

# ESTIMULANDO LA COMPETENCIA COMUNICATIVA EN ALUMNADO CON TEA A PARTIR DE UN ENTORNO GAMIFICADO AUMENTADO<sup>1</sup>

## STIMULATING COMMUNICATIVE COMPETENCE IN STUDENTS WITH ASD FROM AN AUGMENTED GAMIFIED ENVIRONMENT

Nerea LÓPEZ-BOUZAS<sup>2</sup>

María Esther DEL MORAL PÉREZ<sup>3</sup>

Jonathan CASTAÑEDA FERNÁNDEZ<sup>4</sup>

**RESUMEN:** Esta investigación analiza el potencial de un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) para estimular la Competencia Comunicativa (CC) en personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) de entre 3 y 17 años. La metodología es cuantitativa, empírica no experimental (N=54), de tipo descriptivo y correlacional, con carácter exploratorio y analítico. Cuyos objetivos son: 1) analizar si el EGA estimula la CC; 2) estudiar la relación entre el nivel competencial y el grado de inmersión e interacción del alumnado con la tablet; y 3) inferir la relación entre la CC y el género, edad, grado de TEA y tipo de lenguaje. Los resultados resaltan que la experiencia gamificada con realidad aumentada estimula notablemente la CC en este alumnado. Además, se constata que, a mayor inmersión en el entorno gamificado, el alumnado alcanza mayor CC, y viceversa. Se observa la polarización de los resultados según la singularidad del alumnado: cerca de la mitad demuestra tener un nivel competencial alto, y otra gran parte presenta un nivel bajo o muy bajo. Concretamente, los sujetos mayores, con grado de TEA ligero, lenguaje oral funcional y sin comorbilidad presentan un nivel competencial más alto. La interacción con recursos digitales y de realidad aumentada en un entorno gamificado se constituye en una herramienta idónea para la estimulación del alumnado con TEA.

**PALABRAS CLAVE:** Competencia comunicativa. Inmersión. Trastorno del Espectro Autista. Gamificación. Realidad aumentada.

**ABSTRACT:** This research analyzes the potential of an Augmented Gamified Environment (AEG) to stimulate Communicative Competence (CC) in people with Autism Spectrum Disorder (ASD) between 3 and 17 years of age. The methodology is quantitative, empirical, non-experimental (N=54), descriptive and correlational, with an exploratory and analytical nature. The objectives were: 1) to analyze if the EGA stimulates the CC; 2) to study the relationship between the level of competence and the degree of immersion and interaction of the students with the tablet; and 3) to infer the relationship between CC and gender, age, degree of ASD and type of language. The results highlight that the gamified experience with augmented reality significantly stimulates CC in these students. In addition, it is verified that, the greater the immersion in the gamified environment, the students reach a higher CC, and vice versa. The polarization of the results is observed according to the uniqueness of the students: close to half show a high level of competence, and another large part have a low or very low level. Specifically, older subjects, with a slight degree of ASD, functional oral language and no comorbidity present a higher level of competence. Interaction with digital and augmented reality resources in a gamified environment constitutes an ideal tool for stimulating students with ASD.

**KEYWORDS:** Communicative competence. Immersion. Autism Spectrum Disorder. Gamification. Augmentative reality.

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1590/1980-54702023v29e0045>

<sup>2</sup> Estudiante de Doctorado en Educación y Psicología con una Beca de Formación del Profesorado Universitario (FPU). Maestra de Educación Infantil y Máster Universitario en Investigación e Innovación en Educación Infantil y Primaria. Oviedo/España. E-mail: lopeznerea@uniovi.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0753-0672>

<sup>3</sup> Catedrática de Universidad. Imparte TIC aplicadas a la Educación. Facultad de Formación del Profesorado y Educación. Cuenta con 4 sexenios de investigación. Coordina el Grupo de Investigación TECN@: Tecnología y Aprendizaje. Oviedo/España. E-mail: emoral@uniovi.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9143-5960>

<sup>4</sup> Profesor adscrito al área de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE). Licenciado en Pedagogía con Premio Nacional y Doctorado con mención internacional. Oviedo/España. E-mail: castanedajonathan@uniovi.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4934-2979>

## 1 INTRODUCCIÓN

Las personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan dificultades persistentes en su comunicación verbal y no verbal (American Psychological Association [APA], 2022). Este alumnado -según el DSM-5™- puede presentar Trastornos del Lenguaje (TEL), de tipo fonológico-sintáctico, que afecta a la fonología y morfosintaxis en su esfera expresiva y receptiva, lo que conlleva el empleo de frases cortas, omisión o mal uso de nexos; pronunciación alterada; ecolalia demorada, asociada con la repetición de frases o expresiones tiempo después de escucharlas. Otros, de tipo léxico-sintáctico, asociados con dificultades léxicas, morfosintácticas y de evocación de palabras (parafasias, circunloquios, pseudotartamudeo, etc.); y semántico-pragmático, reduciendo el significado y uso del lenguaje (Cordón & Torrijos, 2021; Marzo & Belda, 2021).

El Council of Europe (2001) señala que la Competencia Comunicativa (CC) -en personas neurotípicas- integra las competencias lingüística (fonológica, léxica y gramatical), sociolingüística (lenguaje corporal, sonidos e interjecciones) y pragmática (discursiva y funcional). Sin embargo, gran parte del alumnado con TEA no desarrolla estas habilidades. Incluso, es habitual que utilicen Sistemas Alternativos de Comunicación (SAAC), instrumentos de expresión basados en imágenes para disminuir el déficit de comunicación, apoyando el habla o utilizando imágenes como alternativa al lenguaje oral (Syriopoulou-Delli & Eleni, 2021). La estimulación de su CC en las primeras edades de este alumnado requiere de intervenciones específicas que potencien tanto las habilidades *lingüísticas* para interiorizar reglas léxicas, fonéticas y semánticas (Marzo & Belda, 2021), como las *socio-emocionales*, relacionadas con el uso del lenguaje verbal y no verbal acorde a cada contexto (APA, 2022).

Las intervenciones han pasado de utilizar pictogramas (Martin et al., 2019; Torrado et al., 2017) a integrar recursos digitales, caracterizados por su versatilidad, flexibilidad y adaptabilidad (Durán, 2021). En concreto, existen distintas investigaciones centradas en las oportunidades de las aplicaciones digitales para el alumnado con TEA (López-Bouzas & Del Moral, 2022; Gallardo et al., 2021), siendo algunas diseñadas específicamente para activar los prerrequisitos del lenguaje, la intención comunicativa y la conducta social (Allen et al., 2016; Jiménez et al., 2017), o estimular las relaciones interpersonales (Alharbi & Huang, 2020; Papoutsis et al., 2018). También se utilizan app de Realidad Aumentada (RA) que activan las habilidades lingüísticas, propias de la comunicación en contextos cotidianos (Taryadi & Kurniawan, 2018), relacionadas con las destrezas lectoras (Kolomoiets & Kassim, 2018) o literarias (Arief & Efendi, 2018). Otras estimulan las habilidades socio-emocionales mediante el reconocimiento y respuesta a expresiones emocionales faciales (Chung & Chen, 2017), o mejoran la interacción social (Lee et al., 2018), etc.

Actualmente, se adoptan las mecánicas, dinámicas y estéticas propias del juego (Zichermann & Cunningham, 2011) en intervenciones gamificadas con resultados exitosos, propiciando la inmersión del alumnado en actividades lúdicas de iniciación social (Malinverni et al., 2017). La gamificación aplicada a la estimulación de la comunicación aumenta la motivación de este alumnado, provocando cambios comportamentales a largo plazo (Van Dooren et al., 2019). Además, la integración de narrativas y personajes en *Serious Games* constituye una fuente de estímulos y modelos para desarrollar las relaciones interpersonales (Griffin et al., 2021).

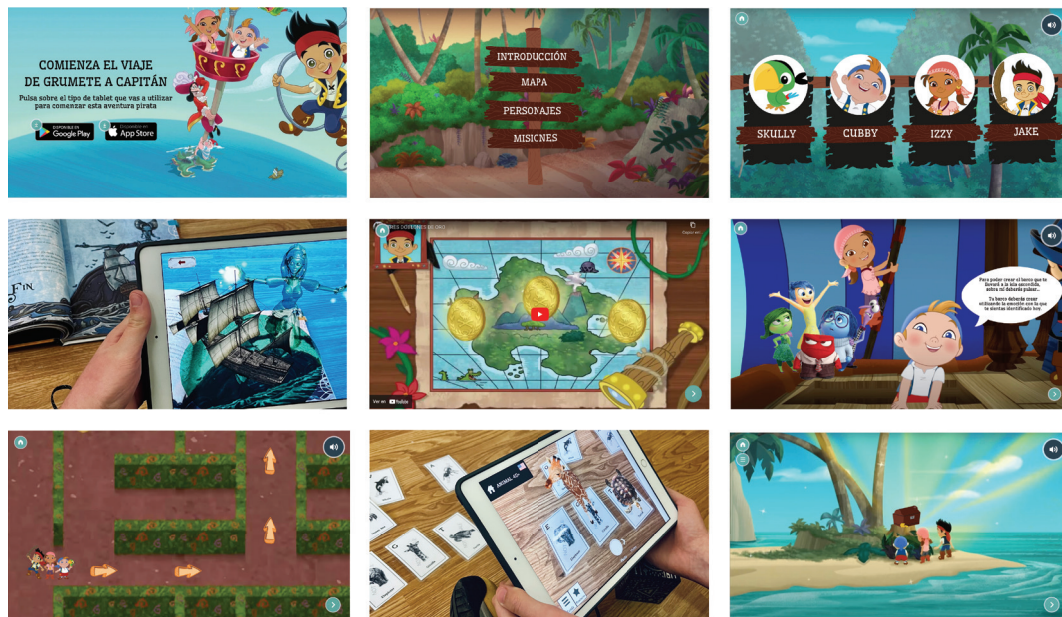
Politis et al. (2017) constatan que la experiencia inmersiva generada por entornos gamificados convierte actividades complejas en retos asequibles. Lee et al. (2020) y Mota et al. (2020) obtienen resultados positivos en personas con TEA al combinar la gamificación con el uso de RA. La mayoría de las intervenciones se dirigen a personas con TEA de alto funcionamiento o Asperger (Fridenson et al., 2017; Terlouw et al., 2021). Sin embargo, la originalidad de esta investigación radica en el diseño de un Entorno Gamificado Aumentado para alumnado con TEA de bajo funcionamiento, con objeto de analizar su contribución a la estimulación de su Competencia Comunicativa.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO GAMIFICADO AUMENTADO

Un Entorno Gamificado Aumentado (EGA) constituye “un espacio inmersivo digital que fusiona el aprendizaje lúdico con la inclusión de actividades apoyadas en RA, promoviendo la inmersión del alumnado en su proceso de aprendizaje mediante la interacción con dispositivos digitales” (López-Bouzas & Del Moral, 2023), En esta investigación se ha creado el EGA *De Grumete a Capitán: en busca del tesoro perdido* (<https://bit.ly/3VGKxWR>) para estimular la CC de este alumnado a partir de una intervención gamificada individualizada. El entorno se enmarca en una narrativa pirata que adopta la metáfora del viaje. Las misiones se presentan mediante actividades que combinan recursos digitales y de RA (versión iOS y Android), que se complementan con vídeos de YouTube para facilitar la inmersión en la historia, propiciando la implicación multisensorial del alumnado (Figura 1).

**Figura 1**

*Pantallas del EGA*



Las misiones están organizadas en tres niveles de juego, y contemplan adaptaciones para distintos ritmos madurativos (Tabla 1).

**Tabla 1***Adaptaciones incorporadas para la interacción en cada nivel de juego*

Diferencias	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Pautas para realizar las actividades	Un mediador adulto pulsa un botón con indicaciones	El alumnado escucha una locución apoyada en pictogramas para ejecutar las tareas	El alumnado escucha una locución para ejecutar las tareas
Elementos de las pantallas	Escenario sencillo y personaje hilo conductor	Escenario enriquecido, personajes y pictogramas	Escenario enriquecido, personajes y bocadillos
Tipo de actividad	Exploración, coloreado, y asociación	Asociación, memoria, exploración y manipulación de objetos e identificación de elementos	Exploración y manipulación de objetos para nombrar, describir y comparar características

Se integra un sistema de feedback siguiendo a Cabrera (2020): *prescriptivo*, recurriendo a los personajes para generar retroalimentación mediante una locución que interpela al alumnado para pautar su ejecución; *evaluativo*, informándole sobre la adecuación de las tareas realizadas; *descriptivo*, explicándole cómo realizar la tarea correctamente; e *interrogativo*, invitándole a reflexionar sobre las actividades. Cada misión tiene asignados premios y recompensas -en este caso, doblones de oro-. El logro de recompensas permite avanzar en la historia, conseguir premios al concluir cada misión (catalejo, garfio, sombrero de pirata), y, finalmente, obtener un diploma con el título de capitán.

El diseño de este EGA se ajusta a los criterios del marco de Desarrollo Universal de Aprendizaje (Carrington et al., 2020). Presenta el contenido utilizando distintos códigos (texto, locuciones, ventanas informativas, imágenes, vídeos, etc.), y enlaces a recursos visuales, audiovisuales, láminas, marcadores, cartas, etc., dotando a la presentación de información diversa para potenciar el interés y la motivación, favoreciendo la inmersión del alumnado en una aventura pirata donde es el protagonista. Así pues, este estudio pretende analizar en qué medida una intervención apoyada en este EGA contribuye a estimular la Competencia Comunicativa del alumnado con TEA.

### 3 MÉTODO

Se trata de una investigación empírica no experimental, con un muestreo no probabilístico. El estudio es de tipo descriptivo y correlacional, con carácter exploratorio y analítico, como tipifica Cohen et al. (2011). Al no ajustarse a la normalidad, se utilizan pruebas no paramétricas para el posterior contraste de medias entre las variables objeto de estudio.

#### 3.1 OBJETIVOS

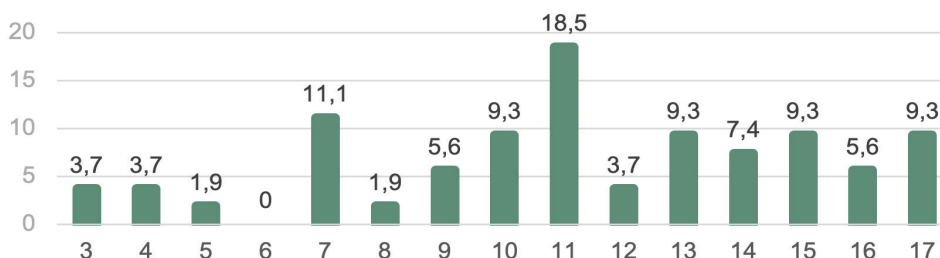
Los objetivos de esta investigación pretenden: 1) analizar en qué medida este entorno gamificado apoyado en realidad aumentada estimula la Competencia Comunicativa -habilidades lingüísticas y socio-emocionales- del alumnado; 2) estudiar la relación de dicha competencia con el grado de inmersión en el entorno y de interacción con la tablet del alumnado; y 3) inferir la relación entre el nivel competencial y el género, edad, grado de TEA, comorbilidad y tipo de lenguaje de alumnado.

### 3.2 MUESTRA

La intervención se llevó a cabo en España, entre febrero y junio de 2022 con alumnado diagnosticado de Trastorno del Espectro Autista previamente por la Consejería de Educación del Principado de Asturias, pertenecientes a Centros Públicos de Educación Especial asturianos. La muestra estuvo condicionada a aquellos centros cuyas familias quisieron formar parte de la intervención. Participaron 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%. Un 68,5% niños y un 31,5% niñas, con edades comprendidas entre los 3 y 17 años (Gráfico 1).

#### Gráfico 1

*Distribución porcentual de la muestra por edad*

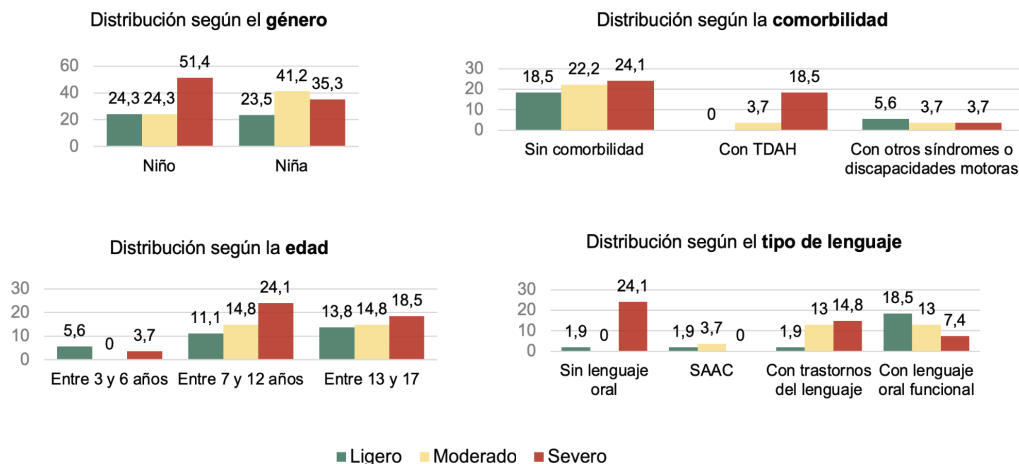


Un 35,2% presenta comorbilidad, pues el 22,2% también tiene déficit de atención y/o hiperactividad, y un 13% otras discapacidades, en general, motoras. Respecto al lenguaje, el 68,5% presenta lenguaje oral, aunque solo un 38,9% tiene lenguaje oral funcional, pues un 29,6% tiene Trastornos del Lenguaje (TEL) comúnmente asociados con el TEA: trastorno fonológico-sintáctico (12,96%), ecolalia demorada (12,96%), trastorno léxico-sintáctico (3,7%), y semántico-pragmático (3,7%). Además, el 25,9% carece de lenguaje oral y el 5,6% utiliza Sistemas Alternativos de la Comunicación (SAAC).

El grado de TEA del alumnado se determinó con la Escala de Medición Inter e Intrapersonal del grado de TEA en Infancia y Adolescencia (EMIGTEA) ( $\alpha=0,832$ ), adaptada del DSM-5™ (APA, 2022) y basada en la Childhood Autism Rating Scale (CARS) (Schopler et al., 1998). El grado se determina a partir de los resultados en ocho aspectos: Consistencia de la respuesta intelectual; Nivel de actividad; Inflexibilidad de comportamiento; Uso de objetos; Respuesta visual y auditiva; Interacción social; Comunicación social; y Respuesta emocional. Se establecen tres niveles: ligero (valores entre 1,00-0,67), moderado (valores entre 0,66-0,34), y severo (valores entre 0,00-0,33). Concretamente, un 46,3% presenta grado severo, un 29,6% moderado y un 24,1% ligero. El Gráfico 2 recoge la distribución del alumnado según sus características y grado de TEA.

## Gráfico 2

Distribución porcentual de la muestra según las variables de clasificación y el grado de TEA



### 3.3 PROCEDIMIENTO

**Fase I.** *Consentimiento informado* de los responsables de los menores, de acuerdo con las recomendaciones para la investigación con niños (Shaw et al., 2011) y los estándares de la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2008).

**Fase II.** *Creación del instrumento* de evaluación *ad hoc* de la CC del alumnado -definida a partir de las habilidades lingüísticas y socio-emocionales- plasmadas durante la intervención con el EGA, junto al grado de interacción con la Tablet e inmersión en el entorno. Posteriormente se validó mediante análisis factorial exploratorio.

**Fase III.** *Intervención* individualizada con los menores, con una duración total de 120h y 28min, registrando una media de 02:20h por alumno/a. Se les invitó a jugar en un contexto cotidiano y lúdico no disruptivo, garantizando la validez ecológica de la intervención.

**Fase IV.** Concluidas las sesiones individualizadas, se procedió al *registro sistemático* de lo observado con una parrilla de observación, como sugiere Lokesh (1984). Se midió su grado interacción con la Tablet e inmersión en el entorno. Separadamente, se evaluó el nivel lingüístico y socio-emocional reflejado por el alumnado en su recorrido por el EGA. Y a partir del valor promedio de esas puntuaciones se creó la variable Competencia Comunicativa (CC).

**Fase V.** *Análisis de datos.* Además de la estadística descriptiva basada en frecuencias, porcentajes y medias, se analizaron las correlaciones entre las variables con la prueba del coeficiente de Rho de Spearman. Se constataron las diferencias significativas entre variables con las pruebas U de Mann-Whitney para las variables con dos categorías de agrupación y Kruskal-Wallis para las variables que tenían tres o más categorías de agrupación. Complementariamente, se ha calculado el tamaño del efecto producido por estas variables de agrupación mediante G de Hedges.

### 3.4 INSTRUMENTO

El instrumento utilizado para evaluar la Competencia Comunicativa, definida a partir de los constructos teóricos del DSM-5™ (APA, 2022), integra 12 variables referidas a las *habilidades lingüísticas* y *socio-emocionales* del alumnado, plasmadas durante la ejecución de las tareas propuestas en las distintas pantallas del EGA. Estas variables se midieron a partir de 48 ítems, categorizados mediante una escala Likert (Nada=0, Poco=1, Bastante=2, Mucho=3). También incluye 4 ítems para determinar el grado de *interacción con la tablet*; y 5 para medir el grado de *inmersión en el entorno*, siguiendo la clasificación de Haggis-Burridge (2020) (ver instrumento: <https://cutt.ly/C1pa5VN>).

Se validó mediante análisis factorial exploratorio dado el tamaño de la muestra, ya que el test de esfericidad de Bartlett resulta significativo ( $p=0,000$ ) y la prueba de adecuación de Kaiser-Meyer Olkin (KMO) presenta un valor alto ( $KMO=0,919$ ). Se optó por utilizar el método de máxima verosimilitud -siguiendo a Lloret-Segura et al. (2014)-, adoptando como criterio de autovalor  $>1$ , obteniendo valores de cada variable que explican la varianza total (Tabla 2).

**Tabla 2**

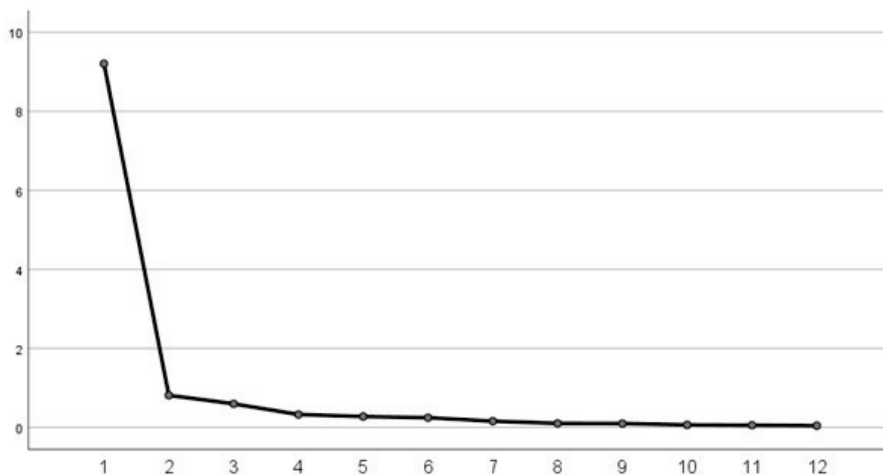
*Varianza total explicada por cada variable y matriz de componentes*

Indicador	Variable	Autovalores iniciales			Componente 1
		Total	% de varianza	% acumulado	
Nombrar y asociar a cada personaje con su color	1	9,205	76,706	76,706	0,937
Nombrar y asociar a cada personaje con su accesorio	2	0,813	6,779	83,484	0,951
Nombrar los elementos marineros	3	0,599	4,993	88,477	0,940
Nombrar las emociones (emoticonos) y asociación con expresión facial (imagen)	4	0,328	2,736	91,213	0,936
Asociar emociones con sus causas	5	0,276	2,304	93,517	0,800
Reconocer la propia emoción y asociarle un color	6	0,247	2,062	95,580	0,831
Nombrar y asociar animales	7	0,159	1,329	96,908	0,936
Identificar y describir animales: tamaño, color, hábitat, etc.	8	0,104	0,866	97,775	0,874
Comparar animales a partir de sus características: tamaño, color, hábitat, etc.	9	0,099	0,828	98,603	0,877
Búsqueda del tesoro sencilla (cercano al alumnado y visible)	10	0,066	0,551	99,154	0,698
Búsqueda del tesoro escondido en un mapa con ayuda	11	0,056	0,469	99,623	0,788
Búsqueda del tesoro siguiendo el mapa de forma autónoma	12	0,045	0,377	100,000	0,698

La Tabla 2 muestra que una única variable podría explicar más del 75% de la varianza de los resultados. Además, la matriz de componentes refleja la agrupación de las variables en torno a un único factor. Esta interpretación se confirma con el gráfico de sedimentación (Gráfico 3) y el alto grado de bondad del ajuste de los datos al modelo ( $\chi^2 = 0,000$ ).

### Gráfico 3

#### Gráfico de sedimentación



El análisis factorial confirma la validez del instrumento unidimensional que mide la CC.

## 4 RESULTADOS

En la intervención con el EGA se observa que al aumentar la dificultad de los retos de las misiones, disminuye el alumnado que pasa de nivel (Tabla 3), pues las características individuales lo condicionan.

**Tabla 3**

*Niveles y misiones del EGA completadas*

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
	N(%)	N(%)	N(%)
Misión 1	27(45,8)	20(33,9)	12(20,3)
Misión 2	19(35,2)	20(37,0)	15(27,8)
Misión 3	28(50,0)	13(23,2)	15(26,8)
Misión 4	40(50,6)	26(32,9)	13(16,5)

Se midió el *engagement* del alumnado con los retos presentados a partir del nivel de interacción con la tablet y su inmersión en el entorno. Se observó que el 51,9% interaccionó con la tablet autónomamente, mientras que un 27,8% necesitó indicaciones y un 20,4% sólo



interaccionaba cuando se le indicaba. En general, su *nivel de interacción* es alta ( $\bar{x}=2,31$ ), en especial, los de grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=3,00$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,69$ ; Severo:  $\bar{x}=1,72$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=1,79$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=2,19$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,67$ ;  $p=0,003$ ). En cuanto al *grado de inmersión en el entorno*, el 31,5% logró sumergirse en la narrativa y secuenciación del EGA. Un 20,4% se sumergió en el sistema y, en igual porcentaje, logró empatizar a nivel social con los personajes. Un 14,8% se sumergió únicamente a nivel espacial, y un 13% no consiguió sumergirse. En general, su grado de inmersión es medio ( $\bar{x}=2,37$ ), especialmente para los que poseen un grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=3,62$ ; Moderado:  $\bar{x}=3,06$ ; Severo:  $\bar{x}=1,28$ ;  $p=0,000$ ), y tienen lenguaje oral funcional o utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,71$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,33$ ; con TEL:  $\bar{x}=2,44$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=3,29$ ;  $p=0,000$ ).

#### 4.1 CORRELACIONES ENTRE VARIABLES

La Tabla 4 recoge la correlación altamente significativa entre casi todas las variables (a nivel 0,01).

**Tabla 4**

*Correlaciones entre las 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

*Nota.* IT: interacción con la tablet; IE: inmersión en el entorno; CC: valor promedio de las puntuaciones obtenidas en el conjunto de indicadores

que definen la competencia comunicativa global.

#### 4.2 HABILIDADES LINGÜÍSTICAS Y SOCIO-EMOCIONALES

Las misiones buscan estimular la CC mediante retos que implican habilidades lingüísticas y socio-emocionales. Seguidamente se presentan los resultados alcanzados en cada una.

#### 4.2.1 PRIMERA MISIÓN: ESTIMULACIÓN DE HABILIDADES LINGÜÍSTICAS

En el *primer nivel*, el alumnado debía nombrar y asociar a los personajes con el color de su vestimenta. El 50% nombró y asoció más de 3 personajes, demostrando una destreza media ( $\bar{x}=2,09$ ). Presentaron mayor habilidad aquellos con grado de TEA ligero y moderado (Ligero:  $\bar{x}=2,77$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,69$ ; Severo:  $\bar{x}=1,36$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o utilización de SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,79$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=2,13$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,81$ ;  $p=0,000$ ). En el *segundo nivel* deben nombrar y asociar a los personajes con sus accesorios. Un 37% nombró y asoció más de 3, demostrando una destreza media ( $\bar{x}=1,83$ ). Presentaron mayor destreza los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=1,00$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,67$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,23$ ;  $p=0,037$ ), los de grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,62$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,44$ ; Severo:  $\bar{x}=1,04$ ;  $p=0,000$ ), y los que utilizan SAAC o tienen lenguaje oral funcional (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,57$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,81$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,52$ ;  $p=0,000$ ). En el *tercer nivel* deben nombrar los elementos marineros de un cuento con RA. La complejidad de este reto redujo su destreza ( $\bar{x}=1,46$ ). Un 33,3% nombraron entre 3-5 elementos, y otro 31,5% no nombró ninguno. Presentaron mayor destreza los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=0,60$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,30$ ; 13-17:  $\bar{x}=1,86$ ;  $p=0,000$ ), con grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,38$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,00$ ; Severo:  $\bar{x}=0,64$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o utilización de SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,00$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,67$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,50$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,24$ ;  $p=0,000$ ).

Se observa que al aumentar la dificultad de los retos y niveles, disminuyen sus habilidades. El porcentaje de logro es del 58,9%. Doce sujetos, en su mayoría niños, de entre 11 y 17 años con un grado de TEA ligero, lenguaje oral funcional y sin otras discapacidades asociadas, alcanzaron la máxima puntuación en los tres niveles.

#### 4.2.2 SEGUNDA MISIÓN: HABILIDADES SOCIO-EMOCIONALES

En el *primer nivel*, el alumnado debe nombrar emociones representadas en iconos y asociarlas con expresiones faciales. Solo un 35,2% asoció todas las emociones correctamente. Su destreza es medio-baja ( $\bar{x}=1,70$ ). Destacan los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=0,80$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,52$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,08$ ;  $p=0,037$ ), los de grado de TEA ligero y moderado (Ligero:  $\bar{x}=2,46$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,44$ ; Severo:  $\bar{x}=0,84$ ;  $p=0,000$ ), con lenguaje oral funcional o utilización de SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,00$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,94$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,48$ ;  $p=0,000$ ). En el *segundo nivel* deben asociar emociones con sus causas. La destreza es media ( $\bar{x}=2,09$ ). El 44,4% asociaron la alegría, tristeza y enfado, y otro 37% el miedo y la sorpresa también. Presentaron mayor destreza las niñas (Niño:  $\bar{x}=1,92$  vs. Niña:  $\bar{x}=2,47$ ;  $p=0,033$ ), los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=1,80$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,85$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,45$ ;  $p=0,038$ ), los de grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,69$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,50$ ; Severo:  $\bar{x}=1,52$ ;  $p=0,000$ ), y los que tienen lenguaje oral funcional o utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=1,29$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,67$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,63$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,00$ ;  $p=0,000$ ). Para superar el *tercer nivel* deben reconocer su propia emoción asociada con un color, utilizado para pintar un barco posteriormente. La complejidad de esta tarea se reflejó en su baja destreza ( $\bar{x}=1,50$ ). Un 27,8% no reconoció su propia emoción y, en igual porcentaje, reconocieron su propia emoción y pintaron el barco correctamente. Presentaron mayor destreza los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=0,60$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,22$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,05$ ;  $p=0,011$ ), los de grado de TEA ligero

y moderado (Ligero:  $\bar{x}=2,15$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,19$ ; Severo:  $\bar{x}=0,72$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o utilización de SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,36$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,67$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,63$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,00$ ;  $p=0,000$ ).

El alumnado presentó mayor habilidad en el segundo nivel, dado que la actividad se presenta con el Merge Cube, facilitando la manipulación y exploración de elementos virtuales. El porcentaje de logro es del 58,8%. Nueve sujetos alcanzaron la máxima puntuación en los tres niveles, en su mayoría niños, de entre 10-17 años con un grado de TEA ligero y moderado, lenguaje oral funcional y sin comorbilidad.

#### 4.2.3 TERCERA MISIÓN: HABILIDADES LINGÜÍSTICAS

En el *primer nivel* deben nombrar y asociar animales apoyándose en láminas *Quiver* que deben colorear, alcanzando una destreza media ( $\bar{x}=2,17$ ). El 51,8% asoció y nombró entre 4-6 animales. Presentaron mayor destreza los de grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,85$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,75$ ; Severo:  $\bar{x}=1,44$ ;  $p=0,000$ ), y lenguaje oral funcional o utilización de SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,79$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=2,31$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,86$ ;  $p=0,000$ ). En el *segundo* mostraron destreza baja ( $\bar{x}=1,54$ ), pues debían identificar y describir verbalmente animales (tamaño, color, hábitat, etc.) utilizando el *Merge Object Viewer*. El 33,3% identificó los animales pero no los describió, un 24,1% identificó y describió entre 1-6 animales, otro 24,1% entre 4-6. Presentaron mayor destreza las niñas (Niño:  $\bar{x}=1,38$  vs. Niña:  $\bar{x}=1,88$ ;  $p=0,099$ ), aquellos con grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,46$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,00$ ; Severo:  $\bar{x}=0,76$ ;  $p=0,000$ ), y lenguaje oral funcional o que utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,43$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,67$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,38$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,24$ ;  $p=0,000$ ). En el *tercero*, deben comparar los animales usando *flashcards* de RA. Esto supuso una dificultad añadida, obteniendo una destreza baja ( $\bar{x}=1,59$ ). Un 31,5% comparó el color y el tamaño, un 27,8% también identificó sus hábitats. Otro 27,8% no logra comparar animales. Presentaron mayor destreza aquellos con TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,54$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,06$ ; Severo:  $\bar{x}=0,80$ ;  $p=0,000$ ), y lenguaje oral funcional (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,36$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,33$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,44$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,43$ ;  $p=0,000$ ).

Se observa que a medida que aumenta la dificultad lingüística de los retos y niveles, disminuye el alumnado que los completa. El porcentaje de logro es del 58,8%. Nueve alumnos lograron la máxima puntuación en los tres niveles, siendo en su mayoría niños, de entre 10 y 17 años con un grado de TEA ligero, lenguaje oral funcional y sin comorbilidad.

#### 4.2.4 CUARTA MISIÓN: HABILIDADES SOCIO-EMOCIONALES

En esta misión deben ayudar a los protagonistas a encontrar un tesoro utilizando una app de geolocalización con RA. El reto es sencillo, aunque hay matices para ejecutarlo. *Primer nivel*: recorrido sencillo, acompañado del adulto y con una explicación visual y oral del recorrido; *segundo nivel*: búsqueda apoyada en un mapa siguiendo indicaciones; *tercer nivel*: búsqueda autónoma con un mapa. En el *primer nivel* el alumnado mostró una destreza alta ( $\bar{x}=2,52$ ). El 74% encontró el tesoro e identificó el estado emocional de los personajes tras lograrlo. Presentaron mayor destreza los de grado de TEA ligero y moderado (Ligero:  $\bar{x}=2,85$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,94$ ; Severo:  $\bar{x}=2,08$ ;  $p=0,002$ ), y con lenguaje oral funcional o que utilizan

SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=1,79$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=2,69$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,81$ ;  $p=0,006$ ). En el *segundo* se observó una destreza media ( $\bar{x}=1,83$ ). El 48,1% encontró el tesoro e identificó las emociones de los personajes. Destacaron los mayores (3-6 años:  $\bar{x}=1,00$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,56$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,36$ ;  $p=0,031$ ), con grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,62$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,31$ ; Severo:  $\bar{x}=1,12$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o que utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,71$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,75$ ; lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,48$ ;  $p=0,000$ ). En el *tercero* se observó una destreza baja ( $\bar{x}=1,11$ ). Solo el 24,1% encontró el tesoro e identificó el estado emocional de los personajes. Presentaron mayor destreza aquellos con grado de TEA ligero (Ligero:  $\bar{x}=2,15$ ; Moderado:  $\bar{x}=1,38$ ; Severo:  $\bar{x}=0,40$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o que utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,14$ ; SAAC:  $\bar{x}=2,67$ ; con TEL:  $\bar{x}=0,88$ ; con lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=1,71$ ;  $p=0,001$ ).

Al aumentar la dificultad del reto disminuye el alumnado que lo completa. El 60,7% logró finalizarla. Trece sujetos lograron la máxima puntuación en los tres niveles, la mayoría de entre 10-17 años, con un grado de TEA ligero o moderado, lenguaje oral funcional y sin comorbilidad.

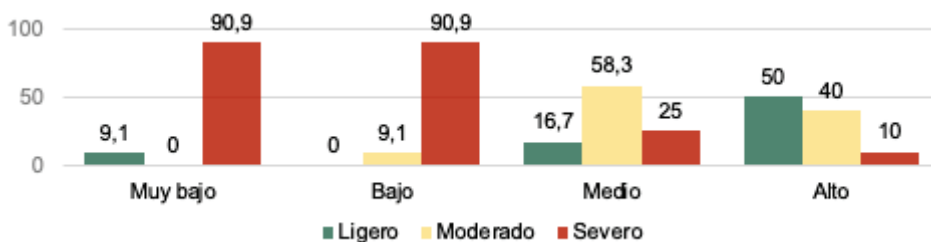
Solo cuatro estudiantes lograron la máxima puntuación en todos los niveles: tres niños y una niña, tres con grado de TEA ligero y otro moderado, con buen dominio del lenguaje -dos con lenguaje oral funcional y otros dos con leve ecolalia demorada- y, dos con otros síndromes o discapacidades físicas que no afectan a la función cognitiva. Dos alumnos no completaron ninguna de las misiones: dos niños (3 y 7 años), con grado de TEA severo, comorbilidad con TDAH y sin lenguaje oral. Además, cabe destacar que el resultado del alumnado que además tiene TDAH presenta diferencias significativas ( $p=0,000$ ), dadas sus dificultades para mantener la atención, hiperactividad, impulsividad, etc., respecto a los que carecen de esta comorbilidad.

#### 4.3 COMPETENCIA COMUNICATIVA

Para conocer el nivel competencial global del alumnado durante la intervención, se creó la variable *Competencia Comunicativa* (CC) a partir del valor promedio de las puntuaciones del conjunto de indicadores relativos a las habilidades lingüísticas y socio-emocionales. El nivel de logro se midió a partir de cuatro categorías: muy bajo (0,00-0,25), bajo (0,26-0,50), medio (0,51-0,75), y alto (0,76-1,00). Globalmente, el alumnado obtuvo un nivel de CC medio-alto ( $\bar{x}=1,94$ ). El 48,1% presentó un nivel alto, un 20,4% bajo, el 16,7% muy bajo, y un 14,8% medio (Gráfico 4). Presentaron mayor CC los más mayores (3-6 años:  $\bar{x}=1,20$ ; 7-12:  $\bar{x}=1,70$ ; 13-17:  $\bar{x}=2,41$ ;  $p=0,033$ ), aquellos con grado de TEA ligero y moderado (Ligero:  $\bar{x}=2,69$ ; Moderado:  $\bar{x}=2,69$ ; Severo:  $\bar{x}=1,94$ ;  $p=0,000$ ), y con lenguaje oral funcional o que utilizan SAAC (sin lenguaje oral:  $\bar{x}=0,50$ ; SAAC:  $\bar{x}=3,00$ ; con TEL:  $\bar{x}=1,94$ ; con lenguaje oral funcional:  $\bar{x}=2,76$ ;  $p=0,000$ ).

### Gráfico 4

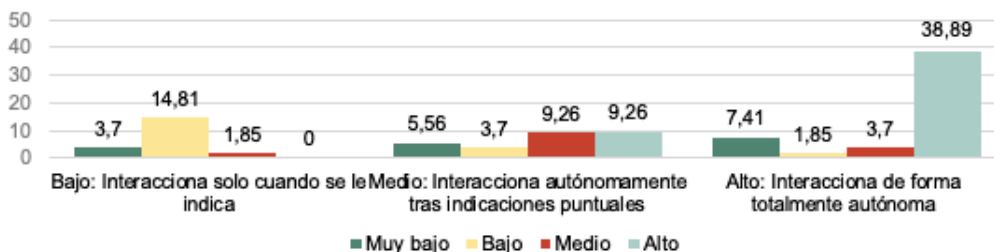
Distribución porcentual según el nivel de CC plasmado atendiendo al grado de TEA



Por otro lado, al relacionar el *nivel de interacción con la tablet* durante la intervención con la CC, se observa que los que poseen un nivel competencial alto, interaccionaron en mayor medida de forma autónoma con la tablet (Gráfico 5). Por el contrario, el alumnado con un nivel bajo tiende a interaccionar sólo cuando se le indica, y los de nivel medio suelen necesitar indicaciones para interaccionar con la tablet.

### Gráfico 5

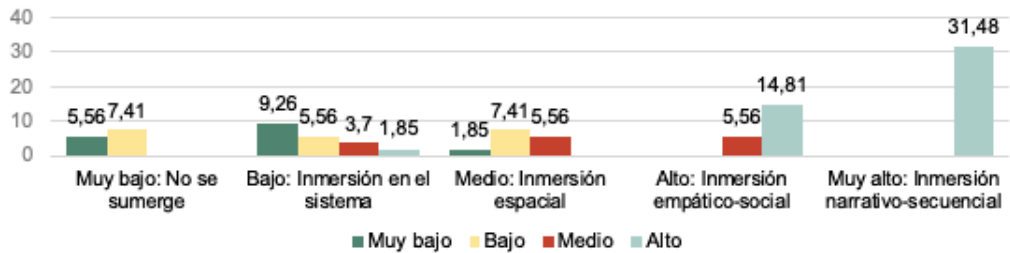
Distribución porcentual de la muestra según su nivel de CC y nivel de interacción con la tablet



Asimismo, al relacionar el nivel de CC con el *grado de inmersión en el entorno*, se observa que los que tienen un nivel muy bajo lograron una inmersión elemental en el sistema, los de nivel bajo lograron una inmersión espacial, los que tienen un nivel medio también lograron una inmersión empático-social, y aquellos con nivel alto alcanzan el mayor grado de inmersión, la narrativo-secuencial, que les permitió sentirse parte de la historia (Gráfico 6). Por tanto, la CC del alumnado se relaciona directamente con su grado de inmersión en el entorno.

**Gráfico 6**

*Distribución porcentual de la muestra según su nivel de CC y grado de inmersión en el EGA*



Finalmente, se identificó el tamaño del efecto de cada variable sobre la puntuación en CC, considerando que: <0,2= nulo; entre 0,2 y 0,5= pequeño; entre 0,5 y 0,8= tamaño de efecto medio; >0,8= grande (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Tamaño del efecto de las variables (V) de clasificación sobre las puntuaciones en CC.*

V	Género	Edad	Grado de TEA	Tamaño del Efecto					
				Tipo de lenguaje		Comorbilidad			
1	0,29	1-6 vs. 7-12	0,593	Ligero vs. moderado	0,132	Sin lenguaje vs. SAAC	5,301	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,859
						Sin lenguaje vs. TEL	1,836		
		1-6 vs. 13-18	0,911	Ligero vs. severo	1,687	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	4,802	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,176
						SAAC vs. TEL	1,005		
7-12 vs. 13-18	0,365	Moderado vs. severo	1,619	SAAC vs. lenguaje funcional	0,479	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,977		
				TEL vs. lenguaje funcional	1,023				
2	0,14	1-6 vs. 7-12	0,610	Ligero vs. moderado	0,232	Sin lenguaje vs. SAAC	4,821	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,742
						Sin lenguaje vs. TEL	1,604		
		1-6 vs. 13-18	1,218	Ligero vs. severo	1,814	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	3,079	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,479
						SAAC vs. TEL	1,326		
7-12 vs. 13-18	0,536	Moderado vs. severo	1,788	SAAC vs. lenguaje funcional	0,710	TDAH vs. pluridiscapacidad	1,129		
				TEL vs. lenguaje funcional	0,884				
3	0,15	1-6 vs. 7-12	0,613	Ligero vs. moderado	0,444	Sin lenguaje vs. SAAC	12,004	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,564
						Sin lenguaje vs. TEL	2,064		
		1-6 vs. 13-18	1,123	Ligero vs. severo	1,845	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	4,011	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,398
						SAAC vs. TEL	1,200		
7-12 vs. 13-18	0,493	Moderado vs. severo	1,581	SAAC vs. lenguaje funcional	0,600	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,822		
				TEL vs. lenguaje funcional	0,876				
4	0,21	1-6 vs. 7-12	0,659	Ligero vs. moderado	0,031	Sin lenguaje vs. SAAC	-	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,534
						Sin lenguaje vs. TEL	2,773		
		1-6 vs. 13-18	1,007	Ligero vs. severo	1,533	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	5,166	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,278
						SAAC vs. TEL	1,163		
7-12 vs. 13-18	0,443	Moderado vs. severo	1,647	SAAC vs. lenguaje funcional	0,882	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,720		
				TEL vs. lenguaje funcional	0,694				

V	Tamaño del Efecto								
	Género	Edad	Grado de TEA		Tipo de lenguaje		Comorbilidad		
5	0,61	1-6 vs. 7-12	0,052	Ligero vs. moderado	0,373	Sin lenguaje vs. SAAC	1,495	Sin comorbilidad vs. TDAH	1,401
						Sin lenguaje vs. TEL	0,805		
5	0,61	1-6 vs. 13-18	0,787	Ligero vs. severo	1,377	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1,773	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,408
						SAAC vs. TEL	0,804		
5	0,61	7-12 vs. 13-18	0,689	Moderado vs. severo	1,172	SAAC vs. lenguaje funcional	0,078	TDAH vs. pluridiscapacidad	1,327
						TEL vs. lenguaje funcional	0,870		
6	0,04	1-6 vs. 7-12	0,540	Ligero vs. moderado	0,036	Sin lenguaje vs. SAAC	3,500	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,857
						Sin lenguaje vs. TEL	1,306		
6	0,04	1-6 vs. 13-18	1,371	Ligero vs. severo	1,429	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1,836	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,557
						SAAC vs. TEL	0,908		
6	0,04	7-12 vs. 13-18	0,732	Moderado vs. severo	1,553	SAAC vs. lenguaje funcional	0,664	TDAH vs. pluridiscapacidad	1,833
						TEL vs. lenguaje funcional	0,344		
7	0,36	1-6 vs. 7-12	0,411	Ligero vs. moderado	0,188	Sin lenguaje vs. SAAC	5,301	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,891
						Sin lenguaje vs. TEL	2,815		
7	0,36	1-6 vs. 13-18	0,871	Ligero vs. severo	1,691	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	4,417	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,098
						SAAC vs. TEL	1,161		
7	0,36	7-12 vs. 13-18	0,443	Moderado vs. severo	1,667	SAAC vs. lenguaje funcional	0,303	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,803
						TEL vs. lenguaje funcional	0,996		
8	0,48	1-6 vs. 7-12	0,562	Ligero vs. moderado	0,562	Sin lenguaje vs. SAAC	4,065	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,552
						Sin lenguaje vs. TEL	1,342		
8	0,48	1-6 vs. 13-18	1,067	Ligero vs. severo	2,247	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	2,446	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,701
						SAAC vs. TEL	1,576		
8	0,48	7-12 vs. 13-18	0,430	Moderado vs. severo	1,599	SAAC vs. lenguaje funcional	0,510	TDAH vs. pluridiscapacidad	1,213
						TEL vs. lenguaje funcional	1,029		
9	0,28	1-6 vs. 7-12	0,334	Ligero vs. moderado	0,535	Sin lenguaje vs. SAAC	2,587	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,637
						Sin lenguaje vs. TEL	1,209		
9	0,28	1-6 vs. 13-18	0,806	Ligero vs. severo	1,827	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	2,577	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,680
						SAAC vs. TEL	0,923		
9	0,28	7-12 vs. 13-18	0,479	Moderado vs. severo	1,347	SAAC vs. lenguaje funcional	0,116	TDAH vs. pluridiscapacidad	1,460
						TEL vs. lenguaje funcional	1,102		
10	0,12	1-6 vs. 7-12	0,220	Ligero vs. moderado	0,214	Sin lenguaje vs. SAAC	1,104	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,540
						Sin lenguaje vs. TEL	0,994		
10	0,12	1-6 vs. 13-18	0,617	Ligero vs. severo	0,828	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1,183	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,586
						SAAC vs. TEL	0,528		
10	0,12	7-12 vs. 13-18	0,376	Moderado vs. severo	1,015	SAAC vs. lenguaje funcional	0,321	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,935
						TEL vs. lenguaje funcional	0,198		

V	Tamaño del Efecto								
	Género	Edad	Grado de TEA		Tipo de lenguaje		Comorbilidad		
11	0,05	1-6 vs. 7-12	0,417	Ligero vs. moderado	0,297	Sin lenguaje vs. SAAC	2,343	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,223
						Sin lenguaje vs. TEL	0,867		
		1-6 vs. 13-18	1,186	Ligero vs. severo	1,272	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1,746	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,611
						SAAC vs. TEL	0,984		
7-12 vs. 13-18	0,653	Moderado vs. severo	1,012	SAAC vs. lenguaje funcional	0,541	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,849		
				TEL vs. lenguaje funcional	0,632				
12	0,20	1-6 vs. 7-12	0,433	Ligero vs. moderado	0,597	Sin lenguaje vs. SAAC	4,432	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,153
						Sin lenguaje vs. TEL	0,778		
		1-6 vs. 13-18	0,823	Ligero vs. severo	1,775	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	1,395	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,748
						SAAC vs. TEL	1,561		
		7-12 vs. 13-18	0,370	Moderado vs. severo	0,883	SAAC vs. lenguaje funcional	0,710	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,844
						TEL vs. lenguaje funcional	0,649		
1-6 vs. 7-12	0,413	Ligero vs. moderado	0,006	Sin lenguaje vs. SAAC	3,918	Sin comorbilidad vs. TDAH	0,718		
				Sin Leng. Vs. Trastornos	1,723				
CC	0,21	1-6 vs. 13-18	1,106	Ligero vs. severo	1,658	Sin lenguaje vs. lenguaje funcional	3,480	Sin comorbilidad vs. pluridiscapacidad	0,306
						SAAC vs. TEL	1,163		
		7-12 vs. 13-18	0,631	Moderado vs. severo	1,819	SAAC vs. lenguaje funcional	0,386	TDAH vs. pluridiscapacidad	0,990
						TEL vs. lenguaje funcional	1,048		

El tamaño del efecto sobre la Competencia Comunicativa varía según las variables de clasificación. En concreto, el *grado de TEA* tiene un gran efecto sobre la CC como se observa en el alumnado con un grado severo (26 de los contrastes), apenas se resalta ese efecto en los que tienen entre un grado ligero y moderado. Del mismo modo, el *tipo de lenguaje* impacta en la CC, ya que 58 de los 78 contrastes realizados presentan valores superiores a 0,8. En estos casos, el grupo más condicionado en su competencia es el que carece de lenguaje, seguido del que utiliza SAAC. También existe un tamaño de efecto medio al comparar los sujetos con lenguaje funcional con otras tipologías (11 contrastes).

La *comorbilidad* produce un efecto medio o grande sobre la CC, especialmente cuando se comparan los sujetos con TDAH con los demás (30 contrastes = 14 medio + 16 grande). El efecto es pequeño o nulo entre el alumnado que no presenta ninguna comorbilidad y quienes presentan pluridiscapacidad (9 de 39 contrastes). El efecto de la *edad* sobre la CC varía. Es grande entre los sujetos menores y los mayores (11 contrastes). Es medio al contrastar los resultados del grupo de 3-6 años con los de 7-12 y los de 13-17 respectivamente (13 contrastes). El efecto sobre la CC es pequeño o nulo en los de 7-12 años, dado que apenas presenta diferencias ni con los de 3-6 años ni con los de 13-17 años (15 contrastes). El efecto del *género* sobre la CC es pequeño (7 contrastes) o nulo (5 contrastes). Si bien hay que destacar el efecto medio en relación a la capacidad para asociar emociones con sus causas (V5 con un valor de 0,61).



## 5 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados muestran que este Entorno Gamificado Aumentado puede impulsar la CC del alumnado con TEA, si bien sería preciso una implementación sistemática. Tanto el grado de interacción con la tablet como la inmersión en el entorno se correlacionan de forma positiva y significativa con el nivel competencial. Es decir, a mayor grado de interacción e inmersión con los retos planteados, mayor es la CC del alumnado, y viceversa. Así, el alumnado con mayores habilidades lingüísticas y socio-emocionales se compromete en mayor medida con las tareas.

La utilización de RA propicia el incremento atencional, facilitando la estimulación de la CC en este alumnado, tal y como señalan Kolomoiets y Kassim (2018) al percibir un incremento de las habilidades lingüísticas, y Taryadi y Kurniawan (2018) al observar resultados positivos en la activación de habilidades socio-emocionales. Además, la incorporación de las mecánicas y dinámicas propias del juego (misiones, recompensas, feedback, etc.) y el establecimiento de objetivos a corto plazo propios de la gamificación, involucra al alumnado en el juego desde su motivación intrínseca, propiciando un aprendizaje desde la motivación, al igual que afirman Lee et al. (2020).

Las niñas presentan mayor destreza en aquellos retos que plantean la identificación y descripción de animales, y el reconocimiento y asociación de emociones. Los más mayores poseen más habilidades lingüísticas y socio-emocionales. El grado de TEA está directamente relacionado con el desempeño en los retos, siendo el alumnado con grado de TEA severo quienes más dificultades presentan, del mismo modo que se observa en la revisión de literatura de Silva et al. (2021). El alumnado con lenguaje oral funcional o utilización de SAAC presentan mayor nivel competencial, pues ya cuentan con unas habilidades lingüísticas de partida que les permiten comunicarse e implicarse en los retos del entorno.

Hay que subrayar que el alumnado que también posee TDAH presenta mayores dificultades para el desarrollo de las actividades planteadas -coincidiendo con Kokol et al. (2020)-. El nivel de CC -y, en especial, en las habilidades lingüísticas- está directamente relacionado con la destreza para superar los retos de cada misión, pues muchos padecen trastornos del lenguaje o carecen del mismo, por lo que las tareas de vocabulario se ven afectadas como apuntan McMahon et al. (2016). Se observa que la complejidad de los retos propuestos exige un nivel cognitivo mínimo de partida para realizarlos, pues dos niños que tenían muy reducidas sus habilidades no han acometido ninguna de las misiones. Por otro, podría ser interesante añadir un cuarto nivel de dificultad para quienes las han superado sin dificultad.

Tras la implementación del EGA se observan resultados positivos, puesto que ha permitido plasmar las habilidades lingüísticas y socio-emocionales de los sujetos durante la intervención. Más concretamente, se ha podido constatar el nivel de CC del alumnado reflejado a través de las distintas misiones. La muestra está polarizada -debido a la casuística individual-, puesto que cerca de la mitad del alumnado posee un nivel competencial medio-alto, mientras otra gran parte se concentra en el nivel bajo o muy bajo. Por ello, se considera oportuno repetir la experiencia como estrategia para estimular dicha competencia.

## REFERENCIAS

- 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>
- 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. (2022). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-V-TR)*, 5.ª ed. APA.
- 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>
- Cabrera, J. D. (2020). La retroalimentación para mejorar el proceso de aprendizaje en el estudiante. *Revista Universitaria de Informática*, 7(10), 70-75. <https://doi.org/10.22267/runin>
- 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>
- 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](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. *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.
- 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>
- Fridenson, S., Berggren, S., Lassalle, A., Tal, S., Pigat, D., Meir-Goren, N., O’Reilly, H., Ben-Zur, S., Bölte, S., Baron-Cohen, S., & 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>
- Gallardo, C. P., Rodríguez, A., & Caurcel, M. J. (2021). Aplicativos para pessoas com autismo: Avaliação, classificação e ranking dos melhores. *Technology in Society*, 64, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101474>
- 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*, 8(9), 1-11. <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>

- 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>
- 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.), *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. *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. (2022). Selección de app como herramientas diagnósticas contextual de la competencia comunicativa en alumnado con TEA. *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>
- 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). Trastornos del lenguaje en alumnado con TEA. *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>

- 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>
- 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, 1-14. <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.

---

Recebido em: 14/03/2023

Reformulado em: 13/06/2023

Aprovado em: 05/07/2023