INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

# Arte Interactivo desde la Danza para Estimular la Expresión Personal en Jóvenes con TEA

## Interactive Art from Dance to Stimulate Personal Expression in Young People with ASD

**Nicolás Araya**
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
nicolas.araya@uam.es

**Javier Gomez**
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
jg.escribano@uam.es

**Germán Montoro**
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
german.montoro@uam.es

Recibido: 15.10.2023 | Aceptado: 30.11.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.98

## Palabras Clave

Interfaz corporal

Programación Creativa

Danza Movimiento Terapia

## Resumen

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) refiere a afectaciones a nivel social y cognitivo. El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo, que implica un rango de manifestaciones que afecta la interacción social, comunicación, aprendizaje y formación de hábitos. La Danza Movimiento Terapia (DMT) ayuda a personas diagnosticadas con TEA que tienen déficits en el movimiento y comunicativas a integrarse en la sociedad.

Estas intervenciones hoy en día recurren a medios tecnológicos para generar mayor participación, sin embargo, pocas han utilizado el baile como un medio expresivo y creador. Se plantea un primer acercamiento para medir la usabilidad de una herramienta orientada al baile con el fin de crear una pieza grafica con herramientas de programación creativa. La evaluación ha dado aspectos interesantes para plantear una herramienta orientada a dicho fin en contextos terapéuticos para niños con TEA.

Esta investigación busca plantear las bases para el diseño, implementación y evaluación de una herramienta interactiva basada en la programación creativa, para incentivar la expresión corporal en niños con TEA.

## Keywords

Autism

Embodied interface

Creative Coding

Dance Movement Therapy

## Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) refers to social and cognitive impairments. Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder, which involves a range of manifestations that affect social interaction, communication, learning and habit formation. Dance Movement Therapy (DMT) helps people diagnosed with ASD who have movement and communication deficits to integrate into society.

These interventions today resort to technological means to generate greater participation; however, few have used dance as an expressive and creative means. A first approach is proposed to measure the usability of a dance-oriented tool to create a graphic piece with creative programming tools. The evaluation has provided interesting aspects to propose a tool aimed at this purpose in therapeutic contexts for children with ASD.

This research seeks to lay the foundations for the design, implementation and evaluation of an interactive tool based on creative programming, to encourage body expression in children with ASD.

## 1. Introducción

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es una familia de afectaciones a nivel social, comunicativo y conductual (American Psychiatric Association, 2013). Este trastorno del neurodesarrollo es detectable desde muy temprana edad y hoy en día cuenta con una prevalencia de 1 en 100 niños diagnosticados anualmente (Zeidan et al., 2022).

Comúnmente, este grupo de personas presentan déficits en el desarrollo de habilidades sociales, motrices y expresión de las emociones. Además, se incluyen afectaciones en el desarrollo motriz, movimientos y del habla. Es por ello, que, dependiendo de la severidad de su diagnóstico, pueden requerir de acompañamiento terapéutico en etapas iniciales o incluso, de por vida (Lord et al., 2020).

El arte terapia, sirve para dar una expresión libre de las emociones y expresiones más profundas, por medio de la realización de una pieza artística que refleje un estado interno. Es una alternativa para personas que no se pueden comunicar verbalmente y brinda un espacio para la expresión personal.

A su vez, la Danza Movimiento Terapia (DMT) es un tipo de terapia que se centra en la danza y movimiento como motor de cambio. Aplicada como arte terapia, ha tenido un impacto positivo en personas con TEA para el desarrollo de habilidades motrices, autonomía y expresión de las emociones.

Las tecnologías aportan en la creación de nuevas herramientas para el desarrollo de nuevas formas visuales y creadoras. El aporte en el arte terapia se ve favorecido con nuevas posibilidades digitales.

La programación creativa puede aportar desde el desarrollo de código para la expresión y las artes visuales, que se enriquece con otras áreas de la Interacción Humano Ordenador, tales como la computación afectiva. Asimismo, se puede plantear una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de una herramienta que explore la corporalidad y la expresión en personas con TEA.

El presente trabajo busca plantear las ideas y un primer acercamiento hacia una herramienta que permita crear una pieza visual en una intervención desde el baile para niños con autismo.

## 2. Estado del Arte

### 2.1 Revisión de literatura.

Durante los últimos años, los trabajos tecnológicos de accesibilidad han ido en aumento y abordando diferentes grupos de usuarios. Se ha revisado en la literatura científica, para indagar acerca a los trabajos más recientes que aborden el DMT para personas con TEA. Para ello, se ha hecho una revisión según la metodología PRISMA (Page et al., 2021) con más de 80 publicaciones recolectadas en bases de datos científicas.

En la mayoría de los casos, los contextos refieren a intervenciones de terapia tanto para el desarrollo motriz como de habilidades personales. Las principales áreas de aplicación refieren a terapia a través de juegos, videojuegos, estudios de comportamiento y baile recreativo.

A nivel de tecnología, se reconocen los principales grupos:

1. **Robots de Asistencia Social (SAR).** Se prefiere el uso de robots como el robot NAO, que genera interés en el público infantil debido a su tamaño y forma humanoide. Suelen ser más utilizado en intervenciones de imitación y coordinación de movimientos.
2. **Proyecciones.** Aplicaciones que proyectan imágenes en las paredes o suelos, acompañadas de un sensor de movimiento, ordenador y proyector. Su uso es frecuente para juegos que usan el movimiento del cuerpo o *exergames*.
3. **Realidad Extendida (XR).** La realidad virtual (VR) y aumentada (AR) se hace presente al incorporar elementos y personajes que interactúan con los usuarios para indicar movimientos. Suelen estar presentes en aplicaciones gamificadas.
4. **Videojuegos.** Por medio de los videojuegos se han desarrollado sensores de detección de movimiento como los de Wii o Kinect, además de guiar al usuario para coordinar sus movimientos.
5. **Objetos inteligentes.** Por medio de interfaces de táctiles y *wearables*, se puede evaluar el movimiento de manera más precisa en escenarios controlados, que aportan más variabilidad a los datos recolectados.

El principal grupo de usuarios son niños con autismo, en un rango de edad entre los 5 y 12 años. Generalmente, cuentan con el apoyo de un adulto responsable o tutor, que puede acompañar o participar en la intervención. La participación de los terapeutas puede ser presencial, remota o virtual, en algunos casos con vídeos grabados previamente que se muestran en las aplicaciones.

Se han estudiado algunos trabajos que aplican la DMT utilizando medios tecnológicos para impulsar las habilidades de niños con autismo. Estas aplicaciones han sido evaluadas en pequeños grupos de niños con TEA en contextos terapéuticos que han tenido buenos resultados. Algunos ejemplos son:

- OSMoSIS es un juego musical y corporal, que convierte los movimientos en sonidos. Utiliza una Kinect para captar el cuerpo del niño que participa en el juego, con el fin de medir la sincronía motriz y social (Ragone et al., 2020).

- DanceCraft es un sistema de uso remoto, que por medio de vídeos de un instructor de DMT permite que los niños jueguen para imitar sus movimientos. Utiliza un sensor Kinect y ha tenido una buena recepción por parte de los grupos familiares que lo han probado (Ringland et al., 2019).
- Choreografish es un videojuego de realidad virtual (VR) que simula una coreografía para el movimiento de un banco de peces. El objetivo es reducir la ansiedad social de los participantes, al permitir controlar el ritmo y movimiento de una creación artística (Altizer et al., 2018).
- ExpressiveBall es un prototipo de una bola tangible que cuenta con diferentes sensores, para estimular la estimulación de los sentidos. El objetivo es lograr la expresión de niños con TEA con bajas habilidades verbales, por medio de seis actividades corporales (Wilson et al., 2020).

### 2.2 Programación Creativa

La programación creativa es el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo y elaboración de proyectos artísticos y expresivos. Su filosofía es de acercar el código a personas que provienen de ámbitos de las industrias creativas, y así extender sus posibilidades de creación con medios tecnológicos. También se ha utilizado para motivar a personas de diferentes disciplinas a generar un contenido en base a conceptos que pueden traducir a lenguaje de máquina. Algunas librerías comúnmente usadas son Processing y su versión web p5.js, Arduino para proyectos del movimiento *maker* y programas de software para el diseño interactivo como TouchDesigner.

En el contexto de este trabajo, la programación creativa permite diseñar una herramienta que sea accesible, innovadora y extensible por terapeutas, artistas y bailarines que trabajen en DMT. Por medio de la creación artística, se pueden desarrollar habilidades sociales y expresivas que motivan al usuario para explorar su mundo interno y posibilidades artísticas.

Un ejemplo es DanceON es un sistema de programación centrado en la educación que permite a los usuarios crear animaciones visuales en respuesta a datos de movimiento corporal, con el objetivo de involucrar a chicas jóvenes de color en la creación de artefactos computacionales artísticos dentro de experiencias de aprendizaje de danza culturalmente relevantes (Payne et al., 2021).

En resumen, la DMT se puede beneficiar de las corrientes creativas de la programación, para apoyar nuevas herramientas que estimulen el desarrollo creativo. Recientemente, a raíz del confinamiento causado por la pandemia COVID-19, los psicoterapeutas que practican la DMT han tenido que buscar vías remotas y en línea para su trabajo, demostrando resultados similares de empatía y exploración corporal (Garcia-Medrano, 2021). Actualmente, se necesita seguir documentando estos procesos y plantear herramientas que puedan adaptarse a estos retos, de manera de conseguir un efecto novedoso y estimulante para este grupo de usuarios.

## 3. Metodología y prueba de concepto

### 3.1 Movarte: el baile como medio creador

Se propone un primer acercamiento para evaluar una interfaz corporal que permita crear una pieza gráfica, desarrollada con herramientas de programación creativa.

Movarte surge como una propuesta de arte interactivo que pretende establecer vínculos entre el movimiento y una imagen visual dinámica.

Para el reconocimiento de poses y movimientos corporales, se utilizó un modelo de redes neuronales, que fue asociado a una biblioteca en JavaScript para producir imágenes gráficas dentro de un navegador web.

Además, se hace referencia a el concepto de proxémica, para establecer zonas imaginarias que permitían realizar variaciones al generar la imagen final. En particular, se pretende investigar sobre el uso de las zonas proxémicas como una forma de generar capas para crear una imagen compuesta de figuras geométricas simples.

Para las gráficas visuales se utilizó p5.js, una biblioteca de JavaScript que permite la programación creativa. Está basado en Processing, un software flexible pensado para las artes visuales. Adicionalmente, se utilizó la biblioteca ml5.js, que “provee acceso a algoritmos de Machine Learning y modelos en el navegador” (ml5 - A friendly machine learning library for the web, s. f.).

Desde esta biblioteca, se utilizó el modelo PoseNet, que permite la estimación de poses humanas en tiempo real. En particular, entrega un objeto con las coordenadas bidimensionales y porcentaje de confiabilidad de 17 puntos focales del cuerpo humano (PoseNet, s. f.).

La aplicación web cuenta con seis zonas proxémicas que representan una capa de la imagen que el usuario puede manipular. Para fijar una zona, es necesario acercarse hasta que se indica estar en la zona siguiente. Estas son:

- Primera zona: Permite elegir el color de fondo al variar la posición vertical de los codos y horizontal de la cintura. Se eligen los valores RGB, donde el codo derecho representa el canal rojo, el codo izquierdo el verde y la cintura derecha el azul.
- Segunda zona: Permite elegir la posición de líneas que se alinean con la posición de los antebrazos, midiendo desde el codo a la muñeca. Los colores son tríada del color anterior.

- Tercera zona: Se dibuja un triángulo cuyos vértices son los puntos de cada hombro y el punto medio entre los puntos de cada cadera. El color es el complementario al del fondo.
- Cuarta zona: Permite generar una secuencia de círculos de diferentes colores y tamaños, que siguen la posición de la muñeca y codo para cada brazo.
- Quinta zona: Se forman dos triángulos que tiene de vértices cada oreja, ojo y nariz como punto en común. Los colores son tríada del color de la tercera zona.
- Sexta zona: Se forman círculos de tamaños diferentes cuyo centro es la nariz. A diferencia de la tercera zona, estos se crean cada 2 segundos.

Al haber completado estas zonas, se puede descargar la imagen final (ver Figura 1).

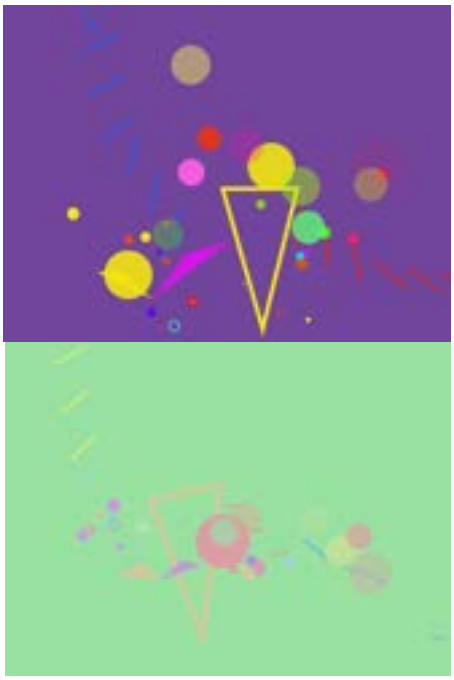


*Figura 3. Piezas gráficas generadas con Movarte.*

Con el fin de evaluar la experiencia, se ubicó una encuesta ubicada dentro de la página web. La primera parte consiste en el Cuestionario de Experiencia de Usuario (UEQ), junto con 2 preguntas propias.

El UEQ es “un cuestionario rápido y confiable para medir la experiencia del usuario de productos interactivos” (User experience questionnaire, s. f.). Consta de 26 preguntas de pares de palabras opuestas en las que el usuario evalúa el nivel de identificación de un adjetivo sobre otro, en una escala de siete puntos. Esto permite evaluar las escalas de: Atracción, Transparencia, Eficiencia, Controlabilidad, Estimulación y Novedad. Además, separa la medición de calidad en nivel pragmático y hedónico. Se utilizó la versión en español y los resultados son procesados por la herramienta de análisis de datos provista en su sitio web.

En cuanto a las preguntas de elaboración propia, se quiere conocer en qué tipo de áreas puede ser útil un sitio web como este, evaluar la diversidad de elementos visuales, identificar los aspectos rescatables de esta experiencia y postular posibles mejoras. A continuación, se presentan las preguntas utilizadas:

- Pregunta 1: ¿Para cuales áreas o aplicaciones consideras útil este sitio web?

  *Opciones*: Ocio, Creación artística, Performance, Ejercicio físico, Baile, Terapia, Kinesiología y Otro.

- Pregunta 2: Pensando en una nueva versión, ¿qué aspectos crees que se pueden explorar y mejorar?

### 3.2 Etapas de evaluación

#### *3.2.1 Evaluación de caso de estudio*

Se revisarán las propuestas para mejorar el sistema y avanzar hacia una integración en contextos educativos o de uso diario. Se incorporarán los cambios respecto a los avances tecnológicos y de una nueva revisión de la literatura, así como propuestas de investigadores y expertos del área. Se definirán nuevos casos de estudio para plantear talleres y sesiones que fomenten la creatividad aplicados en escuelas y centros de apoyo para niños con TEA.

#### *3.2.2 Integración en otros contextos*

Se prevé contar con un grupo activo de participantes, de entre 10 y 20 niños con TEA y sus familiares. Durante un tiempo definido se desarrollarán sesiones de exploración creativa por medio del sistema planteado. La evaluación corresponderá a la complejidad de la pieza artística creada, así como de su experiencia y usabilidad con aplicaciones de este tipo. Todas las etapas de integración contarán con entrevistas a personas expertas provenientes de centros interesados en colaborar.

## 4. Resultados

Como prueba de concepto, se realizó un estudio sobre la usabilidad y aceptación de Movarte como una herramienta que aporta a la validez de la presente investigación. Inicialmente, se pretende validar con personas no expertas en los temas que se abordan en este proyecto, que permitan dar una mirada externa y tengan diferentes niveles de conocimiento tecnológico o artístico.

Para ello, se reclutó a un grupo de 15 participantes de entre 18 y 54 años, que se les fue enviado el enlace con la página del proyecto y algunas indicaciones sobre su uso. Los usuarios realizaron las pruebas en sus hogares, con diferentes cámaras web, ordenadores, navegadores de internet, espacios y condiciones ambientales, para evitar condicionar una respuesta bajo parámetros definidos. Se les invitó a explorar libremente la herramienta, a generar al menos una imagen que podían

opcionalmente compartirla en la galería. Al final, se les pidió que respondieran al UEQ y las preguntas planteadas.

Los resultados de la encuesta para los pares de ítems se están en la Figura 2. Se puede apreciar una alta puntuación para las características de original, innovador, bueno, creativo y activante. Por otra parte, se ha considerado impredecible por una mayoría de usuarios, y en menor medida, confuso, difícil de aprender y sobrecargado.

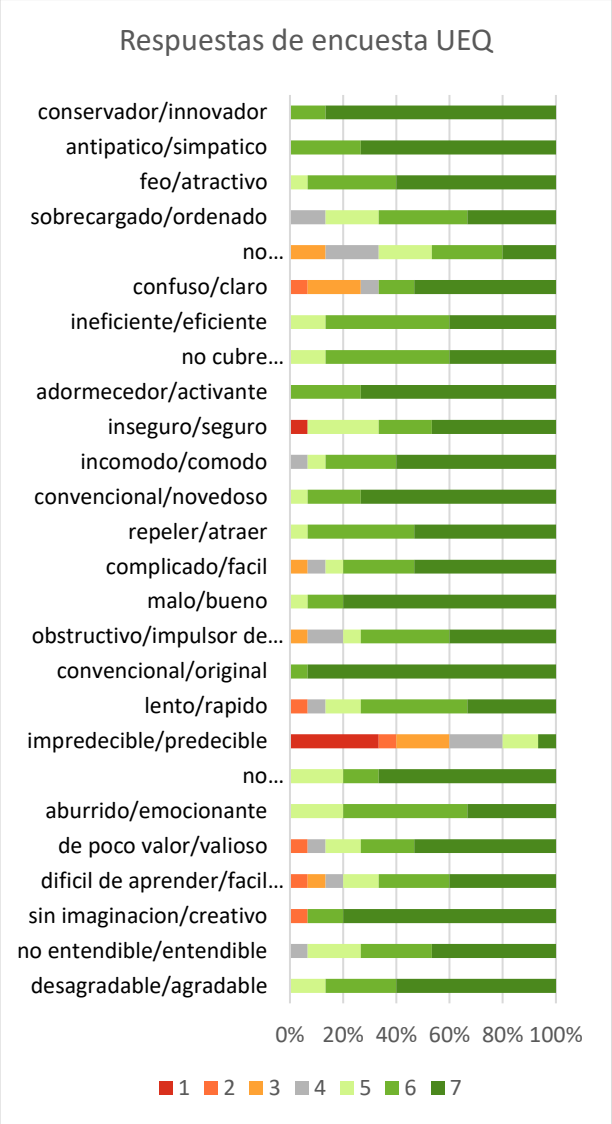



*Figura 2: Resultados del UEQ*

En cuanto a los promedios de niveles de calidad aportados por el UEQ (ver Tabla 1), destacan la atracción y calidad hedónica con un 2,56 y 2,54, respectivamente. La calidad pragmática baja casi un punto con un 1,63. Este cambio se explica, debido a los promedios de las escalas del UEQ, que se presentan en la Figura 3.

*Tabla 1: Niveles de calidad de UEQ*

| Nivel de Calidad | Promedio |
|---|---|
| Atracción | 2,56 |
| Calidad Pragmática | 1,63 |
| Calidad Hedónica | 2,54 |

La novedad obtiene la mayor valoración con un 2,75, seguido de la atracción con un 2,56 y estimulación con un 2,33. Estos tres niveles han superado el límite de la excelencia y son las cualidades que más han llamado la atención de los participantes. La transparencia y eficiencias se posicionan en el nivel de bueno con 1,87 y 1,78, respectivamente. Por último, la controlabilidad es el nivel más bajo de todos, y se encuentra levemente sobre el promedio con un 1,25.

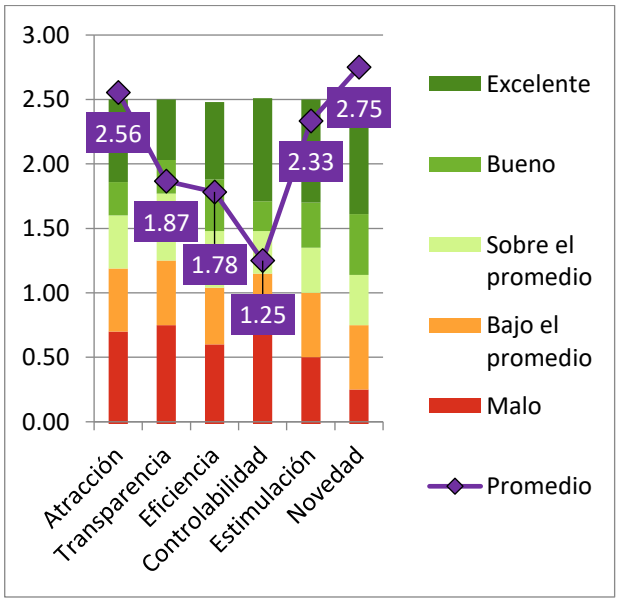



*Figura 3: Niveles según escalas de UEQ*

Al momento de responder las preguntas propuestas, los usuarios explican el motivo de sus valoraciones anteriores en el cuestionario estándar. En la Pregunta 1, 14 de los 15 usuarios responden que ven adecuada esta aplicación para su uso en la creación artística. Dos tercios de los encuestados afirman que puede ser aplicada en terapia, y algo más de la mitad de ellos, responde para baile y ejercicio físico. Las demás categorías en orden decreciente fueron de actividades de ocio, performance, kinesiología y otros, sin especificar (ver Figura 4).

Respecto a la Pregunta 2, los usuarios responden que la aplicación es novedosa y divertida, que se puede adaptar a un uso en el hogar o remoto. En los aspectos a mejorar destacan: mayor fluidez en la captura del movimiento, mayor variedad de figuras y colores, opciones en 3 dimensiones (3D), insertar imágenes o iconos, mayor control de los parámetros.

En general, notan que hasta que no se sitúan utilizando la herramienta no ven cómo pueden controlarla, que hay factores que no pueden controlar fácilmente y existe un poco de

confusión en el uso de las capas por zonas proxémicas. Sin embargo, notan que puede mejorar y aportar bastante a un contexto dinámico e innovador, la experiencia de compartir las imágenes en la galería estimula a que participen en variadas ocasiones y sigan explorando las posibilidades que se ofrecen.

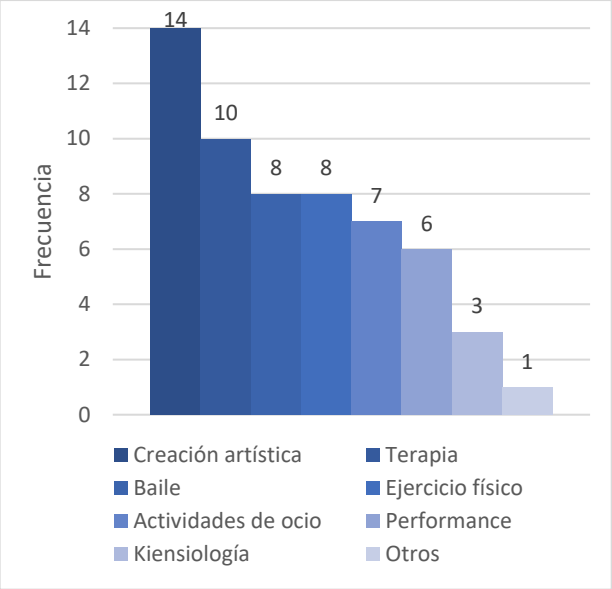



*Figura 4: Áreas de contextos posibles para Movarte*

## 5. Discusión

Como prueba de concepto inicial, se puede ver que Movarte ha generado una buena aceptación y ha dado espacio a debatir posibles mejoras. A nivel general, demuestra ser atractiva para un público general no especializado, logrando altos niveles de calidad hedonista y atractiva, en base la valoración positiva en cuanto a la novedad, atracción y estimulación.

Al variar los colores por niveles aleatorios y según cada color base escogido, las imágenes son únicas para cada experiencia, sumado a la posibilidad de compartirlas en la galería, invita a los usuarios a participar activamente para explorar nuevos resultados. Por otro lado, lo aleatorio juega un factor que no permite la controlabilidad, lo que baja los niveles de predictibilidad y control sobre el resultado, reflejado en un nivel más bajo de calidad pragmática. Se debe seguir explorando para encontrar una manera que permita controlar el proceso creativo, pero sin limitarlo para que pierda la novedad o provoque frustración.

Adicionalmente, se deben aumentar las posibilidades gráficas y recursos audiovisuales. La librería p5.js permite manipular figuras básicas aunque son limitadas, se puede integrar 3D con three.js o Babylon.js para lograr una visión inmersiva. En esta línea, se puede explorar el uso de realidad virtual o aumentada, sin que su uso suponga un alto uso de cómputo o requerir hardware costoso que suponga perder la portabilidad de un sistema en línea. Algunas opciones por considerar para la web son AR.js, A-Frame y Argon.js.

Se debe estudiar cómo adaptar las tecnologías existentes a un entorno diseñado para personas con TEA. Para la detección del movimiento, si se eligen las cámaras web asociadas a un modelo de aprendizaje automático de reconocimiento corporal, se debe comprobar que su resultado es similar frente a cámaras de profundidad (RGB-D). De este grupo, Kinect es la más utilizada y validada en diferentes proyectos de investigación con niños con TEA, sin embargo, hoy en día está descontinuada; aunque existen alternativas, suponen un coste mayor y la necesidad de contar con el equipamiento necesario. El estudio entonces debe ser de las capacidades técnicas para captar la precisión de movimiento, tales como nivel de claridad, ángulo, resolución y distancia de cámara, así como la prevención para la obstrucción o capturas erróneas, tanto para uno o múltiples participantes.

Otro punto para valorar es la integración de los modelos matemáticos con las librerías gráficas y de programación creativa. Los datos de entradas suelen ser la posición en los ejes bidimensionales x e y, que son captados y el porcentaje de probabilidad de precisión. Alternativamente a PoseNet, Tensorflow (TensorFlow, s. f.) hoy cuenta con BlazePose y MoveNet, que aumenta la captura de 17 a 33 puntos corporales y faciales, o ser ejecutado con más de 50 fotogramas por segundo para dispositivos móviles y ordenador, respectivamente. Un modelo que ha tenido protagonismo en investigación es OpenPose (OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation, s. f.), que detecta diferentes puntos corporales y faciales, se debe evaluar su integración con p5.js o ml5.js.

Los resultados de las preguntas abiertas han dado una validación positiva para replicar el uso de Movarte en contextos de creación artística, terapia y baile, que es el foco de este trabajo. El siguiente paso es validar la herramienta con expertos en las líneas temáticas de TEA, terapeutas, artistas y familiares de personas diagnosticadas, para tener una visión global que permita plantear un caso de uso concreto que se irá evaluando en etapas posteriores. La idea de la programación creativa es proponer un lenguaje sencillo para extender y adaptar la herramienta según lo planteado por personas que no proceden de ámbitos tecnológicos pero que tienen interés en las posibilidades del código. Sería interesante plantear una interfaz que permita agregar código de p5.js y recursos gráficos con facilidad.

Otros contextos para explorar nacen desde el ejercicio físico, actividades de ocio y performance, que pueden seguir la misma línea. La rehabilitación ya es bastante explorada en la literatura, el foco está hoy en la expresión y formación creativa. También se precisa de establecer conceptos evaluativos para la complejidad de la imagen, como el manejo de colores y formas, así como grado expresivo.

## 6. Limitaciones y trabajo futuro

Si bien, este estudio ha validad una prueba inicial sobre la creación de una pieza gráfica con el movimiento, es preciso situar esta herramienta en contextos adecuados y adaptados a las necesidades de los profesionales y personas con autismo que son participantes de sesiones de baile movimiento terapia.

La siguiente fase de este proyecto consta de entrevistar a los expertos, proponer un caso de estudio en base a una participación en el diseño de una herramienta adaptada a un contexto determinado.

Por otra parte, sería interesante investigar tecnologías actuales para la detección corporal, que tengan fácil acceso, por ejemplo, software de código abierto, a la vez de que permitan integrar la computación creativa. Sería interesante para plantear una implementación menos costosa y fácil de entender para los usuarios finales.

## 7. Conclusiones

La Danza Movimiento Terapia (DMT) aporta beneficios experienciales para personas diagnosticadas con un trastorno del espectro autista (TEA), a nivel de bienestar y desarrollo expresivo. Esta investigación se enmarca en un proyecto que busca plantear una herramienta para la creación artística con herramientas de programación creativa. En una primera etapa, se plantea una prueba de concepto para validar un prototipo con un grupo de usuarios, de manera cuantitativa y cualitativa.

Los principales resultados denotan que es una idea novedosa y atractiva, adecuada para contextos de creación artística y terapia. Sin embargo, no es del todo controlable y presenta aspectos a mejorar en cuanto a la diversidad de opciones gráficas y de usabilidad.

El trabajo seguirá con estos resultados hacia su siguiente fase, cuenta con el apoyo de organizaciones colaboradoras y expertos que darán mucha información para considerar en futuras etapas. Se seguirá con un diseño centrado en el usuario y posterior validación con un entorno adaptado hacia los usuarios finales.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por la beca predoctoral FPI-UAM de la Universidad Autónoma de Madrid y el proyecto Indigo!: Ecosistema educacional para el desarrollo continuo e independiente de personas con TEA, con referencia PID2019-105951RB-I00/ AEI / 10.13039 / 501100011033 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

## Referencias

Altizer, R., Jr, Handman, E., Bayles, G., Jackman, J., Cheng, K., Ritchie, S., Newell, T., & Wright, C. (2018). Choreografish: Co-designing a choreography-based therapeutic virtual reality system with youth who have autism spectrum advantages. Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. American Psychiatric Association.

Garcia-Medrano, S. (2021). Screen–bridges: dance movement therapy in online contexts. Body, Movement, and Dance in Psychotherapy, 16(1), 64-72. https://doi.org/10.1080/17432979.2021.1883741

Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., Jones, E. J. H., Jones, R. M., Pickles, A., Matthew W. State, Taylor, J. L., & Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. Nature Reviews. Disease Primers, 6(1). https://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4

ml5 - A friendly machine learning library for the web. (s. f.). Ml5js.org. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://learn.ml5js.org/

OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation. (s. f.). Recuperado 29 de noviembre de 2023, de https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ (Clinical Research Ed.), n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Payne, W. C., Bergner, Y., West, M. E., Charp, C., Shapiro, R. B. B., Szafir, D. A., Taylor, E. V., & DesPortes, K. (2021). DanceON: Culturally responsive creative computing. Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

PoseNet. (s. f.). Harvard.edu. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://mmla.gse.harvard.edu/tools/posenet/

Ragone, G., Good, J., & Howland, K. (2020). OSMoSIS: Interactive sound generation system for children with autism. Proceedings of the 2020 ACM Interaction Design and Children Conference: Extended Abstracts.

Ringland, K. E., Wolf, C. T., Boyd, L., Brown, J. K., Palermo, A., Lakes, K., & Hayes, G. R. (2019). DanceCraft: A whole-body interactive system for children with autism. The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility.

TensorFlow. (s. f.). TensorFlow. Recuperado 29 de noviembre de 2023, de https://www.tensorflow.org/

User experience questionnaire. (s. f.). Ueq-online.org. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://www.ueq-online.org/

Wilson, C., Sitbon, L., Ploderer, B., Opie, J., & Brereton, M. (2020). Self-expression by design: Co-designing the ExpressiBall with minimally-verbal children on the autism spectrum. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Zeidan, J., Fombonne, E., Scorah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A., & Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research, 15(5), 778-790. https://doi.org/10.1002/aur.2696

.