

Evaluación de PlanTEA: una herramienta de apoyo para la planificación y la anticipación para personas con TEA

Evaluation of PlanTEA: a support tool for planning and anticipation for individuals with ASD

Ana Isabel Molina

Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España

Analsabel.Molina@uclm.es

Carmen Lacave

Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España

Carmen.Lacave@uclm.es

Laura Morales

Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España

Laura.Morales@uclm.es

Patricia Hernández

Asociación Regional de Afectados de Autismo y Otros Trastornos
del Desarrollo (AUTRADE)
Ciudad Real, España

direcciontecnica@autismociudadreal.onmicrosoft.com

José Lara

Escuela Superior de Informática
Universidad de Castilla-La Mancha
Ciudad Real, España

Jose.LaraNavarro@uclm.es

Recibido: 30.10.2025 | Aceptado: 21.02.2026

<https://doi.org/10.65234/interaccion.129>

Palabras Clave

Trastorno del Espectro Autista (TEA)
Autonomía personal
Planificación y anticipación
Diseño y evaluación
Usabilidad y Accesibilidad
Aceptación y Adopción

Resumen

En las personas con Trastorno del Espectro del Autismo (TEA), las habilidades relacionadas con la planificación y la flexibilidad mental suelen estar afectadas. Contar con aplicaciones que faciliten la anticipación de situaciones cotidianas o imprevistas puede contribuir significativamente a reducir los niveles de estrés y ansiedad de estas personas. Con este propósito se desarrolló PlanTEA, una aplicación móvil basada en pictogramas que soporta la planificación, anticipación y estructuración de actividades y rutinas. La versión más reciente (PlanTEA 3.0) incorpora funcionalidades orientadas a mejorar la usabilidad, la accesibilidad, la personalización y la adaptación a distintos perfiles de participantes.

En este trabajo se describen dos evaluaciones complementarias, una con participantes con un perfil más técnico y conocimientos en usabilidad y accesibilidad, y otra con profesionales de atención directa a personas con TEA. Los resultados muestran altos niveles de satisfacción en términos de usabilidad, utilidad y aceptación. No obstante, se identificaron áreas de mejora relacionadas con la carga cognitiva, la necesidad de acompañamiento formativo y la accesibilidad práctica para diferentes perfiles de usuarios. En conjunto, los hallazgos consolidan a PlanTEA como una solución tecnológica inclusiva, adaptable y de alto potencial para su aplicación en contextos educativos, clínicos y familiares, y sienta las bases para trabajos futuros en el ámbito de la tecnología asistiva dirigida a personas con TEA.

Keywords

Autism Spectrum Disorder (ASD)
Personal autonomy
Planning and anticipation
Design and evaluation
Usability and Accessibility
Acceptance and Adoption

Abstract

In individuals with Autism Spectrum Disorder (ASD), skills related to planning and mental flexibility are often affected. Having applications that facilitate the anticipation of everyday or unexpected situations can significantly help reduce stress and anxiety levels in these individuals. To address this need, PlanTEA was developed, a mobile application based on pictograms that supports the planning, anticipation, and structuring of activities and routines. The latest version (PlanTEA 3.0) incorporates functionalities aimed at improving usability, accessibility, personalization, and adaptation to different participant profiles.

This work presents two complementary evaluations: one involving participants with a more technical background and knowledge in usability and accessibility, and another involving professionals providing direct support to individuals with ASD. The results show high levels of satisfaction in terms of usability, usefulness, and acceptance. However, areas for improvement were identified, including cognitive load, the need for training support, and practical accessibility for different user profiles. Overall, the findings establish PlanTEA as an inclusive, adaptable, and high-potential technological solution for use in educational, clinical, and family contexts, laying the foundation for future work in the field of assistive technology for people with ASD.

1. Introducción

El autismo es una condición del neurodesarrollo con una fuerte base genética que se manifiesta en la infancia temprana y se caracteriza por déficits o retrasos en la adquisición de habilidades en diversos ámbitos. Las personas con autismo suelen mostrar conductas estereotipadas, rutinas rígidas e intereses restringidos y repetitivos, además de dificultades persistentes en la comunicación y la socialización (Lord et al., 2018). Se trata de uno de los trastornos del neurodesarrollo más prevalentes en la infancia, aunque también afecta significativamente a las personas más allá de la etapa pediátrica, repercutiendo en su calidad de vida y en la de las personas de su entorno (Vernhet et al., 2022).

En las últimas cuatro décadas, la *prevalencia* de los diagnósticos de TEA ha aumentado de forma considerable (Villegas-Lirola, 2023). Según un reciente informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1 de cada 127 personas tiene autismo en el mundo¹, aunque las tasas varían según el país y su capacidad diagnóstica (Jima Cuenca et al., 2025). Su *variabilidad*, así como la posible existencia de comorbilidades (Brondino et al., 2019), hace que cada persona con autismo presente unas características y manifestaciones únicas, dando lugar a la existencia de todo un “espectro” (Cruz Puerto & Sandín Vázquez, 2024). Es por ello por lo que se habla de Trastorno del Espectro Autista (TEA).

Dicha variabilidad hace que el *apoyo personalizado y adaptado* a las características de cada individuo resulte esencial (Qin et al., 2024) en distintos contextos (familiar,

educativo, laboral, de ocio, etc.) y situaciones de su día a día (Pérez-Fuster et al., 2019).

Para las personas con TEA, enfrentarse a entornos o situaciones desconocidas pueden ser una fuente habitual de ansiedad. Actividades cotidianas como ir de compras, acudir a citas médicas o viajar pueden resultar especialmente estresantes, tanto para ellas como para sus familias (Afif et al., 2022). En estas situaciones, es habitual recurrir al uso de los llamados “*cuadernos de anticipación*”, que permiten descomponer las actividades o rutinas en pasos secuenciales y representaciones visuales (pictogramas²), facilitando así la anticipación, comprensión y reducción de la ansiedad (Friedman & Miyake, 2017).

En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han demostrado ser un recurso eficaz para mejorar la comunicación, la interacción social y la autonomía de las personas con TEA (Leung et al., 2021; Lorah et al., 2024; Valencia et al., 2019). Sin embargo, aunque ha aumentado el número de aplicaciones dirigidas a este colectivo, son pocas las que soportan la planificación y anticipación de tareas cotidianas (por ejemplo, en el ámbito clínico), y menos aun las que contemplan funcionalidades de personalización y adaptación a las preferencias, limitaciones y características individuales del usuario con TEA (Groba, 2015).

Para cubrir esta necesidad, se desarrolló PlanTEA (Hernández et al., 2022), una aplicación móvil para Android dirigida a personas con TEA, familiares y profesionales, que facilita la planificación y anticipación de actividades, así como la comunicación (principalmente basada en pictogramas),

personas con TEA, se utilizan como apoyo visual para facilitar la comprensión, anticipación y ejecución de actividades, promoviendo la autonomía y reduciendo la carga cognitiva asociada al procesamiento verbal.

¹ <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>

² Los *pictogramas* son representaciones gráficas simplificadas que comunican conceptos, acciones u objetos mediante imágenes icónicas. En el contexto de la educación y la intervención con

actuando como un “cuaderno de anticipación digital” (Trémaud et al., 2021). En sus primeras versiones, PlanTEA se centraba en el ámbito médico, pero las ampliaciones y mejoras que se han realizado en los últimos años han hecho extensible su uso a otros dominios y escenarios (Figura 1).

Por tanto, desde su creación, PlanTEA ha ido evolucionando, dando lugar a distintas versiones. La primera de ellas (PlanTEA 1.0) se diseñó siguiendo pautas específicas de usabilidad y accesibilidad para aplicaciones dirigidas a personas con TEA (AutismGuide) (Aguilar et al., 2022). Dicha versión fue evaluada por familiares y cuidadores, así como expertos técnicos (desarrolladores de *software*) y en TEA (Hernández et al., 2022). En dicha evaluación se adaptaron instrumentos que permitieron hacer una primera evaluación de la usabilidad, la aceptación y la adopción de la aplicación, como el cuestionario SUS (*System Usability Scale*) (Brooke, 1996) o el *framework* TAM (*Technology Acceptance Model*) (Davis, 1993). En base a esta evaluación se desarrolló la versión 2.0 de

PlanTEA, que introdujo una serie de mejoras y cambios que permitirían su uso más allá del entorno clínico. Esta versión fue de nuevo sometida a evaluación por parte de terapeutas, expertos en usabilidad y personas con TEA (Valencia et al., 2025) haciendo uso de metodologías e instrumentos de medida específicamente diseñados para evaluar la *Experiencia de Usuario* (UX) en aplicaciones dirigidas a personas con TEA (Valencia et al., 2021, 2022). Los resultados de estas evaluaciones, así como el trabajo conjunto con personal técnico y profesionales de varias asociaciones de personas con TEA de ámbito local, regional y nacional (AUTRADE³, FACLM⁴ and FESPAU⁵), con las que se ha venido colaborando en el diseño y evaluación de esta herramienta, han dado lugar a la versión actual (PlanTEA 3.0) (Morales et al., 2024). PlanTEA 3.0 incorpora mejoras y avances significativos con respecto a las versiones anteriores en aspectos relacionados con la usabilidad, accesibilidad, personalización y adaptación a las necesidades específicas de las personas con TEA.

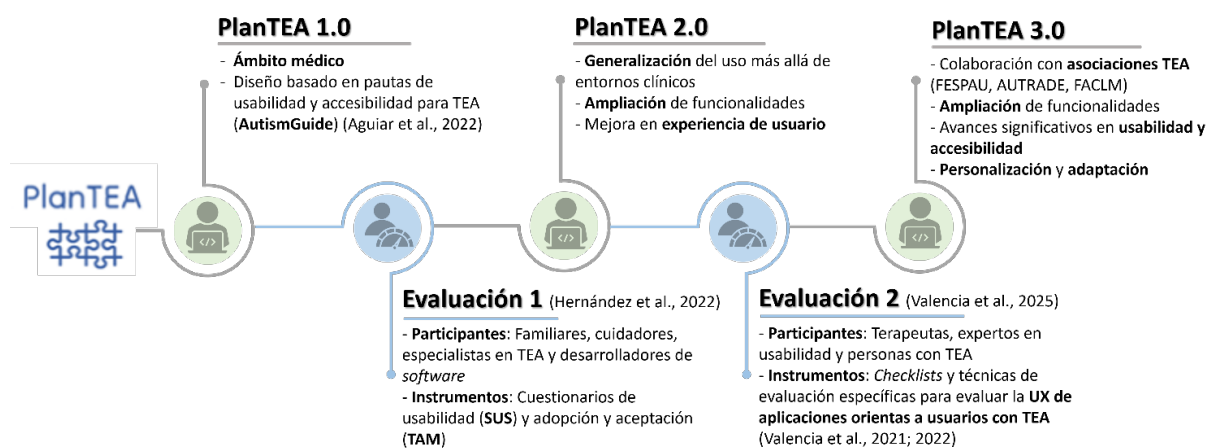


Figura 1: Evolución de PlanTEA: versiones, características y evaluaciones.

1.1. Tecnologías de apoyo para la planificación y anticipación en personas con TEA: estado del arte

En los últimos años se ha observado un creciente interés por el desarrollo de apoyos tecnológicos dirigidos a personas con TEA, motivado tanto por la buena aceptación de las tecnologías digitales por parte de este colectivo como por el potencial de estos sistemas para ofrecer entornos estructurados, predecibles y altamente visuales (Hrabal et al., 2023; Klavina et al., 2024; Valencia et al., 2019). La mayoría de las aplicaciones desarrolladas se orientan a apoyar áreas clave como la comunicación (Almurashi et al., 2022), la socialización (Balderaz, 2020; de Carvalho et al., 2023), la flexibilidad

cognitiva y conductual (Pasqualotto et al., 2021), el reconocimiento emocional (Rashidan et al., 2021), la autogestión (Chia et al., 2018) o la regulación de estados emocionales como la ansiedad y el estrés (Carlier et al., 2020).

La mayor parte de estas aplicaciones se han desarrollado para dispositivos móviles, como smartphones y tabletas (Hong et al., 2018; Leung et al., 2021; Moon et al., 2020), aunque también se han explorado otros paradigmas de interacción y tecnologías emergentes, como el uso de mesas multitáctiles (Chen, 2012; Gal et al., 2016), robots asistenciales (DiPietro et al., 2019) o entornos basados en realidad virtual y aumentada

³ Asociación Regional de Afectados de Autismo y Otros Trastornos del Desarrollo. <https://autrade.info/>

⁴ Federación Autismo Castilla-La Mancha. <https://www.autismocastillalamancha.org/>

⁵ Federación Española de Autismo. <https://fespau.es/>

para la simulación de situaciones sociales o potencialmente estresantes (Almazaydeh et al., 2022).

Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones disponibles se centran en la comunicación aumentativa y alternativa (CAA) o en la enseñanza de habilidades concretas, mientras que solo una parte minoritaria aborda la planificación y anticipación de actividades cotidianas, especialmente en contextos que pueden generar ansiedad (Alabbas & Miller, 2019; Ghanouni et al., 2020). Herramientas ampliamente utilizadas como Boardmaker⁶, Proloquo2Go⁷, Avaz⁸ o LetMeTalk⁹ ofrecen potentes funcionalidades de comunicación, pero no contemplan de forma explícita el soporte a la planificación temporal de actividades ni a la anticipación secuencial de eventos futuros, aspectos clave para reducir la ansiedad asociada a cambios o situaciones no familiares. Por otro lado, existen aplicaciones orientadas a la organización de rutinas y la gestión del tiempo, como Thruday¹⁰, Tiimo¹¹, Structured¹² o Habitica¹³, que permiten crear agendas visuales y secuencias de tareas apoyadas en imágenes y recordatorios. Si bien estas herramientas contribuyen a estructurar el día a día y a fomentar la autonomía, suelen presentar limitaciones en cuanto a la personalización de los contenidos, la adaptación a distintos niveles de apoyo o la gestión de situaciones imprevistas.

La literatura pone de manifiesto varias lagunas que justifican la necesidad de herramientas como PlanTEA. En primer lugar, a pesar de la diversidad de soluciones existentes, son escasas las aplicaciones que integren de forma conjunta la planificación de actividades, la anticipación mediante secuencias visuales y la comunicación basada en pictogramas, permitiendo además una personalización adaptada a las preferencias y características del usuario con TEA, tal y como hace PlanTEA. Esta combinación es poco frecuente en las soluciones existentes, que tienden a cubrir solo una parte del problema (comunicación, rutinas simples o gestión del tiempo), pero no la integración completa de estos elementos en un único entorno. En segundo lugar, son limitadas las aplicaciones que han sido diseñadas con pautas específicas para aplicaciones dirigidas a usuarios con TEA (Hernández et al., 2022). Finalmente, también son escasas las evaluaciones sistemáticas que analicen la usabilidad, accesibilidad, carga cognitiva o aceptación de estas herramientas por parte de profesionales y expertos en usabilidad, lo que dificulta la comparación entre soluciones y la consolidación de buenas prácticas de diseño y evaluación.

1.2. Objetivo y estructura del artículo

El presente trabajo tiene como **objetivo** describir la evaluación de PlanTEA; en concreto los aspectos relacionados con su usabilidad y accesibilidad, la utilidad de las capacidades de personalización y adaptación incorporadas en esta última versión, así como la intención de uso y futura adopción de esta. Para ello se ha contado con participantes con perfil técnico y conocimientos en Interacción Persona-Ordenador (IPO), usabilidad y accesibilidad, así como con profesionales de atención directa a personas con TEA. Mientras que trabajos previos han descrito el diseño y evolución funcional de la aplicación (Morales et al., 2025), el presente estudio se centra específicamente en la evaluación de la versión más reciente de la herramienta (PlanTEA 3.0), con el objetivo de aportar evidencias empíricas que contribuyan a cubrir las lagunas identificadas en la literatura en relación con las tecnologías de apoyo a la planificación y anticipación para personas con TEA.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se describen las principales características y funcionalidades incorporadas en la última versión de PlanTEA; en la Sección 3 se dan detalles de la evaluación realizada y, por último, la Sección 4 expone las principales conclusiones del trabajo y posibles líneas de trabajo futuro.

2. Principales funcionalidades de PlanTEA 3.0

La versión más reciente de PlanTEA incorpora un conjunto de funcionalidades que se han desarrollado gracias a la colaboración de profesionales pertenecientes a varias asociaciones de personas con TEA (AUTRADE, FACLM y FESPAU) y a los resultados de evaluación de las versiones anteriores de la aplicación (Hernández et al., 2022; Valencia et al., 2025). En PlanTEA 3.0 se conservan la mayor parte de las características y funcionalidades de versiones previas, garantizando así una transición fluida entre las distintas versiones (Morales et al., 2024).

PlanTEA 3.0 contempla dos **roles**: *planificador* y *planificado* (usuario con TEA). El usuario con rol planificador será responsable de crear y gestionar las **planificaciones**, es decir, la secuencia de pictogramas que representan los pasos a seguir en una situación cotidiana (Figura 2). Por su parte, los usuarios con TEA podrán anticipar las situaciones representadas en las planificaciones mediante su visualización, simulación y seguimiento (Figura 3).

⁶ <https://tecnoaccesible.net/catalogo/boardmaker>

⁷ <https://www.assistiveware.com/es/productos/proloquo2go>

⁸ <https://avazapp.com/products/avaz-aac-app/>

⁹ <https://letmetalk.en.aptoide.com/app>

¹⁰ <https://thruday.com/>

¹¹ <https://www.tiimoapp.com/es>

¹² <https://structured.app/>

¹³ <https://habitica.com/static/home>

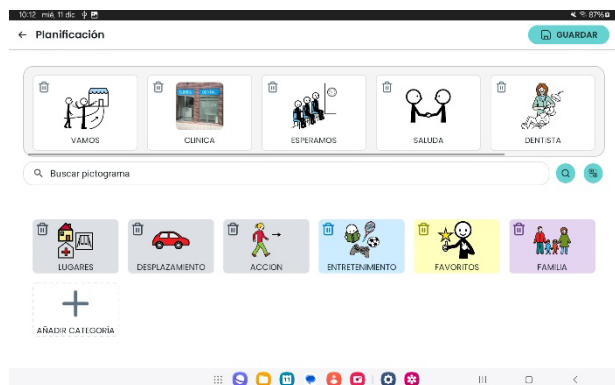


Figura 2: Funcionalidad de edición de planificaciones, disponible para el usuario con rol de planificador.

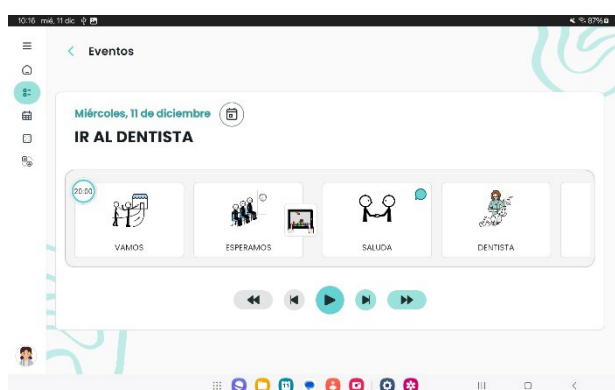


Figura 3: Vista de la planificación en la interfaz disponible para el usuario con TEA (planificado), con opciones de reproducción/simulación.

Las siguientes subsecciones describen en detalle las principales características de PlanTEA 3.0, con especial énfasis en aquellas que mejoran aspectos relacionados con la usabilidad, la accesibilidad, la personalización y la adaptación al usuario.

2.1 Creación y edición flexible y personalizada de planificaciones

PlanTEA 3.0 permite la creación y edición flexible de planificaciones en base a un conjunto de pictogramas, organizados en un conjunto de categorías predeterminadas (lugares, acciones, entretenimiento, entre otros). Además, la aplicación incorpora un buscador de pictogramas, que accede al repositorio de pictogramas estándar de ARASAAC¹⁴, permitiendo también incluir en la planificación imágenes o fotografías reales disponibles en la galería del dispositivo (Figura 4). Esta última funcionalidad permite añadir a las planificaciones representaciones visuales de personas, lugares y objetos conocidos por la persona con TEA, facilitando así su reconocimiento (Meadan et al., 2011).

¹⁴ ARASAAC es un proyecto financiado por el Gobierno de Aragón (España) que ofrece un banco gratuito y libre de pictogramas para

La aplicación también permite marcar pictogramas como "Favoritos", así como la creación de conjuntos de pictogramas en categorías personalizadas (Figura 4). Ambas funcionalidades facilitan la localización y el uso de los pictogramas más frecuentes.

Aunque las versiones anteriores de PlanTEA únicamente soportaban la creación de planificaciones en formato visual, la versión 3.0 permite seleccionar varios formatos de visualización: (a) pictogramas; (b) pictogramas y texto; y (c) sólo texto. Estas opciones permiten adaptar el contenido de las planificaciones a las necesidades y preferencias comunicativas del usuario con TEA (Cui et al., 2023).

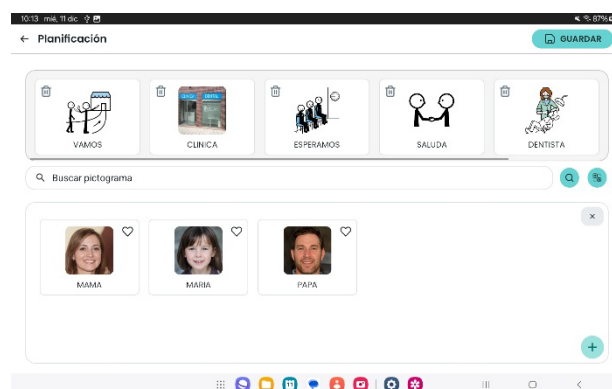


Figura 4: Uso de imágenes reales y personalizadas en las planificaciones y posibilidad de marcar pictogramas como favoritos.

En PlanTEA 3.0, los pasos que componen las planificaciones pueden enriquecerse con elementos adicionales:

- **Información temporal.** Se puede asociar duración a los pasos de la planificación, así como añadir tiempo adicional al temporizador. También se pueden programar avisos de finalización del tiempo planificado (Figura 5.a). Estas posibilidades ayudan a anticipar y prepararse ante la finalización de una actividad, añadiendo control y contingencia a la situación (Girardi et al., 2021).
- **Objeto o actividad tranquilizadora.** Es posible asociar un recordatorio para que el usuario con TEA recurra a un objeto o actividad tranquilizadora (Figura 5.b), que le ayude a reducir la ansiedad asociada a la sobreestimulación o espera asociada a dicho paso (DeGuzman et al., 2024).
- **Pautas sociales.** Se puede añadir texto a los pasos de la planificación para incluir recomendaciones y pautas de carácter social (Alhwaiti, 2022). Así, por ejemplo, se puede incorporar una indicación que especifique que debe saludar al llegar o esperar al final de una cola (Figura 5.c).

ayudar a personas con dificultades en la comunicación oral.
<https://arasaac.org>

Por último, la aplicación permite la *edición flexible* de las planificaciones, siendo relativamente fácil modificar y eliminar pasos de la secuencia planificada, así como reordenarlos mediante técnicas de manipulación directa (*drag-and-drop*¹⁵).

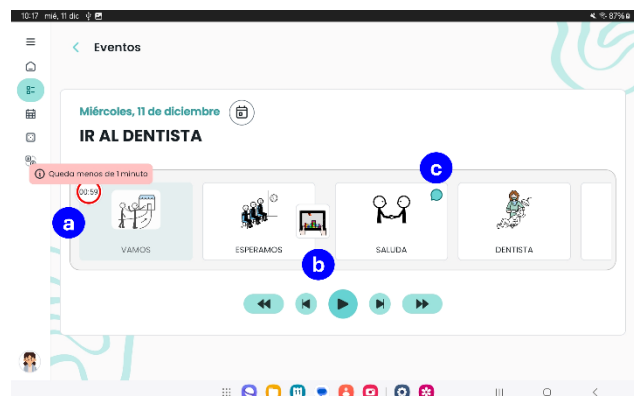


Figura 5: Información adicional en los pasos de la planificación: (a) información temporal; (b) objeto tranquilizador y (c) pauta social.

2.2 Funcionalidades adicionales

La última versión de PlanTEA incluye varias funcionalidades que amplían su potencia operativa y permite su uso en contextos variados. Entre ellas destaca el *traductor de texto-a-pictogramas*, que agiliza el proceso de creación de las planificaciones (Figura 6.a). Esta funcionalidad traduce frases completas en formato textual a secuencias de pictogramas. En el caso de que existan varios pictogramas disponibles para una misma palabra o concepto, la aplicación da al planificador la posibilidad de elegir entre ellos. Una vez que la frase ha sido traducida, podrá exportarse como una nueva planificación o en *formato PDF*, para su compartición o impresión en papel (Figura 6.b).

Otra incorporación es la *gestión de imprevistos*. Siguiendo las recomendaciones de las expertas en TEA que colaboraron en el diseño de esta última versión, se ha incluido la posibilidad de sustituir unos pictogramas por otros en la secuencia planificada, quedando dicho cambio convenientemente resaltado en la planificación (Figura 7).

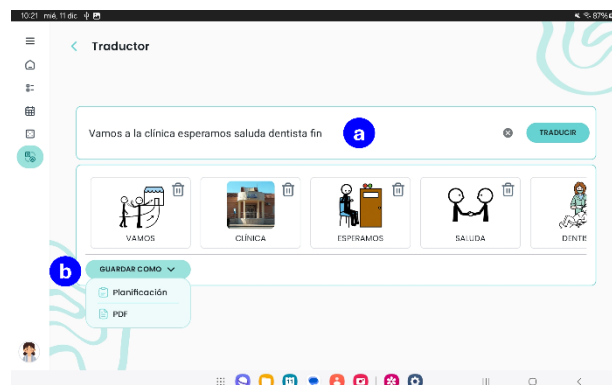


Figura 6: (a) Funcionalidad del traductor texto-a-pictograma. (b) Incluye la posibilidad de exportar la frase traducida como una nueva planificación o a un fichero en formato PDF.

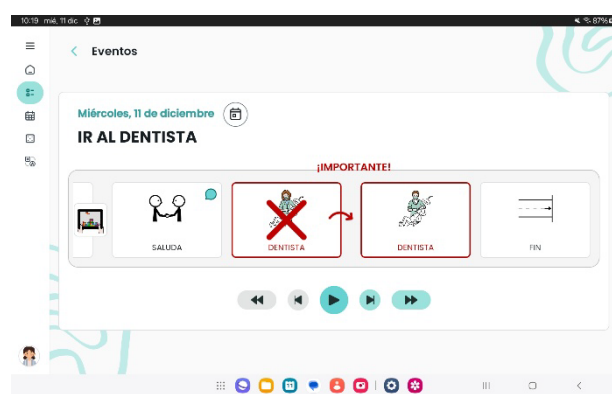


Figura 7: Funcionalidad de gestión de imprevistos. El cambio queda resaltado en color rojo.

Por último, se han añadido nuevos formatos temporales de planificación, para lo cual se incluyeron una *vista mensual* y *semanal*, que permiten consultar los eventos más destacados en días concretos del mes y de la semana.

2.3 Características de accesibilidad

Uno de los principales objetivos que se marcaron a la hora de desarrollar la versión actual de PlanTEA fue el de mejorar los aspectos relacionados con la *accesibilidad*. Para ello se aplicaron estrategias de diseño y evaluación basadas en las *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) del W3C (W3C - Web Accessibility Initiative (WAI), 2023), así como pautas de diseño específicas para aplicaciones dirigidas a personas con TEA (Aguiar et al., 2022; Valencia et al., 2022). Por tanto, las mejoras incorporadas siguen los *principios de perceptibilidad, operabilidad, comprensibilidad y predictibilidad*, garantizando que la información sea clara, legible y fácil de manejar. Para ello, se han optimizado los contrastes de color, se ha incorporado el modo oscuro, se han ajustado los

¹⁵ El término *drag-and-drop* (arrastrar y soltar) hace referencia a una técnica de interacción directa que permite al usuario mover elementos dentro de una interfaz de forma intuitiva.

tamaños de textos e imágenes (pictogramas), y se han integrado descripciones de contenido compatibles con lectores de pantalla como *TalkBack*¹⁶.

En cuanto a la *operabilidad*, se ha simplificado la navegación, se ha revisado el conjunto de gestos y acciones básicas (borrado, reordenación de pictogramas) y se han estandarizado los elementos táctiles, estableciendo un tamaño mínimo de 48 píxeles. Además, se ha mantenido una estructura visual coherente y un lenguaje claro para favorecer la *comprensibilidad* y *predictibilidad* de las acciones.

PlanTEA 3.0 mejora también la *portabilidad*, al ser completamente compatible con *smartphones* Android, no limitándose a su uso exclusivo en dispositivos tipo *tablet*, como ocurría con versiones previas.

En consecuencia, PlanTEA 3.0 alcanza el nivel AA según las WCAG 2.2, por lo que ofrece una experiencia inclusiva, accesible y centrada en el usuario.

3. Evaluación de PlanTEA 3.0

Con el objetivo de identificar las fortalezas y debilidades de PlanTEA 3.0, así como posibles áreas susceptibles de mejora, se realizó una experiencia de evaluación, en la que se formularon las siguientes preguntas de investigación (RQ):

RQ1. ¿Qué aspectos relacionados con la *usabilidad* y *accesibilidad* son los mejor y peor soportados en la *app* PlanTEA?

RQ2. ¿Son apropiadas y efectivas las *metáforas visuales* empleadas en la interfaz de PlanTEA?

RQ3. ¿Cómo perciben los profesionales y expertos en TEA el soporte a la *flexibilidad* de uso y la *personalización* que ofrece PlanTEA?

RQ4. ¿Cuál es la percepción subjetiva de los profesionales y expertos en TEA respecto a la *aceptación* y *adopción* (utilidad, facilidad de uso e intención de uso) de PlanTEA?

Para dar respuesta a estas preguntas se realizó un diseño cuasiexperimental (Cook et al., 2002) del sistema en dos fases. La primera, para dar respuesta a las preguntas RQ1 y RQ2, relacionadas con el *diseño visual*, la *usabilidad* y la *accesibilidad* de la aplicación. La segunda fase se centró en responder las preguntas RQ3 y RQ4 y así valorar la *utilidad* y la *posible adopción* del sistema.

3.1. Diseño cuasiexperimental

En la Figura 8 se incluyen detalles de las dos experiencias realizadas correspondientes a cada una de las dos fases de evaluación. La primera de ellas (Fase 1) tuvo lugar en noviembre de 2024, en la Escuela Superior de Informática de la UCLM, y contó con la participación presencial de estudiantes de una asignatura de Interacción Persona-Ordenador (IPO) del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), con perfil técnico y conocimientos en usabilidad y accesibilidad. La participación en el estudio fue de carácter voluntario, y todas las personas participantes fueron informadas previamente del objetivo de la evaluación, del tipo de actividades a realizar y del tratamiento de los datos recogidos, prestando su consentimiento informado antes de iniciar la experiencia.

La segunda (Fase 2) se realizó en marzo de 2025, en formato *online*, en el marco de las jornadas “Nuevas tecnologías y TEA”, organizadas por la asociación AUTRADE, por lo que las personas participantes eran profesionales de atención directa y expertos en TEA. Al igual que en la Fase 1, la participación fue voluntaria y se garantizó el consentimiento informado, así como el carácter anónimo y confidencial de las respuestas recogidas.

En ambas experiencias, los datos se recogieron de forma agregada y anonimizada, sin registrar información personal identificable. Los resultados obtenidos se utilizaron exclusivamente con fines de investigación, asegurando en todo momento la confidencialidad y el respeto a las personas participantes. Cabe destacar que en esta evaluación no participaron directamente personas con TEA, lo que reduce la exposición a posibles situaciones de vulnerabilidad; en caso de futuras evaluaciones con este colectivo, se aplicarán protocolos específicos adaptados a sus necesidades.

En ambas experiencias, las personas encargadas del desarrollo de PlanTEA 3.0 presentaron y describieron en detalle sus características y funcionalidades, mediante demostraciones de su funcionamiento.

3.2. Instrumentos de medida

A continuación, se describen los instrumentos de evaluación empleados, que se desplegaron como formularios *web* en *Microsoft Forms*¹⁷.

- Perfil y Experiencia previa. En esta sección se incluyeron preguntas para conocer el perfil de los participantes en ambas fases. En el caso de la Fase 1, además, se preguntó por la experiencia previa en el diseño e implementación de interfaces de usuario móviles (EP1) y los conocimientos en

¹⁶ <https://support.google.com/accessibility/android/topic/3529932>

¹⁷ <https://forms.office.com/>

usabilidad y accesibilidad (EP2). Los participantes debían valorar estos aspectos en una escala de Likert de 5 puntos.

- Diseño visual, usabilidad y accesibilidad de PlanTEA 3.0. Estos aspectos se valoraron en la Fase 1 con un cuestionario organizado en base a los siguientes apartados e ítems:
 - Aspectos de usabilidad y accesibilidad de PlanTEA 3.0, medidos a través de 12 ítems (HU), basados en las heurísticas de Nielsen (Nielsen, 1994), a valorar en una escala del 1 al 5 (Tabla 1).
 - Evaluación de las metáforas visuales en PlanTEA 3.0 (Figura 9) empleadas en cuatro áreas clave de la aplicación (METAF): (1) el menú de navegación de PlanTEA; (2) en la funcionalidad de definición de un *evento*¹⁸; (3) al asociar elementos adicionales (información temporal, un objeto o actividad tranquilizadora y/o una pauta social) a un paso de la planificación; y (4) al asociar planificaciones a días de la semana en la *vista semanal*. La adecuación de las metáforas visuales o iconos se valoró en una escala del 1 al 5.
- Utilidad, aceptación y adopción de PlanTEA 3.0. En la Fase 2 el cuestionario se organizó en torno a las siguientes dimensiones:
 - Utilidad, generalización y flexibilidad de las funcionalidades principales de PlanTEA 3.0. Los ítems se agruparon en tres subdimensiones que valoran aspectos relacionados con su flexibilidad, capacidad de adaptación y potencia:
 - Generalización (GEN), es decir, el uso de PlanTEA más allá del contexto clínico, su aplicabilidad en distintos dominios (sanitario, educativo, familiar, etc.), su despliegue en múltiples dispositivos (móviles, tabletas, ordenadores) y la posibilidad de gestionar planificaciones para varias personas con TEA.

- Personalización (PERS). Se consideraron las características y funcionalidades que permiten adaptar la herramienta a las necesidades y preferencias individuales de cada participante, como la posibilidad de elegir el formato de visualización de las planificaciones (solo pictogramas, solo texto o combinadas), la de incorporar pictogramas provenientes de la base de datos de ARASAAC y de la galería del dispositivo (imágenes y fotografías reales), la inclusión de objetos o actividades tranquilizadoras y pautas sociales en las planificaciones, así como mejoras relacionadas con el gestión del tiempo (duración de determinadas actividades y la programación de recordatorios o notificaciones).
- Mejora de la potencia y flexibilidad de uso (FUNC) gracias a la traducción automática de texto-a-pictogramas, la gestión de imprevistos, la exportación de planificaciones a PDF, así como la inclusión de vistas de planificación semanal y mensual (que amplían las posibilidades de visualización de las actividades programadas).
- Aceptación y Adopción de PlanTEA. En este caso, se miden las tres dimensiones del *Modelo de Aceptación Tecnológica* (TAM) (Davis, 1993): Facilidad de uso percibida (PEU); Utilidad percibida (PU); e Intención de uso (ITU), es decir, si utilizarían la herramienta y si recomendarían su uso. En cuanto a la facilidad de uso se les pidió que indicaran su percepción con respecto a distintos perfiles de usuarios potenciales (PEU-Perfil): profesionales, familiares y usuarios con TEA.
- Preguntas abiertas. En ambas fases de la evaluación se incluyeron preguntas abiertas que pretendían recopilar comentarios sobre las fortalezas y debilidades de la aplicación, así como sugerencias de ampliación y mejora.

¹⁸ En el contexto de PlanTEA un *evento* se define como la asignación de una planificación a un día y hora concretos.

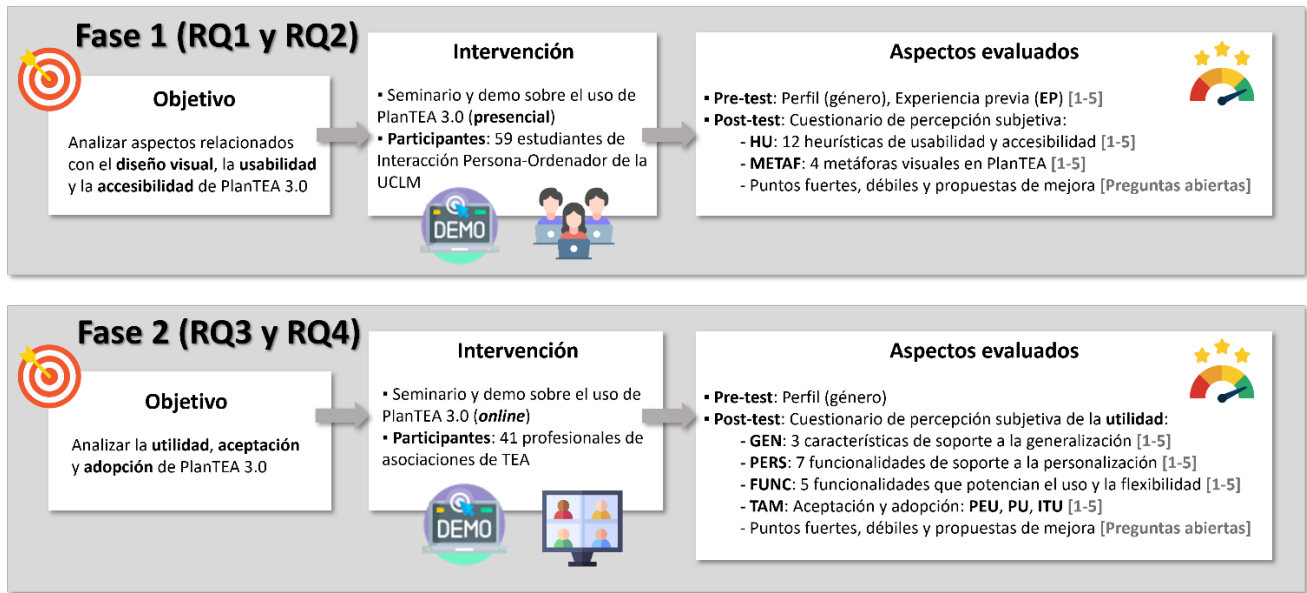


Figura 8: Detalles de la evaluación en dos fases de PlanTEA 3.0 para dar respuesta a las preguntas de investigación planteadas. Se dan detalles del objetivo, formato de realización, participantes e instrumentos de evaluación empleados en cada fase.

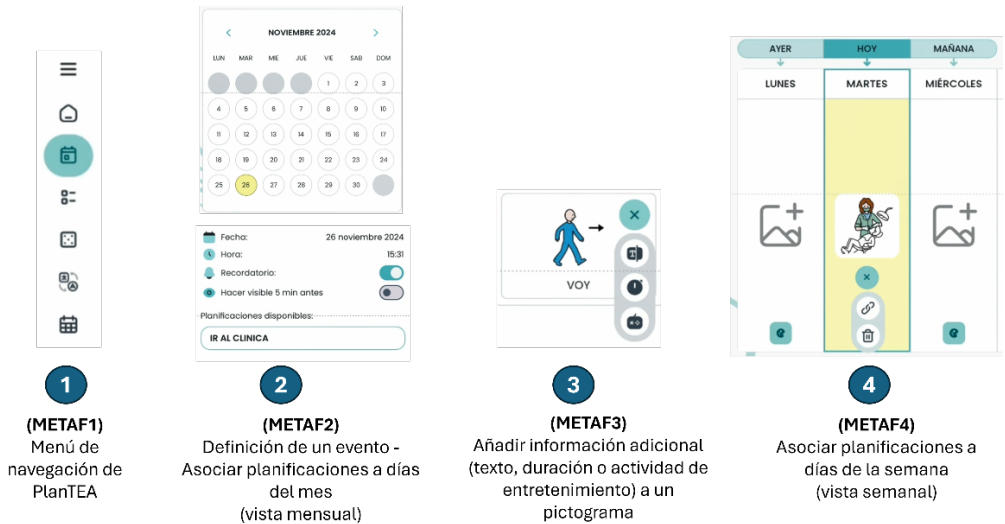


Figura 9: Metáforas visuales en PlanTEA sometidas a evaluación en la Fase 1 de la evaluación.

3.3. Resultados

Esta sección presenta el análisis de los datos recopilados durante este estudio. En la Fase 1 de la evaluación participaron un total de 59 personas, en su mayoría hombres (85%). En cuanto a su experiencia previa en el diseño e implementación de interfaces móviles (PE1) se obtuvo una media de 2,83, lo que sugiere un nivel moderado de experiencia. En cuanto a los conocimientos previos de los participantes sobre los principios de usabilidad y accesibilidad (PE2), se pueden considerar elevados, ya que se obtuvo una puntuación media de 3,51. En la Fase 2 participaron 41 profesionales de atención directa, mayoritariamente mujeres (90,2 %), lo que confirma la feminización existente en el ámbito asistencial vinculado al TEA (Herrero et al., 2024).

A continuación, se describen los resultados obtenidos en los cuestionarios de evaluación y que permiten dar respuesta a las cuatro preguntas de investigación planteadas.

RQ1. ¿Qué aspectos relacionados con la usabilidad y accesibilidad son los mejor y peor soportados en la app PlanTEA?

El análisis de los aspectos de usabilidad y accesibilidad de PlanTEA (Tabla 1) muestra que la aplicación destaca en la adecuación a las tareas (HU1, media 4,44 ± 0,62), la personalización/adaptación al perfil del usuario con TEA (HU10, 4,44 ± 0,68), el diseño visual (HU6, 4,42 ± 0,77), la accesibilidad (HU9, 4,37 ± 0,74) y la flexibilidad y eficiencia de uso (HU5, 4,34 ± 0,80). Estos resultados indican que la

aplicación se percibe como efectiva, atractiva y adaptable a las necesidades de los usuarios, a la vez que permite una edición y gestión efectiva de las planificaciones.

Otros aspectos recibieron puntuaciones moderadas, como la consistencia y estandarización (HU4, $4,25 \pm 0,76$), la facilidad de aprendizaje (HU2, $4,15 \pm 0,76$), la retroalimentación sobre el estado del sistema (HU3, $4,12 \pm 0,70$) y la portabilidad (HU8, $4,12 \pm 0,89$).

Por su parte, los aspectos peor valorados fueron la carga cognitiva o necesidad de memorización (HU12, $3,36 \pm 1,06$), seguida del control y prevención de errores (HU7, $3,75 \pm 0,78$) y la ayuda disponible durante las tareas (HU11, $3,95 \pm 0,84$), lo que sugiere que algunas funciones requieren de un esfuerzo mental considerable y que la aplicación podría mejorar en ofrecer orientación contextual y mecanismos que eviten errores.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos relacionados con la usabilidad y accesibilidad de PlanTEA.
Participantes: Perfil técnico y conocimientos en usabilidad y accesibilidad (n=59)

Variable	Aspecto de usabilidad	Media	Desviación Estándar	Mediana	Moda
HU1	Adecuación a las tareas (diseño de planificaciones)	4,44	0,62	5,0	5
HU2	Facilidad de aprendizaje	4,15	0,76	4,0	4
HU3	Retroalimentación. Visibilidad del estado del sistema	4,12	0,70	4,0	4
HU4	Consistencia y estandarización	4,25	0,76	4,0	4
HU5	Flexibilidad y eficiencia de uso (edición y eliminación de pictogramas, drag&drop, etc.)	4,34	0,80	5,0	5
HU6	Diseño visual. Estética de la app	4,42	0,77	5,0	5
HU7	Control y prevención de errores	3,75	0,78	4,0	4
HU8	Portabilidad	4,12	0,89	4,0	5
HU9	Accesibilidad	4,37	0,74	5,0	5
HU10	Personalización/Adaptación al perfil del usuario con autismo	4,44	0,68	5,0	5
HU11	Ayuda o guía del usuario durante las tareas	3,95	0,84	4,0	4
HU12	Carga cognitiva o necesidad de memorización	3,36	1,06	3,0	4

Tabla 2: Estadísticos descriptivos relacionados con utilidad de las funcionalidades de soporte a la generalización (GEN), personalización (PERS) y mejora de la potencia operativa y la flexibilidad de uso (FUNC) de PlanTEA.
Participantes: Profesionales de atención directa a personas con TEA (n=41).

Variable	Funcionalidades de soporte a la personalización	Media	Desviación Estándar	Mediana	Moda
GEN1	Uso de la aplicación en múltiples dominios (sanitario, educativo, etc.)	4,76	0,49	5,00	5,00
GEN2	Posibilidad de usar PlanTEA en distintos dispositivos (móviles, tablets, etc.)	4,90	0,30	5,00	5,00
GEN3	Posibilidad de planificar a varias personas con TEA	4,78	0,52	5,00	5,00
PERS1	Posibilidad de personalizar el formato de visualización de las planificaciones: solo con pictogramas, solo con texto o ambas cosas	4,80	0,46	5,00	5,00
PERS2	Integración con la base de datos de pictogramas de ARASAAC	4,78	0,52	5,00	5,00
PERS3	Posibilidad de incluir imágenes/fotografías reales (y no sólo pictogramas en las planificaciones	4,85	0,42	5,00	5,00
PERS4	Incluir referencias a una actividad de entretenimiento u objeto tranquilizador en los pasos de la planificación	4,66	0,62	5,00	5,00
PERS5	Incluir texto asociado a los pasos de la planificación ("pautas sociales")	4,71	0,56	5,00	5,00
PERS6	Indicar duración de ciertos pasos de la planeación	4,46	0,81	5,00	5,00
PERS7	Programar un recordatorio o notificación cuando quede poco tiempo para que termine un paso en una planificación	4,61	0,63	5,00	5,00
FUNC1	Traducción de texto-a-pictogramas para ayudar a generar planificaciones	4,78	0,47	5,00	5,00
FUNC2	Gestión de imprevistos (modificación de la planificación y retrasos)	4,73	0,55	5,00	5,00
FUNC3	Exportar la planificación a PDF para su posterior impresión en papel o inclusión en otro documento	4,76	0,54	5,00	5,00
FUNC4	Vista de planificación semanal	4,78	0,47	5,00	5,00
FUNC5	Vista de planificación mensual	4,63	0,62	5,00	5,00

Tabla 3: Estadísticos descriptivos relacionadas con la percepción subjetiva de la aceptación y adopción de PlanTEA en términos de facilidad de uso (PEU), utilidad (PU) e intención de uso (ITU).

Participantes: Profesionales de atención directa a personas con TEA (n=41).

Variable	Formulación del ítem	Media	Desviación Estándar	Mediana	Moda
PEU1	Creo que PlanTEA es fácil de usar	4,37	0,66	4,00	5,00
PEU2	Considero que usar PlanTEA permite planificar, de forma cómoda y sencilla, la secuencia de pasos a seguir en tareas cotidianas	4,46	0,71	5,00	5,00
PEU-Perfil1	Creo que el sistema sería fácil de usar por los profesionales	4,68	0,57	5,00	5,00
PEU-Perfil2	Creo que el sistema sería fácil de usar por las familias con miembros con TEA	4,32	0,65	4,00	4,00
PEU-Perfil3	Creo que el sistema sería fácil de usar por las personas con TEA	3,95	0,80	4,00	4,00
PU1	Me parece que PlanTEA es útil para planificar y anticipar actividades cotidianas a personas con TEA	4,71	0,46	5,00	5,00
PU2	Creo que PlanTEA ayuda a planificar y anticipar las actividades cotidianas a las personas con TEA	4,71	0,51	5,00	5,00
ITU1	Si estuviera a mi disposición, utilizaría esta aplicación para planificar y anticipar tareas	4,66	0,66	5,00	5,00
ITU2	Recomendaría a otros profesionales utilizar PlanTEA	4,61	0,63	5,00	5,00

RQ2. ¿Son apropiadas y efectivas las metáforas visuales empleadas en la interfaz de PlanTEA?

Los resultados obtenidos para las cuatro variables METAF indican un alto nivel de adecuación en las metáforas utilizadas (Figura 9). Las variables METAF2, METAF3 y METAF4 destacan con valores de mediana y moda iguales a 5, lo cual refleja un elevado nivel de satisfacción con las metáforas empleadas en estas funcionalidades. Estos aspectos fueron valorados de forma consistentemente alta por la mayoría de los participantes, lo que sugiere la efectividad de las metáforas para mejorar la comprensión y la interacción en la interfaz.

Sin embargo, METAF1 presenta una media ligeramente inferior (4,02) y la desviación estándar más alta (0,94), lo que indica una mayor variabilidad en las respuestas. Aunque la valoración general fue positiva, esto sugiere que algunos participantes mostraron menor satisfacción con este aspecto en comparación con los demás. Esta variabilidad podría señalar áreas susceptibles de mejora para reforzar la consistencia de la experiencia de uso.

RQ3. ¿Cómo perciben los profesionales y expertos en TEA el soporte a la flexibilidad de uso y la personalización que ofrece PlanTEA?

El análisis de las funcionalidades incorporadas en PlanTEA 3.0 (Tabla 2) muestra una valoración global muy positiva por parte de los profesionales. En general, las puntuaciones obtenidas (todas superiores a 4,4 sobre 5) reflejan una alta percepción de *utilidad, flexibilidad y capacidad de adaptación de la aplicación* en distintos contextos y perfiles de usuario.

En relación con la capacidad de generalización (GEN), los resultados indican una alta satisfacción con la posibilidad de utilizar PlanTEA 3.0 en distintos dominios de aplicación (GEN1,

4,76 $\pm$ 0,49) y dispositivos (GEN2, 4,90 $\pm$ 0,30), así como la posibilidad de planificar a varias personas con TEA (GEN3, 4,78 $\pm$ 0,52), lo que confirman la *versatilidad y escalabilidad* de PlanTEA de cara a su integración en contextos educativos, sanitarios y familiares.

Respecto a la personalización (PERS), los valores medios también fueron muy elevados, con una media general superior a 4,6 en la mayoría de los ítems. Las funcionalidades más valoradas fueron la inclusión de imágenes o fotografías reales (PERS3, 4,85 $\pm$ 0,42), la personalización del formato de visualización (PERS1, 4,80 $\pm$ 0,46) y la integración con la base de datos de ARASAAC (PERS2, 4,78 $\pm$ 0,52), lo que evidencia la importancia de disponer de *recursos visuales adaptados a las preferencias y necesidades* de cada usuario.

De igual forma, aspectos como la posibilidad de incluir objetos o actividades tranquilizadoras (PERS4, 4,66 $\pm$ 0,62) y la incorporación de pautas sociales o texto asociado a los pasos (PERS5, 4,71 $\pm$ 0,56) fueron valorados muy positivamente, confirmando el valor añadido de estas opciones para ayudar a *controlar la inquietud o ansiedad*, principalmente en situaciones de espera, así como mejorar el desenvolvimiento de la persona con TEA en *contextos sociales*. Aunque ligeramente inferiores, las funcionalidades relacionadas con la *gestión del tiempo* (PERS6 y PERS7) también alcanzaron puntuaciones altas ($\geq$ 4,46), lo que sugiere su utilidad práctica.

Por último, las funcionalidades orientadas a mejorar la flexibilidad y potencia de uso de PlanTEA (FUNC) también obtuvieron valoraciones elevadas. Destacan la traducción automática de texto-a-pictogramas (FUNC1, 4,78 $\pm$ 0,47), las vistas de planificación semanal (FUNC4, 4,78 $\pm$ 0,47) y la gestión de imprevistos (FUNC2, 4,73 $\pm$ 0,55). Esta última funcionalidad es especialmente útil para facilitar la

adaptación dinámica de las planificaciones a cambios o necesidades emergentes.

La exportación de planificaciones a PDF (FUNC3, $4,76 \pm 0,54$) y la visualización mensual (FUNC5, $4,63 \pm 0,62$) también fueron bien valoradas, especialmente por su utilidad para compartir información con otros profesionales o familias, y para tener una visión global de las actividades programadas.

RQ4. *¿Cuál es la percepción subjetiva de los profesionales y expertos en TEA respecto a la aceptación y adopción (utilidad, facilidad de uso e intención de uso) de PlanTEA?*

Los resultados relativos a la aceptación y adopción de PlanTEA, evaluados a partir de las tres dimensiones del *framework* TAM (Tabla 3) muestran una valoración general muy positiva por parte de los profesionales de atención directa a personas con TEA.

En cuanto a la facilidad de uso percibida (PEU), las puntuaciones reflejan una elevada facilidad de uso (PEU1, $4,37 \pm 0,66$) y comodidad a la hora de usar PlanTEA para planificar y anticipar actividades (PEU2, $4,46 \pm 0,71$). Cuando se analiza la *facilidad de uso según distintos perfiles de potenciales participantes*, se considera que el sistema sería fácil de utilizar por parte de *profesionales del ámbito educativo o terapéutico* (PEU-Perfil1, $4,68 \pm 0,57$), seguido de las *familias* (PEU-Perfil2, $4,32 \pm 0,65$). La valoración más baja, aunque aún positiva, fue para las *personas con TEA* (PEU-Perfil3, $3,95 \pm 0,80$), lo que sugiere que, si bien la interfaz es considerada accesible, aún existen oportunidades de mejora para favorecer una mayor autonomía directa en este colectivo.

Respecto a la utilidad percibida (PU), los profesionales valoraron de forma muy positiva el potencial de PlanTEA para planificar y anticipar actividades cotidianas (PU1 y PU2, ambas con medias de 4,71 y desviaciones bajas), lo que confirma su reconocimiento como una herramienta útil y eficaz para la estructuración, anticipación y la gestión de rutinas. La alta consistencia entre los dos ítems de esta dimensión refuerza la robustez de esta percepción.

Los indicadores de intención de uso (ITU) también obtuvieron resultados muy positivos, con medias superiores a 4,6, indicando una buena disposición para utilizar la aplicación (ITU1, $4,66 \pm 0,66$) y para recomendar su uso a otros profesionales (ITU2, $4,61 \pm 0,63$). Estas puntuaciones reflejan un alto nivel de aceptación y predisposición hacia la adopción de PlanTEA como herramienta de apoyo en la planificación y anticipación de actividades con personas con TEA.

Puntos fuertes, débiles y propuestas de mejora

Las respuestas abiertas en ambas evaluaciones aportaron información valiosa sobre los puntos fuertes, débiles y propuestas de mejora de PlanTEA.

Las personas que participaron en la Fase 1 (perfil técnico con conocimientos en usabilidad y accesibilidad), destacaron como *aspectos positivos* la simplicidad y facilidad de uso, señalando que la aplicación resulta intuitiva y accesible. También valoraron positivamente la integración con bases de datos externas y la traducción automática de texto-a-pictogramas, así como la estética y diseño visual de la aplicación. En cuanto a los *aspectos mejorables*, algunos participantes mencionaron la posible curva de aprendizaje para quienes no estén familiarizados con la tecnología y la sobrecarga visual derivada del uso de numerosos iconos. Entre las *propuestas de mejora*, se planteó la posibilidad de incorporar soporte auditivo en la interacción.

Los participantes en la Fase 2 (profesionales de atención directa a personas con TEA) destacaron la facilidad de uso, accesibilidad y adaptabilidad de la herramienta. Además, valoraron especialmente su claridad visual, la rapidez para crear y modificar planificaciones y la integración con la base de datos de ARASAAC, así como la posibilidad de usar pictogramas, fotografías reales y texto asociado. La versatilidad, personalización y apoyo visual fueron otros aspectos muy bien considerados, junto con la capacidad de uso multiplataforma y su utilidad en distintos entornos (educativo, clínico, familiar). En cuanto a los *puntos débiles*, algunos profesionales señalaron la posible complejidad inicial de la herramienta para ciertos perfiles, especialmente personas con TEA con menor autonomía o familiares con baja competencia digital. También se mencionó la necesidad de formación previa para un uso eficaz. Por último, entre las *propuestas de mejora*, se sugirió la posibilidad de incluir salida de voz para apoyar la comunicación, y la simplificación de la interfaz cuando se use con niños más pequeños. También se propuso ampliar la funcionalidad de planificación colaborativa, permitiendo que padres, madres y profesionales puedan coordinar planificaciones compartidas. Algunos profesionales insistieron en la importancia de mantener la sencillez y evitar sobrecargar la interfaz, así como en seguir potenciando la flexibilidad y personalización.

En conjunto, los resultados de ambas evaluaciones reflejan que PlanTEA es una herramienta muy bien valorada por su usabilidad, utilidad y enfoque inclusivo, con un gran potencial para favorecer la autonomía, organización y comunicación de las personas con TEA. Tanto los estudiantes con conocimientos en usabilidad y accesibilidad como los profesionales de atención directa destacaron su simplicidad, claridad visual y capacidad de personalización, así como la

pertinencia de sus funcionalidades en distintos contextos de aplicación. No obstante, subrayan la necesidad de optimizar la accesibilidad práctica para distintos perfiles de usuarios, reforzar el acompañamiento formativo para facilitar su adopción y seguir evolucionando hacia una herramienta más adaptativa, inclusiva y colaborativa, capaz de responder con flexibilidad a la diversidad de necesidades presentes en el espectro autista.

4. Conclusiones y Trabajo Futuro

La aplicación PlanTEA surge como respuesta a la necesidad de ofrecer herramientas tecnológicas que faciliten la planificación y anticipación de las personas con TEA ante actividades y entornos cambiantes. A lo largo de su desarrollo, la aplicación ha ido evolucionando hasta alcanzar su versión actual (PlanTEA 3.0), que refuerza su usabilidad, accesibilidad, personalización de contenidos y adaptabilidad a distintos perfiles de participantes y contextos de uso. Los resultados de su evaluación muestran que PlanTEA es una herramienta tecnológicamente sólida y bien valorada, tanto desde una perspectiva técnica como profesional. En el primer caso, destacan la adecuación a las tareas, la personalización, el diseño visual y la accesibilidad, valorando especialmente su simplicidad, estructura intuitiva y atractivo visual. Los profesionales valoraron especialmente la integración con ARASAAC, la inclusión de fotografías reales y la capacidad de adaptación a diferentes contextos y perfiles de usuario. Sin embargo, también se han identificado áreas de mejora relacionadas con la carga cognitiva y el control de errores, lo que sugiere la conveniencia de seguir optimizando la interfaz para reducir el esfuerzo mental y facilitar la navegación.

Como líneas de trabajo futuro, se propone seguir evaluando la aplicación, involucrando a personas con TEA y sus familias, a fin de obtener evidencias directas sobre su impacto en la

mejora de la autonomía funcional y la reducción de la ansiedad ante cambios y situaciones desconocidas. También se está trabajando en ampliar las opciones de personalización (incorporando soporte auditivo, multilingüe o sensorial), así como en desarrollar mecanismos adaptativos de acompañamiento y retroalimentación que faciliten la autogestión y el aprendizaje progresivo del uso de la herramienta.

En definitiva, los resultados de este trabajo sugieren que PlanTEA es una solución tecnológica inclusiva, funcional y adaptable, capaz de responder a la diversidad de necesidades de las personas con TEA. Su uso potenciará la participación y el bienestar de las personas con TEA y su desempeño en tareas cotidianas en distintos contextos (educativos, clínicos y familiares).

Por último, este trabajo abre nuevas líneas de investigación en el campo del diseño y evaluación de interfaces accesibles y adaptativas dentro del ámbito de la tecnología asistiva, en general, y de la dirigida a las personas con TEA, en particular.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado en el contexto de los proyectos de investigación APTEA (Ref. TED2021-131956B-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR, de los proyectos PlanTEAAF y TEAcompañio (Refs. 2022-GRIN-34175 and Ref. 2025-GRIN-38489, respectivamente), financiados por la Universidad de Castilla-La Mancha y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER); de los convenios de colaboración y transferencia con las asociaciones de atención a personas con TEA: AUTRADE (Ref. 220413CONV), FACLM (Ref. 230405CONV) y FesPAU (Ref. 240437CONV); y de la Cátedra UCLM-Telefónica "Sistemas Avanzados de Interacción para Educación Digital e Inclusiva".

Referencias

- Afif, I. Y., Manik, A. R., Munthe, K., Maula, M. I., Ammarullah, M. I., Jamari, J., & Winarni, T. I. (2022). Physiological Effect of Deep Pressure in Reducing Anxiety of Children with ASD during Traveling: A Public Transportation Setting. *Bioengineering*, 9(4), 157. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9040157>
- Aguiar, Y. P. C., Galy, E., Godde, A., Trémaud, M., & Tardif, C. (2022). AutismGuide: a usability guidelines to design software solutions for users with autism spectrum disorder. *Behaviour & Information Technology*, 41(6), 1132–1150. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1856927>
- Alabbas, N. A., & Miller, D. E. (2019). Challenges and assistive technology during typical routines: Perspectives of caregivers of children with autism spectrum disorders and other disabilities. *International Journal of Disability, Development and Education*, 66(3), 273–283.
- Alhwaiti, M. (2022). Does social stories intervention improve social skills among children with ASD?: A Systematic Review of the Literature. *Revista Amazonia Investiga*, 11(51), 197–202. <https://doi.org/10.34069/AI/2022.51.03.18>
- Almazaydeh, L., Al-Mohtadi, R., Abuhelaleh, M., & Al Tawil, A. (2022). Virtual reality technology to support the independent living of children with autism. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 12(4), 4111. <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i4.pp4111-4117>
- Almurashi, H., Bouaziz, R., Alharthi, W., Al-Sarem, M., Hadwan, M., & Kammoun, S. (2022). Augmented Reality, Serious Games and Picture Exchange

- Communication System for People with ASD: Systematic Literature Review and Future Directions. *Sensors*, 22(3), 1250. <https://doi.org/10.3390/s22031250>
- Balderaz, L. (2020). Social Skills Interventions for Adults with ASD: A Review of the Literature. *Journal of Psychosocial Rehabilitation and Mental Health*, 7(1), 45–54. <https://doi.org/10.1007/s40737-020-00158-9>
- Brondino, N., Fusar-Poli, L., Miceli, E., Di Stefano, M., Damiani, S., Rocchetti, M., & Politi, P. (2019). Prevalence of Medical Comorbidities in Adults with Autism Spectrum Disorder. *Journal of General Internal Medicine*, 34(10), 1992–1994. <https://doi.org/10.1007/s11606-019-05071-x>
- Brooke, J. (1996). SUS: a “quick and dirty” usability. *Usability Evaluation in Industry*, 189(3).
- Carlier, S., Van der Paelt, S., Ongenaes, F., De Backere, F., & De Turck, F. (2020). Empowering children with ASD and their parents: Design of a serious game for anxiety and stress reduction. *Sensors (Switzerland)*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/s20040966>
- Chen, W. (2012). Multitouch tabletop technology for people with autism spectrum disorder: A review of the literature. *Procedia Computer Science*, 14(1877), 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.023>
- Chia, G. L. C., Anderson, A., & McLean, L. A. (2018). Use of Technology to Support Self-Management in Individuals with Autism: Systematic Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 5(2), 142–155. <https://doi.org/10.1007/s40489-018-0129-5>
- Cook, T. D., Campbell, D. T., & Shadish, W. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin Boston, MA.
- Cruz Puerto, M., & Sandín Vázquez, M. (2024). Understanding heterogeneity within autism spectrum disorder: a scoping review. *Advances in Autism*, 10(4), 314–322. <https://doi.org/10.1108/AIA-12-2023-0072>
- Cui, M., Ni, Q., & Wang, Q. (2023). Review of intervention methods for language and communication disorders in children with autism spectrum disorders. *PeerJ*, 11, e15735. <https://doi.org/10.7717/peerj.15735>
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. In *International Journal of Man-Machine Studies* (Vol. 38, Issue 3, pp. 475–487). <https://doi.org/10.1006/imms.1993.1022>
- de Carvalho, A. P., Braz, C. S., dos Santos, S. M., Ferreira, R. A. C., & Prates, R. O. (2023). Serious Games for Children with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 1–28.
- DeGuzman, P. B., Aboali, S., Sadatsafavi, H., Bohac, G., & Sochor, M. (2024). Back to basics: Practical strategies to reduce sensory overstimulation in the emergency department identified by adults and caregivers of children with autism spectrum disorder. *International Emergency Nursing*, 72, 101384. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2023.101384>
- DiPietro, J., Kelemen, A., Liang, Y., & Sik-Lanyi, C. (2019). Computer-and robot-assisted therapies to aid social and intellectual functioning of children with autism spectrum disorder. *Medicina (Lithuania)*, 55(8), 1–18. <https://doi.org/10.3390/medicina55080440>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- Gal, E., Lamash, L., Bauminger-Zviely, N., Zancanaro, M., & Weiss, P. L. (2016). Using multitouch collaboration technology to enhance social interaction of children with high-functioning autism. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 36(1), 46–58. <https://doi.org/10.3109/01942638.2015.1040572>
- Ghanouni, P., Jarus, T., Zwicker, J. G., & Lucyshyn, J. (2020). The use of technologies among individuals with autism spectrum disorders: Barriers and challenges. *Journal of Special Education Technology*, 35(4), 286–294.
- Girardi, G., Fernandez, L. G., Leboyer, M., Latimier, A., Chokron, S., & Zalla, T. (2021). Temporal preparation in adults with autistic spectrum disorder: The variable foreperiod effect. *Autism Research*, 14(11), 2393–2404. <https://doi.org/10.1002/aur.2573>
- Groba, B. (2015). *Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el funcionamiento en la vida diaria de niños con trastorno del espectro del autismo* [Universidade da Coruña]. <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/16132>
- Hernández, P., Molina, A. I., Lacave, C., Rusu, C., & Toledano-González, A. (2022). PlanTEA: Supporting Planning and Anticipation for Children with ASD Attending Medical Appointments. *Applied Sciences*, 12(10), 5237. <https://doi.org/10.3390/app12105237>
- Herrero, R., Díaz, A., & Zueco, J. (2024). The Burden and Psychological Distress of Family Caregivers of Individuals with Autism Spectrum Disorder: A Gender Approach. *Journal of Clinical Medicine*, 13(10), 2861. <https://doi.org/10.3390/jcm13102861>
- Hong, E. R., Kawaminami, S., Neely, L., Morin, K., Davis, J. L., & Gong, L. yuan. (2018). Tablet-based interventions for individuals with ASD: Evidence of generalization and maintenance effects. *Research in Developmental Disabilities*, 79(January), 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2018.01.014>
- Hrabal, J. M., Davis, T. N., & Wicker, M. K. R. (2023). The Use of Technology to Teach Daily Living Skills for Adults with Autism: a Systematic Review. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, 7(3), 443–458. <https://doi.org/10.1007/S41252-022-00255-9/TABLES/1>
- Jima Cuenca, J. T., Castro Villalobos, S., & Ramírez, A. (2025). Prevalencia del Trastorno del Espectro Autista (TEA) en infantes: revisión sistemática y metaanálisis. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(2). <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3689>
- Klavina, A., Pérez-Fuster, P., Daems, J., Lyhne, C. N., Dervishi, E., Pajalic, Z., Øderud, T., Fuglerud, K. S., Markovska-Simoska, S., Przybyla, T., Klichowski, M., Stiglic, G., Laganovska, E., Alarcão, S. M., Tkaczyk, A. H., & Sousa, C. (2024). The use of assistive technology to promote practical skills in persons with autism spectrum disorder and intellectual disabilities: A systematic review. *DIGITAL HEALTH*, 10. <https://doi.org/10.1177/20552076241281260>
- Leung, P. W. S., Li, S. X., Tsang, C. S. O., Chow, B. L. C., & Wong, W. C. W. (2021). Effectiveness of using mobile technology to improve cognitive and

- social skills among individuals with autism spectrum disorder: Systematic literature review. *JMIR Mental Health*, 8(9), 1–16. <https://doi.org/10.2196/20892>
- Lorah, E. R., Holyfield, C., Griffen, B., & Caldwell, N. (2024). A Systematic Review of Evidence-based Instruction for Individuals with Autism Using Mobile Augmentative and Alternative Communication Technology. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 11(1), 210–224. <https://doi.org/10.1007/s40489-022-00334-6>
- Lord, C., Elsabbagh, M., Baird, G., & Veenstra-Vanderweele, J. (2018). Autism spectrum disorder. *The Lancet*, 392(10146), 508–520. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31129-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31129-2)
- Meadan, H., Ostrosky, M. M., Triplett, B., Michna, A., & Fetting, A. (2011). Using Visual Supports with Young Children with Autism Spectrum Disorder. *TEACHING Exceptional Children*, 43(6), 28–35. <https://doi.org/10.1177/004005991104300603>
- Moon, S. J., Hwang, J., Hill, H. S., Kervin, R., Birtwell, K. B., Torous, J., McDougale, C. J., & Kim, J. W. (2020). Mobile device applications and treatment of autism spectrum disorder: a systematic review and meta-analysis of effectiveness. *Archives of Disease in Childhood*, 105(5), 458–462. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2019-318258>
- Morales, L., Lacave, C., & Molina, A. I. (2024). PlanTEA 3.0: Una aplicación para la planificación, anticipación y comunicación para personas con TEA. *Proceedings of the XXIV International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACCIÓN 2024)*, 77–84.
- Morales, L., Molina, A. I., & Lacave, C. (2025). PlanTEA 3.0 : Una Aplicación para la Planificación , Anticipación y Comunicación para Personas con TEA. *Revista Digital de AIPO*, 6(1), 23–36. <https://revista.aiipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/122/122>
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Pasqualotto, A., Mazzoni, N., Benteuto, A., Mulè, A., Benso, F., & Venuti, P. (2021). Effects of cognitive training programs on executive function in children and adolescents with autism spectrum disorder: A systematic review. *Brain Sciences*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/brainsci11101280>
- Pérez-Fuster, P., Sevilla, J., & Herrera, G. (2019). Enhancing daily living skills in four adults with autism spectrum disorder through an embodied digital technology-mediated intervention. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 58(December 2017), 54–67. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2018.08.006>
- Qin, L., Wang, H., Ning, W., Cui, M., & Wang, Q. (2024). New advances in the diagnosis and treatment of autism spectrum disorders. *European Journal of Medical Research*, 29(1), 322. <https://doi.org/10.1186/s40001-024-01916-2>
- Rashidan, M. A., Sidek, S. N. I., Yusof, H. M., Khalid, M., Dzulkarnain, A. A. A., Ghazali, A. S., Zabidi, S. A. M., & Sidique, F. A. A. (2021). Technology-Assisted Emotion Recognition for Autism Spectrum Disorder (ASD) Children: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 9, 33638–33653. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060753>
- Trémaud, M., Aguiar, Y. P., Pavani, J.-B., Gepner, B., & Tardif, C. (2021). What do digital tools add to classical tools for sociocommunicative and adaptive skills in children with Autism Spectrum Disorder? *L'Année Psychologique*, Vol. 121(4), 361–392. <https://doi.org/10.3917/anpsy1.214.0361>
- Valencia, K., Botella, F., & Rusu, C. (2022). A Property Checklist to Evaluate the User Experience for People with Autism Spectrum Disorder. In *HCI/2022: Social Computing and Social Media: Design, User Experience and Impact* (Vol. 13315, Issue Lecture Notes in Computer Science, pp. 205–216). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05061-9_15
- Valencia, K., del Mazo, P. H., Molina, A. I. A. I., Lacave, C., Rusu, C., Botella, F., Hernández del Mazo, P., Molina, A. I. A. I., Lacave, C., Rusu, C., & Botella, F. (2025). Evaluating PlanTEA: the practice of a UX evaluation methodology for people with ASD. *Universal Access in the Information Society*, 24(2), 1719–1746. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01175-2>
- Valencia, K., Rusu, C., & Botella, F. (2021). A Preliminary Methodology to Evaluate the User Experience for People with Autism Spectrum Disorder. In *International Conference on Human-Computer Interaction: Vol. 12774 LNCS* (Issue 1). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77626-8_37
- Valencia, K., Rusu, C., Quiñones, D., & Jamet, E. (2019). The Impact of Technology on People with Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 19(20), 4485. <https://doi.org/10.3390/s19204485>
- Vernhet, C., Michelon, C., Dellapiazza, F., Rattaz, C., Geoffray, M.-M., Roeyers, H., Picot, M.-C., Baghdadli, A., Baghdadli, A., Chabaux, C., Chatel, C., Cohen, D., Damville, E., Geoffray, M.-M., Gicquel, L., Jardri, R., Maffre, T., Novo, A., Roxane, R., ... Vespérini, S. (2022). Perceptions of parents of the impact of autism spectrum disorder on their quality of life and correlates: comparison between mothers and fathers. *Quality of Life Research*, 31(5), 1499–1508. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-03045-3>
- Villegas-Lirola, F. (2023). Prevalence of Autism Spectrum Disorder in Children in Andalusia (Spain). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 53(11), 4438–4456. <https://doi.org/10.1007/s10803-022-05728-3>
- W3C - Web Accessibility Initiative (WAI). (2023). *Accessibility Guidelines Working Group. WCAG 2 Overview*. <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>