gómez et al. (2018) create *Leo with Lula*, an app that promotes reader literacy based on global reading methods.

On the other hand, there is research focused on designing digital gamified environments to promote social communication. Hernández et al. (2020) create the *PlanTEA* software, which playfully simulates medical appointment planning for these children to acquire communication patterns with specialists. In a similar vein, Goswami et al. (2021) design the *Dr. Memory* game, where an eccentric scientist threatens to conquer the world, and the player must stop him by engaging in activities that require using appropriate vocabulary to interact in a medical consultation. Adjorlu and Serafin (2019) create a game to stimulate socio-communicative skills needed for navigating the city. Terlouw et al. (2021) game is based on Escape Room techniques to promote direct communication between children with ASD and their neurotypical peers.

Mota et al. (2020) implement *AssociAR* by converging gamification and AR, relying on a context that favors image-word association and interpretation of incorporated simulations. Rodriguez et al. (2022) use gamification mechanics to increase vocabulary related to abstract concepts using shapes and figures designed with AR. Nevertheless, these experiences are limited to vocabulary stimulation, detached from a playful narrative where students interact with an environment and its characters, potentially limiting engagement with tasks. This way, this study initiates a new line of research focused on immersive

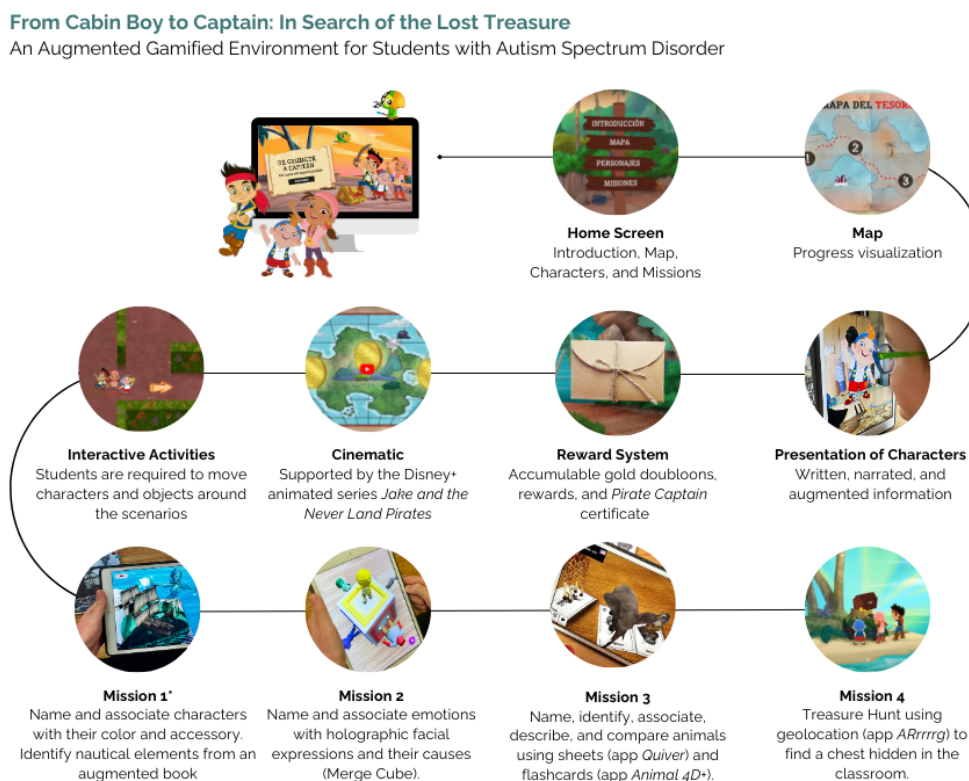
narratives that transform the child into a protagonist. Thus, the originality of this study lies in the design of a Gamified Augmented Environment (GAE) to enhance the linguistic skills of students with ASD through an immersive narrative using digital and AR resources that engage students to overcome challenges through interaction and communication with characters in a pirate-themed narrative.

2.2. Description of the Augmented Gamified Environment “From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure”

The GAE designed for and used in the intervention is an immersive digital space, combining enjoyable learning with activities supported by Augmented Reality (AR), encouraging student immersion in the learning process through interaction with digital devices (Del Moral and López-Bouzas, 2021). The GAE, *From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure* (<https://bit.ly/3VGKxWR>), aims to stimulate language skills in students with ASD through tailored intervention. It is designed based on activities included as challenges or missions combining digital resources and AR applications (with iOS and Android versions) in a story about pirates.

Figure 1.

GAE description.



*The missions have three levels of difficulty, establishing different activities to adapt to the characteristics of the students.

Source: authors' own work.

The activities are organized into three levels of play adapted to different development rates. Rewards (gold doubloons) are given at the end of each mission which are used to progress through the story and win prizes (telescope, hook, pirate hat). It includes a *prescriptive feedback* system, using characters to give hints which may be *evaluative*, giving information on how well tasks were done; *descriptive*, explaining how to do a specific task; or *interrogative*, inviting the student to think about their performance (Cabrera, 2020). The GAE meets the guidelines of the Universal Design for Learning framework (Carrington et al., 2020): it presents the content incorporating various codes (text, speech, informative windows, images, videos, etc.); the information is presented in various ways (physical, virtual, visual, auditory, audiovisual); and it includes different types of resources (wall charts, scoreboards, cards, books, etc.). It also strengthens student interest and motivation by immersing them in a pirate adventure in which they are the protagonist.

The validation of the GAE was conducted by experts, as outlined in the research by López-Bouzas and Del Moral (2023) following the guidelines for assessing the quality of educational software by Madariaga et al. (2016): adaptability, functionality, reliability, and usability. Experts evaluated its appropriateness and provided pertinent suggestions, which were subsequently incorporated into the final prototype. Therefore, the objective of this research is to analyze the contribution of the *From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure* to the stimulation of linguistic skills in students with ASD. To achieve this, their linguistic abilities were measured before and after the intervention, utilizing a digital application as an assessment tool. Additionally, the study explores how individual variables of the students (gender, age, ASD severity, comorbidity, and language type) influence the outcomes.

3. Methodology

We chose to use a pre-test/post-test design for this study, as it allows measurement of language skills before and after an intervention with a Gamified Augmented Environment (GAE), in a similar way to the study by Singh et al. (2023) to measure the impact of AR on people with ASD. It is a quantitative, empirical, non-experimental study, which is descriptive, correlational, exploratory and analytical, as characterized by Cohen et al. (2011). The initial hypothesis posits that an educational intervention supported by a GAE enhances the linguistic skills of students with ASD.

The intervention described in this article has been duly approved by the Ethics Committee of the University of Oviedo, thereby ensuring compliance with the current ethical and legal regulations governing human research. The project reference, assigned by the committee (31RRI2024), certifies that all activities and procedures undertaken within the framework of this research have been evaluated and authorised, thereby ensuring adherence to fundamental ethical principles and the protection of the rights and well-being of the participants involved. The research adhered to recommendations for working with minors (Carrington et al., 2020), followed the standards of the Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2008).

3.1. Description of the sample

Participants were chosen by non-probabilistic, intentional sampling, allowing the selection of participants who expressed the characteristics of interest for the study as highlighted by Hernández et al. (2020). There are diverse opinions about the ideal sample size for research with these types of people. Whereas some think that the sample should be as large as possible (Derks et al., 2022; Kim et al., 2020), others state that the individual case histories of these students mean large samples are not required (Mercado et al., 2019; Papoutsis et al., 2022) and the majority agree that there should be between 20 and 40 participants (Griffin et al., 2021; Lee et al., 2022).

In this study, the sample comprises students from three out of the five State Special Education Centers in the region who expressed a willingness to participate in the intervention. This student population has previously been diagnosed with ASD, and their severity level has been determined by specialists from the competent authority, namely, the Department of Education of the Principality of Asturias. Specifically, the study includes 54 students whose families voluntarily chose to be part of the research and provided their informed consent.

In total there were 54 students from C.P.E.E Castiello de Benueces, (N=26), C.P.E.E Latores (N=18), and C.P.E.E Juan Luis Prada (N=10), which was 91.5% participation of the students in those schools. The intervention took place between February and June 2022. Just over two-thirds (68.5%) were boys, and 31.5% were girls. The students were aged between 3 and 17 years old (3-6: 9.3%; 7-12: 50.1%; 13-17: 40.9%).

Regarding the severity level of ASD in the student population, 46.3% exhibit a severe degree, 29.6% have a moderate degree, and 24.1% demonstrate a mild

degree. Additionally, 35.2% present comorbidity, with 22.2% also diagnosed with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and 13.0% having other disabilities, primarily motor-related. Over two-thirds of the students (68.5%) had oral language, although only 38.9% had functional oral language, while 29.6% had Language Disorders (LD) commonly associated with ASD: syntactic phonological disorder (12.96%), delayed echolalia (12.96%), lexical-syntactic disorder (3.7%), and semantic-pragmatic disorder (3.7%). A quarter of the students (25.9%) lacked oral language, and 5.6% used Augmentative and Alternative Communication Systems (AACs).

3.2. Instrument

The design of the *DiagnosticApp* assessment tool drew upon standardized scales such as the Quantitative Checklist for Autism in Toddlers (Q-CHAT) (Petrocchi et al., 2020), a screening test for Autism Spectrum Disorder that includes items related to linguistic development, such as the use of proto-declaratives or responsiveness to one's name. The questionnaire by Alshahrani (2022) was also considered, incorporating indicators associated with expressive language skills, namely, speaking and asking questions with correct language, verbally expressing needs and desires, articulating and imitating words, letters, and sounds, repeating and organizing language, verbally expressing feelings, and responding to others' speech and questions. Moreover, it aligns with the criteria outlined in the diagnostic manual DSM-5™.

Specifically, the qualitative instrument enables the measurement of students' linguistic skills based on seven variables, each with four achievement categories (Table 1), allowing for the quantification of the level attained in these variables before and after the intervention.

Table 1.
DiagnosticApp.

Indicators	Categories (0=very low, 1=low, 2=medium, 3=high)
(V1) Word pronunciation	0. Mispronounces phonemes without completing any correctly 1. Substitutes one or more phonemes without completing all syllables 2. Produces all syllables in the word, although omits or substitutes some phonemes 3. Properly produces all of the phonemes in the word
(V2) Naming animals	0. Does not name any animals 1. Names between 1 and 3 animals 2. Names between 4 and 6 animals 3. Names 7 or more animals
(V3) Naming emotions	0. Does not name any emotions 1. Names between 1 and 3 emotions 2. Names between 4 and 6 emotions 3. Names 7 or more emotions
(V4) Naming mental states	0. Does not name any mental states 1. Names between 1 and 3 mental states

	2.	Names between 4 and 6 mental states
	3.	Names 7 or more animals
(V5) Using words related to pirates	0.	Does not use any pirate-related words
	1.	Uses between 1 and 2 pirate-related words
	2.	Uses between 3 and 5 pirate-related words
	3.	Uses more than 5 pirate-related words
(V6) Semantic matching	0.	Makes no semantic matches
	1.	Makes between 1 and 3 semantic matches
	2.	Makes between 4 and 6 semantic matches
	3.	Makes or more semantic matches
(V7) Semantic classification, combining different semantic fields	0.	Makes no semantic classifications
	1.	Makes between 1 and 2 semantic classifications
	2.	Makes between 3 and 4 semantic classifications
	3.	Makes 5 or more semantic classifications

Source: authors' own work.

The reliability of the instrument was assessed using the Cronbach's Alpha test ($\alpha=0.976$) and was validated via exploratory factorial analysis, given the sample size, producing significant results in Bartlett's sphericity test ($p=0.000$) and a high value from the Kaiser-Meyer Olkin test ($KMO=0.898$). We chose to use the maximum likelihood method—following Lloret-Segura et al. (2014)—with the criteria of eigenvalue >1 , giving values for each variable explaining the total variance (Table 2).

Table 2.

Total variance explained by each factor.

Factor	Initial eigenvalues		
	Total	% variance	% accumulated
1	5.639	80.552	80.552
2	0.623	8.897	89.448
3	0.324	4.627	94.075
4	0.151	2.152	96.227
5	0.121	1.728	97.955
6	0.090	1.282	99.237
7	0.053	0.763	100.000

Source: authors' own work.

All of the variables showed a high percentage of variability explained in the factor and a high presence in that factor (0.750) (Table 3).

Table 3.

Communalities and factor matrix.

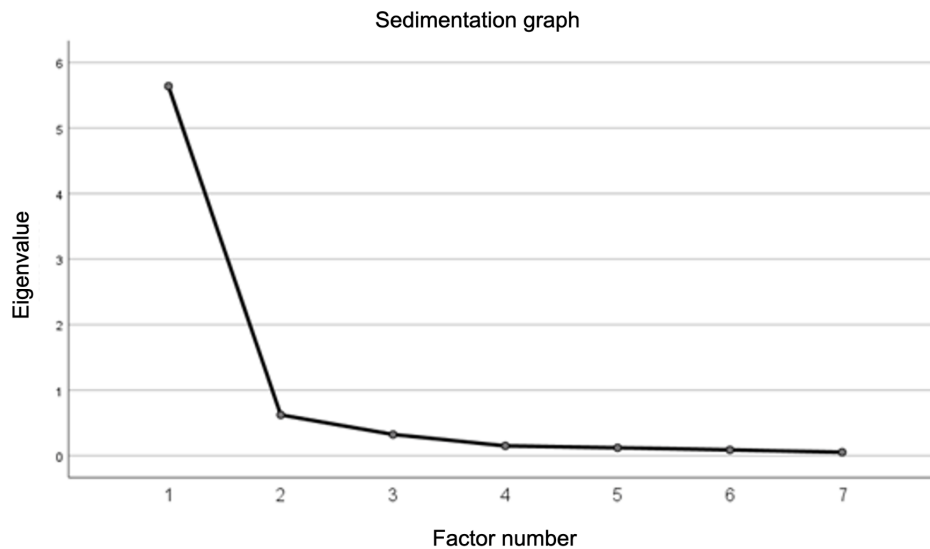
	Communalities		Factor 1
	Initial	Extraction	
V1	0.677	0.609	0.780
V2	0.887	0.893	0.945
V3	0.922	0.940	0.970
V4	0.882	0.886	0.941
V5	0.877	0.874	0.935
V6	0.772	0.623	0.789
V7	0.744	0.577	0.760

Source: authors' own work.

This interpretation is confirmed (Figure 2) and the high level of goodness of fit for the data to the model ($\chi^2=46.63$ and sig.=0.000).

Figure 2.

Sedimentation graph.



Source: authors' own work.

The factorial analysis therefore confirms the validity of the unidimensional *DiagnosticApp* instrument for measuring language skills.

3.3. Procedure

Firstly, the *Picaa* application (www.picaa.es) was chosen for its intuitive operation, simple interface, and ability to integrate audiovisual resources associated with linguistic tasks adaptable to students with ASD (López-Bouzas and Del Moral, 2022). This app was used to observe and evaluate the linguistic task performances of the students, which involved the pronunciation and naming of words related to the animal, pirate, and emotional domains, as well as their semantic association and classification (Figure 3).

Figure 3.

Screenshots of the activities in the Picaa app.



Source: Author's own work.

After observing the students' performances, the researcher recorded their individual scores using the *DiagnosticApp* instrument hosted on Google Forms, similar to the approach implemented by Bahrawi (2023) and Goswami et al. (2021) in research involving individuals with ASD. The recorded scores related to their linguistic skills served to identify the initial level of each subject as a pre-test before the intervention with the *From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure* GAE.

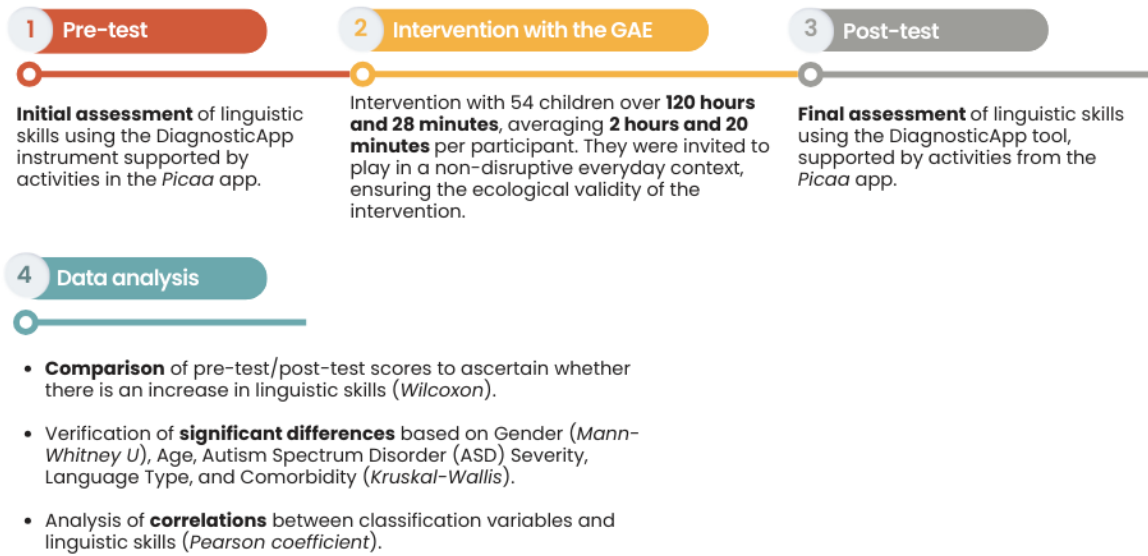
Subsequently, the intervention with the GAE took place, where students interacted with the protagonists of the story to overcome challenges presented to achieve the game's objective. These challenges involved various activities to stimulate their linguistic skills, such as naming and associating the characters in the narrative with their color and identifying accessory; naming maritime elements from the augmented book "The Great Book of Pirate and Corsair Tales" (<https://cutt.ly/DwSdxVDu>).

Additionally, they had to name and associate emotions with facial expressions and their causes, as well as name, identify, associate, describe, and compare the animals that appear in the story using AR sheets and flashcards. They also had to interpret information contained in voice prompts and videos, where they were given instructions to perform the requested tasks. After the intervention with the GAE, the students revisited the *Picca* app, and the researcher once again recorded scores related to their linguistic skills using the same *DiagnosticApp* instrument, serving as a post-test. Finally, the data were analyzed, and pre-test/post-test scores were compared to ascertain the existence of differences. Possible differences based on student classification variables were also examined.

For data analysis, descriptive statistics were chosen given their applicability for result generalization. In this regard, measures of central tendency such as the mean, and measures of dispersion such as the standard deviation, were used to represent the linguistic proficiency level achieved by the sample in a straightforward manner. Additionally, subsequent analyses were conducted using non-parametric tests, as the distribution of the sample did not meet normality criteria.

Specifically, the Wilcoxon Test was used for contrasting the mean rank of pre-test and post-test variables, the Mann-Whitney U Test for comparing results between two groups, and the Kruskal-Wallis Test for contrasting results between three or more groups. Furthermore, the Pearson correlation was applied to check the relationship between classification variables and the level of linguistic proficiency achieved. The phases of the research process are summarized in Figure 4.

Figure 4.
Study Phases.

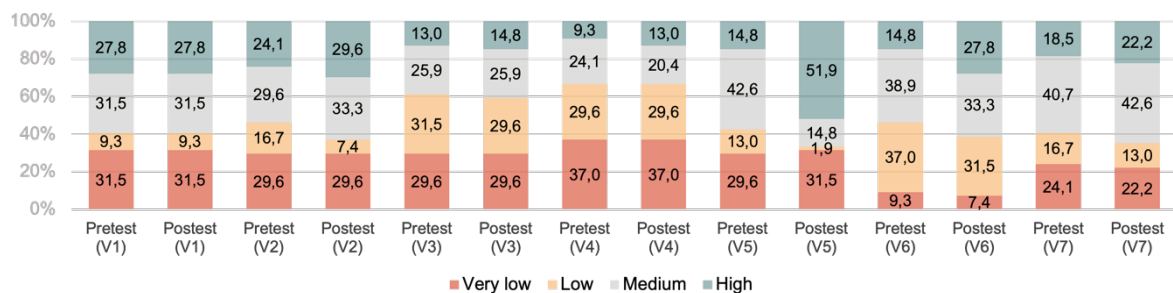


Source: Author's own work.

4. Results

Students' language skills were measured before and after the intervention using the Gamified Augmented Environment, which allowed us to assess the relative improvement in pronunciation and vocabulary related to animals, emotions, and pirates, as well as semantic matching and classification (Figure 5).

Figure 5.
Percentage distribution of students according to levels achieved in each variable before and after the intervention.



Source: authors' own work.

In the sample as a whole, there was an increase in scores between pre-test and post-test, with the exception of pronunciation (V1). However, subsequent testing of means only produced statistically significant differences in using words associated with pirates (V5) and marine animals (V2), and the

semantic matching (V6) and classification (V7) (Table 4). This is logical as the GAE story used this subject matter and during the intervention, the students had to manipulate a book that was augmented with characters and marine elements, in addition to interacting with posters and flashcards augmented with animals.

Table 4.

Comparison of mean scores in pre-test and post-test.

	xPre-test	xPost-test	DM	p
(V1) Word pronunciation	1.56	1.56	0.000	-
(V2) Naming animals	1.48	1.63	0.148	0.004
(V3) Naming emotions	1.22	1.26	0.037	0.159
(V4) Naming mental states	1.06	1.09	0.037	0.322
(V5) Using words related to pirates	1.43	1.87	0.444	0.000
(V6) Semantic matching	1.59	1.81	0.222	0.000
(V7) Semantic classification, combining different semantic fields	1.54	1.65	0.111	0.013

Source: authors' own work.

A more specific analysis, considering the classification variables, found that sex and comorbidity produced no significant differences. Age only produced differences in the pre-test in the naming emotions variable, with older students scoring higher ($p=0.044$), but this difference was not significant following the intervention using the GAE, the post-test scores were similar regardless of age. There were, however, significant differences between subjects' pre- and post-test scores according to the type of language and the level of ASD they had (Table 5) in all of the study variables. Pre-test scores were significantly higher in students who had functional oral language. The post-test scores were higher than pre-test in all cases.

Table 5.

Mean scores in each variable (pre-test, post-test) according to type of language and severity of ASD.

V	Pre-test / pos-/test	Classification variables								
		Type of language				Severity of ASD				
		Lacked oral language	AACS	Language Disorders	Functional oral language	p	Mild	Moderate	Severe	p
1	Pre-test	0.00	0.67	1.94	2.43	0.000	2.23	1.81	1.04	0.014
	Post-test	0.00	0.67	1.94	2.43	0.000	2.23	1.81	1.04	0.014
	Evolution	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
2	Pre-test	0.00	2.00	1.44	2.43	0.000	2.54	1.81	0.72	0.000
	Post-test	0.00	2.33	1.69	2.57	0.000	2.69	2.06	0.80	0.000
	Evolution	0.00	0.33	0.25	0.14	-	0.15	0.25	0.08	-
3	Pre-test	0.00	2.00	1.31	1.86	0.000	2.08	1.63	0.52	0.000
	Post-test	0.00	2.33	1.31	1.90	0.000	2.15	1.63	0.56	0.000
	Evolution	0.00	0.33	0.00	0.05	-	0.07	0.00	0.04	-
4	Pre-test	0.00	1.67	1.13	1.62	0.000	2.00	1.31	0.40	0.000
	Post-test	0.00	2.00	1.25	1.57	0.000	2.08	1.31	0.44	0.000

	Evolution	0.00	0.33	0.13	-0.05	-	0.08	0.00	0.04	-
5	Pre-test	0.00	2.33	1.50	2.19	0.000	2.23	1.81	0.76	0.000
	Post-test	0.00	2.00	2.19	2.86	0.000	2.77	2.38	1.08	0.000
	Evolution	0.00	-0.33	0.69	0.67	-	0.54	0.58	0.32	-
6	Pre-test	0.79	2.00	1.56	2.10	0.000	2.38	1.88	1.00	0.000
	Post-test	1.07	2.33	1.81	2.24	0.003	2.54	2.06	1.28	0.000
	Evolution	0.29	0.33	0.25	0.14	-	0.54	0.57	0.32	-
7	Pre-test	0.50	2.00	1.63	2.10	0.000	2.38	1.88	0.88	0.000
	Post-test	0.64	2.00	1.75	2.19	0.000	2.46	2.00	1.00	0.000
	Evolution	0.14	0.00	0.13	0.10	-	0.08	0.12	0.12	-

Source: authors' own work.

Students who used AACCS have mild or moderate levels of ASD, which explains their significantly better scores in all of the variables. All students—regardless of the severity of their ASD—had perceptibly higher scores following the intervention, although the greatest improvements were in those with mild ASD.

Table 6 summarizes the comparison of students' mean scores for each variable before and after the intervention using the GAE.

Table 6.

Comparison of mean scores in each variable (pre-test, post-test) according to sample traits.

Variable	V1		V2		V3		V4		V5		V6		V7		
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	
Gender	Boys	1.76	1.76	1.59	1.82	1.35	1.35	1.06	1.06	1.47	2.18	1.71	1.94	1.59	1.76
	Girls	1.46	1.46	1.43	1.54	1.16	1.22	1.05	1.11	1.41	1.73	1.54	1.76	1.51	1.59
Severity of ASD	Mild	2.23	2.23	2.54	2.69	2.08	2.15	2.00	2.08	2.23	2.77	2.38	2.54	2.38	2.46
	Moderate	1.81	1.81	1.81	2.06	1.63	1.63	1.31	1.31	1.81	2.38	1.88	2.06	1.88	2.00
	Severe	1.04	1.04	0.72	0.80	0.52	0.56	0.40	0.44	0.76	1.08	1.00	1.28	0.88	1.00
Type of language	Lacked oral language	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79	1.07	0.50	0.64
	AACS	0.67	0.67	2.00	2.33	2.00	2.33	1.67	2.00	2.33	2.00	2.00	2.33	2.00	2.00
	Language Disorders	1.94	1.94	1.44	1.69	1.31	1.31	1.13	1.25	1.50	2.19	1.56	1.81	1.63	1.75
	Functional oral language	2.43	2.43	2.43	2.57	1.86	1.90	1.62	1.57	2.19	2.86	2.10	2.24	2.10	2.19
Comorbidity	Without comorbidity	1.69	1.69	1.66	1.77	1.34	1.34	1.14	1.20	1.51	2.06	1.77	2.09	1.71	1.89
	ADHD	1.33	1.33	0.92	1.08	0.67	0.75	0.58	0.50	1.00	1.42	0.83	0.83	0.67	0.67
	Multi-disability	1.29	1.29	1.57	1.86	1.57	1.71	1.43	1.57	1.71	1.71	2.00	2.14	2.14	2.14

Source: authors' own work.

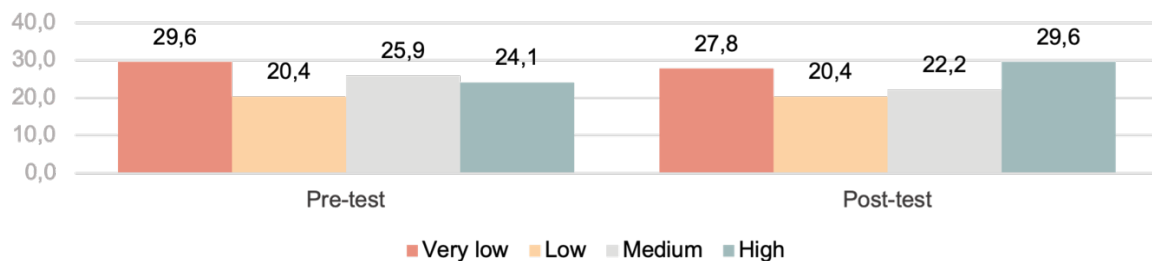
All students, regardless of gender, improved their scores for naming animals (V2. Boys: $p=0.044$; Girls: $p=0.041$), pirate vocabulary (V5. Boys: $p=0.009$; Girls: $p=0.000$), and semantic matching (V6. Boys: $p=0.003$; Girls: $p=0.041$) after playing with the GAE. Students also improved their pirate vocabulary, regardless of the severity of ASD (V5. Mild: $p=0.003$; Moderate: $p=0.023$; Severe: $p=0.018$). Those with moderate ASD also improved in naming emotions (V2: $p=0.041$), and those with severe ASD demonstrated a significant improvement in semantic matching (V6: $p=0.005$).

With regard to the type of language, students who lacked oral language demonstrated a significant improvement in semantic matching (V6: $p=0.040$). Those with associated language disorders improved their scores significantly in naming animals (V2: $p=0.041$) and pirate related words (V5: $p=0.003$), as well as in semantic matching (V6: $p=0.041$). Those with functional oral language demonstrated a significant improvement in words related to pirates (V5: $p=0.000$). Lastly, and as one might have expected, students who had no comorbidities demonstrated significant improvements in naming animals (V2: $p=0.044$) and words related to pirates (V5: $p=0.000$), as well as semantic matching (V6: $p=0.000$) and classification (V7: $p=0.012$).

In order to examine overall improvement, we defined the variable *language skills* from the seven aforementioned variables. This was calculated from the ratio to the total score and categorized using a Likert-type scale: very low (between 0.00 and 0.25), low (between 0.26 and 0.50), medium (between 0.51-0.75) and high (between 0.76 and 1.00). Figure 6 illustrates the qualitative change observed in the subjects concerning their levels of linguistic proficiency before and after the intervention.

Figure 6.

Percentage distribution of the sample according to level of language skills before and after the intervention.



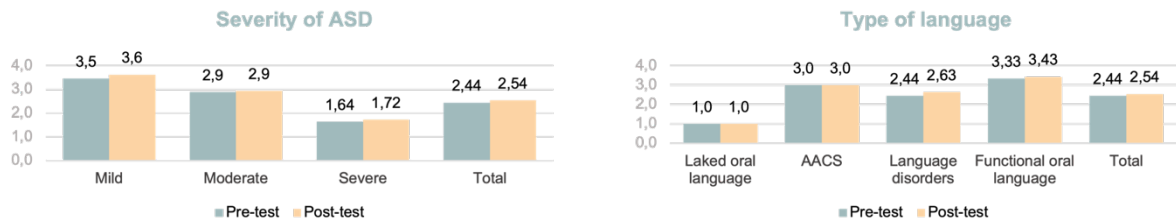
Source: authors' own work.

The mean score—for the sample as a whole—in *language skills* increased (pre-test: $\bar{x}=2.42$ to post-test: $\bar{x}=2.56$), although it was not statistically significant ($p=0.058$). Nonetheless, in 16 cases there was a statistically significant increase in language skills. This group is largely characterized as not having comorbidities, being over 7 years old, having mild or moderate ASD, and language disorders or functional oral language.

In Figure 7, the increase in means related to students' linguistic proficiency is observed, categorized by the severity level of ASD and language type.

Figure 7.

Language increase according to Severity of ASD and Type of language.



Source: authors' own work.

Regarding the relationship between linguistic proficiency and classification variables, Table 7 displays their correlations.

Table 7.

Correlations between language skills and the study variables.

	Gender	Age	Severity of ASD	Type of language	Comorbidity	LS (Pre-test)	LS (Post-test)
Gender	1						
Age	0.029	1					
Severity of ASD	-0.033	0.024	1				
Type of language	-0.204	0.239	-0.572**	1			
Comorbidity	-0.046	0.026	0.098	0.198	1		
LS (Pre-test)	-0.068	0.394**	-0.735**	0.784**	-0.082	1	
LS (Post-test)	-0.102	0.368**	-0.735**	0.805**	-0.115	0.990**	1

LS: Linguistic Skill Level; **The correlation is significant at the 0.01 level (bilateral); *The correlation is significant at the 0.05 level (bilateral).

A high level of language skills was correlated with students who were older, had greater functionality in the type of language, and less severe ASD. The greater the severity of ASD, the worse the functionality in the type of language.

5. Discussion and Conclusions

The findings reveal that the Augmented Gamified Environment, supported by an immersive pirate-themed narrative that encourages students to overcome challenges by interacting with story characters, has successfully enhanced the linguistic skills of students with ASD confirming the initial hypothesis. Similar to the research conducted by Elshahawy et al. (2022), the integration of missions, visual rewards, feedback, and short-term goals engages students in the game through their extrinsic motivation. The most notable increase is observed in vocabulary, both in terms of animals and elements related to the pirate world, as emphasized by El Shemy et al. (2023).

In general, gender, age, and comorbidity did not significantly influence the subjects' scores either at pre- or post-test. However, the severity of ASD was directly related to the improvement in language. Students with severe ASD were less able both at pre- and post-test due to their cognitive limitations, as highlighted in the review by Khowaja et al. (2020), following interventions using gamified environments for these students. At the intragroup level, there was a significant improvement in acquisition of vocabulary about animals and pirates, semantic matching, activities in which the girls also improved their vocabulary about emotions and naming mental states. With regard to gender, Tang et al. (2019) highlighted that there was generally a bias in samples and indicated the need for these games to consider the perspectives of girls with ASD. Because our study used a topic that interests both boys and girls, the resource does not have this gender bias.

In addition, the improvement in vocabulary related to pirates was seen in both students with functional oral language and those with Specific Language Disorders—who also stood out for their improvements in animal vocabulary and semantic matching, as did students without functional oral language. It shows that, as Rodríguez et al. (2022) noted, incorporating augmented reality elements into these gamified environments can promote the interpretation of the simulations, in this case realized through improved vocabulary. Although Camargo et al. (2019) indicated that intervention with these gamified environments was a challenge because of the complex clinical conditions and the broad range of symptoms the syndrome covers, following the intervention, all of the students—regardless of the severity of their ASD—activated their language skills.

More specifically, we found that students improved their vocabulary about pirates regardless of the severity of ASD, while those with moderate ASD improved their animal and emotion vocabulary. In addition, students with severe ASD also improved in semantic matching. As Singh et al. (2023) and Rodríguez et al. (2022) noted, interventions using gamified environments for students with ASD can help in adapting the content—in terms of mechanics and dynamics—and offering motivating experiences that can stimulate various skills regardless of individual case histories. More specifically, language improvement is closely linked to the environment's focus of interest—in this case pirates—which suggests that the students' extrinsic motivation is associated with the narrative core of the GAE. For this reason, it may be possible to extrapolate the design of this type of environment to other knowledge areas.

The Gamified Augmented Environment *From Cabin-boy to Captain: in search of lost treasure* constitutes a suitable resource for stimulating the linguistic skills of this student population, as its immersive narrative has facilitated their engagement in pronunciation, naming, semantic association, and classification tasks. The playful activities are motivating and foster student engagement to achieve the game's objective. Moreover, they can be carried out independently due to their versatility.

However, it is worth noting some incidents throughout the interventions, as students with comorbidity with ADHD and/or severe ASD exhibited greater difficulties during the experience. At times, it was necessary to space out activities and resume them in another session due to attentional limitations. As study limitations, it should be mentioned that it would be interesting to expand the sample and implement these types of environments systematically throughout the entire academic period to observe the linguistic evolution of the students.

As future lines of research, the results obtained by an experimental group participating in the intervention with the GAE could be compared with those of a control group following a conventional method without digital resources or AR. The GAE could be translated into other languages to analyze differences between cultural contexts. Additionally, there is a need to integrate new resources and scenarios that recreate real-life situations, as well as gamified environments focusing on other themes.

Data Availability Statement

All data associated with this article is included in the manuscript and has not been deposited in any publicly available repository.

6. References

- Adjorlu, A., & Serafin, S. (2019). Co-designing a head-mounted display based virtual reality game to teach street-crossing skills to children diagnosed with autism spectrum disorder. In *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation* (pp. 397-405). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-53294-9_28
- Almurashi, H., Bouaziz, R., Alharthi, W., Al-Sarem, M., Hadwan, M., & Kammoun, S. (2022). Augmented reality, serious games and picture exchange communication system for people with ASD: Systematic literature review and future directions. *Sensors*, 22(3), 1250. <https://doi.org/10.3390/s22031250>
- Alshahrani, A. (2022). A Psycholinguistic Training to Improve Expressive Language Among Children with ASD. *Psycholinguistics*, 32(1), 51-65. <https://doi.org/10.31470/2309-1797-2022-32-1-51-65>
- Amara, K., Boudjemila, C., Zenati, N., Djekoune, O., Aklil, D., & Kenoui, M. (2022). AR Computer-Assisted Learning for Children with ASD based on Hand Gesture and Voice Interaction. *IETE Journal of Research*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/03772063.2022.2101554>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Bahrawi, A. (2023). The The Efficacy of a Training Program Based on Executive Function Skills in Developing Language Competence of Students with ASD. *Educational Administration: Theory and Practice*, 29(1), 76-90. <https://doi.org/10.17762/kuey.v29i1.491>
- Cabrera, J.D. (2020). La retroalimentación para mejorar el proceso de aprendizaje en el estudiante [Feedback to improve the learning process in the student]. *Revista Universitaria de Informática*, 7(10), 70-75. <https://doi.org/10.22267/runin>
- Camargo, M.C., Barros, R.M., Brancher, J.D., Barros, V.T., & Santana, M. (2019). Designing Gamified Interventions for Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. In *Joint International Conference on Entertainment Computing and Serious Games* (pp. 341-352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_28
- Carrington, S., Saggars, B., Webster, A., Harper-Hill, K., & Nickerson, J. (2020). What Universal Design for Learning principles, guidelines, and

checkpoints are evident in educators' descriptions of their practice when supporting students on the autism spectrum?. *International Journal of Educational Research*, 102, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101583>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.

Contreras, C. (2018). Trastorno del Espectro Autista (TEA) [Autism Spectrum Disorder (ASD)]. *Psiquiatría y Salud Mental*, 35(1/2), 114-121. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-998496>

d'Halluin, A., Costa, M., Morgiève, M., & Sebbane, D. (2023). Attitudes of Children, Adolescents, and Their Parents Toward Digital Health Interventions: Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e43102. <https://doi.org/10.2196/43102>

Del Moral, M.E. & López-Bouzas, N. (2021). Entornos gamificados aumentados para Educación Primaria: claves para su diseño [Augmented gamified environments for Primary Education: keys to its design]. En J.M., Romero, M., Ramos, C. Rodríguez, & J.M., Sola (coords.). *Escenarios educativos investigadores: hacia una educación sostenible*, (pp. 1233-1243). Dykinson.

Derks, S., Willemsen, A.M., & Sterkenburg, P.S. (2022). Improving adaptive and cognitive skills of children with an intellectual disability and/or autism spectrum disorder: Meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of serious games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100488>

Domínguez, C., Gallardo, L. G., & Molina, V. M. (2021). Búsqueda de fenotipos basados en el rendimiento cognitivo en el Trastorno del espectro autista [Search for phenotypes based on cognitive performance in Autism Spectrum Disorder]. *Revista de Psiquiatría Infanto-Juvenil*, 38(3), 24-32. <https://doi.org/10.31766/revpsij.v38n3a4>

El Shemy, I., Jaccheri, L., Giannakos, M., & Vulchanova, M. (2023). Augmented Reality-Enhanced Language Learning for Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *SSRN*, 4357014. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4357014>

Elshahawy, M., Bakhaty, M., Ahmed, G., Aboelnaga, K., & Sharaf, N. (2022). Towards Developing Computational Thinking Skills Through Gamified Learning Platforms for Students with Autism. In *Learning with*

Technologies and Technologies in Learning: Experience, Trends and Challenges in Higher Education (pp. 193-216). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04286-7_10

Fernández, J. M., Montenegro, M., Fernández, J., & López, E. (2024). Fostering Motivation: Exploring the Impact of ICTs on the Learning of Students with Autism. *Children*, 11(1), 119. <https://doi.org/10.3390/children11010119>

Fortea, M., Escandell, M., Castro, J., & Martos, J. (2015). Desarrollo temprano del lenguaje en niños pequeños con trastorno del espectro autista mediante el uso de sistemas alternativos [Early language development in young children with autism spectrum disorder using alternative systems]. *Revista de Neurología*, 60(1), 31-35. <https://doi.org/10.33588/rn.60S01.2014566>

García-Franco, A., Alpizar, O., & Guzmán, G. (2019). Autismo: revisión conceptual [Autism: conceptual review]. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 6(11), 26-31. <https://doi.org/10.29057/esat.v6i11.3693>

Gaudi, G., Kapralos, B., Uribe-Quevedo, A., Hall, G., & Parvinchi, D. (2020). Autism Serious Game Framework (ASGF) for Developing Games for Children with Autism. In *Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications: Proceedings of the 13th IMCL Conference* (pp. 3-12). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7_1

Giovanni, J., Sandoval, J.A., Carreño, M.A., Durán, I., & Escalera, L.I. (2021). Talk Me: Customizable SAAC Software For Children With Autism Spectrum Disorder. En *2021 4th International Conference on Inclusive Technology and Education (CONTIE)* (pp. 116-125). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CONTIE54684.2021.00028>

Gómez, J., Jaccheri, L., Torrado, J. C., & Montoro, G. (2018). Leo with Lula, introducing global reading methods to children with ASD. In *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children* (pp. 420-426). <https://doi.org/10.1145/3202185.3202765>

Goswami, T., Arora, T., & Ranade, P. (2021). Enhancing Memory Skills of Autism Spectrum Disorder Children using Gamification. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 33(34B), 125-132. <http://doi.org/10.9734/JPRI/2021/v33i34B31854>

Griffin, J.W., Geier, C.F., Smyth, J.M., & Scherf, K.S. (2021). Improving sensitivity to eye gaze cues in adolescents on the autism spectrum using serious

- game technology: A randomized controlled trial. *JCPP Advances*, e12041.
<http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>
- Hashim, H.U., Yunus, M.M., & Norman, H. (2022). 'AReal-Vocab': An Augmented Reality English Vocabulary Mobile Application to Cater to Mild Autism Children in Response towards Sustainable Education for Children with Disabilities. *Sustainability*, 14(8), 4831.
<https://doi.org/10.3390/su14084831>
- Hernández, P., Molina, A. I., Lacave, C., Rusu, C., & Toledano-González, A. (2022). PlanTEA: Supporting Planning and Anticipation for Children with ASD Attending Medical Appointments. *Applied Sciences*, 12(10), 5237.
<https://doi.org/10.3390/app12105237>
- Honorato, N., Oliveira, W., Hamari, J., & Delabrida, S. (2023). Gameful approaches for the education of autistic children: a systematic mapping and research agenda. In *2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 116-120). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICALT58122.2023.00040>
- Jadán, J., Avilés, F., Buele, J., & Palacios, G. (2023). Gamification in inclusive education for children with disabilities: global trends and approaches—a bibliometric review. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 461-477). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37105-9_31
- Jain, H., Jhaveri, D., Deo, A., & Joshi, A. (2023). MILAP: A Gamified System To Ease Conversations For ASD. In *2023 International Conference on Advanced Computing Technologies and Applications (ICACTA)* (pp. 1-7). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICACTA58201.2023.10393447>
- Khoirunnisa, A.N., & Dewi, L. (2023). Design and Prototype Development of Augmented Reality in Reading Learning for Autism. *Computers*, 12(3), 55.
<https://doi.org/10.3390/computers12030055>
- Khoirunnisa, A.N., Dewi, L., Azizah, N.N., & Alivia, Z.P. (2024). The Use of Augmented Reality, Virtual Reality, and Mixed Reality in Communication Children's with ASD: Systematic Literature Review. In *International Visual Informatics Conference* (pp. 175-190). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-99-7339-2_16
- Khowaja, K., Al-Thani, D., Hassan, A.O., Shah, A., & Salim, S.S. (2020). Mobile augmented reality app for children with autism spectrum disorder (ASD) to learn vocabulary (MARVoc): from the requirement gathering to

- its initial evaluation. In *HCI in Games: Second International Conference, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, July 19–24, 2020, Proceedings* (pp. 424–437). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50164-8_31
- Kim, B., Lee, D., Min, A., Paik, S., Frey, G., Bellini, S., Han, K., & Shih, P. C. (2020). PuzzleWalk: A theory-driven iterative design inquiry of a mobile game for promoting physical activity in adults with autism spectrum disorder. *PLoS One*, *15*(9), e0237966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237966>
- Lee, D., Frey, G.C., Cothran, D. J., Harezlak, J., & Shih, P.C. (2022). Effects of a Gamified, Behavior Change Technique–Based Mobile App on Increasing Physical Activity and Reducing Anxiety in Adults With Autism Spectrum Disorder: Feasibility Randomized Controlled Trial. *JMIR Formative Research*, *6*(7), e35701. <https://preprints.jmir.org/preprint/35701>
- López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA [App selection as contextual diagnostic tools of communicative competence in students with ASD]. *Revista de Educación Inclusiva*, *15*(2), 206–219.
- López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). A gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: design and validation. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, *19*, 80–93. <https://doi.org/10.46661/ijeri.6820>
- Ma, W., Xu, L., Zhang, H., & Zhang, S. (2024). Can Natural Speech Prosody Distinguish Autism Spectrum Disorders? A Meta-Analysis. *Behavioral Sciences*, *14*(2), 90. <https://doi.org/10.3390/bs14020090>
- Madariaga, C.J., Ortiz, G.M., Cruz, Y.B., & Leyva, J.J. (2016). Validación del Software Educativo Metodología de la Investigación y Estadística para su generalización en la docencia médica [Validation of Educational Software Research Methodology and Statistics for its generalization in medical teaching]. *Correo Científico Médico*, *20*(2), 225–236.
- Mahayuddin, Z.R., & Mamat, N. (2019). Implementing augmented reality (AR) on phonics-based literacy among children with autism. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, *9*(6), 2176–2181. <http://doi.org/10.18517/ijaseit.9.6.6833>

- Marzo, M., & Belda, M. (2021). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA [Language disorders in students with ASD]. *International Journal of New Education*, 7, 57-74. <https://doi.org/10.24310/IJNE4.1.2021.12016>
- Mercado, J., Espinosa-Curiel, I., Escobedo, L., & Tentori, M. (2019). Developing and evaluating a BCI video game for neurofeedback training: the case of autism. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 13675-13712. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6916-2>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A.T. (2020). AssociAR: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>
- Najeeb, R.S., Uthayan, J., Lojini, R.P., Vishalinee, G., Alosius, J., & Gamage, A. (2020). Gamified Smart Mirror to Leverage Autistic Education-Aliza. In *2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC)* (Vol. 1, pp. 428-433). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357065>
- Newbutt, N., Glaser, N., Francois, M. S., Schmidt, M., & Cobb, S. (2023). How are autistic people involved in the design of extended reality technologies? A systematic literature review. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10803-023-06130-3>
- Nieto, C. (2022). Trastornos del espectro del autismo y condiciones psiquiátricas co-ocurrentes [Autism spectrum disorders and co-occurring psychiatric conditions]. *Revista de Psiquiatría Infanto-Juvenil*, 39(1), 31-33. <https://doi.org/10.31766/revpsij.v39n1a5>
- Ntalindwa, T., Nduwingoma, M., Uworwabayeho, A., Nyirahabimana, P., Karangwa, E., Rashid Soron, T., ... & Hansson, H. (2022). Adapting the Use of Digital Content to Improve the Learning of Numeracy Among Children With Autism Spectrum Disorder in Rwanda: Thematic Content Analysis Study. *JMIR Serious Games*, 10(2), e28276. <https://doi.org/10.2196/28276>
- Papoutsis, C., Drigas, A. S., & Skianis, C. (2022). Serious Games for Emotional Intelligence's Skills Development for Inner Balance and Quality of Life: A Literature Review. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 46, 199-208. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>

- Petrocchi, S., Levante, A., & Lecciso, F. (2020). Systematic review of level 1 and level 2 screening tools for autism spectrum disorders in toddlers. *Brain sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/brainsci10030180>
- Rodríguez, M.C., Mehta, S., & Elias-Espinosa, M.C. (2022). Augmented Reality Game for Children with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 462-467). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08648-9_53
- Silva, S.D., Neto, F.M.M., de Lima, R.M., de Macêdo, F.T., Santo, J.R.S., & Silva, W.L.N. (2017). Knowledge hunter: a serious game with geolocation to support learning of children with autism and learning difficulties. In *2017 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)* (pp. 293-296). IEEE. <http://doi.org/10.1109/SVR.2017.45>
- Singh, J., Ranade, P., & Goswami, T. (2023). Augmented Reality-Based Smart Mobile Application to Make ASD Children Accustomed to Daily Challenges. In *Proceedings of 3rd International Conference on Artificial Intelligence: Advances and Applications: ICAIAA 2022* (pp. 613-625). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7041-2_52
- Singh, J., Ranade, P., & Goswami, T. (2023). Augmented Reality-Based Smart Mobile Application to Make ASD Children Accustomed to Daily Challenges. In *Proceedings of 3rd International Conference on Artificial Intelligence: Advances and Applications: ICAIAA 2022* (pp. 613-625). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7041-2_52
- Tang, J.S., Falkmer, M., Chen, N.T., Bölte, S., & Girdler, S. (2019). Designing a serious game for youth with ASD: perspectives from end-users and professionals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(3), 978-995. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3801-9>
- Tarantino, L., Attanasio, M., Di Mascio, T., De Gasperis, G., Valenti, M., & Mazza, M. (2023). On the Evaluation of Engagement in Immersive Applications When Users Are on the Autism Spectrum. *Sensors*, 23(4), 2192. <https://doi.org/10.3390/s23042192>
- 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. <http://doi.org/10.2196/19765>

- Tuna, A. (2023). Gamification as an Assistive Tool for Children With Autism Spectrum Disorder. In *Inclusive Phygital Learning Approaches and Strategies for Students With Special Needs* (pp. 151-168). IGI Global. <http://doi.org/10.4018/978-1-6684-8504-0.ch007>
- Van Dooren, M.M., Siriaraya, P., Visch, V., Spijkerman, R., & Bijkerk, L. (2019). Reflections on the design, implementation, and adoption of a gamified eHealth application in youth mental healthcare. *Entertainment Computing, 31*, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100305>
- Vulchanova, M., Saldaña, D., & Baggio, G. (2020). Word structure and word processing in developmental disorders. In V. Pirrelli, I. Plag, W. Dressler (Eds.) *Word knowledge and word usage: a cross-disciplinary guide to the mental lexicon* (680-707). Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110440577-017>
- Wang, C., Chen, G., Yang, Z., & Song, Q. (2022). Development of a Gamified Intervention for Children with Autism to Enhance Emotional Understanding Abilities. In *Proceedings of the 6th International Conference on Digital Technology in Education* (pp. 47-51). <https://doi.org/10.1145/3568739.3568749>
- World Medical Association (2008). *Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. <https://bit.ly/3TtZaM3>
- Zarokanellou, V., Prentza, A., Tafiadis, D., Kolaitis, G., & Papanikolaou, K. (2024). Lexical Knowledge in School-Aged Children with High-Functioning Autism Spectrum Disorder: Associations with Other Linguistic Skills. *Languages, 9*(1), 31. <https://doi.org/10.3390/languages9010031>
- Zeidan, J., Fombonne, E., Scolah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., ... & Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research, 15*(5), 778-790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>

CAPÍTULO IX

Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment

1. Introduction

Individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD), as generally characterised by the DSM-5™ (American Psychiatric Association, 2013), exhibit persistent deficits in social communication, including difficulties in engaging in socially reciprocal responses, adopting non-verbal communicative behaviors, integrating communication effectively, and displaying anomalies in eye contact and body language, or a deficiency in the appropriateness of gestures. The most significant limitation observed in childhood is the absence of emotional self-regulation, where individuals often struggle to regulate their arousal, express negative emotions more intensely, and exhibit disproportionate emotional reactions (Mazefsky et al., 2012).

This presents challenges within educational processes, the workplace, and, in severe cases, the autonomy and independent living of these individuals (Papoutsis et al., 2018). This social conditioning is a predictor for increasing difficulties in adulthood (Anderson et al., 2014). Therefore, interventions to stimulate these skills from an early age are necessary. Balderas (2020) and Phung and Goldberg (2021) conclude that individuals with ASD may exhibit various types of social alterations: isolation, by rejecting all forms of physical and/or social contact; passive interaction, with no interest in social proximity beyond that necessary to meet basic needs; active yet "odd" interaction, associated with alterations in perception, recognition, and identification of emotions; and also appropriate interaction, that is, very similar to that of their peers.

Baron et al. (1993) suggest that limitations on an emotional level can be explained by the Theory of Mind, highlighting the lack of social motivation and different information processing. Moreover, according to the Central Coherence Theory (Happé and Frith, 2006), these individuals perceive details before the whole. Another noteworthy quality is their difficulty in recognizing primary emotions –joy, sadness, and anger– and secondary emotions –fear and surprise– (Vatandoost & Hasanzadeh, 2020), and in perceiving others' emotions (Andrés-Roqueta et al., 2015). Given these challenges, early interventions that effectively stimulate these skills are required.

In this regard, Carrington et al. (2020) advocate for the use of resources that integrate various codes (visual, verbal, auditory) and innovative formulas that enhance motivation, adopting the mechanics and dynamics of play. Recently, interventions with digital applications (apps) have been conducted to adapt to individual learning rhythms and capabilities (Aspiranti et al., 2018; Durán, 2021; Ntalindwa et al., 2021). Specifically, Baixauli et al. (2017) and Papoutsi et al. (2018) use apps that stimulate social reciprocity, emotional recognition, or social norms. Furthermore, the findings of Doulah et al. (2023) reflect those emerging technologies, such as Augmented Reality (AR), incorporated in these interventions, integrate activities in 3D that simulate scenarios close to reality, promoting social interaction (Li et al., 2023), emotional recognition (Talaat, 2023; Lin et al., 2023), and cooperation with peers and autonomy (Bauer et al., 2023).

In this vein, innovative methodologies such as gamification supported by digital resources are being implemented, demonstrating positive results in identifying primary emotions (Dantas and Nascimento, 2022), enhancing interpersonal relationships in gaming contexts (Nabie and Gharebaghlou, 2022), cognitive skills, and solving problems associated with social norms (Hernández et al., 2022). Thus, considering the results observed in interventions using AR and those based on gamification, this research leverages the potential of both. Specifically, it analyses the impact of an intervention supported by an Augmented Gamified Environment (AGE) in digital format, designed from a playful narrative featuring fictional characters that engage the user, aiming to enhance the involvement of students with ASD and stimulate their socio-emotional skills.

2. Socio-Emotional Skills of Students with ASD: Assessment and Intervention

2.1. Assessment of Socio-Emotional Skills

One of the most widely used scales internationally for assessing socio-emotional skills in this group is the Childhood Autism Rating Scale (CARS) (Schopler et al., 1980). Moon et al. (2019) and Randall et al. (2019) note that it has solid psychometric properties as it allows the evaluation of aspects of communication, social interaction, stereotyped behaviours, sensory anomalies, and emotional regulation. Additionally, McConachie et al. (2015) designed and used a scale to measure these skills based on the observation of joint attention, pretend play, social communication, stereotyped

behaviours, sensory deficits, and language development. Similarly, Floyd et al. (2015) implemented standardised tests such as the Vineland-II to assess the adaptive behaviour of individuals with ASD in their interpersonal communication, daily life, socialisation process, and to identify their behavioural problems. Furthermore, the Social Responsiveness Scale (SRS) (Bruni, 2014) measures the severity of ASD symptoms using five subscales: receptive (social awareness), cognitive (social cognition), expressive (social communication), and motivational subdomains (social motivation).

Other research utilises digital tools, as in the case of Muller et al. (2016), who measured social skills by showing a 15-minute short film and recording the process of social cognition in adolescents (MASC) (Dziobek et al., 2006). Specifically, subjects had to infer the mental states, thoughts, and intentions of two women and two men interacting during a dinner, thus detecting their limitations. Other studies take advantage of the potential of apps as contextual assessment instruments for these skills, as done by Andrés-Roqueta et al. (2017) to evaluate the emotional understanding of these students. and their emotional competence (Andrés-Roqueta et al., 2015; García-Arnanz et al., 2018).

In this vein, López-Bouzas and Del Moral (2022) point out that using apps to assess socio-emotional skills provides a friendly and motivating context, fostering student involvement by displaying information with various codes – visual, verbal, and auditory– and presenting multiple options for accessing content, both perceptually and comprehensively. Hence, in this research, a collection of interactive activities presented through an app is chosen to record the students' skills.

2.2. Interventions with Gamification and Augmented Reality to Stimulate the Socio-Emotional Skills of Students with ASD

Gamification allows the integration of game mechanics and dynamics within playful scenarios, constituting an innovative formula to enhance the motivation and competency performance of these students (Carrington et al., 2020). Specifically, various studies take advantage of this methodology to stimulate the socio-emotional skills of individuals with ASD. Most studies focus on *emotional identification*, with Dantas and Nascimento (2022) developing a gamified environment that facilitates the recognition and expression of basic emotions. Pires et al. (2022) create an interface that eases facial recognition through neurofeedback. Wang et al. (2022) design software that aids emotional recognition during therapeutic sessions.

Similarly, Chien et al. (2022) build a social interaction platform based on games that encourages gaze following and emotional recognition. Griffin et al. (2021) use *Social Games for Autistic Adolescents (SAGA)* to increase sensitivity to gaze signals through an immersive story that encourages interaction with characters and reveals the usefulness of observing gaze signals to guide behaviour. Similarly, Scherf et al. (2018) design a gamified environment that enables individuals in this group to understand gaze shifts to facilitate their interpersonal relationships.

Others implement gamified digital resources to activate socio-emotional skills through *peer play*. Terlouw et al. (2021) use a gamified environment based on Escape Room techniques and facilitate direct communication between children with ASD and their neurotypical peers. Silva et al. (2018) promote collaborative task performance in the classroom using the *CoASD* environment. Mora et al. (2017) and Mairena et al. (2019) encourage social initiation and collaborative behaviours with the multi-user experience game, *Lands of Fog*. Additionally, studies exclusively focused on integrating game mechanics and dynamics to *enhance autonomy*, such as Hernández et al. (2022), who use the *PlanTEA* software for planning medical appointments and communicating with specialists through gamified activities.

Adjorlu and Serafin (2019) stimulate their abilities to navigate the city. Elshahawy et al. (2022) establish personal care behaviour guidelines during the pandemic with gamified activities. Vallefucio et al. (2022) use virtual simulation games that recreate situations like the shopping process, promoting their autonomy. More recently, Wang et al. (2022) observe that digital gamified environments are gaining relevance in interventions with this student group, integrating play and prioritising the visual channel, ensuring the meaningfulness of the experience.

On the other hand, Dantas and Nascimento (2022) incorporate interactive playful missions with AR resources, achieving an increase in information assimilation. While there are studies that implement gamification and incorporate AR to stimulate linguistic skills (Lee et al. 2018; Mota et al., 2020; Najeeb et al., 2020; Wendt et al., 2020, etc.), they do not specifically address socio-emotional skills. Therefore, the novelty of this study lies in analysing the impact of an intervention supported by an Augmented Gamified Environment (AGE) to develop these skills.

2.3. Augmented Gamified Environment "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure": A Scenario for Intervention

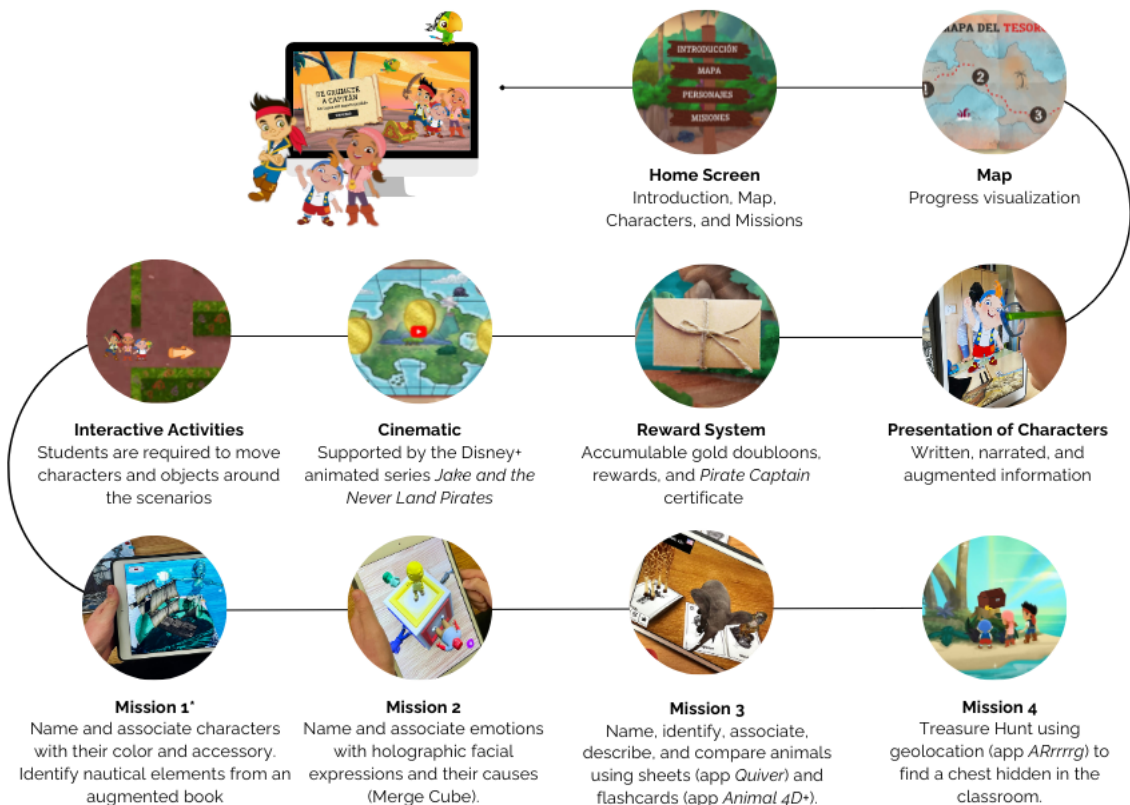
To enhance the socio-emotional skills of students with ASD, an Augmented Gamified Environment (AGE) was developed. This immersive digital space merges playful learning with activities supported by Augmented Reality (AR), fostering students' immersion in their learning process through interaction with digital devices (López-Bouzas et al., 2023). The AGE created, "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure" (<https://bit.ly/3VGKxWR>), incorporates activities that stimulate socio-emotional skills through challenges or missions combining digital resources and AR applications (iOS and Android versions) integrated into a pirate narrative (Figure 1).

Figure 1.

Description of the AGE.

From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure

An Augmented Gamified Environment for Students with Autism Spectrum Disorder



*The missions have three levels of difficulty, establishing different activities to adapt to the characteristics of the students.

Source: own elaboration.

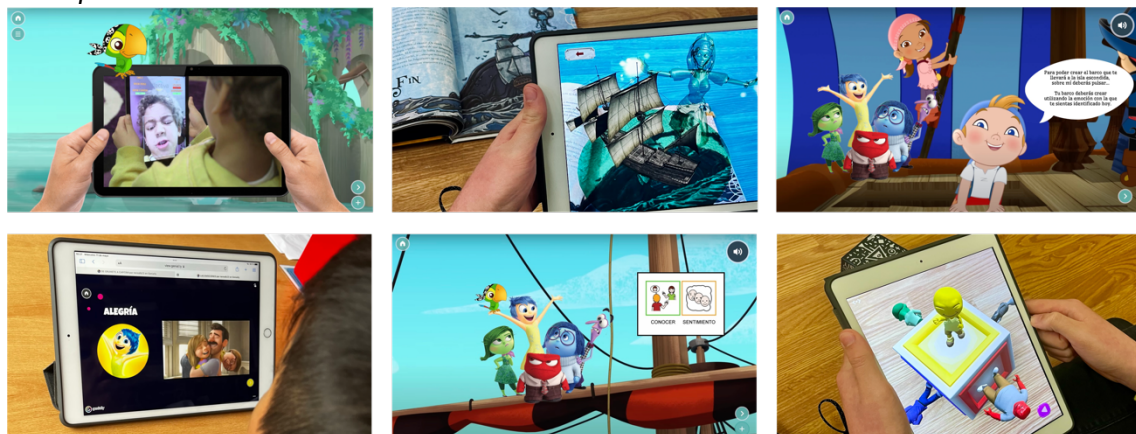
The AGE integrates various missions structured into three levels of gameplay suited to different learning paces. Upon completing them, the student receives

gold doubloons as a reward to progress in the story and earn more prizes: spyglasses, hooks, or pirate hats. The game journey includes feedback elements –as recommended by Carrington et al. (2020)–: descriptive, using some characters to give directions; evaluative, informing the player about the adequacy of the tasks; explanatory, integrating guidelines to correctly perform each task; and interrogative, incorporating questions that invite students to reflect on their performances

. Specifically, one of the missions involves matching emotion emojis with facial expressions using the *AffdexMe* app, which allows analysing and responding to facial expressions using AR. Another requires identifying each character from the movie *Inside Out* with the emotions reflected in certain sequences. Challenges are also presented to associate emotions with their causes by interacting with the *MomentAR* app and using the *Merge Cube* (Figure 2).

Figure 2.

Examples of AR activities that stimulate socio-emotional skills.



Source: own elaboration.

The environment's design followed the guidelines of Arzone et al. (2020) and Derks et al. (2022) to promote self-awareness, self-regulation, motivation, empathy, and social skills in digital gamified settings, alongside those mentioned by Nabie and Gharebaghlou (2022) to increase interpersonal relationships and play skills, or to facilitate emotional recognition (Pires et al., 2022). It aligns with the Universal Design for Learning framework criteria (Carrington et al., 2020), incorporating various codes (text, voice-overs, information windows, images, videos, etc.), diverse information (physical, virtual, visual, auditory, and audio-visual), and different resources (sheets, markers, cards, books, etc.).

Subsequently, it was validated by experts according to the guidelines stated by Madariaga et al. (2016) regarding adaptability, functionality, reliability, and

usability required in the design of educational software, especially aimed at students with ASD. The experts assessed its suitability (López, 2023) and made timely suggestions that were incorporated into the final prototype used in the intervention.

The AGE was implemented in an intervention with students with ASD. Initially, their socio-emotional skills were recorded after performing various interactive tasks presented in a playful app, obtaining a score that allows understanding their baseline situation (pre-test), and analysing their evolution after the intervention (post-test), as well as evaluating the environment's impact on their socio-emotional skills. Therefore, the objectives of this research are: 1) to determine the impact of the intervention supported by the Augmented Gamified Environment (AGE) on the possible increase of socio-emotional skills of students with ASD; and 2) to analyse the extent to which this possible increase is related to the individual variables of the students: gender, age, degree of ASD, comorbidity, and type of language.

3. Metodology

This research is empirical, non-experimental, descriptive, and correlational in nature, adopting an exploratory and analytical character as typified by Cohen et al. (2011). It employs a design supported by a pre-test/post-test, as suggested by Kung et al. (2019), to investigate with this student population. Specifically, the study measures the impact of an intervention with an Augmented Gamified Environment (AGE) on the development of socio-emotional skills.

The sample selection was intentional and non-probabilistic, incorporating participants who exhibited characteristics of interest for the study, as indicated by Hernández and Carpio (2019). That is, students previously diagnosed with Autism Spectrum Disorder (ASD) from Public Special Education Centres were included. The initial hypothesis is that an educational intervention supported by an AGE improves the socio-communicative skills of students with ASD.

3.1. Sample Description

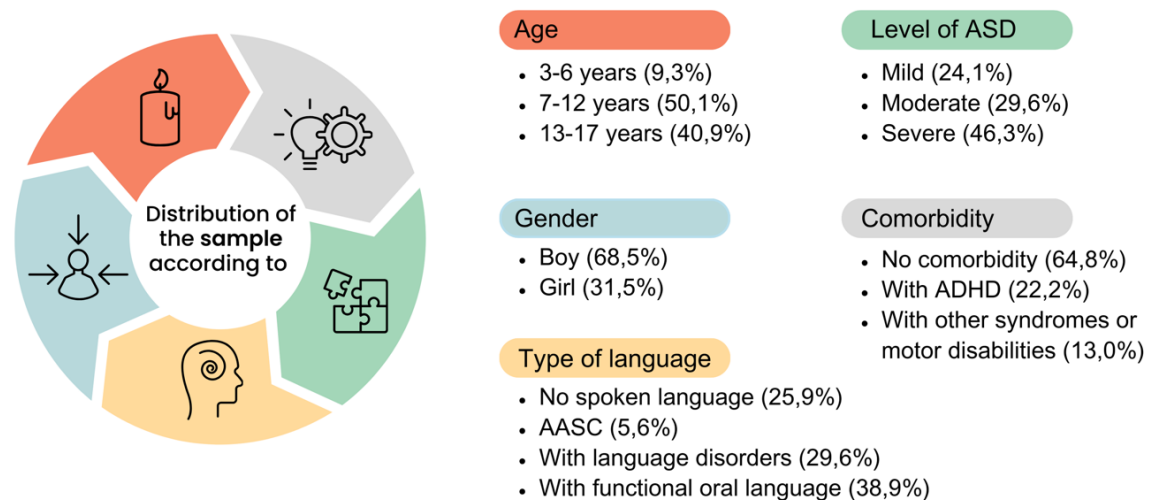
There are varied opinions on the appropriateness of the sample size for researching with these individuals. Derks et al. (2022) and Kim et al. (2020) suggest a large sample size. However, given the heterogeneity of this student population, Mercado et al. (2019) and Papoutsis et al. (2022) acknowledge that

large samples are not always necessary. On the other hand, Griffin et al. (2021) and Lee et al. (2022) establish a range between 20 and 40 subjects. Therefore, in this study, intentional sampling was employed. The sample consists of students from three out of the five Public Special Education Centres in the region who volunteered to participate in the intervention.

Specifically, there are 54 male and female students, whose families provided consent. The recommendations for researching with minors (Shaw et al., 2011), the standards of the Declaration of Helsinki (World Medical Association, 2008), and the ethical regulations of the University of Oviedo were followed. The students had been previously diagnosed with ASD by specialists from the competent authority, i.e., the Department of Education of the Oviedo. The subjects belong to the following centres: C.P.E.E Castiello de Bernueces (N=26), C.P.E.E Latores (N=18), and C.P.E.E Juan Luis Prada (N=10), achieving a participation rate of 91.5% regarding students with these characteristics from these centres. The distribution of the sample is depicted in Figure 3.

Figure 3.

Percentage distribution of the sample according to classification variables.



Source: Own elaboration.

3.2. Instrument

The *DiagnosticApp* instrument was designed ad hoc to measure the socio-emotional skills of the subjects before and after the intervention with the AGE (pre-test/post-test). It consists of five variables, inferred from the DSM-5™ with four categories each, measured with a Likert scale (0=very low, 1=low, 2=medium, 3=high) (Table 1).

Table 1.*DiagnosticApp.*

Variables	Categories (1=very low, 2=low, 3=moderate, 4=high)
(V1) Identification of primary emotions from facial expressions	1. Does not identify primary emotions 2. Only identifies joy and sadness 3. Identifies joy, sadness, and anger 4. Identifies all of the primary emotions: joy, sadness, anger, fear, and surprise
(V2) Identification of secondary emotions from facial expressions	1. Does not identify the secondary emotions 2. Only identifies disgust and shame 3. Identifies disgust, shame, and boredom 4. Identifies all of the secondary emotions: disgust, shame, boredom, and nervousness
(V3) Identification of primary emotional states from facial and bodily expressions	1. Does not identify primary emotions 2. Only identifies joy and sadness 3. Identifies joy, sadness, and anger 4. Identifies all of the primary emotions: joy, sadness, anger, fear, and surprise
(V4) Identification of secondary emotional states from facial and bodily expressions	1. Does not identify the secondary emotions 2. Only identifies disgust and shame 3. Identifies disgust, shame, and boredom 4. Identifies all of the secondary emotions: disgust, shame, boredom, and nervousness
(V5) Identification of the cause-effect relationship of emotions linked to a context	1. Does not identify the cause-effect relationship of emotions 2. Identifies between 1 and 10 cause-effect relationships of emotions 3. Identifies between 11 and 20 cause-effect relationships of emotions 4. Identifies between 21 and 30 cause-effect relationships of emotions

Source: authors' own work

The instrument was validated through exploratory factor analysis, given the sample size, yielding significant results in Bartlett's test of sphericity ($p=0.000$) and a high value in the Kaiser-Meyer Olkin adequacy test ($KMO=0.872$). The maximum likelihood method was chosen – following the approach of Lloret-Segura et al. (2014) – with an eigenvalue criterion >1 , resulting in the values for each variable explaining the total variance (Table 2).

Table 2.*Total variance explained by each factor.*

Factor	Initial eigenvalues		
	Total	% de variance	% accumulated
1	4.116	82.323	82.323
2	0.357	7.139	89.463
3	0.265	5.299	94.761
4	0.161	3.221	97.982
5	0.101	2.018	100.000

Source: authors' own work.

Table 3 shows that a single variable could explain more than 80% of the results. All variables exhibit a high proportion of explained variability in the factor and a substantial presence in that factor (in all cases, exceeding 0.800).

Table 3.

Communalities and factorial matrix.

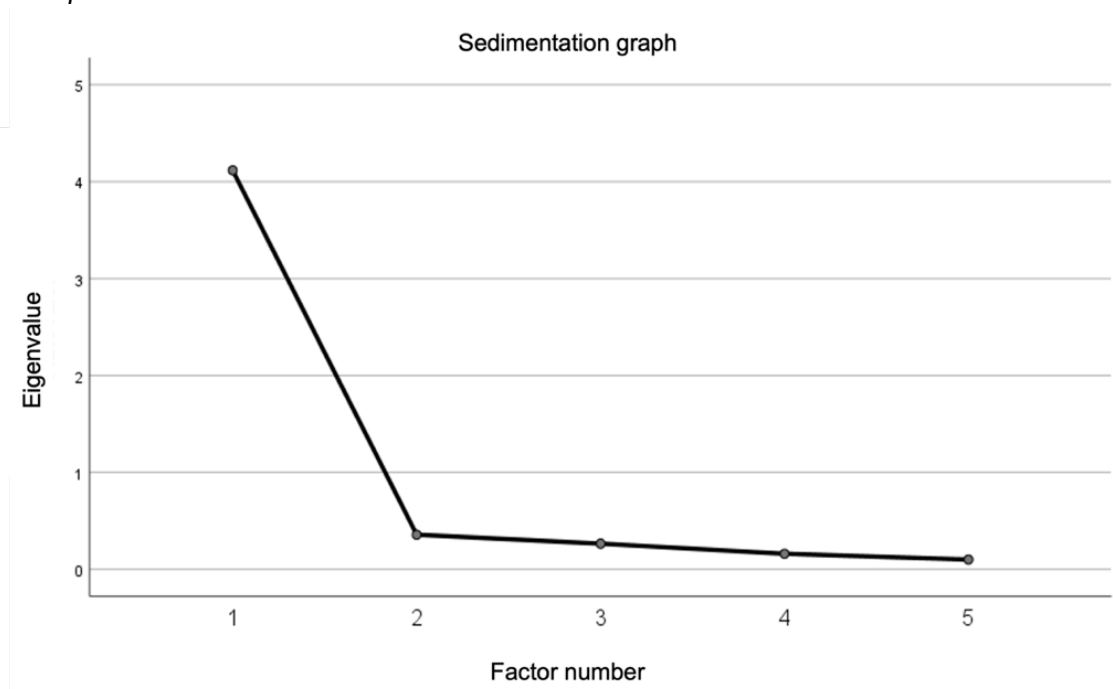
Variable	Comunalities		Factor 1
	Initial	Extraction	
V1	0.719	0.686	0.828
V2	0.847	0.898	0.947
V3	0.790	0.779	0.883
V4	0.806	0.836	0.914
V5	0.658	0.691	0.831

Source: authors' own work.

This interpretation is reflected in the sedimentation graph (Figure 4) and the high degree of goodness of fit of the data to the model ($\chi^2=13.00$ and sig.=0.000).

Figure 4.

Scree plot.



Source: authors' own work.

The confirmatory factor analysis validated the unidimensional *DiagnosticApp* instrument for measuring socio-emotional skills. Therefore, it was used to compare the subjects' levels before and after the intervention with the Augmented Gamified Environment, attempting to confirm any potential improvement.

3.3. Procedure

The instrument served to measure the socio-emotional skills of the students through the execution of various activities integrated into the *AutisMind* app (<https://autismind.com/>), specifically designed for students with ASD. The activities feature 6 levels of difficulty and include examples of emotional recognition or fun social situations, along with motivational phrases and music to capture attention. Its use is simple and intuitive, avoiding information overload and unnecessary details, and it presents progressive difficulty with visual supports to facilitate understanding, thus avoiding frustration. It provides immediate feedback, allowing instant verification of the correctness of responses. It incorporates a gamification system with reinforcements and rewards that increase as levels are completed. It adapts functions to each user and informs them of their progress (Figure 5).

Figure 5.

AutisMind Screen and Images of Task Execution.



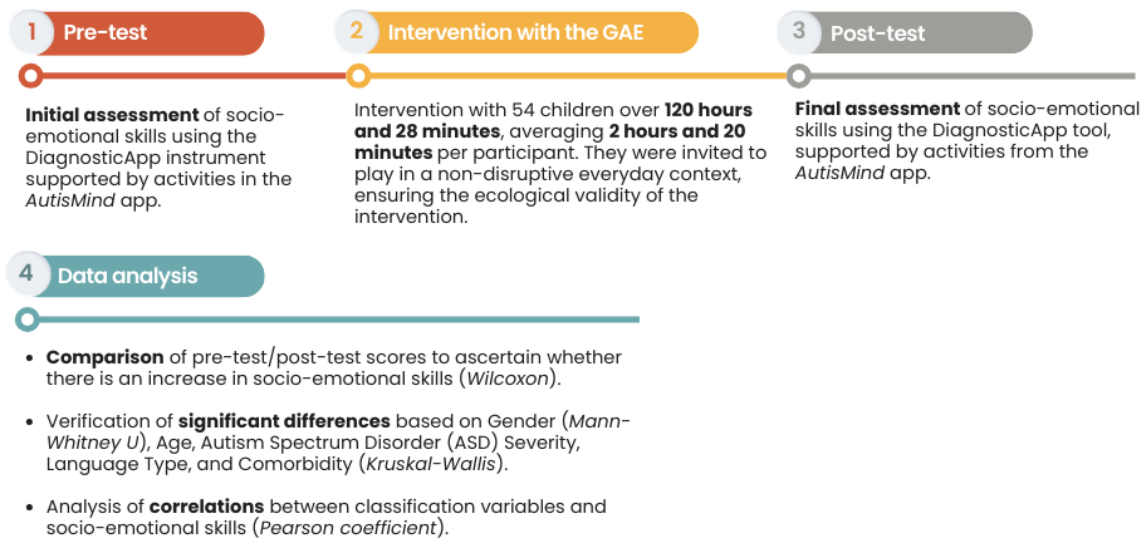
Source: authors' own work.

Upon completing the tasks, individual scores of the students were recorded using the *DiagnosticApp* instrument, hosted on *Google Forms*, following a similar procedure implemented in other research studies with individuals with ASD (Bahrawi, 2023; Goswami et al., 2021). The recorded scores related to their socio-emotional skills were used to identify the initial level of each subject, as a pre-test, before the intervention with the Augmented Gamified Environment.

Subsequently, they played with the Environment. After the intervention, the students performed the activities with the *AutisMind* app again, and their scores were once again recorded using the *DiagnosticApp* instrument, as a post-test. Finally, the data were analyzed, and pre-test/post-test scores were compared to verify the existence of statistically significant differences after the use of the game. Additionally, the influence of the classification variables of the students was analyzed (Figure 6).

Figure 6.

Phases of the study process.



Source: authors' own work.

Measures of central tendency, such as the mean, and measures of dispersion, such as the standard deviation, were used to represent in a straightforward manner the socio-emotional level achieved by the sample. Since the sample does not meet normality criteria, non-parametric tests were used in subsequent analyses. Specifically, the Wilcoxon Rank Sum Test was used to contrast the mean rank of pre-test and post-test variables, the Mann Whitney U Test to compare results between two groups, and the Kruskal Wallis Test to contrast between three or more groups. Additionally, Pearson's correlation was applied to confirm the interrelation between subject identification variables and their socio-emotional skill level.

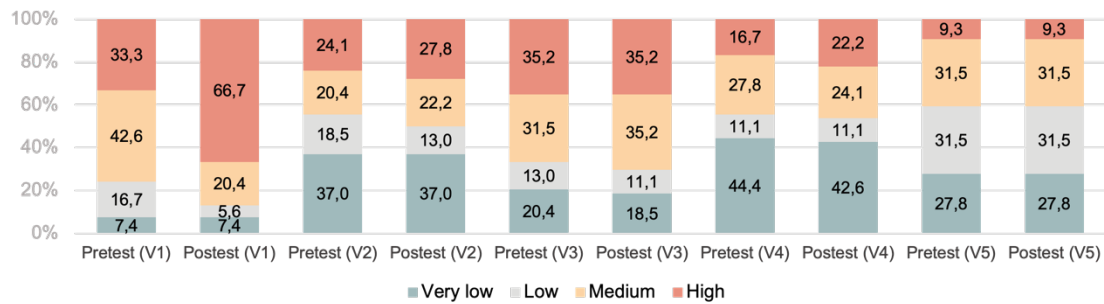
4. Results

The impact of the AGE is evident through the increase in scores across the five variables defining socio-emotional skills, comparing pre-test and post-test values. In particular, it was observed that several missions integrated into the AGE contributed to stimulating the minors' ability to identify primary emotions (V1) and secondary emotions (V2) based on facial expressions of augmented reality characters integrated into the AGE with the *MomentAR* app. An increase is also noted in the ability to associate primary (V3) and secondary (V4) emotional states with facial and bodily expressions. This relates to the type of AGE activities aimed at identifying emotional states with the corresponding emojis using the *AffdexMe* app. Furthermore, an increase is confirmed in the ability to establish cause-and-effect relationships of emotions (V5), which is

associated with missions requiring the *Merge Cube* support and the appeal of augmented reality images to link an emotional state with its cause in each context (Figure 7).

Figure 7.

Percentage distribution of students according to the level achieved in each variable before and after the intervention.



Source: authors' own work.

Overall, there is an increase in scores achieved in the post-test (Table 4). However, the subsequent contrast of means only reveals statistically significant differences regarding the ability to identify primary emotions based on facial expressions (V1), secondary emotional states based on facial and bodily expressions (V4), and to establish the cause-and-effect relationship of emotions (V5). Logically, this student body presents limitations associated with socio-emotional skills, leading to a greater increase in those skills that only require identification, as they entail a lower cognitive load.

Table 4.

Test of means for pre-test and post-test values.

	X Pretest	X Posttest	DM	p
(V1) Identification of primary emotions from facial expressions	2.0	2.5	0.5	0.000
(V2) Identification of secondary emotions from facial expressions	1.3	1.4	0.1	0.133
(V3) Identification of primary emotional states from facial and bodily expressions	1.8	1.9	0.1	0.083
(V4) Identification of secondary emotional states from facial and bodily expressions	1.2	1.3	0.1	0.024
(V5) Identification of the cause-effect relationship of emotions linked to a context	1.1	1.2	0.1	0.033

Source: authors' own work.

In considering the classification variables, it is observed that the scores of the subjects do not vary significantly after the intervention concerning *gender*. However, variations are evident in relation to the *type of language* and the *degree of ASD* among students (Table 5). In all cases, the scores show an increase in the post-test.

Table 5.*Means for each variable (pre-test/post-test) by type of language and ASD severity.*

V	Pre-test / post/test	Classification variables								
		Type of language				Severity of ASD				
		Lacked oral language	AACS	Language Disorders	Functional oral language	p	Mild	Moderate	Severe	p
1	Pre-test	1.00	3.00	2.00	2.57	0.000	2.69	2.38	1.44	0.000
	Post-test	1.71	3.00	2.50	2.86	0.010	2.69	2.69	2.20	0.374
	Evolution	0.71	0.00	0.50	0.29	-	0.00	0.31	0.76	-
2	Pre-test	0.14	3.00	1.06	2.05	0.000	2.31	1.88	0.44	0.000
	Post-test	0.21	3.00	1.38	2.00	0.000	2.38	1.94	0.56	0.000
	Evolution	0.07	0.00	0.31	-0.05	-	0.08	0.06	0.12	-
3	Pre-test	0.57	3.00	1.75	2.52	0.000	2.69	2.38	1.00	0.000
	Post-test	0.64	3.00	1.88	2.52	0.000	2.69	2.38	1.12	0.000
	Evolution	0.07	0.00	0.13	0.00	-	0.00	0.00	0.12	-
4	Pre-test	0.07	3.00	1.19	1.62	0.000	1.92	1.63	0.48	0.000
	Post-test	0.14	3.00	1.31	1.71	0.000	2.08	1.75	0.52	0.000
	Evolution	0.07	0.00	0.13	0.10	-	0.15	0.13	0.04	-
5	Pre-test	0.43	1.67	1.06	1.52	0.001	1.62	1.44	0.64	0.001
	Post-test	0.36	2.33	1.19	1.67	0.000	1.92	1.56	0.64	0.000
	Evolution	-0.07	0.67	0.13	0.14	-	0.31	0.13	0.00	-

Source: authors' own work.

Concerning *age* and *comorbidity* variables, an increase in scores is observed following the intervention (Table 6). Consequently, students with comorbidities exhibit a significant improvement in all skills in the post-test, except for the ability to identify primary emotions (V1). Conversely, age shows significant differences in the post-test ($p=0.004$). A notable increase is also observed in the ability to identify secondary emotional states (V4) (pre-test: $p=0.045$; post-test: $p=0.036$) and to establish cause-and-effect relationships of emotions (V5) in the pre-test ($p=0.017$).

Table 6.*Means for each variable (pre-test/post-test) by age and comorbidity.*

V	Pre-test / post/test	Classification variables							
		Age				Comorbidity			
		3-6	7-12	13-17	p	Without comorbidity	ADHD	Multi- disability	p
1	Pre-test	1.40	2.00	2.18	0.210	2.11	1.33	2.71	0.007
	Post-test	1.40	2.63	2.50	0.004	2.57	1.92	2.86	0.272
	Evolution	0.00	0.63	0.32	-	0.46	0.58	0.14	-
2	Pre-test	0.60	1.11	1.73	0.071	1.46	0.42	2.14	0.006
	Post-test	0.60	1.26	1.77	0.115	1.54	0.42	2.43	0.002
	Evolution	0.00	0.15	0.05	-	0.09	0.00	0.29	-
3	Pre-test	1.00	1.78	2.05	0.161	1.91	1.00	2.71	0.005
	Post-test	1.00	1.85	2.09	0.125	2.00	1.00	2.71	0.003
	Evolution	0.00	0.07	0.05	-	0.09	0.00	0.00	-
4	Pre-test	0.20	1.04	1.55	0.045	1.26	0.33	2.14	0.004
	Post-test	0.20	1.11	1.68	0.036	1.34	0.33	2.43	0.002

	Evolution	0.00	0.07	0.14	-	0.09	0.00	0.29	-
5	Pre-test	0.60	0.89	1.50	0.017	1.20	0.50	1.71	0.004
	Post-test	0.60	1.11	1.50	0.098	1.31	0.50	2.00	0.003
	Evolution	0.00	0.22	0.00	-	0.11	0.00	0.29	-

Source: authors' own work.

Table 7 compiles the means recorded in socio-emotional skills according to classification variables, both before and after the intervention with the AGE.

Table 7.

Test of means in each variable (pre-test/post-test) by sample traits.

Variable		1		2		3		4		5	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Gender	Boys	2.24	2.53	1.65	1.53	2.18	2.24	1.35	1.35	1.12	1.29
	Girls	1.92	2.43	1.16	1.35	1.65	1.70	1.08	1.22	1.11	1.19
Severity of ASD	Mild	2.69	2.69	2.31	2.38	2.69	2.69	1.92	2.08	1.62	1.92
	Moderate	2.38	2.69	1.88	1.94	2.38	2.38	1.63	1.75	1.44	1.56
	Severe	1.44	2.20	0.44	0.56	1.00	1.12	0.48	0.52	0.64	0.64
Type of language	Lacked oral language	1.00	1.71	0.14	0.21	0.57	0.64	0.07	0.14	0.43	0.36
	AACS	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.67	2.33
	Language Disorders	2.00	2.50	1.06	1.38	1.75	1.88	1.19	1.31	1.06	1.19
	Functional oral language	2.57	2.86	2.05	2.00	2.52	2.52	1.62	1.71	1.52	1.67
Comorbidity	Without comorbidity	2.11	2.57	1.46	1.54	1.91	2.00	1.26	1.34	1.20	1.31
	ADHD	1.33	1.92	0.42	0.42	1.00	1.00	0.33	0.33	0.50	0.50
	Multi-disability	2.71	2.86	2.14	2.43	2.71	2.71	2.14	2.43	1.71	2.00

Source: authors' own work.

Irrespective of *gender*, there is improvement in the identification of primary emotions (V1. Boy: $p=0.000$; Girl: $p=0.000$) and secondary emotional states based on facial and bodily expressions (V4. Boy: $p=0.023$; Girl: $p=0.024$). Boys significantly enhance their ability to identify secondary emotions (V2. $p=0.006$). In contrast, girls increase their capacity to establish the cause-and-effect relationship of emotions linked to a specific context (V5. $p=0.033$). Regarding the *severity of ASD*, a widespread increase is observed, albeit significant only in the ability to identify primary emotions in those with severe ASD (V1. $p=0.000$) and in their ability to establish the cause-and-effect relationship of emotions in those with moderate ASD (V5. $p=0.040$).

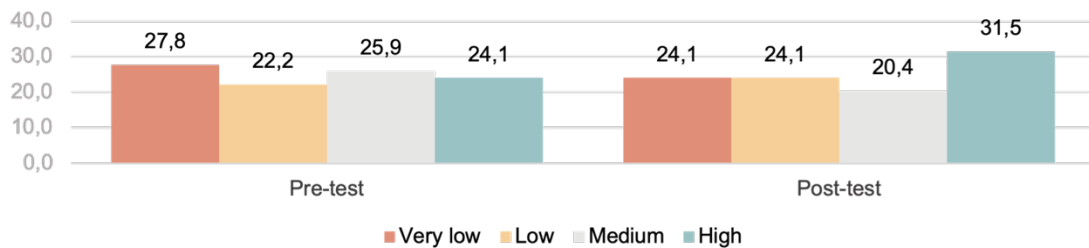
Furthermore, concerning *type of language*, there is significant improvement in the ability to identify primary emotions based on facial expressions (V1) for subjects who: have no oral language ($p=0.012$), have associated language disorders ($p=0.006$), and have functional oral language ($p=0.010$). Significant improvements are also observed in their ability to identify secondary emotions

based on facial expressions in those with associated language disorders ($V2$, $p=0.020$). Regarding associated *comorbidity*, it is noted that students without comorbidity ($p=0.000$) and those with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) ($p=0.012$) significantly improve their ability to identify primary emotions based on facial expressions ($V1$).

The overall score for students in *socio-emotional skills* is derived from the sum of scores in the mentioned five variables. This value is categorized into four levels using a Likert-type scale calculated based on the proportion over the total basis: very low (cases between 0.00-0.25), low (cases between 0.26-0.50), medium (cases between 0.51-0.75), and high (cases between 0.76-1.00). The results are depicted in Figure 8.

Figure 8.

Percentage distribution of subjects according to the level of socio-emotional skills before and after the intervention.

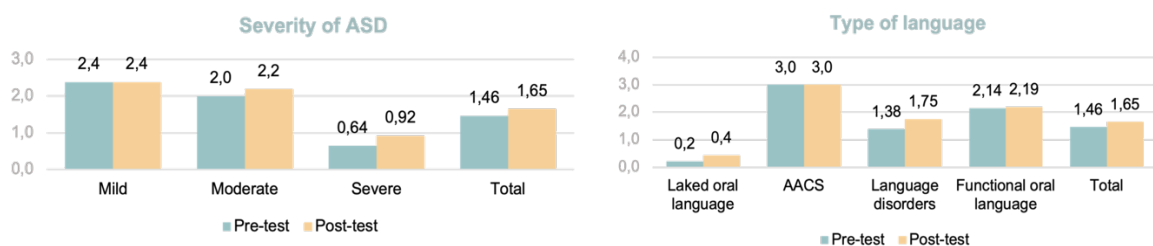


Source: authors' own work.

The mean score in the *socio-emotional skill* variable for the subjects has significantly increased both before and after the intervention with the AGE (pre-test: $\bar{x}=1.46$ vs. post-test: $\bar{x}=1.59$; $p=0.007$). On an individual level, it is noted that in 13 cases, this increase is statistically significant. Overall, the profile of this group of subjects is characterized by being children, over 7 years old, having a mild or moderate degree of ASD associated language disorders, and no comorbidity. Figure 9 illustrates the increase in means concerning the socio-emotional skills of students based on the severity of ASD and type of language.

Figure 9.

Means achieved in socio-emotional skill based on the severity of ASD and language type.



Source: authors' own work.

Correlations between the classification variables and socio-emotional skill are presented in the Table 8.

Table 8.

Correlations between socio-emotional ability and classification variables.

	Gender	Age	Severity of ASD	Type of language	Comorbidity	LSES (Pre-test)	LSES (Post-test)
Gender	1						
Age	0.029	1					
Severity of ASD	-0.033	0.024	1				
Type of language	-0.204	0.239	-0.572**	1			
Comorbidity	-0.046	0.026	0.098	0.198	1		
LSES (Pre-test)	-0.158	0.379*	-0.692**	0.592**	0.054	1	
LSES (Post-test)	-0.104	0.372**	-0.668**	0.563**	0.057	0.978**	1

LSES: Level of socio-emotional skills; **The correlation is significant at 0.01 (bilateral); * The correlation is significant at 0.05 (bilateral).

As expected, it is observed that older students, with higher functionality in language type, and lower degree of ASD exhibit a higher level of socio-emotional skill both before and after the intervention with the AGE. It is also noted that subjects with a higher severity of ASD demonstrate lower functionality in type of language.

5. Discussion and Conclusions

The intervention supported by the Augmented Gamified Environment (AGE) has contributed to the improvement of socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD). The missions embedded in the environment facilitate subjects in identifying and verbalizing various emotions. Additionally, the inclusion of characters from the movie "Inside Out," coupled with the motivation provided by augmented reality, encourages students to link each emotion with its corresponding context, stimulating their socio-emotional skills. The motivation associated with the integration of missions and rewards in this pirate adventure enhances the engagement of the minors as they interact with the characters, leading to an increase in emotional skills, consistent with the findings of Dantas and Nascimento (2022). Specifically, the most significant improvement is observed in the ability to identify primary emotions through recognizing facial expressions. Moreover, activities presented with augmented reality facilitate image association, promoting meaningful learning, as concluded by Mota et al. (2020).

The socio-emotional skills of the subjects increase after the intervention with AGE regardless of individual characteristics. Furthermore, the most significant increase is observed in the identification of emotions, both primary and secondary, through the recognition of facial expressions. As noted by Andrés-Roqueta et al. (2017), gamified narratives are crucial as motivational components for the acquisition of emotional competence. Also, after the intervention, it is evident that all students activate their socio-emotional skills, although Camargo et al. (2019) emphasize that the use of digital gamified environments poses a challenge due to the complex clinical conditions and wide-ranging symptomatology within this spectrum. Specifically, similar to the findings of Wang et al. (2022), it is observed that structured digital environments, organizing the game visually, enhance assimilation and meaningfulness of the experience, fostering greater learning. Fridenson et al. (2017) also highlight that an appealing aesthetic in these scenarios contributes to better emotional recognition.

In particular, the AGE "From Cabin Boy to Captain: In Search of the Lost Treasure" constitutes an ideal resource to stimulate socio-emotional skills in this student group, as its immersive narrative encourages engagement in recognition, identification, and emotional association tasks. The playful activities are motivating and encourage involvement to achieve the game's objective. Additionally, the activities and resources can be utilised in other contexts due to their versatility. Undoubtedly, gamified environments are suitable resources to enhance socio-emotional skills in this student group, as noted by Tang et al. (2017), these are secure environments that promote autonomy, reduce feelings of frustration and anxiety, fostering greater assimilation of information and meaningful learning.

As limitations of the study, it should be noted that interventions with students with comorbidity with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) and/or severe ASD were more complex due to their limited attentional capacity, necessitating spaced-out activities. The results refer to a relatively moderate sample, and it would be necessary to expand and analyze more in-depth implications of associated comorbidities. As future lines of research, we recommend designing resources and scenarios that recreate real-life situations within a motivating narrative. Results could also be compared between an experimental group and a control group. The AGE could be translated into other languages to analyse differences between cultural contexts.

6. References

- Adjorlu, A., & Serafin, S. (2019). Co-designing a head-mounted display based virtual reality game to teach street-crossing skills to children diagnosed with autism spectrum disorder. In *Interactivity, Game Creation, Design, Learning, and Innovation* (pp. 397-405). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-53294-9_28
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5)*. American Psychiatric Association.
- Anderson, D.K., Liang, J.W., & Lord, C. (2014). Predicting young adult outcome among more and less cognitively able individuals with autism spectrum disorders. *Journal of child psychology and psychiatry*, 55(5), 485-494. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12178>
- Andrés-Roqueta, C., Benedito, I., & Soria-Izquierdo, E. (2017). Uso de aplicaciones móviles para la evaluación de la comprensión emocional en niños y niñas con dificultades del desarrollo [Use of mobile applications for the evaluation of emotional understanding in children with developmental difficulties]. *Revista de Psicología y Educación*, 12(1), 7-18. <https://hdl.handle.net/11162/220633>
- Andrés-Roqueta, C., Bresó, E., & Ramos, F. (2015). Emotional competence assessment in children with ASD by using a mobile app. In L. Gómez-Chova, A. López-Martínez, I. Candel (Eds.), *7th International Conference on Education and New Learning Technologies*, (pp. 6180-6187). Universidad de Barcelona. <https://library.iated.org/view/ANDRES2015EMO>
- Arzone, C., Mottan, K., & Saad, K.M. (2020). The Relationship between Gamification and Emotional Intelligence among Children with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Special Education In South East Asia Region 10th Series 2020* (pp. 424-433). Redwhite Press. <https://series.gci.or.id/article/320/15/icsar-2020-2020>
- Aspiranti, K., Larwin, K., Schade, L., & Schade, B. (2018). Ipad/tablets and students with autism: a meta-analysis of academic effects. *Assistive Technology: the Official Journal of RESNA*, 32(1), 23-30. <https://doi.org/10.1080/10400435.2018.1463575>
- Baixaulli, I., Roselló, B., Berenguer, C., Colomer, C. & Grau, M. (2017). Intervenciones para promover la comunicación social en niños con

trastorno del espectro autista [Interventions to promote social communication in children with autism spectrum disorder]. *Revista de Neurología*, 64, 39-44. <https://doi.org/10.33588/rn.64S01.2017013>

Balderaz, L. (2020). Social skills interventions for adults with ASD: a review of the literature. *Journal of Psychosocial Rehabilitation and Mental Health*, 7(1), 45-54. <https://doi.org/10.1007/s40737-020-00158-9>

Baron, S., & Bolton, P. (1993). *Autism: the facts*. Oxford University Press.

Bauer, V., Bouchara, T. B., Duris, O., Labossière, C., Clément, M. N., & Bourdot, P. (2023). Head-mounted augmented reality to support reassurance and social interaction for autistic children with severe learning disabilities. *Frontiers in Virtual Reality*, 4. <https://dx.doi.org/10.3389/frvir.2023.1106061>

Bruni, T.P. (2014). Test review: Social responsiveness scale–Second edition (SRS-2). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 32(4), 365-369. <https://doi.org/10.1177/0734282913517525>

Camargo, M.C., Barros, R.M., Brancher, J.D., Barros, V.T., & Santana, M. (2019). Designing Gamified Interventions for Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review. In *Joint International Conference on Entertainment Computing and Serious Games* (pp. 341-352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_28

Carrington, S., Sagers, B., Webster, A., Harper-Hill, K., & Nickerson, J. (2020). What Universal Design for Learning principles, guidelines, and checkpoints are evident in educators' descriptions of their practice when supporting students on the autism spectrum?. *International Journal of Educational Research*, 102, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101583>

Chien, Y.L, Lee, C.H., Chiu, Y.N., Tsai, W.C., Min, Y.C., Lin, Y.M., ... & Tseng, Y.L. (2022). Game-based Social Interaction Platform for Cognitive Assessment of Autism using Eye Tracking. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 31, 749-75. <http://doi.org/10.1109/TNSRE.2022.3232369>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.

- Dantas, A.C., & Nascimento, M.Z. (2022). Face emotions: improving emotional skills in individuals with autism. *Multimedia Tools and Applications*, 81(18), 25947–25969. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12810-6>
- Derks, S., Willems, A.M., & Sterkenburg, P.S. (2022). Improving adaptive and cognitive skills of children with an intellectual disability and/or autism spectrum disorder: Meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of serious games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100488>
- Doulah, A.B., Rasheduzzaman, M., Arnob, F. A., Sarker, F., Roy, N., Ullah, M.A., & Mamun, K.A. (2023). Application of Augmented Reality Interventions for Children with Autism Spectrum Disorder (ASD): A Systematic Review. *Computers*, 12(10), 215. <https://doi.org/10.3390/computers12100215>
- Durán, S. (2021). Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 107–121. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9771>
- Dziobek, I., Fleck, S., Kalbe, E., Rogers, K., Hassenstab, J., Brand, M., Kessler, J., Woike, J., Wolf, O., & Convit, A. (2006). Introducing MASC: a movie for the assessment of social cognition. *Journal of autism and developmental disorders*, 36, 623–636. <https://doi.org/10.1007/s10803-006-0107-0>
- Elshahawy, M., Bakhaty, M., & Sharaf, N. (2020). Developing Computational Thinking for Children with Autism using a Serious Game. In *2020 24th International Conference Information Visualisation (IV)* (pp. 761–766). IEEE. <http://doi.org/10.1109/IV51561.2020.00135>
- Floyd, R. G., Shands, E. I., Alfonso, V. C., Phillips, J. F., Autry, B. K., Mosteller, J. A. *Et al.* (2015). A systematic review and psychometric evaluation of adaptive behavior scales and recommendations for practice. *Journal of Applied School Psychology*, 31(1), 83–113. <https://doi.org/10.1080/15377903.2014.979384>
- Fridenson-Hayo, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Bölte, S., Baron, S., & Golan, O. (2016). Basic and complex emotion recognition in children with autism: cross-cultural findings. *Molecular autism*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13229-016-0113-9>
- García-Arnanz, L., Herráez, M., Olivares, E., Selma, M.C., & Andrés-Roqueta, C. (2018). Evaluación de la competencia emocional en niñas/os con

trastorno del espectro autista a través de una APP novedosa [Evaluation of emotional competence in children with autism spectrum disorder through a novel APP]. *Ágora de Salud*, 5, 217-226. <http://dx.doi.org/10.6035/agorasalut.2018.5.24>

Griffin, J.W., Geier, C.F., Smyth, J.M., & Scherf, K.S. (2021). Improving sensitivity to eye gaze cues in adolescents on the autism spectrum using serious game technology: A randomized controlled trial. *JCPP Advances*, e12041. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>

Happé, F., & Frith, U. (2006). The weak coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of autism and developmental disorders*, 36(1), 5-25. <https://doi.org/10.1007/s10803-005-0039-0>

Hernández, P., Molina, A. I., Lacave, C., Rusu, C., & Toledano-González, A. (2022). Plantea: Supporting planning and anticipation for children with ASD attending medical appointments. *Applied Sciences*, 12(10), 5237. <https://doi.org/10.3390/app12105237>

Kim, B., Lee, D., Min, A., Paik, S., Frey, G., Bellini, S., Han, K., & Shih, P. C. (2020). Puzzlewalk: A theory-driven iterative design inquiry of a mobile game for promoting physical activity in adults with autism spectrum disorder. *Plos One*, 15(9), e0237966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237966>

Kung, W., Hanafi, F., Abdullah, N., Noh, M., & Hamzah, M. (2019). A prototype of augmented reality animation (Ara) ecourseware: An assistive technology to assist autism spectrum disorders (asd) students master in basic living skills. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.(IJITEE)*, 9, 3487-3492. <http://doi.org/10.35940/ijitee.A4962.119119>

Lee, D., Frey, G., Cheng, A., & Shih, P. C. (2018). Puzzle walk: A gamified mobile app to increase physical activity in adults with autism spectrum disorder. In *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-4). IEEE. <http://doi.org/10.1109/VS-Games.2018.8493439>

Lee, D., Frey, G.C., Cothran, D. J., Harezlak, J., & Shih, P.C. (2022). Effects of a Gamified, Behavior Change Technique-Based Mobile App on Increasing Physical Activity and Reducing Anxiety in Adults With Autism Spectrum Disorder: Feasibility Randomized Controlled Trial. *JMIR Formative Research*, 6(7), e35701. <https://preprints.jmir.org/preprint/35701>

- Li, J., Zheng, Z., Chai, Y., Li, X., & Wei, X. (2023). Faceme: An agent-based social game using augmented reality for the emotional development of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Human-Computer Studies*, 175, 103032. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103032>
- Lin, L.Y., Lin, C.H., Chuang, T.Y., Loh, S.C., & Chu, S.Y. (2023). Using home-based augmented reality storybook training modules for facilitating emotional functioning and socialization of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Developmental Disabilities*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/20473869.2023.2202454>
- López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA [App selection as contextual diagnostic tools of communicative competence in students with ASD]. *Revista de Educación Inclusiva*, 15(2), 206-219.
- López-Bouzas, N., Del Moral, M.E. & Castañeda, J. (2023). Communicative competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment. *Educational and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12319-x>
- Madariaga, C.J., Ortiz, G.M., Cruz, Y.B., & Leyva, J.J. (2016). Validación del Software Educativo Metodología de la Investigación y Estadística para su generalización en la docencia médica [Validation of the Educational Software "Research Methodology and Statistics" for its Generalization in Medical Teaching]. *Correo Científico Médico*, 20(2), 225-236.
- Mairena, M.Á., Mora, J., Malinverni, L., Padillo, V., Valero, L., Hervás, A., & Pares, N. (2019). A full-body interactive videogame used as a tool to foster social initiation conducts in children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 67, 101438. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.101438>
- Mazefsky, C.A., Pelphrey, K.A., & Dahl, R.E. (2012). The need for a broader approach to emotion regulation research in autism. *Child development perspectives*, 6(1), 92-97. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2011.00229.x>
- Mcconachie, H., Parr, J. R., Glod, M., Hanratty, J., Livingstone, N., Oono, I. P., ... & Williams, K. (2015). Systematic review of tools to measure outcomes for young children with autism spectrum disorder. *Health Technology*

Assessment (Winchester, England), 19(41), 1-538.
<https://doi.org/10.3310/hta19410>

- Mercado, J., Espinosa-Curiel, I., Escobedo, L., & Tentori, M. (2019). Developing and evaluating a BCI video game for neurofeedback training: the case of autism. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 13675-13712. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6916-2>
- Moon, S. J., Hwang, J. S., Shin, A. L., Kim, J. Y., Bae, S. M., Sheehy-Knight, J., & Kim, J. W. (2019). Accuracy of the Childhood Autism Rating Scale: A systematic review and meta-analysis. *Developmental medicine & child neurology*, 61(9), 1030-1038. <http://doi.org/10.1111/dmcn.14246>
- Mora, J., Crowell, C., Pares, N., & Heaton, P. (2017). Sparking social initiation behaviors in children with Autism through full-body Interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2016.10.006>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A.T. (2020). Associar: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>
- Müller, N., Baumeister, S., Dziobek, I., Banaschewski, T., & Poustka, L. (2016). Validation of the movie for the assessment of social cognition in adolescents with ASD: Fixation duration and pupil dilation as predictors of performance. *Journal of autism and developmental disorders*, 46, 2831-2844. <https://doi.org/10.1007/s10803-016-2828-z>
- Nabie, E.M., & Gharebaghlou, M.A. (2022). Applying Gamification to Urban Spaces to Improve Autistic Children's Presence Tendency. *Manzar*, 14(58), 46-57. <http://doi.org/10.22034/MANZAR.2021.294659.2142>
- Nabie, E.M., & Gharebaghlou, M.A. (2022). Applying Gamification to Urban Spaces to Improve Autistic Children's Presence Tendency. *Manzar*, 14(58), 46-57. <http://doi.org/10.22034/MANZAR.2021.294659.2142>
- Najeeb, R.S., Uthayan, J., Lojini, R.P., Vishaliney, G., Alosius, J., & Gamage, A. (2020, December). Gamified Smart Mirror to Leverage Autistic Education-Aliza. In *2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC)* (Vol. 1, pp. 428-433). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357065>

- Ntalindwa, T., Nduwingoma, M., Karangwa, E., Soron, T.R., Uworwabayeho, A., & Uwineza, A. (2021). Development of a Mobile App to Improve Numeracy Skills of Children With Autism Spectrum Disorder: Participatory Design and Usability Study. *JMIR pediatrics and parenting*, 4(3), e21471. <https://arxiv.org/abs/1801.03529>
- Papoutsis, C., Drigas, A. & Skianis, C. (2018). Mobile Applications to Improve Emotional Intelligence in Autism—A Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 12(6), 47–61. <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i6.9073>
- Phung, J.N., & Goldberg, W.A. (2021). Mixed martial arts training improves social skills and lessens problem behaviors in boys with Autism Spectrum Disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 83, 101758. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2021.101758>
- Pires, G., Cruz, A., Jesus, D., Yasemin, M., Nunes, U.J., Sousa, T., & Castelo-Branco, M. (2022). A new error-monitoring brain-computer interface based on reinforcement learning for people with autism spectrum disorders. *Journal of Neural Engineering*, 19(6), 066032. <http://doi.org/10.1088/1741-2552/aca798>
- Randall, M., Egberts, K.J., Samtani, A., Scholten, R.J., Hooft, L., Livingstone, N., Sterling-Levis, K., Woolfenden, S., & Williams, K. (2018). Diagnostic tests for autism spectrum disorder (ASD) in preschool children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 24(7), CD009044. <http://doi.org/10.1002/14651858.CD009044.pub2>
- Scherf, K.S., Griffin, J.W., Judy, B., Whyte, E.M., Geier, C.F., Elbich, D., & Smyth, J.M. (2018). Improving sensitivity to eye gaze cues in autism using serious game technology: study protocol for a phase I randomised controlled trial. *BMJ Open*, 8(9), e023682. <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-023682>
- Schopler, E., Reichler, R.J., deVellis, R.F., & Daly, K. (1980). Toward objective classification of childhood autism: Childhood autism rating scale (CARS). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 10(1), 91–103. <https://doi.org/10.1007/BF02408436>
- Shaw, C., Brady, L.M. & Davey, C. (2011). *Guidelines for Research with Children and Young People*. NBC Research Centre. <https://bit.ly/3Rhd81K>
- Silva, S.D., Neto, F.M.M., De Lima, R.M., de Alencar Silva, P., Demoly, K.R.A., & da Cruz, I.N. (2019). A Serious Game as an Auxiliary Tool for the Learning

Process of Children With ASD. In *Handbook of Research on Immersive Digital Games in Educational Environments* (pp. 524-553). IGI Global. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.342>

Talaat, F. M. (2023). Real-time facial emotion recognition system among children with autism based on deep learning and iot. *Neural Computing and Applications*, 35(17), 12717-12728. <https://doi.org/10.1007/s00521-023-08372-9>

Tang, J.S., Falkmer, M., Chen, N.T., Bölte, S., & Girdler, S. (2019). Designing a serious game for youth with ASD: perspectives from end-users and professionals. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(3), 978-995. <https://doi.org/10.1007/s10803-018-3801-9>

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. <http://doi.org/10.2196/19765>

Vallefuoco, E., Bravaccio, C., Gison, G., & Pepino, A. (2021). Design of a Serious Game for Enhancing Money Use in Teens with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics* (pp. 339-347). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87595-4_25

Vatandoost, L., & Hasanzadeh, R. (2020). Investigation the emotion recognition (Primary and Secondary Emotions) and cognitive impairments and their impact on movement skills among children with autism spectrum disorder. *Journal of School Psychology*, 9(3), 288-306. <http://doi.org/10.22098/JSP.2020.1077>

Wang, C., Chen, G., Yang, Z., & Song, Q. (2022). Development of a Gamified Intervention for Children with Autism to Enhance Emotional Understanding Abilities. In *Proceedings of the 6th International Conference on Digital Technology in Education* (pp. 47-51). <https://doi.org/10.1145/3568739.3568749>

Wendt, O., Allen, N.E., Ejde, O.Z., Nees, S. C., Phillips, M.N., & Lopez, D. (2020, July). Optimized User Experience Design for Augmentative and Alternative Communication via Mobile Technology: Using Gamification to Enhance Access and Learning for Users with Severe Autism. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 412-428). Springer,

Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-60149-2_32

World Medical Association. (2008). *World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects*. <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>.

CAPÍTULO X: Conclusiones

La presente tesis confirma la hipótesis inicial de esta investigación al haber diseñado un Entorno Gamificado Aumentado que permite mejorar la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA. La interacción con recursos digitales, en concreto, la RA, ha demostrado ser especialmente efectiva para captar y mantener la atención del alumnado con TEA, al igual que señalan otros estudios que utilizan la RA dentro de entornos inmersivos con este alumnado para estimular sus habilidades sociales (Mota, et al., 2020; Li et al., 2023). Indudablemente, la incorporación de aplicaciones de RA dentro del entorno digital diseñado, hibridando elementos visuales y audiovisuales en 2D y 3D, ha contribuido a potenciar la motivación de este alumnado y a activar su *engagement* con la resolución de las tareas propuestas.

En concreto, cabe resaltar la importancia de la RA dentro del entorno diseñado, pues esta se ha convertido en un recurso que ha facilitado la práctica y estimulación de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales de manera efectiva. Concretamente, los resultados señalan que la naturaleza interactiva y visualmente estimulante de la RA permite presentar la información de manera dinámica y multisensorial, lo que facilita la comprensión y el procesamiento de la información para el alumnado con TEA, independientemente de sus características individuales. En esta línea, tal y como señalan Mota et al. (2020), la incorporación de esta tecnología dentro de entornos gamificados favorece la interpretación de las simulaciones incorporadas, facilitando la asociación palabra-significado. Asimismo, al haber incorporado las mecánicas, dinámicas y estéticas propias del juego, la implicación emocional del alumnado puede haberse visto reforzada al visualizar en 3D personajes y escenarios.

Además, durante el proceso de diseño del EGA se constató que la utilización del *Genially* como plataforma de diseño permite la adaptación y personalización del contenido educativo atendiendo a las características de cada estudiante. Esta capacidad de personalización es crucial para el alumnado con TEA, ya que dispensa un aprendizaje a medida, respetando el ritmo y las limitaciones individuales. En especial, la narrativa de la aventura pirata que sustenta el entorno digital ha proporcionado un contexto significativo y coherente para el aprendizaje del alumnado participante en la intervención. Los estudiantes se vieron inmersos en una historia atractiva, lo que les permitió relacionar el contenido plasmado en las distintas misiones con situaciones y personajes animados, facilitando la comprensión y retención de la información.

Además, la historia en la que se enmarca el EGA, ocasionó la mejora de su Competencia Comunicativa mediante la interacción con personajes y la resolución de las misiones planteadas. La estructura narrativa ofreció un marco para la práctica de la empatía, la cooperación y la resolución de problemas, elementos fundamentales para el desarrollo comunicativo. La incorporación de vídeos de la serie adaptada *Jake y los piratas de Nunca Jamás* de Disney+, a modo de cinemática como incorporan los videojuegos, conformó un entorno cercano, accesible y comprensible, promoviendo el desarrollo de habilidades comunicativas a través de diversos métodos.

La intervención individualizada y el establecimiento de tres niveles de dificultad facilitó la adecuación del contenido y los desafíos del juego a las necesidades y niveles específicos de cada estudiante. Esta personalización resulta esencial para el alumnado con TEA, pues cada individuo presenta un perfil único de habilidades y desafíos. La capacidad de adaptar el ritmo, la dificultad y el contenido del juego asegura que cada estudiante pueda progresar a su propio ritmo y según sus capacidades. La gamificación contempló refuerzos positivos, como recompensas, premios y distintos tipos de *feedback*, imprescindibles para generar una actitud positiva hacia el aprendizaje y la interacción social (Li et al., 2023).

La incorporación de las mecánicas del juego permitió que los estudiantes interactuasen con el entorno mediante acciones y respuestas no verbales, facilitando la comprensión y participación sin necesidad de lenguaje oral. Así pues, este proyecto se encuentra estrechamente vinculado con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Center for Universal Design, 1997). En concreto, el EGA se relaciona de forma directa con los Recursos de Aprendizaje en Abierto (REA), pues se han incluido diversos códigos (visual, verbal, auditivo, audiovisual en 2D y 3D) y distintas opciones para acceder al contenido, tanto a nivel perceptivo como comprensivo.

Además, se integran diversas formas para activar el interés, implementando las mecánicas y dinámicas del juego al servicio del aprendizaje. En esta línea, el *feedback* visual e instantáneo permitió a los estudiantes comprender las consecuencias de sus acciones durante el transcurso de la aventura, reforzando el aprendizaje a través de medios diversos. Esta retroalimentación resulta esencial para las personas con TEA, quienes a menudo requieren apoyo continuo y específico para mejorar sus competencias, como concluyen Lee et al. (2020) tras implementar un sistema gamificado para reducir el absentismo de adolescentes con TEA.

Asimismo, la historia que vertebra el EGA ha proporcionado un contexto significativo y estructurado para la estimulación lingüística. El alumnado se vio inmerso en situaciones que requerían la escucha, comprensión y producción de palabras o frases, facilitando un aprendizaje contextualizado y relevante. La resolución de desafíos y la comunicación con personajes del juego fomentaron la práctica de habilidades lingüísticas de manera natural y motivadora, de forma similar a Wendt et al. (2020), quienes testearon un juego que estimula el habla del alumnado con TEA en primeras edades. Por su parte, el alumnado sin lenguaje oral también ha podido beneficiarse de esta intervención, pues, al incorporar elementos visuales, auditivos y táctiles, se proporcionaron múltiples vías de comunicación y expresión.

Dada la versatilidad de este tipo de entornos, resulta imprescindible que los docentes utilicen -o al menos, conozcan- estos recursos, pues pueden proporcionar beneficios significativos al alumnado como a ellos mismos, lo que justifica la necesidad de formar al profesorado para su diseño y utilización. Los EGA no solo son beneficiosos para el alumnado con TEA, sino que también para atender las necesidades educativas de una amplia variedad y tipología de estudiantes, independientemente de su edad, contexto educativo, etc. Estos entornos pueden incorporar distintas narrativas, aplicaciones digitales y elementos interactivos, en función de los objetivos pedagógicos que se propongan. Estos recursos podrían ser adaptados para estudiantes con discapacidades físicas, sensoriales o intelectuales, ofreciendo experiencias educativas inclusivas y accesibles. Además, pueden utilizarse en contextos educativos variados, como la Educación Secundaria, formación superior, aprendizaje de idiomas, etc. aprovechando la flexibilidad y adaptabilidad de las tecnologías para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por ello, resulta imprescindible la formación de maestros, tanto generalistas como especialistas de Audición y Lenguaje (AL) y/o Pedagogía Terapéutica (PT) en el uso de herramientas digitales y procesos de gamificación para que puedan diseñar e implementar efectivamente estos recursos en el aula. Los educadores deben estar familiarizados con las plataformas tecnológicas, comprender sus potencialidades educativas y conocer las estrategias pedagógicas adecuadas para integrarlas de manera efectiva en el currículo escolar. Además, la formación permitirá al profesorado adaptar el contenido, las actividades gamificadas y las aplicaciones digitales y de RA según las necesidades específicas de sus estudiantes. Esto implica no solo entender cómo utilizar la tecnología, sino también cómo diseñar experiencias de aprendizaje inclusivas que promuevan el desarrollo integral del alumnado.

Finalmente, cabe mencionar que la publicación de artículos científicos que detallan el diseño, validación, intervención, análisis de datos, etc. de la intervención con el EGA ha proporcionado contribuciones significativas al ámbito educativo y académico, pues estos artículos no solo documentan de manera exhaustiva la metodología empleada y los resultados obtenidos, sino que también facilitan la replicabilidad y la extrapolación de la intervención a otros contextos y poblaciones, así como la adaptación a diferentes edades y problemáticas educativas. La descripción detallada de cómo se llevó a cabo la intervención está publicada en los artículos mencionados, donde se comparten las prácticas y metodologías innovadoras implementadas para estimular la competencia comunicativa de alumnado con TEA. Además de contribuir al avance del conocimiento científico sobre el uso de la gamificación en Educación Especial, también proporciona un recurso valioso para otros investigadores y profesionales del campo educativo interesados en implementar estrategias similares.

La descripción exhaustiva incluye aspectos como la estructura del juego, las mecánicas utilizadas, los objetivos educativos perseguidos y los resultados observados, proporcionando una guía de explotación didáctica para la replicación y adaptación del entorno gamificado a los diferentes entornos educativos y culturales. En concreto, la publicación del diseño y validación de los instrumentos de evaluación utilizados en la tesis doctoral es crucial para garantizar la fiabilidad y validez de las medidas empleadas en la investigación. La disponibilidad de esta información en artículos científicos permite a otros investigadores y profesionales evaluar y comparar los métodos de evaluación utilizados, así como adaptarlos a sus propias investigaciones o contextos educativos.

A diferencia de muchas investigaciones, la enumeración de las fases de la investigación y los instrumentos diseñados y validados *online* facilita el acceso abierto a la metodología, resultados y herramientas diseñadas. Esto es fundamental para promover la colaboración internacional, la replicabilidad y la adaptación de la intervención a diferentes problemáticas educativas y contextos socioculturales. Investigadores y educadores pueden utilizar los recursos compartidos para diseñar intervenciones personalizadas que respondan a las necesidades específicas de sus estudiantes, independientemente del ámbito en el que se inserten.

En cuanto al impacto académico, las publicaciones derivadas de la presente tesis no solo contribuyen a la base de conocimiento académico sobre el uso de tecnologías emergentes con alumnado con TEA o dentro de la educación inclusiva, sino que también han proporcionado herramientas y perspectivas

novedosas para mejorar la práctica educativa. El alto nivel de indexación y su *Open Access* destaca la relevancia y el impacto de esta investigación en la comunidad científica global, subrayando su importancia para futuras investigaciones, políticas educativas y prácticas inclusivas (Figura 1).

Figura 1.

Impacto académico de las publicaciones derivadas de la tesis.

IMPACTO CIENTÍFICO

Año de publicación

La mayoría se han publicado en el año 2023.



28 citas

A 15 de julio de 2024 según Google Scholar

Indexaciones

Las investigaciones cuentan con un **amplio impacto reflejado en la indexación de las revistas** en las que se encuentran publicadas.



*Artículo enviado pendiente de aceptación:

López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2024). Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment.

Artículos*	Indexación	Citas
López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2023). Communicative competence in students with ASD: Interaction and immersion in a Gamified Augmented Environment. <i>Educational and Information Technologies</i> . https://doi.org/10.1007/s10639-023-12319-x	JCR Q1 / Scopus Q1	1
López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., Castañeda, J. (2023). Estimulando la Competencia Comunicativa en alumnado con TEA a partir de un Entorno Gamificado Aumentado. <i>Revista Brasileira de Educação Especial</i> , 29, e0045. https://doi.org/10.1590/1980-54702023v29e0045	Scopus Q4	1
López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2023). A gamified environment supported by augmented reality for improving communicative competencies in students with ASD: design and validation. <i>IJER: International Journal of Educational Research and Innovation</i> , 19, 80–93. https://doi.org/10.46661/ijeri.6820	Scopus Q2 / ESCI Clarivate Q1	4
López-Bouzas, N., Del Moral, M.E. (2023). Gamified Environments and Serious Games for Students With Autistic Spectrum Disorder: Review of Research. <i>Review Journal of Autism and Developmental Disorders</i> . https://doi.org/10.1007/s40489-023-00381-7	JCR Q1 / Scopus Q1	5
López-Bouzas, N. & Del Moral Pérez, M. E. (2022). Selección de app como herramientas de diagnóstico contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA. <i>Revista de Educación Inclusiva</i> , 15(2), 206–219.	ESCI Clarivate Q4	4
López-Bouzas, N., & Del Moral, M.E. (2022). Instrumento apoyado en aplicaciones digitales para diagnosticar la competencia comunicativa de alumnado con TEA: diseño y validación. <i>Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation</i> , 8(2), 83–96. https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i2.14264	ESCI Clarivate Q3	4
Del Moral, M.E. & López-Bouzas, N. (2021). Realidad aumentada y estimulación de la competencia socio-comunicativa en sujetos con TEA: revisión de investigaciones. <i>RED, Revista de Educación a Distancia</i> , 21(66), 1-13. http://dx.doi.org/10.6018/red.454751	Scopus Q2 / ESCI Clarivate Q2	9
López-Bouzas, N. (2020). Apps digitales: recursos lúdicos para facilitar la interacción social al alumnado con TEA. <i>Comunicación y Pedagogía</i> , 321-322, 39-44.	https://n9.ci/6bg7	-

Capítulos	Indexación
López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2024). Improved socio-emotional skills in students with Autism Spectrum Disorder (ASD) following an intervention supported by an Augmented Gamified Environment. In B. Manditerza (Ed.), <i>Digital Pedagogy in Early Childhood Language Development</i> . IGI Global. http://doi.org/10.4018/979-8-3693-7437-5 ISBN: 9798369374375.	SPI Q1
López-Bouzas, N. & Del Moral, M.E. (2022). Sistema de Gamificación de un Entorno Aumentado: Estimulando las Habilidades Comunicativas en Alumnado con TEA. En E.E. Avelleyra y M.A. Melisa Proyetti (coords.), <i>Escenarios y recursos para la enseñanza con tecnología: desafíos y retos</i> (pp. 122-133). Octaedro. https://doi.org/10.36006/16361 ISBN: 9788419023858.	SPI Q1
Del Moral, M.E. y López-Bouzas, N. (2020). App digitales para estimular las competencias social y comunicativa en alumnado con TEA. En E. Colomo, E. Sánchez, J. Ruiz & J. Sánchez (coords.). <i>La tecnología como eje del cambio metodológico</i> , (pp. 616-619). Universidad de Málaga. ISBN: 9788413350523.	SPI Q1
Del Moral, M.E. y López-Bouzas, N. (2020). Evaluación de app digitales para personas con TEA: dimensiones técnico-estética, comunicativa y socioemocional. En VVAA (coord.). <i>Innovación e investigación con tecnología educativa</i> , (pp. 153-164). Octaedro. ISBN: 9788418615818.	SPI Q1

Comunicaciones en congresos internacionales
López-Bouzas, N., Del Moral, M.E., & Castañeda, J. (2023). Estimulando la competencia lingüística con un escenario gamificado inmersivo en alumnado con TEA. <i>XXVI Congreso Internacional de Tecnología Educativa EDUTEC 2023. Compartiendo con educadores. La construcción de comunidades de aprendizaje a nivel mundial</i> . 15, 16 y 17 de noviembre de 2023, Universidad de Panamá.
López-Bouzas, N. & Del Moral, M.E. (2021). Un Entorno Gamificado Aumentado para favorecer la interacción social del alumnado con TEA. <i>Iscar Ibérico IV. Cultura digital y cambio social</i> . Libro de Actas. (p.128). 10-14 mayo. Universidad de Alcalá. ISBN: 9788409302420.
López-Bouzas, N. & Del Moral, M.E. (2021). Narrativa vertebradora de un entorno gamificado con realidad aumentada para alumnado con TEA. <i>Convergencia entre Educación y Tecnología: hacia un nuevo paradigma</i> (pp. 320-323) EUDEBA. Editorial Universitaria de Buenos Aires. ISBN: 9789502332253.
Del Moral, M.E. & López-Bouzas, N. (2020). App digitales para estimular las competencias social y comunicativa en alumnado con TEA. En E. Colomo, E. Sánchez, J. Ruiz & J. Sánchez (coords.). <i>La tecnología como eje del cambio metodológico</i> , (pp. 616-619). Universidad de Málaga. ISBN: 9788413350523.
Del Moral, M.E. y López-Bouzas, N. (2020). Entornos Gamificados Aumentados para Educación Primaria: Claves para su diseño. <i>Congreso Internacional de Educação e Inovação</i> , 9-11 diciembre, Universidad de Coimbra (Portugal).

IMPACTO SOCIAL



3 colegios Centros participantes

Los centros participantes se han beneficiado de **formaciones al profesorado** derivadas del diseño y uso del EGA.



54 alumnos y alumnas Estudiantes y familias

El EGA elaborado en esta tesis se ha implementado con 54 alumnos y alumnas para estimular su Competencia Comunicativa.



Acceso abierto

La **página web** elaborada que alberga el **juego diseñado** facilitar su utilización a cualquier persona del mundo de manera gratuita.

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, la difusión de la presente tesis a través de una noticia en la página web de la Universidad de Oviedo (<https://cutt.ly/Tw1a1zh6>) y un reportaje en Televisión del Principado de Asturias (TPA) (<https://cutt.ly/Aw1aSOs1>) ha tenido un impacto profundamente positivo en la visibilidad y reconocimiento de la misma. Esta iniciativa no solo ha destacado la relevancia y la innovación del proyecto, sino que también ha fortalecido su impacto social y académico de manera significativa. La publicación ha aumentado considerablemente la visibilidad del proyecto dentro de la comunidad académica local al destacar los logros y la innovación del EGA, pues dicha noticia ha posicionado el proyecto como un ejemplo destacado de investigación aplicada con impacto directo en la Educación Especial.

Del mismo modo, el reportaje en la TPA ha contribuido a la sensibilización del público general sobre las necesidades educativas de los estudiantes con TEA y las soluciones innovadoras que se están desarrollando para abordarlas. La cobertura mediática también ha hecho posible la colaboración y el apoyo institucional para el proyecto. La visibilidad generada ha atraído el interés de otros investigadores, educadores y profesionales del sector, creando oportunidades para la colaboración interdisciplinar y la expansión del proyecto a través de nuevas iniciativas y recursos. Además, ha fortalecido las alianzas con instituciones académicas y organizaciones y asociaciones dedicadas al apoyo de personas con TEA, consolidando así el impacto y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Al tratarse de un recurso accesible *online*, algunas de las asociaciones que podrán beneficiarse son las siguientes (Tabla 1).

Tabla 1.

Asociaciones de TEA de las distintas CCAA españolas.

CC.AA	Asociación	Enlace
Andalucía	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Sevilla	APNA
Aragón	Asociación Aragonesa de Padres de Personas con Autismo	ARAPA
Asturias	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Asturias	ASTRADE
Canarias	Asociación Canaria de Trastornos del Espectro Autista	ACANTEA
Cantabria	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Cantabria	AMARA
Castilla y León	Asociación Autismo Valladolid	Autismo Valladolid
Cataluña	Asociación Catalana de Trastorno del Espectro Autista	ACTEA
Comunidad Valenciana	Asociación de Familias de Personas con Trastornos del Espectro Autista de Valencia	TEAVI
Galicia	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Galicia	TEA Galicia
La Rioja	Asociación de Padres de Personas con Autismo de La Rioja	APAR
Madrid	Autismo Madrid	Autismo Madrid
Murcia	Asociación de Padres de Personas con Autismo de la Región de Murcia	ASPAPROS
Navarra	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Navarra	ANPAN

País Vasco	Asociación Guipuzcoana de Autismo	AUGI
Asociaciones nacionales		Enlace
Autismo España		Autismo España
Asociación Española de Profesionales del Autismo		AETAPI

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, la integración del EGA en la plataforma web *Genially* ha asegurado su sostenibilidad y accesibilidad a largo plazo, proporcionando un acceso continuo y global a todos los componentes del juego diseñado. La elección de esta plataforma para alojar el EGA facilita su mantenimiento de manera eficiente, pues ofrece herramientas para la creación y gestión de contenido interactivo, garantizando que el juego y sus recursos asociados estén siempre disponibles para usuarios y educadores. Sin embargo, a pesar de la sostenibilidad proporcionada por esta web, existen consideraciones importantes relacionadas con la dependencia de aplicaciones externas dentro del juego. La integración de aplicaciones comerciales dentro del EGA puede implicar un riesgo potencial si estas dejan de ser compatibles, son discontinuadas o sufren interrupciones en el servicio. Esto podría afectar la funcionalidad y accesibilidad del EGA, limitando temporalmente el acceso a ciertas características o requiriendo ajustes técnicos para mantener la operatividad del juego.

No obstante, *Genially* contempla la inserción de elementos multimedia, enlaces externos y elementos interactivos de manera ininterrumpida, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje y asegurando su adaptabilidad a futuras mejoras y necesidades educativas. Por tanto, para mitigar estos riesgos, es fundamental contar con un plan de contingencias dotando de estrategias proactivas, como la monitorización continua de la estabilidad y compatibilidad de las aplicaciones integradas, así como la exploración de alternativas tecnológicas y actualizaciones periódicas del contenido del juego. Además, mantener una comunicación abierta con los usuarios y la comunidad educativa sobre cualquier cambio o interrupción eventual en el servicio para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante posibles incidencias.

Constatada la potencialidad del EGA diseñado tras analizar los resultados obtenidos, son innumerables las nuevas líneas de investigación que podrían derivarse de la presente tesis. El entorno diseñado podría utilizarse con alumnado con TEA de diversos contextos, así como con alumnado con dificultades comunicativas asociadas, explorando cómo adaptar el diseño y los contenidos para maximizar su efectividad en grupos específicos. Además, dado el impacto positivo observado en el desarrollo de las habilidades comunicativas, se puede estudiar su impacto en alumnado con dislexia o con

otras problemáticas del lenguaje, lo que podría ofrecer nuevas perspectivas sobre cómo la hibridación entre gamificación y RA puede apoyar el aprendizaje y desarrollo de otras habilidades específicas.

Otro enfoque prometedor podría dirigirse a la utilización del EGA con alumnado neurotípico de Educación Infantil, explorando cómo los principios de diseño y las narrativas aumentadas pueden ajustarse para esta etapa educativa temprana, promoviendo su desarrollo competencial. Además, la traducción del entorno y de los instrumentos de evaluación accesibles *online* en otros idiomas permite su implementación en diferentes contextos lingüísticos, ampliando así su accesibilidad y utilidad globalmente. Esta adaptación podría incluir no solo la traducción literal, sino también ajustes culturales y educativos necesarios para asegurar su efectividad en otros contextos culturales y sistemas educativos.

Sin duda, la continuidad en el desarrollo de nuevas narrativas y recursos de RA, siguiendo las fases de diseño descritas en los artículos publicados, proporciona una base sólida para la creación de nuevos EGA. Estos podrían dirigirse a otras edades, discapacidades específicas u otros contextos educativos y/o terapéuticos. En resumen, estas nuevas líneas de investigación no solo contribuirán a expandir el conocimiento académico en el campo de la educación inclusiva y la tecnología educativa, sino que también ofrecen nuevas oportunidades para mejorar las prácticas educativas y terapéuticas, promoviendo un mayor acceso y equidad en el aprendizaje para todos los estudiantes en el marco de una educación inclusiva y de calidad.

CAPÍTULO X: Conclusiones

La presente tesis confirma la hipótesis inicial de esta investigación al haber diseñado un Entorno Gamificado Aumentado que permite mejorar la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA. La interacción con recursos digitales, en concreto, la RA, ha demostrado ser especialmente efectiva para captar y mantener la atención del alumnado con TEA, al igual que señalan otros estudios que utilizan la RA dentro de entornos inmersivos con este alumnado para estimular sus habilidades sociales (Mota, et al., 2020; Li et al., 2023). Indudablemente, la incorporación de aplicaciones de RA dentro del entorno digital diseñado, hibridando elementos visuales y audiovisuales en 2D y 3D, ha contribuido a potenciar la motivación de este alumnado y a activar su *engagement* con la resolución de las tareas propuestas.

En concreto, cabe resaltar la importancia de la RA dentro del entorno diseñado, pues esta se ha convertido en un recurso que ha facilitado la práctica y estimulación de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales de manera efectiva. Concretamente, los resultados señalan que la naturaleza interactiva y visualmente estimulante de la RA permite presentar la información de manera dinámica y multisensorial, lo que facilita la comprensión y el procesamiento de la información para el alumnado con TEA, independientemente de sus características individuales. En esta línea, tal y como señalan Mota et al. (2020), la incorporación de esta tecnología dentro de entornos gamificados favorece la interpretación de las simulaciones incorporadas, facilitando la asociación palabra-significado. Asimismo, al haber incorporado las mecánicas, dinámicas y estéticas propias del juego, la implicación emocional del alumnado puede haberse visto reforzada al visualizar en 3D personajes y escenarios.

Además, durante el proceso de diseño del EGA se constató que la utilización del *Genially* como plataforma de diseño permite la adaptación y personalización del contenido educativo atendiendo a las características de cada estudiante. Esta capacidad de personalización es crucial para el alumnado con TEA, ya que dispensa un aprendizaje a medida, respetando el ritmo y las limitaciones individuales. En especial, la narrativa de la aventura pirata que sustenta el entorno digital ha proporcionado un contexto significativo y coherente para el aprendizaje del alumnado participante en la intervención. Los estudiantes se vieron inmersos en una historia atractiva, lo que les permitió relacionar el contenido plasmado en las distintas misiones con situaciones y personajes animados, facilitando la comprensión y retención de la información.

Además, la historia en la que se enmarca el EGA, ocasionó la mejora de su Competencia Comunicativa mediante la interacción con personajes y la resolución de las misiones planteadas. La estructura narrativa ofreció un marco para la práctica de la empatía, la cooperación y la resolución de problemas, elementos fundamentales para el desarrollo comunicativo. La incorporación de vídeos de la serie adaptada *Jake y los piratas de Nunca Jamás* de Disney+, a modo de cinemática como incorporan los videojuegos, conformó un entorno cercano, accesible y comprensible, promoviendo el desarrollo de habilidades comunicativas a través de diversos métodos.

La intervención individualizada y el establecimiento de tres niveles de dificultad facilitó la adecuación del contenido y los desafíos del juego a las necesidades y niveles específicos de cada estudiante. Esta personalización resulta esencial para el alumnado con TEA, pues cada individuo presenta un perfil único de habilidades y desafíos. La capacidad de adaptar el ritmo, la dificultad y el contenido del juego asegura que cada estudiante pueda progresar a su propio ritmo y según sus capacidades. La gamificación contempló refuerzos positivos, como recompensas, premios y distintos tipos de *feedback*, imprescindibles para generar una actitud positiva hacia el aprendizaje y la interacción social (Li et al., 2023).

La incorporación de las mecánicas del juego permitió que los estudiantes interactuasen con el entorno mediante acciones y respuestas no verbales, facilitando la comprensión y participación sin necesidad de lenguaje oral. Así pues, este proyecto se encuentra estrechamente vinculado con el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) (Center for Universal Design, 1997). En concreto, el EGA se relaciona de forma directa con los Recursos de Aprendizaje en Abierto (REA), pues se han incluido diversos códigos (visual, verbal, auditivo, audiovisual en 2D y 3D) y distintas opciones para acceder al contenido, tanto a nivel perceptivo como comprensivo.

Además, se integran diversas formas para activar el interés, implementando las mecánicas y dinámicas del juego al servicio del aprendizaje. En esta línea, el *feedback* visual e instantáneo permitió a los estudiantes comprender las consecuencias de sus acciones durante el transcurso de la aventura, reforzando el aprendizaje a través de medios diversos. Esta retroalimentación resulta esencial para las personas con TEA, quienes a menudo requieren apoyo continuo y específico para mejorar sus competencias, como concluyen Lee et al. (2020) tras implementar un sistema gamificado para reducir el absentismo de adolescentes con TEA.

Asimismo, la historia que vertebra el EGA ha proporcionado un contexto significativo y estructurado para la estimulación lingüística. El alumnado se vio inmerso en situaciones que requerían la escucha, comprensión y producción de palabras o frases, facilitando un aprendizaje contextualizado y relevante. La resolución de desafíos y la comunicación con personajes del juego fomentaron la práctica de habilidades lingüísticas de manera natural y motivadora, de forma similar a Wendt et al. (2020), quienes testearon un juego que estimula el habla del alumnado con TEA en primeras edades. Por su parte, el alumnado sin lenguaje oral también ha podido beneficiarse de esta intervención, pues, al incorporar elementos visuales, auditivos y táctiles, se proporcionaron múltiples vías de comunicación y expresión.

Dada la versatilidad de este tipo de entornos, resulta imprescindible que los docentes utilicen -o al menos, conozcan- estos recursos, pues pueden proporcionar beneficios significativos al alumnado como a ellos mismos, lo que justifica la necesidad de formar al profesorado para su diseño y utilización. Los EGA no solo son beneficiosos para el alumnado con TEA, sino que también para atender las necesidades educativas de una amplia variedad y tipología de estudiantes, independientemente de su edad, contexto educativo, etc. Estos entornos pueden incorporar distintas narrativas, aplicaciones digitales y elementos interactivos, en función de los objetivos pedagógicos que se propongan. Estos recursos podrían ser adaptados para estudiantes con discapacidades físicas, sensoriales o intelectuales, ofreciendo experiencias educativas inclusivas y accesibles. Además, pueden utilizarse en contextos educativos variados, como la Educación Secundaria, formación superior, aprendizaje de idiomas, etc. aprovechando la flexibilidad y adaptabilidad de las tecnologías para enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por ello, resulta imprescindible la formación de maestros, tanto generalistas como especialistas de Audición y Lenguaje (AL) y/o Pedagogía Terapéutica (PT) en el uso de herramientas digitales y procesos de gamificación para que puedan diseñar e implementar efectivamente estos recursos en el aula. Los educadores deben estar familiarizados con las plataformas tecnológicas, comprender sus potencialidades educativas y conocer las estrategias pedagógicas adecuadas para integrarlas de manera efectiva en el currículo escolar. Además, la formación permitirá al profesorado adaptar el contenido, las actividades gamificadas y las aplicaciones digitales y de RA según las necesidades específicas de sus estudiantes. Esto implica no solo entender cómo utilizar la tecnología, sino también cómo diseñar experiencias de aprendizaje inclusivas que promuevan el desarrollo integral del alumnado.

Finalmente, cabe mencionar que la publicación de artículos científicos que detallan el diseño, validación, intervención, análisis de datos, etc. de la intervención con el EGA ha proporcionado contribuciones significativas al ámbito educativo y académico, pues estos artículos no solo documentan de manera exhaustiva la metodología empleada y los resultados obtenidos, sino que también facilitan la replicabilidad y la extrapolación de la intervención a otros contextos y poblaciones, así como la adaptación a diferentes edades y problemáticas educativas. La descripción detallada de cómo se llevó a cabo la intervención está publicada en los artículos mencionados, donde se comparten las prácticas y metodologías innovadoras implementadas para estimular la competencia comunicativa de alumnado con TEA. Además de contribuir al avance del conocimiento científico sobre el uso de la gamificación en Educación Especial, también proporciona un recurso valioso para otros investigadores y profesionales del campo educativo interesados en implementar estrategias similares.

La descripción exhaustiva incluye aspectos como la estructura del juego, las mecánicas utilizadas, los objetivos educativos perseguidos y los resultados observados, proporcionando una guía de explotación didáctica para la replicación y adaptación del entorno gamificado a los diferentes entornos educativos y culturales. En concreto, la publicación del diseño y validación de los instrumentos de evaluación utilizados en la tesis doctoral es crucial para garantizar la fiabilidad y validez de las medidas empleadas en la investigación. La disponibilidad de esta información en artículos científicos permite a otros investigadores y profesionales evaluar y comparar los métodos de evaluación utilizados, así como adaptarlos a sus propias investigaciones o contextos educativos.

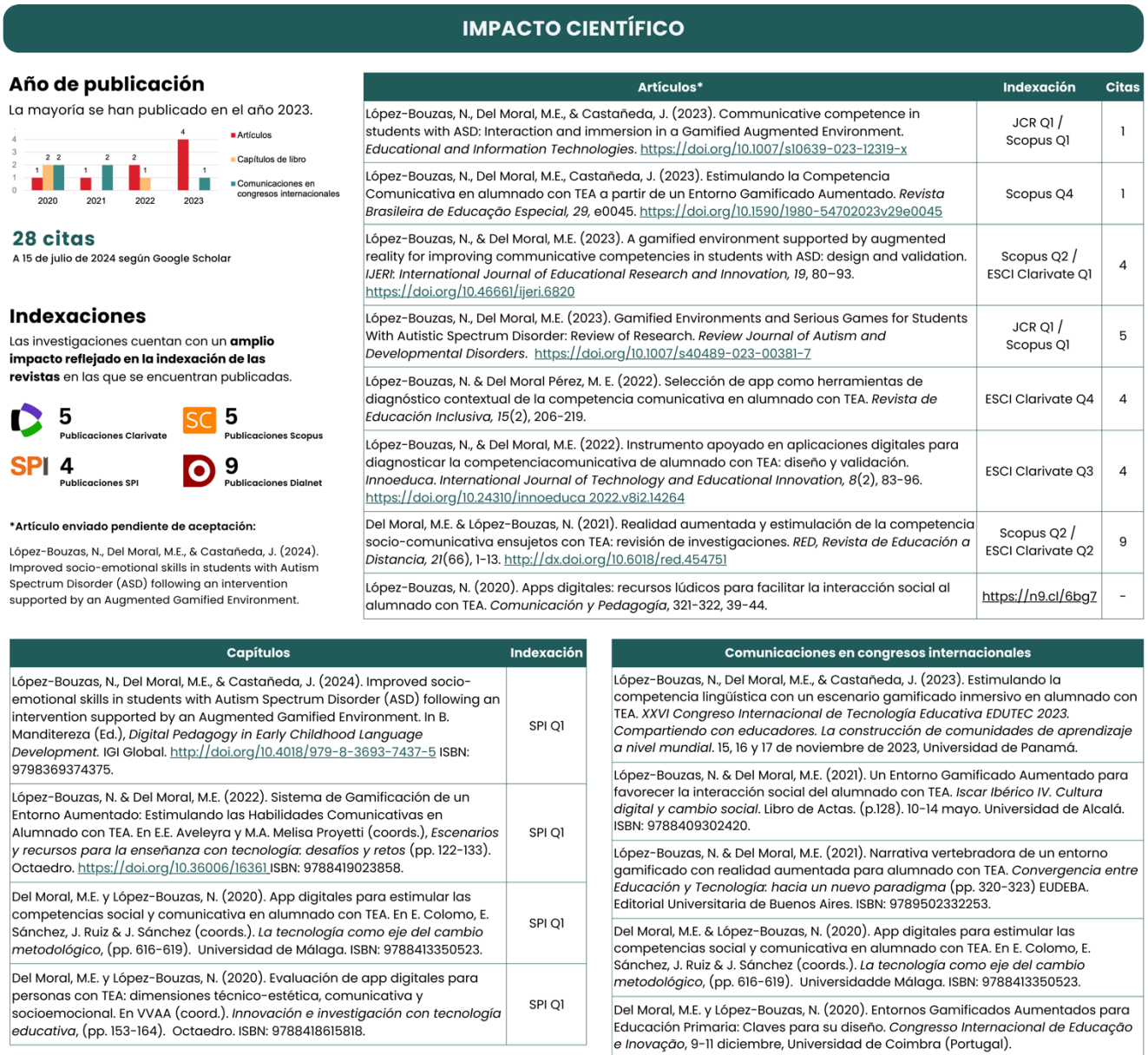
A diferencia de muchas investigaciones, la enumeración de las fases de la investigación y los instrumentos diseñados y validados *online* facilita el acceso abierto a la metodología, resultados y herramientas diseñadas. Esto es fundamental para promover la colaboración internacional, la replicabilidad y la adaptación de la intervención a diferentes problemáticas educativas y contextos socioculturales. Investigadores y educadores pueden utilizar los recursos compartidos para diseñar intervenciones personalizadas que respondan a las necesidades específicas de sus estudiantes, independientemente del ámbito en el que se inserten.

En cuanto al impacto académico, las publicaciones derivadas de la presente tesis no solo contribuyen a la base de conocimiento académico sobre el uso de tecnologías emergentes con alumnado con TEA o dentro de la educación inclusiva, sino que también han proporcionado herramientas y perspectivas

novedosas para mejorar la práctica educativa. El alto nivel de indexación y su *Open Access* destaca la relevancia y el impacto de esta investigación en la comunidad científica global, subrayando su importancia para futuras investigaciones, políticas educativas y prácticas inclusivas (Figura 1).

Figura 1.

Impacto académico de las publicaciones derivadas de la tesis.



IMPACTO SOCIAL



3 colegios Centros participantes

Los centros participantes se han beneficiado de **formaciones al profesorado** derivadas del diseño y uso del EGA.



54 alumnos y alumnas Estudiantes y familias

El EGA elaborado en esta tesis se ha implementado con 54 alumnos y alumnas para estimular su Competencia Comunicativa.



Acceso abierto

La **página web** elaborada que alberga el **juego diseñado** facilitar su utilización a cualquier persona del mundo de manera gratuita.

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, la difusión de la presente tesis a través de una noticia en la página web de la Universidad de Oviedo (<https://cutt.ly/Tw1a1zh6>) y un reportaje en Televisión del Principado de Asturias (TPA) (<https://cutt.ly/Aw1aSOs1>) ha tenido un impacto profundamente positivo en la visibilidad y reconocimiento de la misma. Esta iniciativa no solo ha destacado la relevancia y la innovación del proyecto, sino que también ha fortalecido su impacto social y académico de manera significativa. La publicación ha aumentado considerablemente la visibilidad del proyecto dentro de la comunidad académica local al destacar los logros y la innovación del EGA, pues dicha noticia ha posicionado el proyecto como un ejemplo destacado de investigación aplicada con impacto directo en la Educación Especial.

Del mismo modo, el reportaje en la TPA ha contribuido a la sensibilización del público general sobre las necesidades educativas de los estudiantes con TEA y las soluciones innovadoras que se están desarrollando para abordarlas. La cobertura mediática también ha hecho posible la colaboración y el apoyo institucional para el proyecto. La visibilidad generada ha atraído el interés de otros investigadores, educadores y profesionales del sector, creando oportunidades para la colaboración interdisciplinar y la expansión del proyecto a través de nuevas iniciativas y recursos. Además, ha fortalecido las alianzas con instituciones académicas y organizaciones y asociaciones dedicadas al apoyo de personas con TEA, consolidando así el impacto y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Al tratarse de un recurso accesible *online*, algunas de las asociaciones que podrán beneficiarse son las siguientes (Tabla 1).

Tabla 1.

Asociaciones de TEA de las distintas CCAA españolas.

CC.AA	Asociación	Enlace
Andalucía	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Sevilla	APNA
Aragón	Asociación Aragonesa de Padres de Personas con Autismo	ARAPA
Asturias	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Asturias	ASTRADE
Canarias	Asociación Canaria de Trastornos del Espectro Autista	ACANTEA
Cantabria	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Cantabria	AMARA
Castilla y León	Asociación Autismo Valladolid	Autismo Valladolid
Cataluña	Asociación Catalana de Trastorno del Espectro Autista	ACTEA
Comunidad Valenciana	Asociación de Familias de Personas con Trastornos del Espectro Autista de Valencia	TEAVI
Galicia	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Galicia	TEA Galicia
La Rioja	Asociación de Padres de Personas con Autismo de La Rioja	APAR
Madrid	Autismo Madrid	Autismo Madrid
Murcia	Asociación de Padres de Personas con Autismo de la Región de Murcia	ASPAPROS
Navarra	Asociación de Padres de Personas con Autismo de Navarra	ANPAN

País Vasco	Asociación Guipuzcoana de Autismo	AUGI
Asociaciones nacionales		Enlace
	Autismo España	Autismo España
	Asociación Española de Profesionales del Autismo	AETAPI

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, la integración del EGA en la plataforma web *Genially* ha asegurado su sostenibilidad y accesibilidad a largo plazo, proporcionando un acceso continuo y global a todos los componentes del juego diseñado. La elección de esta plataforma para alojar el EGA facilita su mantenimiento de manera eficiente, pues ofrece herramientas para la creación y gestión de contenido interactivo, garantizando que el juego y sus recursos asociados estén siempre disponibles para usuarios y educadores. Sin embargo, a pesar de la sostenibilidad proporcionada por esta web, existen consideraciones importantes relacionadas con la dependencia de aplicaciones externas dentro del juego. La integración de aplicaciones comerciales dentro del EGA puede implicar un riesgo potencial si estas dejan de ser compatibles, son discontinuadas o sufren interrupciones en el servicio. Esto podría afectar la funcionalidad y accesibilidad del EGA, limitando temporalmente el acceso a ciertas características o requiriendo ajustes técnicos para mantener la operatividad del juego.

No obstante, *Genially* contempla la inserción de elementos multimedia, enlaces externos y elementos interactivos de manera ininterrumpida, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje y asegurando su adaptabilidad a futuras mejoras y necesidades educativas. Por tanto, para mitigar estos riesgos, es fundamental contar con un plan de contingencias dotando de estrategias proactivas, como la monitorización continua de la estabilidad y compatibilidad de las aplicaciones integradas, así como la exploración de alternativas tecnológicas y actualizaciones periódicas del contenido del juego. Además, mantener una comunicación abierta con los usuarios y la comunidad educativa sobre cualquier cambio o interrupción eventual en el servicio para garantizar una respuesta rápida y efectiva ante posibles incidencias.

Constatada la potencialidad del EGA diseñado tras analizar los resultados obtenidos, son innumerables las nuevas líneas de investigación que podrían derivarse de la presente tesis. El entorno diseñado podría utilizarse con alumnado con TEA de diversos contextos, así como con alumnado con dificultades comunicativas asociadas, explorando cómo adaptar el diseño y los contenidos para maximizar su efectividad en grupos específicos. Además, dado el impacto positivo observado en el desarrollo de las habilidades comunicativas, se puede estudiar su impacto en alumnado con dislexia o con

otras problemáticas del lenguaje, lo que podría ofrecer nuevas perspectivas sobre cómo la hibridación entre gamificación y RA puede apoyar el aprendizaje y desarrollo de otras habilidades específicas.

Otro enfoque prometedor podría dirigirse a la utilización del EGA con alumnado neurotípico de Educación Infantil, explorando cómo los principios de diseño y las narrativas aumentadas pueden ajustarse para esta etapa educativa temprana, promoviendo su desarrollo competencial. Además, la traducción del entorno y de los instrumentos de evaluación accesibles *online* en otros idiomas permite su implementación en diferentes contextos lingüísticos, ampliando así su accesibilidad y utilidad globalmente. Esta adaptación podría incluir no solo la traducción literal, sino también ajustes culturales y educativos necesarios para asegurar su efectividad en otros contextos culturales y sistemas educativos.

Sin duda, la continuidad en el desarrollo de nuevas narrativas y recursos de RA, siguiendo las fases de diseño descritas en los artículos publicados, proporciona una base sólida para la creación de nuevos EGA. Estos podrían dirigirse a otras edades, discapacidades específicas u otros contextos educativos y/o terapéuticos. En resumen, estas nuevas líneas de investigación no solo contribuirán a expandir el conocimiento académico en el campo de la educación inclusiva y la tecnología educativa, sino que también ofrecen nuevas oportunidades para mejorar las prácticas educativas y terapéuticas, promoviendo un mayor acceso y equidad en el aprendizaje para todos los estudiantes en el marco de una educación inclusiva y de calidad.

Referencias bibliográficas

- Center for Universal Design (1997). *The principles of Universal Design, version 2.0*. North Carolina State University.
- Lee, D., Frey, G.C., Min, A., Kim, B., Cothran, D.J., Bellini, S., Han, K. & Shih, P.C. (2020). Usability inquiry of a gamified behavior change app for increasing physical activity and reducing sedentary behavior in adults with and without autism spectrum disorder. *Health Informatics Journal*, 26(4), 2992-3008. <https://doi.org/10.1177/1460458220952909>
- Li, J., Zheng, Z., Chai, Y., Li, X., & Wei, X. (2023). FaceMe: An agent-based social game using augmented reality for the emotional development of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Human-Computer Studies*, 175, 103032. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103032>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A.T. (2020). AssociAR: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>
- Şahin, G. (2023). Designing a digital escape room game: An experience of a digital learning tool in basic education. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 6(4), 925-946. <https://doi.org/10.31681/jetol.1334912>
- Wendt, O., Allen, N.E., Ejde, O.Z., Nees, S. C., Phillips, M.N., & Lopez, D. (2020, July). Optimized User Experience Design for Augmentative and Alternative Communication via Mobile Technology: Using Gamification to Enhance Access and Learning for Users with Severe Autism. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 412-428). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-60149-2_32

CHAPTER X: Conclusions

This thesis confirms the initial hypothesis of this research by having designed an Augmented Gamified Environment that enhances the Communicative Competence of students with ASD. Interaction with digital resources, specifically AR, has proven to be particularly effective in capturing and maintaining the attention of students with ASD, as also noted by other studies that use AR within immersive environments to stimulate their social skills (Mota et al., 2020; Li et al., 2023). Undoubtedly, the incorporation of AR applications within the designed digital environment, blending 2D and 3D visual and audiovisual elements, has contributed to increasing the motivation of these students and activating their engagement with the completion of the proposed tasks.

Specifically, it is worth highlighting the importance of AR within the designed environment, as it has become a resource that effectively facilitates the practice and stimulation of linguistic and socio-emotional skills. The results indicate that the interactive and visually stimulating nature of AR allows for the presentation of information in a dynamic and multisensory way, which facilitates comprehension and information processing for students with ASD, regardless of their individual characteristics. In this vein, as Mota et al. (2020) point out, the incorporation of this technology within gamified environments enhances the interpretation of embedded simulations, facilitating word-meaning associations. Additionally, by incorporating the mechanics, dynamics, and aesthetics of games, the emotional involvement of students may have been reinforced by visualizing characters and scenarios in 3D.

Furthermore, during the design process of the AGE, it was found that using Genially as a design platform allows for the adaptation and personalization of educational content according to each student's characteristics. This personalization capability is crucial for students with ASD, as it provides tailored learning that respects individual pace and limitations. Notably, the pirate adventure narrative underpinning the digital environment has provided a meaningful and coherent context for the learning of participating students. The students were immersed in an engaging story, allowing them to relate the content of the various missions to animated situations and characters, thus facilitating comprehension and information retention.

Furthermore, the narrative framework of the AGE facilitated the improvement of Communicative Competence through interaction with characters and the resolution of the proposed missions. The narrative structure provided a

platform for practising empathy, cooperation, and problem-solving, which are essential elements for communicative development. The incorporation of videos from the adapted series *Jake and the Never Land Pirates* on Disney+ as cutscenes, similar to those found in video games, created a familiar, accessible, and comprehensible environment, promoting the development of communicative skills through various methods.

The individualised intervention and the establishment of three levels of difficulty enabled the adaptation of game content and challenges to the specific needs and levels of each student. This personalisation is crucial for students with ASD, as each individual presents a unique profile of skills and challenges. The ability to adjust the pace, difficulty, and content of the game ensures that each student can progress at their own rate and according to their capabilities. The gamification included positive reinforcements, such as rewards, prizes, and various types of feedback, which are essential for fostering a positive attitude towards learning and social interaction (Li et al., 2023).

The incorporation of game mechanics allowed students to interact with the environment through non-verbal actions and responses, facilitating understanding and participation without the need for oral language. Thus, this project is closely aligned with Universal Design for Learning (UDL) (Center for Universal Design, 1997). Specifically, the AGE is directly related to Open Educational Resources (OER), as various codes (visual, verbal, auditory, audiovisual in 2D and 3D) and different options for accessing content have been included, both at the perceptual and comprehensive levels.

Additionally, various methods to engage interest have been integrated, implementing game mechanics and dynamics in the service of learning. In this vein, visual and instant feedback allowed students to understand the consequences of their actions during the course of the adventure, reinforcing learning through diverse means. This feedback is essential for individuals with ASD, who often require continuous and specific support to improve their competencies, as concluded by Lee et al. (2020) after implementing a gamified system to reduce absenteeism in adolescents with ASD.

Moreover, the story underpinning the AGE provided a meaningful and structured context for linguistic stimulation. The students were immersed in situations that required listening, comprehension, and production of words or phrases, facilitating contextualised and relevant learning. The resolution of challenges and communication with game characters encouraged the practice of linguistic skills in a natural and motivating manner, similar to Wendt et al. (2020), who tested a game that stimulates speech in early-age

students with ASD. Additionally, students without oral language also benefited from this intervention, as incorporating visual, auditory, and tactile elements provided multiple avenues for communication and expression.

Given the versatility of these environments, it is imperative that educators utilise – or at least become familiar with – these resources, as they can provide significant benefits to both students and teachers, thereby justifying the need to train educators in their design and use. Augmented Gamified Environments (AGE) are not only beneficial for students with ASD, but also cater to the educational needs of a wide variety of students, regardless of their age, educational context, etc. These environments can incorporate different narratives, digital applications, and interactive elements, depending on the pedagogical objectives. These resources can be adapted for students with physical, sensory, or intellectual disabilities, offering inclusive and accessible educational experiences. Moreover, they can be utilised in various educational contexts, such as secondary education, higher education, language learning, etc., leveraging the flexibility and adaptability of technologies to enrich the teaching–learning process.

Therefore, it is essential to train teachers, both generalists and specialists in Hearing and Language (HL) and/or Therapeutic Pedagogy (TP), in the use of digital tools and gamification processes so they can effectively design and implement these resources in the classroom. Educators must be familiar with technological platforms, understand their educational potential, and know the appropriate pedagogical strategies to integrate them effectively into the school curriculum. Additionally, training will enable teachers to adapt the content, gamified activities, and digital and AR applications according to the specific needs of their students. This entails not only understanding how to use the technology but also how to design inclusive learning experiences that promote the overall development of the students.

Finally, it is worth mentioning that the publication of scientific articles detailing the design, validation, intervention, data analysis, etc., of the AGE intervention has made significant contributions to the educational and academic fields. These articles not only thoroughly document the methodology employed and the results obtained but also facilitate the replicability and extrapolation of the intervention to other contexts and populations, as well as adaptation to different ages and educational challenges. The detailed description of how the intervention was conducted is published in the mentioned articles, where the innovative practices and methodologies implemented to stimulate the communicative competence of students with ASD are shared. Besides contributing to the advancement of scientific knowledge on the use of

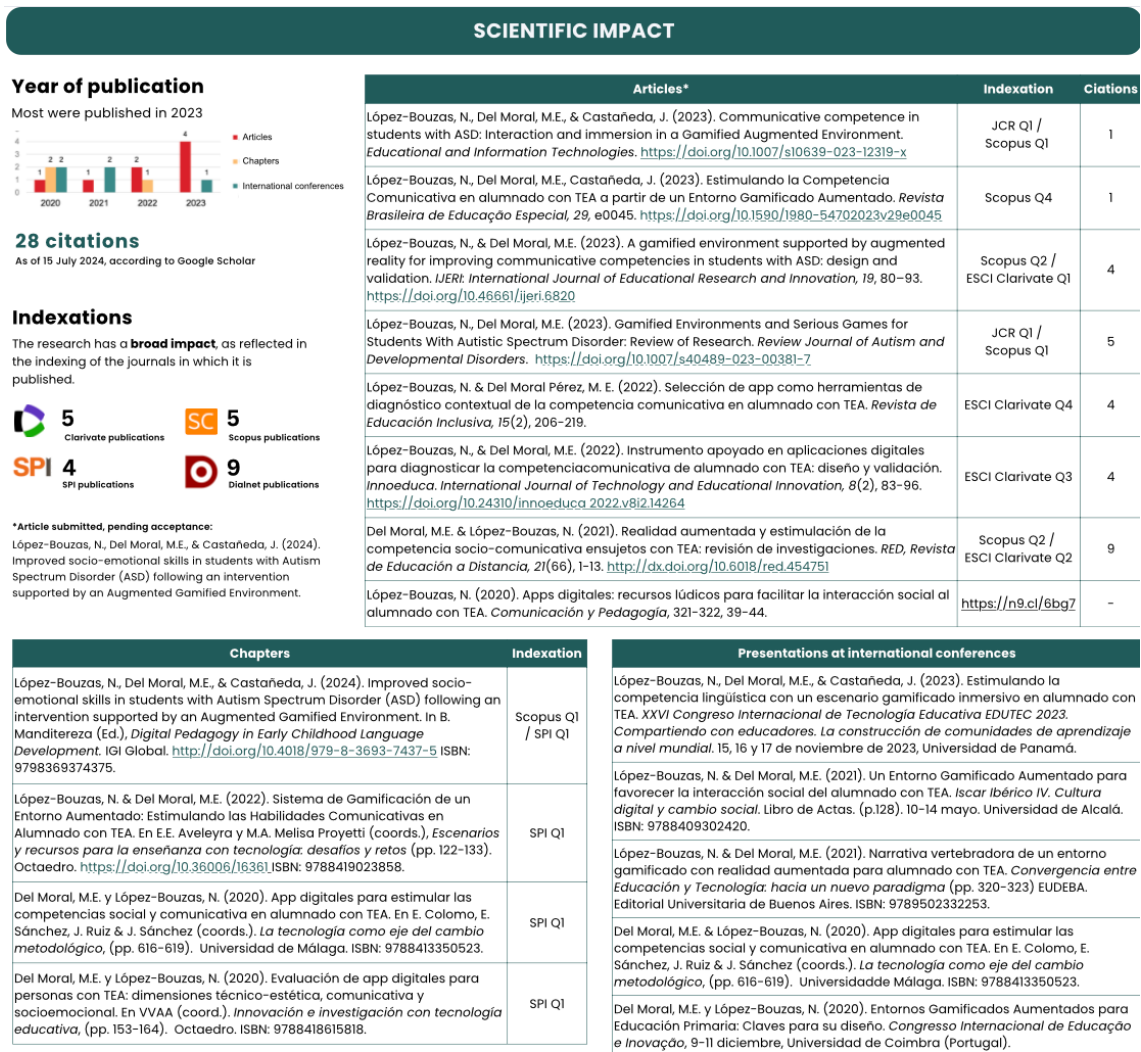
gamification in Special Education, it also provides a valuable resource for other researchers and educational professionals interested in implementing similar strategies.

The comprehensive description includes aspects such as the game's structure, the mechanics used, the educational objectives pursued, and the observed results, providing a didactic guide for the replication and adaptation of the gamified environment to different educational and cultural settings. Specifically, the publication of the design and validation of the evaluation instruments used in the doctoral thesis is crucial to ensuring the reliability and validity of the measures employed in the research. The availability of this information in scientific articles allows other researchers and professionals to evaluate and compare the evaluation methods used, as well as adapt them to their own research or educational contexts.

Unlike many studies, the enumeration of the research phases and the online-designed and validated instruments facilitates open access to the methodology, results, and designed tools. This is fundamental to promoting international collaboration, replicability, and the adaptation of the intervention to different educational challenges and sociocultural contexts. Researchers and educators can use the shared resources to design personalised interventions that meet the specific needs of their students, regardless of the domain in which they are situated.

Regarding academic impact, the publications derived from this thesis not only contribute to the academic knowledge base on the use of emerging technologies with students with ASD or within inclusive education but also provide novel tools and perspectives to improve educational practice. The high level of indexing and Open Access underscores the relevance and impact of this research in the global scientific community, highlighting its importance for future research, educational policies, and inclusive practices (Figure 1).

Figure 1. Academic Impact of the Publications Derived from the Thesis



SOCIAL IMPACT



3 schools
Participating centres

The participating centres have benefited from **teacher training** derived from the design and use of the AGE.



54 students
Students and families

The AGE developed in this thesis has been implemented with 54 students to enhance their communicative competence.



Open access

The **website** created to host the designed game facilitates its use by anyone in the world free of charge.

Source: autor's work.

Furthermore, the dissemination of this thesis through a news article on the University of Oviedo's website (<https://cutt.ly/TwIaIzh6>) and a report on Televisión del Principado de Asturias (TPA) (<https://cutt.ly/AwIaSOsI>) has had a profoundly positive impact on its visibility and recognition. This initiative has not only highlighted the relevance and innovation of the project but also significantly strengthened its social and academic impact. The publication has considerably increased the project's visibility within the local academic community by showcasing the achievements and innovations of the AGE,

positioning the project as a prominent example of applied research with a direct impact on Special Education.

Similarly, the report on TPA has contributed to raising public awareness about the educational needs of students with ASD and the innovative solutions being developed to address them. The media coverage has also enabled institutional collaboration and support for the project. The generated visibility has attracted the interest of other researchers, educators, and professionals in the field, creating opportunities for interdisciplinary collaboration and the expansion of the project through new initiatives and resources. Moreover, it has strengthened alliances with academic institutions and organisations dedicated to supporting individuals with ASD, thus consolidating the project's impact and sustainability in the long term.

As an accessible online resource, some of the associations that could benefit include those listed in Table 1.

Table 1.

Associations for Autism Spectrum Disorder in the various Spanish Autonomous Communities.

CC.AA	Associatin	Web
Andalucía	Association of Parents of People with Autism in Seville	APNA
Aragón	Aragonese Association of Parents of People with Autism	ARAPA
Asturias	Association of Parents of People with Autism in Asturias	ASTRADE
Canarias	Canary Islands Association for Autism Spectrum Disorder	ACANTEA
Cantabria	Association of Parents of People with Autism in Cantabria	AMARA
Castilla y León	Autism Association Valladolid	Autismo Valladolid
Cataluña	Catalan Association for Autism Spectrum Disorder	ACTEA
Comunidad Valenciana	Association of Families of People with Autism Spectrum Disorder in Valencia	TEAVI
Galicia	Association of Parents of People with Autism in Galicia	TEA Galicia
La Rioja	Association of Parents of People with Autism in La Rioja	APAR
Madrid	Autism Madrid	Autismo Madrid
Murcia	Association of Parents of People with Autism in the Region of Murcia	ASPAPROS
Navarra	Association of Parents of People with Autism in Navarra	ANPAN
País Vasco	Association of Guipuzcoa for Autism	AUGI
CC.AA	Associatin	Web
Autism Spain		Autismo España
	Spanish Association of Autism Professionals	AETAPI

Source: author's work.

The integration of the AGE into the Genially web platform has ensured its long-term sustainability and accessibility, providing continuous and global access to all the components of the designed game. The choice of this platform to host the AGE facilitates efficient maintenance, as it offers tools for creating and

managing interactive content, ensuring that the game and its associated resources are always available to users and educators. However, despite the sustainability provided by this website, there are important considerations related to the dependency on external applications within the game. The integration of commercial applications into the AGE may pose a potential risk if they become incompatible, are discontinued, or experience service interruptions. This could affect the functionality and accessibility of the AGE, temporarily limiting access to certain features or requiring technical adjustments to maintain the game's operability.

Nevertheless, Genially allows for the seamless insertion of multimedia elements, external links, and interactive components, enriching the learning experience and ensuring its adaptability to future improvements and educational needs. Therefore, to mitigate these risks, it is essential to have a contingency plan with proactive strategies, such as continuous monitoring of the stability and compatibility of the integrated applications, as well as exploring technological alternatives and periodic updates to the game content. Additionally, maintaining open communication with users and the educational community regarding any changes or potential service interruptions is crucial to ensure a quick and effective response to possible incidents.

Given the potential of the designed AGE as demonstrated by the analysed results, numerous new lines of research could emerge from this thesis. The designed environment could be used with students with ASD from various contexts, as well as with students with associated communicative difficulties, exploring how to adapt the design and content to maximise its effectiveness in specific groups. Furthermore, given the positive impact observed on the development of communicative skills, its impact on students with dyslexia or other language disorders could be studied, which might offer new perspectives on how the hybridisation of gamification and AR can support the learning and development of other specific skills.

Another promising approach could be the use of the AGE with neurotypical early childhood education students, exploring how design principles and augmented narratives can be adjusted for this early educational stage, promoting their skill development. Additionally, translating the environment and the online accessible evaluation instruments into other languages would allow for its implementation in different linguistic contexts, thus expanding its accessibility and utility globally. This adaptation could include not only literal translation but also the necessary cultural and educational adjustments to ensure its effectiveness in other cultural contexts and educational systems.

Undoubtedly, the continued development of new narratives and AR resources, following the design phases described in the published articles, provides a solid foundation for creating new AGEs. These could be aimed at different ages, specific disabilities, or other educational and/or therapeutic contexts. In summary, these new lines of research will not only contribute to expanding academic knowledge in the field of inclusive education and educational technology but also offer new opportunities to improve educational and therapeutic practices, promoting greater access and equity in learning for all students within the framework of inclusive and quality education.

References

- Center for Universal Design (1997). *The principles of Universal Design, version 2.0*. North Carolina State University.
- Lee, D., Frey, G.C., Min, A., Kim, B., Cothran, D.J., Bellini, S., Han, K. & Shih, P.C. (2020). Usability inquiry of a gamified behavior change app for increasing physical activity and reducing sedentary behavior in adults with and without autism spectrum disorder. *Health Informatics Journal*, 26(4), 2992-3008. <https://doi.org/10.1177/1460458220952909>
- Li, J., Zheng, Z., Chai, Y., Li, X., & Wei, X. (2023). FaceMe: An agent-based social game using augmented reality for the emotional development of children with autism spectrum disorder. *International Journal of Human-Computer Studies*, 175, 103032. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2023.103032>
- Mota, J.S., Canedo, E.D., Torres, K.S., & Leão, H.A.T. (2020). AssociAR: Gamified Process for the Teaching of Children with Autism Through the Association of Images and Words. In *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9274271>
- Şahin, G. (2023). Designing a digital escape room game: An experience of a digital learning tool in basic education. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 6(4), 925-946. <https://doi.org/10.31681/jetol.1334912>
- Wendt, O., Allen, N.E., Ejde, O.Z., Nees, S. C., Phillips, M.N., & Lopez, D. (2020, July). Optimized User Experience Design for Augmentative and Alternative Communication via Mobile Technology: Using Gamification to Enhance Access and Learning for Users with Severe Autism. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 412-428). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-60149-2_32

ANEXO

Tabla 1.

Escala de Medición Inter e Intrapersonal del Grado de TEA en Infancia y Adolescencia (EMIGTEA).

DIMENSIÓN INTRAPERSONAL	
Ámbitos	Ítems
V1. Consistencia de la respuesta intelectual	<p>RI1. Su respuesta cognitiva no es la típica en un niño de su edad, pero puede funcionar aún mejor que un niño de su misma edad en una o más áreas.</p> <p>RI2. Su respuesta cognitiva no es la típica en un niño de su edad, pero puede funcionar de forma casi neurotípica en una o más áreas intelectuales.</p> <p>RI3. Su respuesta cognitiva no es la típica en un niño de su edad. Sus habilidades aparecen bastante retardadas de una forma pareja a través de todas las áreas.</p>
V2. Nivel de actividad	<p>NA1. Inquieto o algo "perezoso", se mueve lento por momentos. Su nivel de actividad interfiere en su desempeño. Presenta torpeza, movimientos repetitivos, coordinación pobre o la aparición de algunos movimientos inusuales.</p> <p>NA2. Es bastante activo y difícil de frenar. Parece tener energía ilimitada. A la inversa, es bastante letárgico y necesita mucho empuje para lograr que se mueva. Puede presentar movimientos raros de los dedos, postura peculiar, mirar fijamente o agarrar el cuerpo, agresión dirigida a sí mismo, mecerse, girar cosas o caminar de puntas.</p> <p>NA3. Exhibe extremos de actividad o inactividad y puede aún cambiar de un extremo a otro. Intensos o movimientos frecuentes, conductas que pueden persistir a pesar de desalentarse o involucrarse en otras actividades.</p>
V3. Inflexibilidad de comportamiento	<p>IC1. Dificultad para alternar actividades: los problemas de organización y de planificación limitan la autonomía: frustración cuando un adulto trata de cambiar tareas, el niño debe continuar la misma actividad o usar los mismos materiales.</p> <p>IC2. Dificultad para hacer frente a los cambios u otros comportamientos restringidos/repetitivos acompañados de ansiedad y/o dificultad para cambiar el foco de acción. Inflexibilidad de comportamiento: se resiste activamente a los cambios de rutina, trata de continuar con una vieja actividad, y le es difícil distraerse. Puede ponerse molesto o infeliz cuando una rutina establecida es alterada.</p> <p>IC3. Comportamientos restringidos/repetitivos que interfieren notablemente con el funcionamiento en todos los ámbitos. Se acompaña de ansiedad intensa/dificultad para cambiar el foco de acción. Alta inflexibilidad de comportamiento: muestra reacciones severas al cambio. Si un cambio es forzado, debe volverse extremadamente molesto o no cooperar y responder con rabietas.</p>
V4. Uso de objetos	<p>UO1. Muestra interés atípico en un juguete o juega con este en una manera añorada inapropiada (por ejemplo: cerrando de golpe la puerta o chupando un juguete).</p> <p>UO2. Muestra poco interés en juguetes u otros objetos, pudiendo estar preocupado en usar un objeto o juguete en alguna forma extraña. Se enfoca en alguna parte insignificante del juguete, o se muestra fascinado con el reflejo ligero del juguete, mueve repetitivamente alguna parte del objeto, o juega exclusivamente con un objeto.</p> <p>UO3. Tiene las mismas conductas descritas arriba con mucho mayor frecuencia e intensidad. El niño es difícil de distraerse cuando se encuentra comprometido en este tipo de actividades disruptivas.</p>
DIMENSIÓN INTERPERSONAL	
V5. Respuesta visual y auditiva	<p>RVA1. Respuesta medianamente atípica: está más interesado en mirar espejos o luces que a sus compañeros, pudiendo mirar al vacío y evitar mirar a la gente en los ojos. Actúa con desmesurada sorpresa o molestia a ciertos sonidos. Las respuestas a sonidos son tardías, y se puede requerir de su repetición para captar la atención del niño.</p>

	<p>RVA2. Respuesta moderadamente atípica: se le debe instar a mirar lo que está haciendo. Evita mirar a la gente con los ojos, mira los objetos desde un ángulo inusual, o coge objetos muy cerca a los ojos. Su respuesta a los sonidos varía, generalmente ignora un sonido los primeros minutos, pudiendo asustarse o cubrirse las orejas cuando escucha algunos sonidos cotidianos.</p> <p>RVA3. Respuesta severamente atípica: evita consistentemente mirar a la gente o algunos objetos y puede mostrar formas extremas de otras peculiaridades visuales descritas arriba. Sobreactúa a un grado extremo al escuchar determinados sonidos.</p>
V6. Interacción social	<p>IS1. Dificultad y desinterés para iniciar interacciones sociales junto con respuestas atípicas o insatisfactorias hacia otras personas: evita mirar a los ojos, evita a la gente o empieza a quejarse con efusividad si la interacción es forzada, es excesivamente tímido/a, no es tan sensible a la persona adulta como es típico o tan aferrado a sus padres como la mayoría de niños a su edad.</p> <p>IS2. Inicio limitado de interacciones sociales con problemas aparentes incluso con ayuda in situ: se muestra reservado/a, distante (parece que no se da cuenta o ignora al adulto) en ocasiones. Evita iniciar el mínimo contacto.</p> <p>IS3. Inicio muy limitado de las interacciones sociales, respuesta mínima a la apertura social de otras personas: es consistentemente reservado/a, distante o no se da cuenta de lo que el adulto está haciendo. Casi nunca responde o inicia contacto con el adulto. Sólo los intentos persistentes para lograr su atención tienen algún efecto.</p>
V7. Comunicación social	<p>CS1. Sin ayuda <i>in situ</i> las deficiencias en la comunicación social causan problemas importantes: su habla muestra dificultades, con ecolalias o inversión de pronombres, utilización de palabras peculiares. Uso inmaduro de comunicación no verbal: apuntar vagamente o alcanzar lo que desea.</p> <p>CS2. Dificultades notables de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal: el habla puede ser ausente. Cuando se presenta, la comunicación verbal puede ser una mezcla de algunas palabras significativas, ecolalia, o inversión de pronombres. Es generalmente incapaz de expresar necesidades o deseos de manera no verbal, y no puede comprender la comunicación no verbal de otros.</p> <p>CS3. Dificultades graves de las aptitudes de comunicación social verbal y no verbal que causan alteraciones graves del funcionamiento: no utiliza un discurso significativo, puede dar gritos o chillidos agudos, sonidos de animales, ruidos complejos aproximándose al habla, o puede mostrar persistente, raro uso de palabras o frases reconocibles. Sólo utiliza raros o peculiares gestos sin aparente significado, no siendo consciente de los significados asociados con los gestos o expresiones faciales de otros.</p>
V8. Respuesta emocional	<p>RE1. Respuestas emocionales medianamente atípicas: ocasionalmente demuestra un cierto tipo inapropiado o grado de respuesta emocional. Algunas veces las reacciones no se relacionan con los objetos o eventos que lo rodean.</p> <p>RE2. Respuestas emocionales moderadamente atípicas: muestra signos definidos de tipo inapropiado y/o grado de respuesta emocional. Las reacciones pueden ser inhibidas o excesivas y no relacionadas a la situación: puede hacer muecas, reír, o ponerse rígido aún cuando objetos o acciones que las producen no estén presentes.</p> <p>RE3. Respuestas emocionales severamente atípicas: las respuestas son raramente apropiadas a la situación. Una vez que llega a cierto estado de humor, es muy difícil cambiarlo. A la inversa, puede mostrar emociones muy diferentes cuando nada ha cambiado.</p>

Fuente: elaboración propia.

Su validación psicométrica arroja un valor $\alpha=0,832$, por lo que cuenta con una muy buena fiabilidad. Se establecieron tres niveles: ligero (valores entre 1,00-0,67), moderado (valores entre 0,66-0,34), y severo (valores entre 0,00-0,33).

El instrumento se validó mediante análisis factorial exploratorio dado el tamaño de la muestra, obteniendo resultados significativos en el test de esfericidad de Bartlett ($p=0,000$) y un valor válido en la prueba de adecuación de Kaiser-Meyer Olkin ($KMO=0,742$). Se optó por utilizar el método de máxima verosimilitud –siguiendo a Lloret-Segura et al. (2014)–, adoptando como criterio de autovalor >1 , obteniendo los valores de cada variable que explican la varianza total (Tabla 2).

Tabla 2.

Varianza total explicada por cada factor.

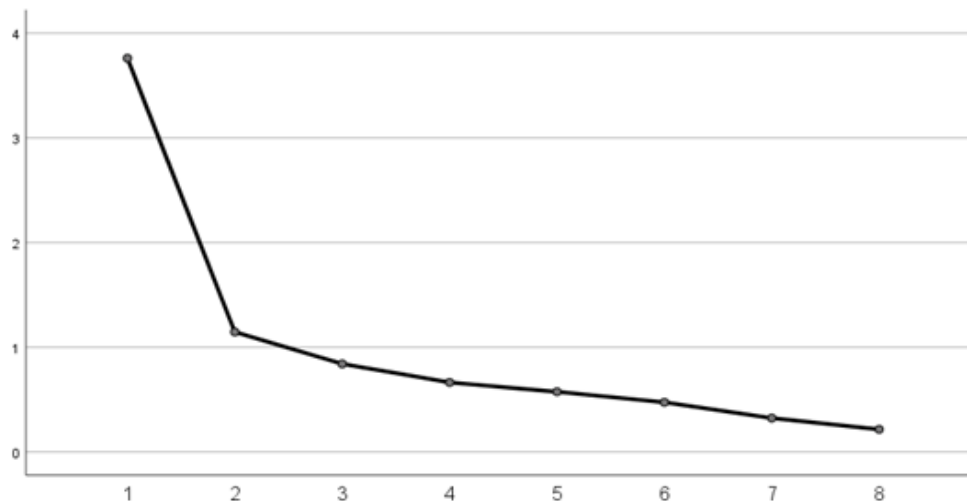
Factor	Total	Autovalores iniciales	
		% de varianza	% acumulado
1	3,761	47,007	47,007
2	1,146	14,326	61,333
3	0,841	10,515	71,849
4	0,664	8,298	80,146
5	0,575	7,186	87,332
6	0,474	5,929	93,262
7	0,323	4,040	97,302
8	0,216	2,698	100,000

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se muestra que se necesitarían tres variables para explicar más del 70% de los resultados. Esta interpretación se confirma con el gráfico de sedimentación (Figura 1):

Figura 1.

Gráfico de sedimentación.



Fuente: elaboración propia.

La mayor parte de las variables presentan una proporción de variabilidad explicada en el factor media ($>0,500$) o alta ($>0,700$) y solo en tres variables tiene una explicación limitada. Las variables se agrupan en torno a dos factores (Tabla 3).

Tabla 3.

Comunalidades y matriz factorial.

	Comunalidades		Factor 1	Factor 2
	Inicial	Extracción		
V1	0,504	0,573		0,690
V2	0,362	0,333	0,538	
V3	0,510	0,999	0,999	
V4	0,526	0,543		0,592
V5	0,393	0,322		0,473
V6	0,509	0,519		0,718
V7	0,574	0,544		0,571
V8	0,391	0,363		0,549

Fuente: elaboración propia.

Por tanto, el análisis factorial confirma la validez del instrumento empleado para determinar el grado de TEA.