

# Hyperrealistic facial expression generation application and its impact on the treatment of people suffering from Alexithymia

Lucía N. Aguilar-Chávez, Bach.<sup>1</sup>, Gary F. Cerdán-Rodríguez, Bach.<sup>1</sup>, Daniel A. Pérez-Aguilar, Eng.D.<sup>1</sup>, Manuel E. Malpica-Rodríguez, Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN) - Cajamarca, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Piura - Piura, Perú

N00219044@upn.pe, N00218178@upn.pe, daniel.perez@upn.pe, mmalpicar@unp.edu.pe

*Abstract— Alexithymia is a disorder of the perception of emotions, that generates problems in describing feelings and distinguishing the physical states and emotions that they entail; It has been reported that those who suffer from this disorder present difficulties on a social level. The animation of virtual characters and the generation of digital faces has become a relevant topic in terms of work with emotions, allowing the design and development of different digital avatars that allow the expression of emotions in them, having various applications from medicine to entertainment. The main objective of this research was the development and implementation of an application that generates hyperrealistic facial expressions for the treatment of people suffering from Alexithymia, allowing them to practice the ability to read the emotions present in their environment and thus improve their skills. social. The aforementioned application was developed and applied to children and adolescents in an institution who had the aforementioned disorder, obtaining a relative improvement in the condition of the participants of between 1.3 and 1 in the indicators used to evaluate the impact.*

*Keywords— Alexithymia, Hyperrealistic Faces, Treatment, Computer generation.*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

# Aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas y su impacto en el tratamiento de personas que padecen Alexitimia

Lucía N. Aguilar-Chávez, Bach.<sup>1</sup>, Gary F. Cerdán-Rodríguez, Bach.<sup>1</sup>, Daniel A. Pérez-Aguilar, Eng.D.<sup>1</sup>, Manuel E. Malpica-Rodríguez, Dr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte (UPN) - Cajamarca, Perú

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Piura - Piura, Perú

N00219044@upn.pe, N00218178@upn.pe, daniel.perez@upn.pe, mmalpicar@unp.edu.pe

**Resumen**— *La alexitimia es un trastorno de la percepción de las emociones, generando problemas para describir los sentimientos y distinguir los estados físicos y emociones que los mismos conllevan; se ha reportado que aquellos que padecen este trastorno presentan dificultades a nivel social. La animación de personajes virtuales y la generación de rostros digitales se ha vuelto un tema relevante en lo que a trabajos con emociones se refiere, permitiendo el diseño y desarrollo de diferentes avatares digitales que permiten la expresión de emociones en los mismos, teniendo diversas aplicaciones desde la medicina hasta el entretenimiento. La presente investigación tuvo como objetivo principal, el desarrollo e implementación de una aplicación que genere expresiones faciales hiperrealistas para el tratamiento de personas que padecen Alexitimia, permitiendo que las mismas puedan practicar la capacidad de leer las emociones presentes en su entorno y así mejorar sus habilidades sociales. Se desarrolló la aplicación mencionada y se la aplicó a niños y adolescentes de una institución quienes presentaban el trastorno mencionado, obteniendo una mejora relativa en la condición de los participantes de entre 1.3 y 1 en los indicadores utilizados para evaluar el impacto.*

**Palabras clave**— *Alexitimia, Rostros Hiperrealistas, Tratamiento, Generación por computador.*

## I. INTRODUCCIÓN

El ámbito psicológico en las personas ha cobrado notoria relevancia en los últimos años, siendo actualmente una parte fundamental el cuidado del mismo, para mejorar las relaciones sociales con las personas de nuestro entorno. Siendo, la capacidad de cada persona para percibir e interpretar las emociones tanto propias como ajenas, la base de las interacciones sociales en el día a día. Es aceptado considerar que la inteligencia artificial puede realizar un importante aporte a condiciones psicológicas complejas, esto permitiría proveer una solución o en lo mínimo posible, un tratamiento para la alexitimia además de otros trastornos y déficits.

En lo referente a Alexitimia, esta se define como la dificultad de identificar, analizar y expresar las experiencias emocionales. Se ha reportado que quienes padecen de alexitimia, presentan dificultades a nivel social y en la percepción de distintos estímulos emocionales [1].

Además, puede definirse como un déficit comunicativo emocional, constantemente asociado con la tendencia a la impulsividad, un estilo de pensamiento concreto y la presencia de intensas sensaciones corporales, es más frecuente en el sexo masculino [2].

Si bien, investigaciones realizadas consideran que la Alexitimia, no posee un tratamiento específico; una investigación realizada por Stijin Vanheule en el año 2011 revela que el tratamiento de quienes padecen de alexitimia es más difícil, siendo que mientras más alto sea el grado de la condición, peor es el resultado al aplicar terapia [3].

Dalia Samur y su equipo explican que la investigación que gira en torno a la alexitimia y sus diferentes grados y facetas parece ser bastante desafortunada. Samur expresa que los estudios realizados indican que tan solo el 10% de la población tiene un nivel de alexitimia lo suficientemente alto, como para considerarlo un trastorno comunicacional patológico [4].

Es acertado mencionar que hay evidencia de que la alexitimia puede influir en el desarrollo de algunas enfermedades; el artículo de investigación presentado por Margarita Beresnevaite es una prueba de ello, ella presenta la influencia de esta condición en el curso de la enfermedad coronaria (CHD) [5].

Hasta donde se sabe no existe un tratamiento específico que permita a un paciente alexitímico superar los problemas que dicha condición genera; la opción aparentemente más acertada es el uso de psicoterapia, sin embargo, esta puede ser la menos óptima si de ayudar a personas con un alto grado en este trastorno se trata, tal y como se mencionó líneas arriba [4].

Mataji Kennedy y Juan Franklin describen el desarrollo de un tratamiento frente a la alexitimia basado en aumentar las habilidades propias del paciente, abordando 3 áreas específicas: la relación entre la alexitimia y lo vivido por la persona en sus primeros años de vida, la capacidad de identificar sentimientos y la expresión de los mismos [6].

Si bien no hay una solución directa o tratamiento que utilice la inteligencia artificial para la condición de Alexitimia, sí existen algunas investigaciones relacionadas a las emociones y la generación de rostros. Una investigación realizada por Atenas, Sahuenza y Valenzuela en 2019 que explica un modelo generativo de imágenes, denominado Deep Convolutional Generative Adversarial Networks (DCGANs) que tiene como reto el producir rostros humanos realistas para entretenimiento [7].

La animación de personajes virtuales es una herramienta bastante útil para expresar las emociones en los mismos, permite a quienes utilizan dichos personajes comprender mejor sus pensamientos. Una investigación desarrollada en 2014 por Miguel Mascaró propone la expresión de alegría para

personajes virtuales mediante la risa y la sonrisa, haciendo uso de Rigging facial, la cual enfoca la animación facial desde el punto de vista técnico y artístico poniendo un énfasis especial en el proceso de producción de las mismas [8].

Una tesis desarrollada en el año 2017, proporciona un punto importante respecto a la generación de emociones haciendo uso de recursos digitales; Rodrigo Vidal López, autor de la misma, considera que la generación de expresiones faciales basadas en emociones para criaturas virtuales es un tema relevante para la comunidad científica sobre todo en áreas como Psicología, Neurociencias y Ciencias Computacionales [9]. En esta investigación, se plantea el uso de recursos como la Inteligencia Artificial, agentes inteligentes, la computación bio-inspirada, entre otros, para lograr que una criatura virtual represente 5 emociones básicas; dichas emociones serán detonadas mediante estímulos presentes dentro de su propio espacio virtual.

Las redes GAN han generado un alto impacto en la visión artificial para la generación de imágenes realistas en el último tiempo, éstas poseen un diseño competitivo y lo combina con la retroprogramación; dando como resultado un par de redes, la red generativa G, encargada de la generación de imágenes y la discriminativa D, encargada de la clasificación de las mismas [10]. Mohana junto a su equipo utilizó la red GAN para entrenar un modelo diseñado para producir imágenes de rostros humanos a escala de muy buena calidad.

La generación de avatares puede resultar en una contribución importante al momento de plantear soluciones para el entrenamiento emocional de una persona, en este caso, Juan Diego Delgado y Darwin Duchi plantean el diseño de una aplicación haciendo uso de una interfaz Humano-Computador, para la generación de dos avatares utilizando la fotogrametría [11]. El modelo 3D fue obtenido a partir de la técnica antes descrita y modificado según las necesidades en la herramienta Blender, además de añadir reconocimiento facial al proyecto para el cumplimiento del objetivo planteado.

No se tienen registros de que se utilizará la inteligencia artificial para detectar o tratar la alexitimia, sin embargo, Arrebales cree que es posible su implementación haciendo uso de las técnicas correspondientes al Deep Learning, demostrando que estas son más eficientes que sus predecesoras las redes neuronales artificiales; el autor también expresa que dentro del contexto que implica la alexitimia, hay dos áreas específicas en las que merece la pena centrar el Deep Learning, la visión por computador y el procesamiento del lenguaje propio de un individuo [12].

Esta investigación es de importante desarrollo, debido a que su aplicación es innovadora y efectiva para abordar las necesidades de los pacientes que padecen Alexitimia; proporcionando la oportunidad de adaptar las pruebas y el tratamiento a la capacidad individual de cada paciente, además puede incluir el monitoreo continuo del progreso en el tratamiento de la condición y la mejora esperada.

La implementación de una aplicación de generación de rostros hiperrealistas podría suponer una alternativa a tratamientos de psicoterapia convencionales en casos como la

alexitimia, debido a que los mismos exploran otro modo de ayuda a los pacientes que padecen dicho trastorno, apelando a las capacidades y a los métodos didácticos que la tecnología y la inteligencia artificial pueden ofrecer en esta era.

Frente a lo descrito líneas arriba, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál sería la influencia de la implementación de una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas en el tratamiento de personas que padecen Alexitimia en una Institución, Cajamarca, 2023? Y al respecto se propuso la siguiente hipótesis: La implementación de una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas, influenciará de manera positiva en el tratamiento de personas que padecen Alexitimia.

Se tiene como objetivo general, medir la influencia de la implementación de una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas en el tratamiento de personas que padecen de Alexitimia.

Además se busca, analizar el grado de alexitimia padecida por los pacientes participantes en el estudio, haciendo uso de una encuesta basada en la escala de Toronto (TAS-20) para determinar un punto de partida en la respectiva condición; también se desea implementar la aplicación de escritorio planteada y por último se desea analizar el grado de alexitimia padecida por los pacientes participantes en el estudio, haciendo uso de una encuesta basada en la escala de Toronto (TAS-20) posterior a la implementación de la aplicación.

## II. METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en una Institución de la Ciudad, Provincia y Departamento de Cajamarca en un periodo de 2 semanas consecutivas, iniciando el 23 de octubre del 2023 y culminando el 03 de noviembre del mismo año.

La presente investigación corresponde al modelo racionalista o también conocido como enfoque cuantitativo, el cual, según Ugalde y Balbastre, es el más conveniente cuando se tiene un marco teórico previo capaz de fundamentar y definir diversos conceptos de forma concreta [13].

Juan Cárdenas explica que el enfoque cuantitativo se diferencia del enfoque cualitativo principalmente, porque los resultados de la investigación se expresan numéricamente o con datos estadísticos [14].

Además se desarrolló un estudio de nivel descriptivo, realizándose un análisis de casos independientes relacionados a pacientes que padecen alexitimia en diversos grados, los cuales utilizaron la aplicación planteada para el tratamiento respectivo del padecimiento.

Se contó además, con un diseño experimental, es decir que las variables han de ser manipuladas, constituyendo situaciones provocadas por los investigadores que permitirán corroborar la hipótesis plantada. Siendo así, se precisa que la investigación se desarrolló haciendo uso de parámetros clínicos, correspondientes a la escala de Toronto para determinar el diagnóstico del grado de alexitimia.

En el contexto planteado, se tuvo como población a 75 niños y adolescentes, que pertenecen a la Institución donde se ha

desarrollado la investigación. Se ha considerado un muestreo de 17 niños y adolescentes de entre 9 y 17 años que corresponden al perfil deseado, es decir, pacientes con diferentes grados del trastorno mencionado identificados por el área de psicología. El tamaño de la muestra se ha determinado por conveniencia, teniendo como base la disponibilidad de los pacientes para participar en la investigación, siendo un número bastante manejable.

Como técnica principal se utilizó la encuesta, la que permitió tener nociones del estudio generando un punto de partida (pretest) y permitiendo corroborar tanto los objetivos como la hipótesis posterior a la aplicación de la investigación (posttest); se utilizó la ficha de encuesta como instrumento de evaluación, la cual se realizó teniendo como base la TAS-20, una prueba que consta de 20 preguntas desarrolladas por Bagby, Parker y Taylor, quienes modificaron dicha encuesta en 1994 a partir de una versión anterior que constaba de 26 preguntas [5] Se diseñó dos fichas similares, una que se aplicó previo al desarrollo del estudio y otra aplicada posterior al mismo. Además se planteó utilizar como técnica adicional la observación directa, la cual tuvo como objetivo principal registrar el progreso de los pacientes durante el uso del software.

Para el desarrollo de la ficha de observación, se tomó en cuenta la norma ISO 25010 para la generación de dimensiones e indicadores a evaluar. En lo referente a criterios de evaluación, se está considerando la investigación desarrollada por Sifuentes y Peralta referente a la medición de usabilidad en productos de software, en la que especificaron la evaluación a la que estaría sujeto su instrumento en relación a la norma previamente mencionada [15].

Se ha utilizado una variante de la tabla correspondiente al nivel de importancia para la valoración de cada característica de la ISO 25010, adaptándola para que pueda ser aplicable a todas las dimensiones y no únicamente a la usabilidad, tal y como se muestra en la tabla I.

TABLA I  
ESCALA DEL NIVEL DE IMPORTANCIA

Nivel de importancia	Simbología	Significado
Alto	A	El grado de importancia de la característica es alto, se realizarán las mediciones.
Medio	M	La característica no posee una relevancia tan alta, pero puede o no ser medida dependiendo del criterio del evaluador.
Bajo	B	La característica no tiene relevancia y no será medida.
No Aplica	NA	La característica no se puede medir.

Luego se evaluó cada una de las características referentes a la ISO/IEC 25010 para determinar los indicadores que se utilizaron en la ficha de observación, tal y como se muestra en la tabla II.

TABLA II  
VALORACIÓN DE LAS SUBCARACTERÍSTICAS DE USABILIDAD

Característica	Subcaracterística	Nivel de Importancia
Adecuación Funcional	Complejidad funcional	M
	Corrección funcional	A
	Pertinencia funcional	B
Eficiencia de desempeño	Comportamiento temporal.	A
	Utilización de recursos.	M
	Capacidad.	NA
Compatibilidad	Coexistencia.	NA
	Interoperabilidad.	NA
Usabilidad	Reconocibilidad de la adecuación.	A
	Aprendizabilidad.	A
	Operabilidad.	A
	Protección contra errores de usuario.	A
	Estética de la interfaz de usuario.	A
Fiabilidad	Accesibilidad.	B
	Madurez	B
	Disponibilidad.	A
	Tolerancia a fallos.	M
Seguridad	Capacidad de recuperación.	NA
	Confidencialidad	M
	Integridad.	M
	No repudio.	NA
	Responsabilidad.	NA
Mantenibilidad	Autenticidad.	NA
	Modularidad.	NA
	Reusabilidad.	B
	Analizabilidad	NA
	Capacidad para ser modificado.	M
Portabilidad	Capacidad para ser probado.	B
	Adaptabilidad	B
	Capacidad para ser instalado.	M
	Capacidad para ser reemplazado.	NA

Se analizó las subcaracterísticas según la evaluación y frente a ello se completó la matriz de operacionalización, la cual contiene los indicadores piloto a utilizar en la ficha de observación.

Se utilizó la tabla de criterios de decisión para las métricas, tomada de la investigación de Sifuentes y Peralta, basada en la escala de Likert para la valoración de cada indicador durante las sesiones realizadas. En la tabla III se detalla dicha escala.

TABLA III  
ESCALA Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA INDICADORES

Escala	Puntuación	Criterio de evaluación
1	0 puntos	Bajo
2	2 puntos	Regular
3	3 puntos	Bueno
4	4 puntos	Excelente

En la tabla IV se resume las técnicas e instrumentos a utilizar.

TABLA IV  
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Técnica	Instrumento	Justificación
Encuesta	Ficha de encuesta (pretest)	Generar un punto de partida en la investigación.
Encuesta	Ficha de encuesta (posttest)	Corroborar la hipótesis y el cumplimiento de los objetivos planteados.
Observación directa	Ficha de observación	Evaluar el desempeño del paciente durante la investigación.

Para asegurar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se consultó a dos especialistas, quienes fueron los encargados de revisar y validar los instrumentos planteados para la investigación.

En lo referente a procesamiento y recolección de datos, así como para el análisis e interpretación de resultados, se estableció el siguiente procedimiento:

Inicialmente se realizó la aplicación de la ficha de encuesta de la investigación en su versión pretest. Cada paciente respondió esta ficha, teniendo en cuenta las respectivas instrucciones y se garantizó la confidencialidad de los pacientes participantes.

Posterior a ello, se realizó el procesamiento de los datos recopilados en el pretest, el cual buscó establecer un punto de partida en la investigación, así como identificar el nivel de dificultad con el que iniciaría cada paciente. Los datos fueron procesados en Excel para el posterior diseño del software.

Enseguida, se diseñó y elaboró el prototipo, además se realizó una investigación adicional de las herramientas a utilizar, buscando las más óptimas en el desarrollo del software. Es en esta etapa en la que se opta por trabajar con el motor gráfico unreal engine.

A continuación se desarrolló el software propuesto para la investigación, se diseñó bocetos para plasmar la idea de cómo se debería ver la aplicación. Se desarrolló una matriz de requerimientos, en la que se consideró criterios indispensables y necesarios para que la aplicación pudiese cumplir su propósito. Por último se desarrolló el software según las especificaciones diseñadas.

Una vez concluido el tiempo destinado al uso del programa por parte de los pacientes, se aplicó el posttest, el que permitió evaluar el avance del tratamiento de los pacientes y a la vez recopilar datos al concluir la investigación.

Se procesaron los datos obtenidos en el posttest, verificando así el progreso de los pacientes y las diferencias con las respuestas previas obtenidas durante el pretest.

Por último, se realizó la comparación de resultados, buscando corroborar la hipótesis y los objetivos planteados.

La figura 1 muestra el gráfico resumen correspondiente a un procedimiento planteado para la investigación.

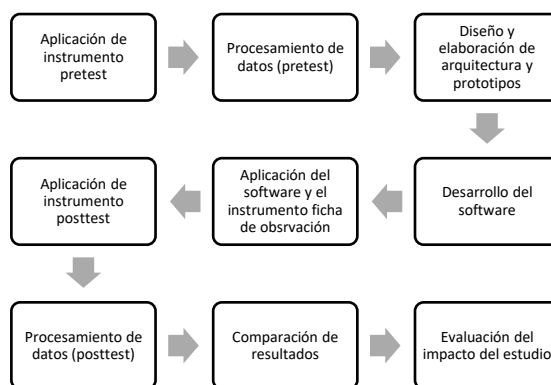


Fig. 1. Procesos de la investigación.

En lo referente a cuestiones éticas, se garantizó la seguridad y confidencialidad de los datos de cada paciente, además de la protección de los mismos. Se tomó todas las precauciones necesarias para la protección de los datos recopilados, almacenando los mismos de forma legal y segura, cuyo único acceso corresponde exclusivamente a los investigadores.

### III. RESULTADOS

Como resultados de la investigación se logró completar los objetivos de la misma, siendo así:

En lo referente al primer objetivo específico, se aplicó el pretest previamente validado, a 17 niños y adolescentes pertenecientes a la Institución donde se desarrolló el estudio. La ficha de encuesta aplicada permitió establecer una base de estudio con la que se dio inicio a la investigación. La figura 2, muestra el compilado por dimensiones del estudio.

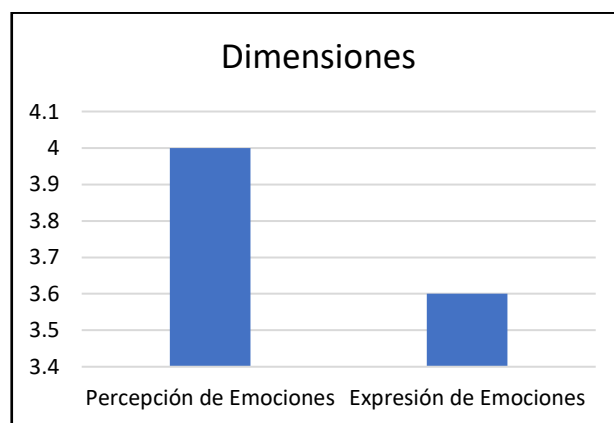


Fig. 2. Gráfica general de datos - Pretest.

Al observar el gráfico, se puede evidenciar los resultados agrupados según las dos dimensiones en las que se está evaluando el impacto de la investigación.

Se ha promediado las respuestas por indicador y posteriormente compilado en una sola columna, siendo la respuesta más utilizada “De acuerdo” y cuyo indicador es el número 4.

En la primera dimensión llamada percepción de emociones, la mayor parte de las repuestas a las 4 preguntas que componen esta dimensión fueron “De acuerdo”; por otro lado, en la segunda dimensión denominada expresión de emociones, en 2 de las 5 preguntas se presentó una variación, debido a ello, el promedio no es exacto.

A partir de lo presentado, se dedujo que los pacientes encuestados presentan diversas dificultades tanto en la percepción como la expresión de emociones, siendo que están de acuerdo con la mayoría de las interrogantes planteadas en el instrumento.

Referente al segundo objetivo específico, tal y como se mencionó previamente, se trabajó con unreal engine como motor gráfico, específicamente la librería metahuman para poder importar y animar personajes de rostros hiperrealistas. Se ha programado en el lenguaje denominado blueprint, el cual es un lenguaje visual original de unreal basado en c++. Este lenguaje se desarrolla mediante bloques.

Además, se ha utilizado una raspberry pi zero w2 para la creación del servidor en apache. Este servidor utilizó php para invocar un script de Python que genera un caso o historia, permitiendo que el paciente pueda identificar cómo se siente el personaje que observa en la pantalla; por ejemplo puede generar un rostro triste en el personaje y plantear la siguiente situación “A esta persona se le ha caído su helado al suelo, ¿Cómo crees que se siente?”, con ello el paciente puede deducir cómo se siente el personaje, en caso de que se le haga muy difícil, puede pedir una pista y el personaje esbozará el sentimiento como apoyo para la deducción. Para crear los casos e historias mencionadas se utilizó Chat GPT, un recurso creado por terceros que permite hacer solicitudes a la inteligencia artificial, la cual utiliza una arquitectura de redes neuronales llamada Transformer, la cual permite procesar y entender el contexto de palabras, generando respuestas coherentes frente a una petición.

Quedando la versión final lista para su aplicación, tal y como se muestra en las figuras 3 y 4.

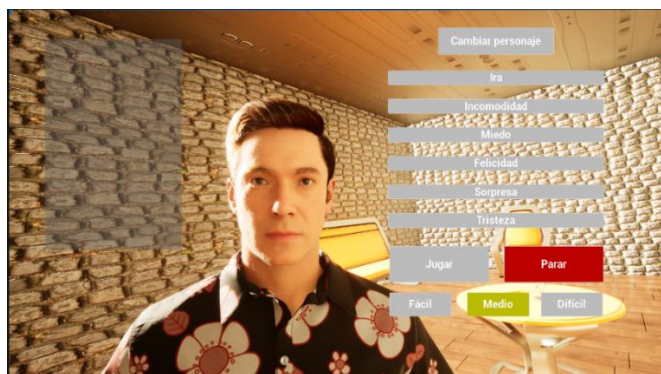


Fig. 3. Interfaz principal - Avatar Masculino

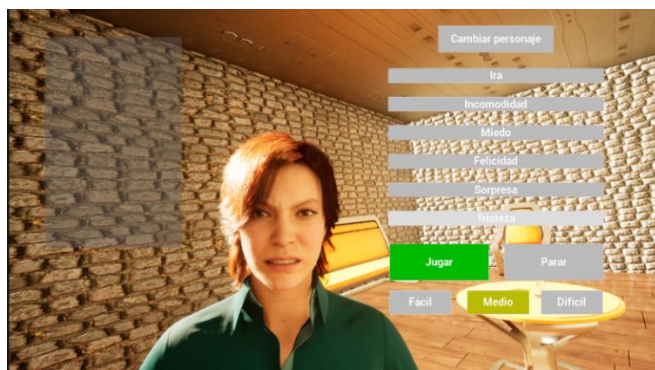


Fig. 4. Interfaz principal - Avatar Femenino

Durante la aplicación del software diseñado, se utilizó la ficha de observación que permitió evaluar el desempeño del software según los criterios planteados. Se aplicó una individualmente por caso, permitiendo registrar el comportamiento específico del software con cada uno de los pacientes.

Tal y como se mencionó previamente, se utilizó una escala tomada de la investigación de Sifuentes y Peralta, basada en la escala de Likert, la cual utiliza números del 1 al 4 y permitió establecer un puntaje de 0 a 68 que permitió evaluar los 13 criterios utilizados. La tabla III descrita líneas arriba y la tabla V describen a detalle lo antes mencionado.

TABLA V  
RANGO DE PUNTAJES COMO INDICADOR DE CALIDAD

Puntajes	Indicador de calidad de software según la ISO ISO/IEC 25010
0 – 17	Mala Calidad
18 – 34	Regular Calidad
35 – 52	Buena calidad
52 – 68	Excelente calidad

Una vez realizada la compilación de las fichas de observación, se obtuvo el puntaje de criterio, se decidió promediar y agrupar por dimensiones el puntaje de cada criterio, obteniendo lo que se describe en la figura 5.

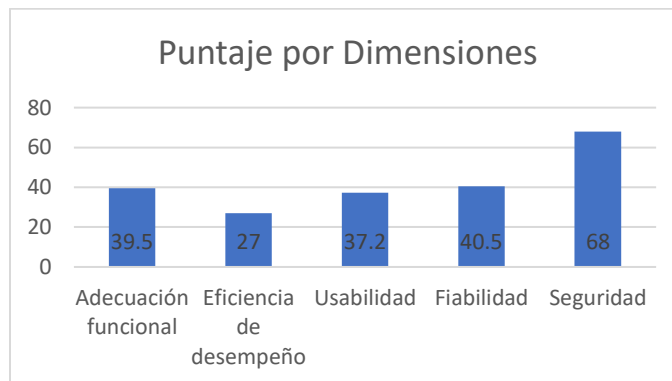


Fig. 5. Puntaje por dimensiones - Ficha de Observación

Del gráfico presentado, se puede deducir que el software ha tenido un buen desempeño en la mayor parte de criterios



durante las 8 sesiones de aplicación con los pacientes, revelando que, de acuerdo a la escala establecida, el software posee una regular calidad en eficiencia de desempeño, una buena calidad en adecuación funcional, usabilidad y fiabilidad; una excelente calidad en seguridad.

En lo referente al tercer objetivo específico, una vez concluido el estudio, se aplicó el posttest previamente validado, a los mismos 17 niños y adolescentes participantes de la aplicación del software en la Institución donde se desarrolló el estudio. La ficha de encuesta aplicada permitió conocer el impacto posterior al desarrollo de la investigación. La figura 6 muestra el compilado por dimensiones del estudio.

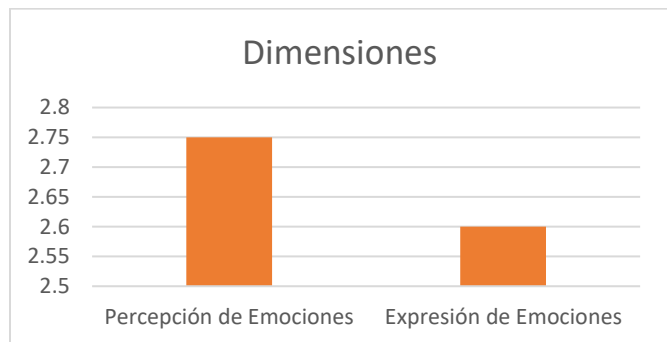


Fig. 6. Gráfica general de datos - Posttest

Al observar el gráfico, se puede evidenciar los resultados agrupados según las dos dimensiones en las que se está evaluando el impacto de la investigación.

Se ha promediado las respuestas por indicador y posteriormente compilado en una sola columna, siendo la respuesta más utilizada “Desacuerdo” y cuyo indicador es el número 2. El número no es exacto debido a que hay dos preguntas, una por indicador, cuya mayoría de respuestas fueron “Muy de acuerdo”; sin embargo, esto no es negativo dado el contexto de ambas preguntas.

En la primera dimensión llamada percepción de emociones, la mayor parte de las repuestas a 3 de las 4 preguntas que componen esta dimensión fueron “Desacuerdo”, mientras que de la restante fue “Muy de acuerdo”; por otro lado, en la segunda dimensión denominada expresión de emociones, en 4 de las 5 preguntas, la mayoría de respuesta fue “Desacuerdo”, mientras que en la restante fue “Muy de acuerdo”.

A partir de lo presentado, se dedujo que posterior a las sesiones desarrolladas en las que los pacientes pudieron utilizar el software, se evidencia una mejora en las dificultades tanto en la percepción como la expresión de emociones encontradas inicialmente; siendo que revelaron estar en desacuerdo con la mayoría de las interrogantes planteadas en el instrumento, según el contexto propio de cada pregunta.

Por último, respecto al objetivo general, se procede a realizar la comparativa entre los resultados del pre y post test para determinar si dicho objetivo se cumple y realmente se ha logrado impactar de manera positiva, en el trastorno que presentan los pacientes participantes de la investigación.

La figura 7 muestra el compilado por dimensiones del estudio además de una comparativa con el pretest aplicado al inicio de la investigación.

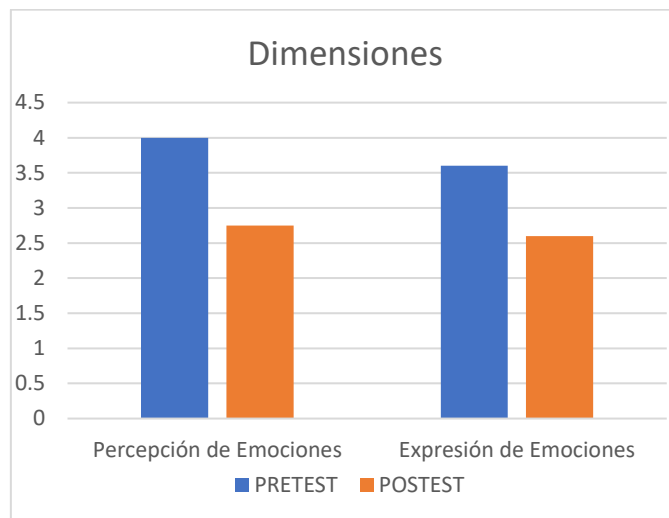


Fig. 7. Gráfica general de datos – Comparativa Pretest y Posttest

Al observar el gráfico, se puede evidenciar los resultados agrupados según las dos dimensiones en las que se está evaluando el impacto de la investigación.

Se ha promediado las respuestas por indicador y posteriormente compilado en una sola columna, tanto del pretest como del posttest.

A partir de lo presentado, se dedujo que los pacientes encuestados, presentan una mejora frente a las dificultades iniciales padecidas tanto en la percepción como la expresión de emociones, siendo que posterior al estudio, están en desacuerdo con la mayoría de las interrogantes planteadas en el instrumento, según el propio contexto de las mismas.

Esto demuestra que se ha realizado un impacto positivo en el tratamiento de la alexitimia, los pacientes presentan una mejoría en dicha condición que afecta a la percepción y expresión de diversas emociones.

Lo presentado permite comprobar que los instrumentos desarrollados permitieron medir con éxito la influencia de la implementación de una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas en el tratamiento de personas que padecen de Alexitimia, revelando que se puede generar una mejoría en dicha condición.

#### IV. CONCLUSIONES

La investigación desarrollada presentó diversas limitaciones entre las que se destacan la dificultad respecto a encontrar antecedentes, el tiempo, el consumo de recursos y la disponibilidad de los participantes. Encontrar antecedentes directos a la investigación, es decir, el uso de algún tipo de tecnología para el tratamiento de Alexitimia fue bastante complicado debido a que dicho trastorno suele tratarse con

métodos específicos del campo médico-psicológico, tales como la psicoterapia. Debido a fallas iniciales en la coordinación con la Institución y al posterior cambio de la misma, hubo una reducción de tiempo, que a su vez generó la disminución del número de sesiones propuestas inicialmente. El uso de equipos, el internet y el consumo de recursos fue un problema recurrente durante la aplicación del software, debido a la baja señal, a la dependencia al internet de la aplicación y a la alta demanda de recursos de la misma; lo que produjo ligeros retrasos por sesión con cada uno de los participantes. Finalmente, la disponibilidad de los menores participantes también fue una limitación considerable que afectó la investigación, siendo que se debió adaptar los tiempos de la investigación al tiempo con el que contaban los pacientes.

Referente a las implicancias; se considera que la investigación posee de tipo prácticas, teóricas, sociales y tecnológicas.

En lo referente a implicancias prácticas, el software desarrollado ha permitido que la participación de los pacientes en el estudio sea interactiva y divertida, debido a que fue diseñado de manera similar a un juego con diversas dificultades. Además, el uso de un avatar interactivo que realice diversas emociones permite que la interacción sea más interesante para los participantes.

Desde un enfoque teórico, esta tesis permite respaldar la idea de que es posible tratar diversas condiciones psicológicas como la alexitimia, a través del uso de la tecnología, la inteligencia artificial y otros medios como avatares que suelen estar relacionados al ámbito de entretenimiento. Este enfoque permite demostrar que la tecnología, con el uso adecuado, puede convertirse en un aliado importante para los psicólogos.

Además la metodología utilizada para la investigación puede utilizarse como base de evaluación de la calidad de software, ello debido a que se utilizaron escalas e indicadores basados en los estándares ISO/IEC 25010 para la evaluación del desempeño del software desarrollado.

En el ámbito social, la investigación desarrollada se presenta como una alternativa al tratamiento típico de la alexitimia, basado comúnmente en psicoterapia. Se puede presentar como alternativa altamente eficiente para el tratamiento de este trastorno, especialmente en niños.

Por último del punto de vista tecnológico, la implementación del software como sistema de apoyo para el tratamiento de la Alexitimia demuestra la capacidad de la implementación tecnológica para el apoyo del tratamiento de diferentes condiciones psicológicas. En base al análisis realizado, se concluye que: se ha logrado medir la influencia de la implementación de una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas en el tratamiento de personas que padecen de Alexitimia, teniendo como pacientes a niños y adolescentes de 9 a 17 años de una institución en la ciudad de Cajamarca. Se logró además, analizar la gravedad del trastorno de manera individual al inicio del estudio, permitiendo establecer un punto de partida para la instigación, siendo que la mayoría de los pacientes estaban de acuerdo con los enunciados

presentados en la encuesta. Posterior a ellos se diseñó, desarrolló e implementó una aplicación de generación de expresiones faciales hiperrealistas para el tratamiento correspondiente. Por último, se logró analizar el grado de alexitimia de los pacientes participantes en la investigación posterior al desarrollo de ésta, determinando que sí se logró influenciar de manera positiva en los pacientes; evidencia de ello es la reducción en 1,3 (Percepción de emociones) y 1 (Expresión de emociones) en los indicadores destinados a evaluar el trastorno en los participantes.

Finalmente se recomienda, gestionar con mayor antelación la institución donde se aplicará el estudio para evitar mayores inconvenientes relacionados al tiempo de las sesiones y la disponibilidad de los participantes; del mismo modo se recomienda establecer la creación de usuarios individuales para cada paciente para así optimizar el registro manual del progreso de los mismos.

#### REFERENCIAS

- [1] E. S. Martínez-Velázquez, L. G. Conde Mota, and G. García-Aguilar, "Evaluación de la percepción socio-emocional en personas con Alexitimia," *Escritos de Psicología (Internet)*, vol. 13, no. 1, pp. 13–22, Jul. 2020, doi: 10.24310/ESPSIESCPSI.V13I1.10074.
- [2] F. Alonso-Fernández, "La alexitimia y su trascendencia clínica y social," *Salud mental*, vol. 34, no. 6, pp. 481–490, 2011, Accessed: Apr. 14, 2023. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33252011000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33252011000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- [3] S. Vanheule, P. Verhaeghe, and M. Desmet, "In search of a framework for the treatment of alexithymia," *Psychology and Psychotherapy: Theory, Research and Practice*, vol. 84, no. 1, pp. 84–97, Mar. 2011, doi: 10.1348/147608310X520139.
- [4] D. Samur, M. Tops, C. Schlinkert, M. Quirin, P. Cuijpers, and S. L. Koole, "Four decades of research on alexithymia: Moving toward clinical applications," *Front Psychol*, vol. 4, no. NOV, p. 861, Nov. 2013, doi: 10.3389/FPSYG.2013.00861/BIBTEX.
- [5] M. Beresnevaite, "Exploring the Benefits of Group Psychotherapy in Reducing Alexithymia in Coronary Heart Disease Patients: A Preliminary Study," *Psychother Psychosom*, vol. 69, no. 3, pp. 117–122, Jun. 2000, doi: 10.1159/000012378.
- [6] M. Kennedy and J. Franklin, "Skills-based Treatment for Alexithymia: An Exploratory Case Series," *Behaviour Change*, vol. 19, no. 3, pp. 158–171, 2002, doi: 10.1375/BECH.19.3.158.
- [7] F. Atenas, F. Sanhueza, and C. Valenzuela, "Redes Neuronales Adversarias Convolucionales para Generación de Imágenes," 2016.
- [8] M. Mascaró Oliver, "Expresión de emociones de alegría para personajes virtuales mediante la risa y la sonrisa," 2014, Accessed: Apr. 14, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/2583>
- [9] R. Vidal López, "Generación de expresiones faciales basadas en emociones para criaturas virtuales," UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO, Ciudad de México, 2017.
- [10] Mohana, D. M. Shariff, H. Abhishek, and D. Akash, "Artificial (or) Fake Human Face Generator using Generative Adversarial Network (GAN) Machine Learning Model," *2021 4th International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies, ICECCT 2021*, 2021, doi: 10.1109/ICECCT52121.2021.9616779.
- [11] J. D. Delgado Barrera and D. D. Duchi Farez, "Desarrollo de una interfaz humano-computador mediante la animación de avatares generados a partir de fotogrametría," 2021, Accessed: May 04, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21214>



- [12] R. Arrabales Moreno, "Evaluación y Tratamiento de la Alexitimia con Herramientas de Inteligencia Artificial," 2019.
- [13] N. Ugalde Binda and F. Balbastre Benavent, "Investigación cuantitativa e Investigación cualitativa: buscando las ventajas de las diferentes metodologías de Investigación," 2013.
- [14] J. Cárdenas, "Investigación cuantitativa," 2018, doi: 10.17169/refubium-216.
- [15] Y. M. Sifuentes Díaz and J. L. Peralta Luján, "Dialnet-ModeloDeMedicionYEvaluacionDeCalidadDelSoftwareBas-8510614," pp. 11–22, 2022.