

Comprendiendo la Perspectiva del Autismo en la IPO a través de la Experiencia: Lecciones y Reflexiones Valiosas

Understanding the Autism Perspective in HCI through Experience: Valuable Lessons and Insights

Yussy Chinchay

Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
yussy.chinchay@uam.es

Javier Gómez

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: 06.04.2025 | Aceptado: 05.06.2025

DOI: <https://doi.org/10.65234/interaccion.126>

Palabras Clave

Autismo
Tecnologías de aprendizaje
Sistemas interactivos
Diseño Centrado en las
Personas
Estudios empíricos en IPO

Resumen

La IPO tiene el potencial de mejorar significativamente el aprendizaje digital inclusivo de los niños con condición autista. Sin embargo, cuando sus perfiles cognitivos no se consideran cuidadosamente en el diseño de sistemas interactivos, existe el riesgo de marginar aún más a esta población. A pesar de las innovaciones tecnológicas, las prácticas actuales de la IPO a menudo enfrentan dificultades debido a una aplicabilidad limitada en el mundo real, la escasez de investigación empírica y, lo más crítico, la ausencia de una reflexión profunda sobre los desafíos prácticos de investigar con niños en el espectro, lo que limita las contribuciones del campo. Para abordar esta brecha, hemos desarrollado un proyecto de IPO a gran escala con el objetivo de diseñar un ecosistema de aprendizaje digital que involucre activamente a los niños en el espectro y su entorno en los procesos de diseño y evaluación a través de diversos estudios de caso. Las lecciones valiosas extraídas de este proceso empírico permiten a los investigadores comprender mejor la perspectiva del autismo en la IPO, promoviendo el desarrollo efectivo de sistemas interactivos adaptados a estos usuarios y ampliando el compromiso de la IPO con comunidades diversas.

Keywords

Autism
Learning technologies
Interactive systems
Human-Centered Design
Empirical studies in HCI

Abstract

HCI has the potential to greatly improve inclusive digital learning for children with autism conditions. However, when their cognitive profiles are not carefully considered in interactive system design, there is a risk of further marginalizing this population. Despite technological innovations, current HCI practices often struggle with limited real-world applicability, a shortage of empirical research, and, most critically, an absence of critical reflection on the practical challenges of researching with children with autism, ultimately limiting the field's contributions. To address this gap, we launched a large-scale HCI project aimed at designing a digital learning ecosystem that actively engages children with autism and their environment in both the design and evaluation processes across various case studies. The valuable lessons derived from this empirical process enable researchers to better understand the autism perspective in HCI, fostering the effective development of interactive systems tailored to these users and expanding HCI's engagement with diverse communities.

1. Introducción

La búsqueda de una educación inclusiva, que aboga por la igualdad de oportunidades para todos los estudiantes mientras se reconoce sus diversas necesidades, sigue enfrentando múltiples desafíos. Estas dificultades se hacen particularmente evidentes al abordar las necesidades de los niños con condición autista (CEA), una condición del neurodesarrollo que afecta a los individuos en distintos grados en áreas como la comunicación, la interacción social y los patrones de comportamiento repetitivos (Wing y Gould, 1979). Los niños en el espectro suelen requerir instrucción y apoyo adaptados para fomentar su independencia. Sin embargo, muchos entornos educativos tienen dificultades para alinearse eficazmente con sus necesidades de aprendizaje específicas.

En este contexto, la investigación en Interacción Persona-Ordenador (IPO), especialmente en el ámbito del empoderamiento educativo (Schneider, Eiband, Ullrich y Butz, 2018), tiene el potencial de desempeñar un papel transformador al ofrecer enfoques sistemáticos diseñados para ajustarse a los perfiles cognitivos de los estudiantes. No obstante, también puede contribuir a la marginación de los niños en el espectro si la optimización de las interacciones con el software no considera su modelo cognitivo (Dalton, 2013).

A pesar del crecimiento acelerado del software interactivo en las últimas dos décadas, las prácticas de IPO siguen enfrentando dificultades para atender adecuadamente a la comunidad del autismo. Las soluciones tecnológicas existentes, como dispositivos wearables, realidad aumentada, realidad virtual y robótica, ofrecen nuevas oportunidades para los niños en el espectro (Boyd et al., 2018; Mazzei et al., 2012; Saleh, Hanapihah y Hashim, 2021; Simm et al., 2016; Washington et al., 2016). Sin embargo, los elevados costos, la necesidad de soporte técnico especializado y la limitada aplicabilidad en entornos reales constituyen barreras significativas para su adopción generalizada. La pandemia de COVID-19 subrayó estas limitaciones, ya que muchos sistemas interactivos no lograron facilitar una educación remota efectiva ni ofrecer apoyo adecuado a los niños en el espectro durante ese período.

En la literatura actual de IPO, una preocupación central es que muchos estudios continúan siguiendo un modelo médico centrado en la rehabilitación (Mankoff, Hayes y Kasnitz, 2010), el cual enfatiza los déficits individuales y busca que los niños se adapten a normas neurotípicas (Chistol, Turcu y Danubianu, 2023; Mobahi y Karahalios, 2005), en lugar de

reconocer y valorar sus fortalezas y habilidades únicas. Además, aunque el autismo se reconoce como un espectro diverso con distintos niveles de impacto, los investigadores en IPO a menudo agrupan a los participantes bajo la etiqueta genérica de "niños con autismo" (Cecil et al., 2021; Chistol et al., 2023; Washington et al., 2016), sin prestar suficiente atención a sus perfiles específicos y centrándose principalmente en individuos con CEA nivel 1 nivel 1¹. Esta simplificación reduce el alcance de los hallazgos de investigación y dificulta el diseño de sistemas interactivos verdaderamente inclusivos para niños a lo largo del espectro.

Asimismo, la falta de investigación empírica sigue siendo una limitación significativa, ya que muchos estudios de IPO no incluyen usuarios con autismo en sus evaluaciones, sino que se basan en modelos teóricos, revisiones de literatura o datos de terceros (Darejeh y Singh, 2013; Putnam y Chong, 2008).

No obstante, la omisión más evidente en la investigación actual de IPO es la ausencia de una reflexión crítica sobre las experiencias y desafíos que enfrentan los investigadores al trabajar directamente con niños en el espectro, así como con los profesionales y familias involucrados en su apoyo. Son pocos los estudios que proporcionan evidencia empírica de primera mano sobre los aprendizajes obtenidos, y esta carencia dificulta la evolución del campo.

1.2 Fundamentos de este Proyecto

Durante la pandemia de COVID-19, gran parte de la literatura existente se centró en el impacto de la crisis en la salud física, clínica y mental de las personas con autismo (Dahiya, DeLucia, McDonnell y Scarpa, 2021; Doeniyas y Shohieb, 2021; Rosli, Amin, Suryanto e Ilias, 2022). Sin embargo, hubo una notable ausencia de investigaciones que abordaran cómo la Interacción Persona-Ordenador (IPO) podría haber asistido a esta población durante ese período.

En respuesta a esta brecha y reconociendo las importantes barreras que enfrentaban los niños en el espectro para acceder a apoyo remoto—lo que resultó en la exclusión total de muchos de ellos de la asistencia educativa (Chinchay, Torrado, Gómez y Montoro, 2023)—iniciamos un proyecto de investigación en IPO a gran escala. Nuestro objetivo fue

¹ El Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) clasifica el autismo en tres niveles de gravedad según el grado de apoyo requerido, siendo el nivel 1 el de menor apoyo.

diseñar un ecosistema digital adaptado para mejorar el proceso de aprendizaje, la autoconciencia y la independencia de los niños en el espectro, utilizando plataformas web y móviles. En lugar de tratar de modificar o corregir sus necesidades, buscamos crear tecnologías interactivas que se adapten a ellos. Este enfoque implicó considerar sus perfiles específicos e involucrar activamente tanto a los niños como a sus entornos de apoyo en los procesos de diseño y evaluación.

Nuestra investigación se desarrolló en varias fases a través de diversos estudios de caso, facilitados por una colaboración multidisciplinaria entre ingenieros, psicólogos, educadores y expertos en autismo.

En este artículo, adoptamos un enfoque crítico necesario, reflexionando sobre los desafíos y experiencias del trabajo en IPO con niños en el espectro a lo largo del proceso de diseño de un ecosistema digital de aprendizaje interactivo. Confiamos en que las valiosas lecciones y perspectivas obtenidas al comprender la perspectiva del autismo contribuirán al avance de la práctica en IPO, permitiendo una mayor inclusión de comunidades diversas y generando beneficios más amplios.

2. Ecosistema de Aprendizaje Digital

Nuestro principio de diseño para explorar los requisitos clave del ecosistema digital de aprendizaje propuesto se fundamentó en una comprensión más profunda de la perspectiva del autismo dentro de IPO. Este enfoque requería situar a los niños en el espectro en el centro del proceso de desarrollo, destacando la importancia de moldear el sistema interactivo en función de sus necesidades y fortalezas únicas, en lugar de imponer marcos convencionales (Wobbrock, 2017). Al adoptar un enfoque de Diseño Centrado en las Personas (DCP) (ISO, 2010), ampliamos este enfoque para incluir no

solo a los niños, sino también a sus familias y a los profesionales involucrados en su apoyo educativo.

El proceso de DCP para este proyecto a gran escala se estructuró en torno a tres estudios de caso (Fig. 1), cada uno abordando una fase diferente completada hasta el momento: identificación y definición del contexto y los requisitos del ecosistema, diseño y desarrollo del sistema interactivo con una evaluación piloto que involucró a niños en el espectro, y validación con profesionales en autismo. Este enfoque iterativo e incremental permitió una retroalimentación continua y la orientación de expertos multidisciplinarios, lo que facilitó la adaptación y refinamiento del sistema para responder mejor a las necesidades específicas de la comunidad del autismo.

Si bien los métodos y resultados de cada estudio de caso se esbozarán brevemente para proporcionar contexto, nuestro enfoque principal se centra en analizar las valiosas lecciones y conocimientos adquiridos a lo largo de toda la experiencia.

2.1 Metodología

2.1.1 Recopilación de datos

Se llevó a cabo un estudio transversal durante la pandemia de COVID-19 como un primer acercamiento para comprender las experiencias de aprendizaje de niños con autismo con sistemas interactivos. Para ello, distribuimos una encuesta en línea dirigida a profesionales del autismo y familiares de niños con autismo con el fin de recopilar información relevante.

Entre los encuestados ($n = 295$), 147 (50%) eran docentes, 75 (25%) familiares de niños con autismo, 47 (16%) personal clínico especializado en autismo y 26 (9%) expertos en autismo ajenos al ámbito educativo.

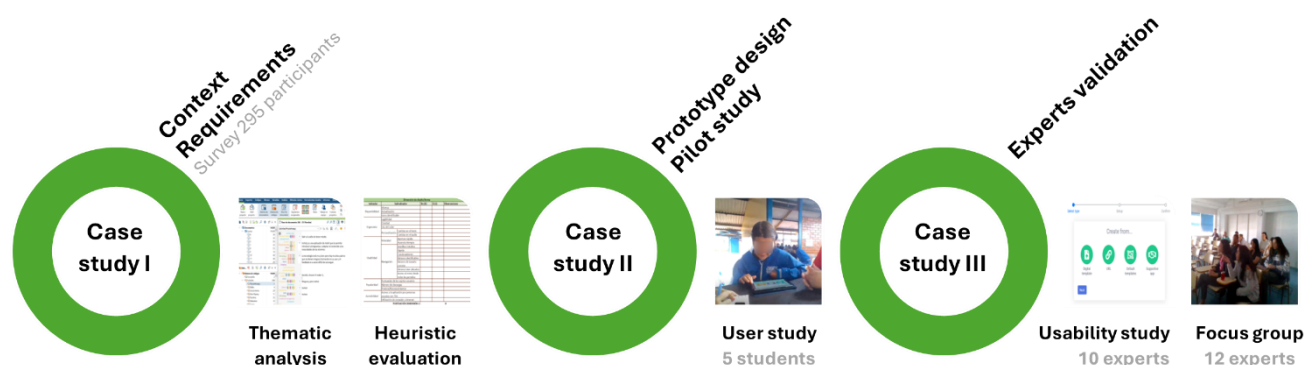


Figura 1: Enfoque de Diseño Centrado en las Personas (DCP) estructurado en tres estudios de caso. Los métodos incluyeron análisis temático, evaluación heurística, estudios con usuarios que involucraron tanto a niños con autismo como a expertos en autismo, además de grupos focales

2.1.1 Análisis de datos

Los resultados de la encuesta proporcionaron perspectivas valiosas de expertos y fueron analizados mediante los siguientes métodos:

1. Análisis temático. Se utilizó un enfoque cualitativo para mapear los distintos sistemas interactivos multiplataforma involucrados, examinando sus características, las áreas cognitivas que abordan, sus fortalezas, debilidades, limitaciones y su impacto general en el proceso de aprendizaje de los niños con autismo.
2. Evaluación heurística. Se evaluó la calidad y efectividad del software interactivo identificado a partir de la recopilación de datos primarios, realizando un análisis detallado para examinar sus funcionalidades y restricciones.

2.2 Resumen de resultados clave

El análisis temático reveló las preocupaciones y expectativas de los profesionales de autismo y familiares en relación con las experiencias de aprendizaje digital de los niños. Los resultados de este conjunto de datos único, obtenido de primera mano, proporcionaron una representación auténtica del software interactivo utilizado como apoyo educativo, detallando especificaciones como plataformas, dispositivos, disponibilidad y las áreas cognitivas abordadas (cita anónima). Se identificaron desafíos significativos en el uso de estas tecnologías de aprendizaje interactivo, incluyendo la brecha digital, las limitadas opciones de interacción y personalización, y mecanismos inadecuados para el apoyo a la atención y concentración (cita anónima).

La evaluación heurística complementó estos resultados al proporcionar una clasificación cualitativa de los sistemas de aprendizaje interactivo más utilizados y destacar problemas críticos adicionales. Entre ellos, se identificó el uso limitado de sistemas de comunicación diversos, la escasa adaptación de la visualización de resultados para la comprensión de los niños con autismo, la baja usabilidad de aplicaciones de asistencia —es decir, aquellas diseñadas específicamente para potenciar la autonomía de personas con necesidades especiales (Suhaila y Nordin, 2022)—y la reducida accesibilidad de aplicaciones convencionales (cita anónima).

Los resultados de este estudio de caso sirvieron como una introducción a la perspectiva del autismo a través de los

conocimientos de expertos y proporcionaron una base sólida para contextualizar los requisitos necesarios para abordar las barreras identificadas. Como respuesta, propusimos un ecosistema digital de aprendizaje en el que toda la red de apoyo (profesionales del autismo y familiares) contribuye al proceso educativo del niño, fomentando a la vez una mayor autonomía. Para ello, adoptamos un enfoque modular, organizando los componentes y requisitos según las necesidades específicas de cada grupo de usuarios (cita anónima).

3. Estudio piloto

En nuestro segundo estudio de caso, nos centramos en el diseño del módulo principal de nuestro ecosistema digital de aprendizaje, el dedicado al perfil del estudiante. El objetivo fue desarrollar actividades de aprendizaje para niños con autismo que abordaran los desafíos identificados en nuestro trabajo previo, en particular, la dificultad de la gestión del enfoque atencional dentro del sistema y la necesidad de personalización para adaptarse a cada niño.

3.1. Metodología

3.1.1 Diseño del prototipo

El diseño del prototipo con estrategias de atención se desarrolló siguiendo las directrices de profesionales del autismo y en función de los requisitos y conocimientos obtenidos en nuestro estudio de caso previo.

Para garantizar un alto nivel de personalización, creamos un panel de configuración (Fig. 2) dirigido a profesionales del autismo y familiares, permitiéndoles adaptar las estrategias de atención a las necesidades específicas de cada niño. Los parámetros personalizables se agruparon en cuatro categorías: 1) Opciones de comunicación, que permitían presentar la información combinando texto, audio y pictogramas (símbolos visuales simples que representan objetos o acciones); 2) opciones de temporización; 3) opciones de notificación, que ofrecían señales auditivas o visuales para marcar momentos clave; y 4) opciones de recordatorio, diseñadas para ayudar a reorientar la atención del niño durante períodos de inactividad mediante estímulos visuales (como ventanas emergentes o animaciones, mostradas en la Fig. 2) y/o señales auditivas. Además, se podían ajustar configuraciones globales como la duración de la actividad, el nivel de dificultad y el tiempo de detección de inactividad.



Figura 2: Estudio piloto: Panel de configuración para estrategias personalizadas de atención (izquierda), animación para la restauración de la atención y el enfoque (centro), y niño realizando actividades de atención durante una sesión de línea base (derecha).

Para evaluar estas estrategias, también desarrollamos tres actividades basadas en juegos (Pares, Contar objetos y Secuencias de series), seleccionadas específicamente por su potencial para estimular la memoria a corto plazo, la atención y la secuenciación lógica. Cada actividad incluía un tutorial inicial para guiar al niño y minimizar errores.

3.1.2 Participantes

A diferencia de la mayoría de las investigaciones sobre autismo, centrados principalmente en países desarrollados (Sharmin et al., 2018), tuvimos la oportunidad de llevar a cabo nuestro estudio piloto en el Sur Global. Colaboramos con la Fundación CENIDI en Colombia, un centro dedicado al desarrollo integral e inclusión social de jóvenes con discapacidades cognitivas. Seleccionamos un grupo de niños (n=5) que representaban una diversidad de habilidades cognitivas, estilos de aprendizaje y niveles de autismo. Estos niveles incluyeron 1 ("requiere apoyo"), 2 ("requiere apoyo

sustancial") y 3 ("requiere apoyo muy sustancial") (American Psychiatric Association, Association, et al., 2013). Los perfiles detallados de los niños participantes se presentan en la Tabla 1.

3.1.3 Diseño experimental y procedimientos

Se realizaron sesiones individuales en las que el sistema recopiló automáticamente datos sobre diversas variables relacionadas con la actividad, incluyendo configuraciones personalizadas, duración de la actividad, frecuencia de interacción, intervalos de tiempo entre interacciones y resultados de las tareas. Simultáneamente, se realizó una grabación en video de las sesiones mientras un investigador tomaba notas sobre el nivel de compromiso, la atención y el comportamiento general de los niños durante las tareas.

Tabla 1: Perfiles de los niños con CEA participantes en el estudio piloto

Niño	Sexo	Edad	Diagnóstico	Nivel CEA	Otras características
A	Hombre	16	CEA, Trastorno del Desarrollo Intelectual, Lenguaje deteriorado	1	Buen nivel cognitivo y excelente memoria
B	Hombre	13	CEA, Trastorno de Comportamiento	2	Comportamiento ansioso
C	Hombre	14	CEA, Discapacidad Intelectual Leve, Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TADH)	1	Comunicador efectivo y altamente curioso
D	Mujer	12	CEA	3	Cognición y comunicación limitada
E	Mujer	15	CEA, Discapacidad Intelectual, Trastorno generalizado del desarrollo	3	Cognición limitada y problemas de comunicación severos

El estudio empleó un método de investigación de caso único con una línea base múltiple, un enfoque que ha demostrado ser eficaz para abordar las necesidades de poblaciones reducidas (Horner et al. 2005). El análisis incluyó una fase de línea base sin estrategias de atención activadas, seguida de fases de intervención y post-intervención en las que se implementaron dichas estrategias. Esta configuración permitió evaluar de manera comparativa el desempeño atencional en diferentes condiciones.

3.2 Resumen de resultados clave

Este estudio proporcionó información sobre las experiencias de interacción de los niños durante las actividades de aprendizaje y evaluó el impacto de estrategias de atención personalizadas según el perfil de cada niño. Nuestros resultados preliminares (cita anónima) resaltaron los posibles beneficios de estas estrategias. Algunos niños demostraron una mayor capacidad para participar en actividades digitales con menor intervención de los terapeutas, a pesar de no estar acostumbrados a trabajar de forma independiente y, en algunos casos, requerir más tiempo o interacciones para completar las tareas. Además, los perfiles únicos y detallados de nuestros participantes sugieren que ciertas consideraciones adicionales, como un entrenamiento previo en papel, podrían ser beneficiosas para niños con autismo de nivel 3 o en casos donde los factores contextuales influyen en su alfabetización digital.

A través de este estudio piloto, también identificamos principios clave de diseño para la creación de sistemas interactivos dirigidos a niños con autismo. Parte de estas directrices incluyen la importancia de considerar cómo las instrucciones auditivas pueden ayudar a regular comportamientos relacionados con la ansiedad, el uso de estímulos sonoros para recuperar la atención, la incorporación de señales visuales para dirigir el enfoque y la gestión de desafíos asociados a interacciones hiper-táctiles, las cuales pueden generar respuestas no deseadas, como hacer zoom o salir involuntariamente del sistema.

4. Validación por parte de Expertos en Autismo

El ecosistema digital de aprendizaje propuesto fue diseñado no solo para adaptarse y apoyar las necesidades y fortalezas de los niños con condición autista, sino también para asistir a los profesionales y familiares que los acompañan. Este ecosistema les permite crear y personalizar actividades de aprendizaje

adaptadas a las preferencias de cada niño, además de realizar un seguimiento eficaz de su progreso. En este sentido, nuestro tercer y más reciente estudio de caso se centró en evaluar el módulo de creación de actividades del ecosistema; la herramienta de autor. Asimismo, buscamos aprovechar la experiencia de profesionales en autismo para validar el ecosistema digital de aprendizaje, en particular su capacidad de atender las diversas necesidades de los niños con autismo tras incorporar las lecciones obtenidas en el estudio anterior.

4.1 Metodología

4.1.1 Diseño del prototipo

A partir del primer estudio de caso, recopilamos información sobre cómo los profesionales en autismo se adaptaron al cambio hacia el aprendizaje digital durante la pandemia por COVID-19. En ese periodo, utilizaron diversos sistemas interactivos multiplataforma para crear recursos que apoyaran el aprendizaje de los niños con condición autista, dado que no existía una solución única que integrara todas sus necesidades. Basándonos en el contexto y los requerimientos identificados, diseñamos un prototipo usando tecnologías web para el módulo de creación de actividades del ecosistema. Este módulo permite crear actividades digitales en formato privado o público, posibilitando que dichas actividades se compartan entre profesionales y puedan ser reutilizadas por los familiares.

El proceso de creación está estructurado en una serie de pasos, donde los profesionales pueden optar por generar una actividad a partir de una plantilla predefinida, un archivo PDF existente (para digitalizarlo y hacerlo interactivo), o una fuente externa. Las plantillas predefinidas se basan en los tipos de actividades más utilizados según el feedback profesional, e incluyen: asociación de conceptos, categorización, asociación de pares, secuenciación y cuestionarios. Todas las actividades pueden personalizarse según el perfil del niño mediante un panel de configuración.

Durante esta nueva fase de prototipado, también incorporamos las pautas derivadas del estudio anterior (cita anónima) al ecosistema completo con el fin de validar una versión mejorada del sistema interactivo.

4.1.2 Participantes

En este estudio colaboramos con AUCAVI, un centro de educación especial en España que acompaña a estudiantes con condición autista desde la educación infantil hasta su

transición a la vida adulta. El centro cuenta con un equipo multidisciplinar compuesto por psicólogos, docentes y logopedas. La edad de los profesionales en autismo que participaron en el estudio ($n = 12$) osciló entre los 20 y los 59 años ($\bar{x} = 37$, $\sigma = 10$), con 8 mujeres y 2 hombres. De los participantes, el 60 % tenía un nivel de usuario en tecnologías, el 30 % un nivel avanzado y el 10 % poca o ninguna experiencia.

4.1.3 Prueba de usabilidad

Para evaluar el proceso de creación de actividades de aprendizaje, se seleccionaron dos tipos de actividades (asociación de conceptos y categorización), a crear mediante una plantilla predefinida o un archivo PDF. Los participantes se dividieron en dos grupos según el tipo de actividad y el método asignado para la creación.

Las pruebas se realizaron de forma individual con cada profesional en autismo, comenzando con una breve introducción al ecosistema. Durante la sesión, se grabó la pantalla de los participantes para analizar su interacción con el sistema. La evaluación se centró en los siguientes parámetros: efectividad (porcentaje de éxito en la finalización de tareas dentro del tiempo asignado), eficiencia (tiempo total requerido para completar las tareas), errores y satisfacción. Para medir este último aspecto, se aplicó un cuestionario SUS posterior a la prueba, con el fin de valorar la usabilidad percibida e identificar posibles problemas del módulo de creación.

4.1.4 Grupo focal

Este método tiene como objetivo explorar el ecosistema digital de aprendizaje en su conjunto. Busca validar, a partir de la opinión de expertos, si el diseño satisface efectivamente las necesidades de los niños con condición autista, así como descubrir nuevas consideraciones aún no contempladas.

Se siguió una agenda semiestructurada que comenzó con la obtención del consentimiento informado de los participantes. El moderador, uno de los autores del estudio, explicó el propósito del ecosistema digital de aprendizaje, realizó una demostración y planteó preguntas semiestructuradas para facilitar una discusión moderada. Toda la sesión fue grabada en audio y video. Para el análisis de los datos, se transcribió la discusión y se aplicó un análisis temático.

4.2 Resumen de resultados clave

Aunque los resultados aún son preliminares, la evaluación del ecosistema de aprendizaje ha sido bastante positiva. La prueba

de usabilidad demostró que todos los participantes lograron completar las tareas, con un tiempo promedio de finalización de 5 minutos. Además, se observó que los recursos creados a partir de archivos PDF se completaron más rápidamente en todos los casos, independientemente del tipo de actividad. Este resultado fue bien recibido por los profesionales, ya que les permite digitalizar y hacer interactivos de forma sencilla los recursos en formato papel que ya utilizan. En cuanto a la satisfacción, se obtuvo una puntuación de 85 en el cuestionario SUS, lo que indica un nivel aceptable de usabilidad del módulo de creación de actividades. Asimismo, se identificaron solo algunos errores, los cuales se categorizaron como problemas de comprensión e interfaz, y serán abordados en futuras iteraciones de desarrollo.

En lo relativo a la validación del sistema, se verificó que el ecosistema abordó eficazmente todos los temas emergentes identificados en el grupo focal. Estos temas incluyeron la personalización de la aplicación, enfoques de comunicación, diseño de interfaz sencilla, mecanismos de atención y aprendizaje sin errores. La única consideración adicional nueva fue la posibilidad de personalizar el estímulo auditivo para recuperar la atención. Estos temas se desarrollarán en la siguiente sección, ya que no solo validan los requisitos del sistema, sino que también enriquecen la comprensión de la perspectiva autista en IPO.

5. Lecciones y Reflexiones Valiosas

Diseñar sistemas interactivos para niños con condición autista es un proceso complejo que requiere comprender y abordar la diversidad de sus características. En esta sección se presenta una recopilación de lecciones y reflexiones valiosas obtenidas a lo largo del proceso empírico de diseño de un ecosistema digital de aprendizaje para niños con condición autista, fundamentado en un enfoque metodológico y científico. Estas reflexiones ofrecen consideraciones críticas para abordar eficazmente las necesidades únicas de los niños dentro del espectro y avanzar en la práctica de la IPO hacia el desarrollo de tecnologías de aprendizaje significativas.

5.1 La inspección fallida de IPO

5.1.1 Explorar el mundo real

La investigación en autismo requiere un enfoque práctico que conecte el conocimiento teórico con aplicaciones reales. Sin embargo, muchos estudios en IPO no incluyen a usuarios con condición autista en sus evaluaciones, y se basan en exceso en modelos teóricos, revisiones bibliográficas o datos de fuentes

secundarias (Darejeh y Singh, 2013; Putnam y Chong, 2008). Estos enfoques a menudo pasan por alto las realidades que enfrentan los niños con autismo, sus familias y educadores. La representación auténtica es esencial para capturar sus necesidades, preferencias y desafíos específicos al interactuar con tecnologías de aprendizaje.

5.1.2 Más allá de las tecnologías de asistencia

Una limitación frecuente en la investigación en IPO sobre autismo es asumir que las tecnologías de asistencia constituyen el único o principal medio de apoyo para esta comunidad (Kraleva y Kraleve, 2018; Larco et al., 2018). Esta investigación resalta las posibilidades que ofrecen las tecnologías convencionales, lo que no solo amplía el espectro de recursos disponibles, sino que también reduce la dependencia de herramientas especializadas, que pueden ser costosas o de difícil acceso (Lang et al., 2014). Superar este enfoque requiere un cambio de paradigma en el diseño IPO de tecnologías, promoviendo una integración que combine las fortalezas de tecnologías de asistencia y convencionales para fomentar la inclusión.

5.1.3 Sin mantenimiento, sin impacto

Nuestros estudios identificaron una limitación significativa en la investigación en IPO: su corto ciclo de vida. Muchos trabajos se enfocan en el desarrollo de prototipos o en evaluaciones en entornos controlados, pero descuidan la viabilidad a largo plazo de estas herramientas. Para lograr un impacto sostenido, los investigadores en IPO deben considerar el mantenimiento y el soporte continuo como elementos esenciales del diseño tecnológico. La aplicación de asistencia #SoyVisual, en su versión móvil, ilustra esta problemática. A pesar de haber sido altamente valorada por profesionales y familias, dejó de estar disponible en versiones recientes de los sistemas operativos debido a la falta de mantenimiento.

5.1.4 Limitar ads en CEA

Las compras integradas en las aplicaciones y la publicidad intrusiva generan barreras de accesibilidad para los niños con condición autista. Si se requiere recurrir a estos modelos de ingreso, se recomienda que la publicidad esté cuidadosamente diseñada: restringida a perfiles de educadores o cuidadores en sistemas multiusuario, o bien presentada como banners estáticos y no intrusivos, fuera del área principal de aprendizaje, para asegurar una interacción fluida y enfocada.

5.2 El espectro y su contexto

5.2.1 Niveles CEA, una guía básica

La clasificación del DSM-V del autismo en tres niveles de apoyo (American Psychiatric Association et al., 2013) ofrece a los investigadores en IPO un marco inicial para adaptar los diseños a distintas necesidades de los usuarios. No obstante, estos niveles son solo un punto de partida, ya que el autismo se manifiesta de forma única en cada individuo. A pesar de esta complejidad, muchos estudios abordan el autismo de manera general (Cecil et al., 2021; Chistol et al., 2023; Washington et al., 2016) sin considerar los niveles o necesidades específicas, lo que limita la profundidad y aplicabilidad de los hallazgos. Para obtener resultados significativos, la investigación en IPO debe contextualizar los diseños en función de perfiles concretos dentro del espectro, evitando generalizaciones.

5.2.2 El contexto amplía el espectro

La complejidad del autismo se ve profundamente influida por factores como el género, la edad, condiciones asociadas y el contexto socioeconómico (Martínez-González et al., 2023). En nuestro estudio piloto en el Sur Global, los niños enfrentaron un impacto exacerbado del autismo debido a diagnósticos tardíos, estigmas culturales, atención médica limitada y baja alfabetización digital. Abordar estas desigualdades exige que la IPO supere los modelos tradicionales basados en contextos del primer mundo (Sharmin et al., 2018) e integre perspectivas de regiones subrepresentadas.

5.3 Potenciar la comunicación

5.3.1 Pensamiento abstracto

El nivel de abstracción que un niño con autismo puede procesar es un aspecto fundamental en el diseño de sistemas de aprendizaje. Si bien los pictogramas son de uso común, la comunidad de IPO debe evitar tratarlos como una solución universal. Como comentó una profesional del autismo:

“Las imágenes reales son las más fundamentales porque son más fáciles de comprender para los niños. Con algo más de abstracción, los niños pasan a los pictogramas. Luego están los dibujos, aunque los usamos con menos frecuencia. El último nivel sería la palabra escrita.”

A continuación, se presenta un análisis descriptivo e inferencial de los resultados obtenidos en la búsqueda realizada sobre la evolución, tendencias, artículos, documentos y demás trabajos relacionados con la usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo. Como se mencionó antes, el estudio se enfocó en identificar a los autores más relevantes, los artículos con mayor número de citas, las revistas más frecuentemente utilizadas, la producción científica por país y las afiliaciones de los investigadores, así como las conexiones existentes dentro del dominio. Este enfoque permitió evaluar el estado actual de la investigación en el área y detectar las tendencias, desafíos y oportunidades para futuras investigaciones.

5.3.2 Enfoques comunicativos

Dada la diversidad en los niveles de abstracción, los sistemas de aprendizaje deben incorporar una combinación de audio, texto y pictogramas en su diseño, personalizada según las necesidades individuales. Esta personalización y combinación de distintos enfoques comunicativos —rara vez observada en tecnologías existentes acorde a los resultados del caso de estudio 1— puede empoderar la participación y expresión de los niños dentro de los entornos de aprendizaje.

5.3.3 Auto-instrucción

Fomentar la autonomía en los niños con condición autista es un objetivo central en el diseño de sistemas digitales de aprendizaje eficaces. Un enfoque prometedor consiste en presentar las instrucciones en primera persona, transformándolas en enunciados autodirigidos (por ejemplo, “Yo observo y emparejo las cartas”). Para maximizar su impacto, estas instrucciones deben ser claras, concisas y adaptadas a las diferentes capacidades cognitivas.

5.4 El ecosistema de apoyo

5.4.1 Entorno colaborativo

Diseñar para niños con autismo requiere un enfoque holístico que involucre a su entorno de apoyo, incluidos los profesionales del autismo (docentes, terapeutas, psicólogos) y los familiares. Involucrarlos activamente proporciona una visión invaluable de las necesidades de los niños. Además, la participación de la familia ha demostrado mejorar significativamente el proceso de aprendizaje, como se evidenció en nuestros resultados del estudio de caso 1.

5.5 Esenciales de la interfaz

5.5.1 Diseño simple para fomentar autonomía

Promover un uso independiente requiere interfaces simples e intuitivas que minimicen la sobrecarga de contenido y aseguren una navegación amigable dentro de un espacio de trabajo estructurado y organizado. Los elementos clave deben posicionarse de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha en la interfaz. Además, probar los diseños con niños con condición autista es esencial para garantizar la accesibilidad y mitigar posibles factores estresantes. Esta pauta cobra especial importancia en aplicaciones de uso general o comerciales, que suelen ser más complejas y pueden requerir apoyo externo de padres o educadores para su uso apropiado.

5.5.2 Mejorar la experiencia de usuario

Nuestra investigación evidenció que muchas tecnologías de asistencia presentan interfaces desactualizadas que no siguen pautas de usabilidad. Si bien la simplicidad es clave, la experiencia de usuario debe mantenerse atractiva y motivadora. Diseñar interfaces eficaces requiere equilibrar la simplicidad con elementos interactivos y dinámicos que capten la atención y fomenten la interacción.

5.5.3 Cuidar la claridad de diseño

Un diseño claro y sin ambigüedades es esencial en sistemas de aprendizaje dirigidos a niños con autismo. Botones, íconos y otros elementos deben corresponder al nivel de abstracción de los niños e incluir apoyos visuales. Por ejemplo, un botón de cierre de ventana sin etiqueta (“x”) puede no ser comprensible; en su lugar, es preferible usar botones con mensajes claros o pictogramas que indiquen su función.

5.5.4 Gestión de estereotipias

Los niños con condición autista pueden manifestar estereotipias —movimientos repetitivos e involuntarios— que interfieren con las interacciones táctiles, produciendo acciones no intencionadas. Según nuestra experiencia en el caso de estudio 2, estrategias como bloquear la pantalla para evitar salidas accidentales o desactivar el zoom pueden reducir estas interrupciones. Además, los sistemas deben distinguir entre interacciones intencionales y no intencionales, especialmente en mecanismos de monitoreo de inactividad o atención. Detectar patrones como múltiples toques rápidos o simultáneos permite identificar acciones no intencionadas y adaptar las respuestas del sistema en consecuencia.

5.5.5 'Arrastrar y soltar' configurable

Se recomienda mantener configurable la interacción de 'arrastrar y soltar' (drag and drop). Aunque muchos profesionales sugieren evitar esta funcionalidad debido a posibles dificultades en la motricidad fina de los niños con autismo, nuestra experiencia en el caso de estudio 2 muestra que muchos niños encuentran esta interacción más natural, incluso aquellos con bajo conocimiento digital. Por ello, abogamos por hacerla configurable, permitiendo activarla o no según las necesidades y preferencias individuales.

5.6 Personalización como clave del éxito

5.6.1 Panel de personalización

"Al final, no habrá una configuración que funcione para todos. Cada niño es diferente, y la actividad debe adaptarse a sus necesidades individuales." –
Profesional de autismo

Las tecnologías de aprendizaje deben incluir un panel de configuración robusto que permita a educadores y familiares adaptar el sistema a los requerimientos específicos de cada niño. Con base en esta investigación, se recomiendan opciones de personalización que incluyan estrategias de atención (por ejemplo, temporizadores, notificaciones, estímulos auditivos/visuales, detección de inactividad y señales para recuperar la atención), funcionalidad de arrastrar y soltar, niveles de dificultad de las actividades, duración, recompensas personalizadas y enfoques de comunicación. Además, opciones simplificadas y visualmente accesibles pueden empoderar a los niños para tomar decisiones, como establecer la duración de la actividad o elegir el tipo de recompensa.

5.6.2 Herramientas de autor

Fortalecer el entorno de apoyo al autismo con herramientas de autor permite la creación de contenido personalizado que enriquezca el aprendizaje digital. Muchos sistemas existentes se centran en dominios cognitivos específicos, lo que obliga a educadores y familiares a gestionar múltiples aplicaciones o crear recursos complementarios. Para resolver esta limitación, los sistemas deben incluir herramientas que simplifiquen la creación de recursos orientados a una gama más amplia de habilidades y objetivos de aprendizaje. En nuestro caso de estudio 3, validamos que el uso de una selección de plantillas predefinidas, basadas en los tipos de actividades más utilizadas, facilitaba la creación de un amplio rango de

actividades que abarcaban tanto diferentes áreas cognitivas como diversas edades de los usuarios.

5.7 Replantear el aprendizaje digital

5.7.1 Brechas en el aprendizaje

Nuestra investigación identificó desigualdades en el enfoque de los sistemas de aprendizaje para niños con condición autista, revelando oportunidades para el desarrollo. En particular, en nuestro caso de estudio 1 se identificaron brechas en las habilidades cognitivas abordadas, así como un desbalance en la cantidad y calidad del apoyo ofrecido, y en la disponibilidad de recursos adaptados a distintas lenguas y grupos etarios. Las tecnologías de aprendizaje deben ajustarse tanto a las etapas del desarrollo como a las necesidades diversas de sus usuarios.

5.7.2 (Auto)percepción de aprendizaje

Algunos sistemas de aprendizaje interactivo carecen de opciones adecuadas para el seguimiento de actividades, o bien presentan esta información de manera compleja, a través de gráficos o estadísticas diseñadas exclusivamente para profesionales y familiares. Para fomentar la conciencia del progreso en los propios niños, se deben integrar representaciones visuales simplificadas, alineadas con sus capacidades cognitivas y de abstracción.

5.7.3 Estrategias de atención

Mantener la concentración durante las actividades digitales es un desafío crítico para los niños con autismo. Los mecanismos eficaces identificados en esta investigación incluyen temporizadores, estímulos auditivos, notificaciones y animaciones. Por ejemplo, los estímulos auditivos resultan especialmente útiles para recuperar la atención, mientras que las animaciones resaltan información clave que favorece el reenfoque. Estas herramientas deben ser personalizables para adaptarse a los distintos perfiles, permitiendo estrategias de atención ajustadas a cada caso.

5.7.4 Audio para regular conducta y concentración

Los estímulos de audio cumplen una doble función en los sistemas interactivos, como se evidenció en nuestro estudio piloto. Pueden reducir la ansiedad, generar una sensación de calma y facilitar el inicio de las actividades de aprendizaje. Asimismo, la incorporación de audio en los elementos interactivos de la interfaz contribuye a marcar un ritmo de aprendizaje y a fomentar la repetición oral, un recurso clave

para estimular el desarrollo del lenguaje. Esta estrategia resultó especialmente efectiva en nuestro caso de estudio 2, con niños con autismo en niveles 2 y 3 de apoyo.

5.7.5 Ampliar opciones de interacción

Las tecnologías de aprendizaje actuales suelen ofrecer métodos de interacción limitados. Introducir un avatar que guíe al niño durante las actividades podría aumentar su motivación y compromiso. Los avatares también pueden aliviar la presión social de la interacción cara a cara, promoviendo una comunicación y participación más cómodas.

5.7.6 Más allá de un enfoque infantil

La mayoría de los sistemas de aprendizaje actuales están concebidos principalmente para niños pequeños, empleando contenidos que, en muchos casos, resultan excesivamente infantiles y poco adecuados para adolescentes o personas adultas. Es fundamental avanzar hacia el desarrollo de sistemas personalizables que respondan a los intereses, etapas de desarrollo y necesidades específicas de diferentes rangos etarios, evitando la infantilización y garantizando el respeto por su proceso de crecimiento.

6. Conclusiones

Diseñar sistemas interactivos para niños con autismo implica abordar la complejidad de sus características diversas, un

desafío que persiste en la práctica actual en IPO. A través de nuestros tres estudios de caso centrados en el diseño de un ecosistema digital de aprendizaje, reflexionamos críticamente sobre la perspectiva del autismo en IPO a partir de nuestra experiencia, y presentamos lecciones y reflexiones valiosas que pueden ayudar a futuros investigadores a contribuir de manera significativa a la comunidad autista y avanzar en el campo. Estas reflexiones se organizan en los siguientes temas: la inspección fallida en IPO, el espectro y su contexto, potenciar la comunicación, el ecosistema de apoyo, esenciales de la interfaz, la personalización como clave del éxito y la necesidad de replantear el aprendizaje digital. En la próxima fase de nuestro proyecto a gran escala, nuestro objetivo es ampliar el ecosistema con nuevos módulos y extender la evaluación para incluir a más niños con condición autista, así como a sus familiares.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a las Fundaciones CENIDI y AUCAVI, así como a los niños con autismo y a sus familias que participaron en nuestro estudio. Sus aportaciones han sido invaluable para nuestra investigación.

Referencias

- American Psychiatric Association, A., Association, A. P., et al. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders: Dsm-5. Washington, DC: American psychiatric association.
- Boyd, L. E., Gupta, S., Vikmani, S. B., Gutierrez, C. M., Yang, J., Linstead, E., & Hayes, G. R. (2018). Vrsocial: Toward immersive therapeutic vr systems for children with autism. In Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems (pp. 1–12).
- Cecil, J., Kauffman, S., Cecil-Xavier, A., Gupta, A., McKinney, V., & Sweet-Darter, M. (2021). Exploring human-computer interaction (hci) criteria in the design and assessment of next generation vr based education and training environments. In 2021 IEEE conference on virtual reality and 3d user interfaces abstracts and workshops (VRW) (pp. 524–525).
- Chinchay, Y., Torrado, J. C., Gomez, J., & Montoro, G. (2023). Towards more supportive ICT for children with autism spectrum disorders: lessons learned from COVID-19 pandemic. Behaviour & Information Technology, 1–20.
- Chistol, M., Turcu, C., & Danubianu, M. (2023). Autism assistant: A platform for autism home-based therapeutic intervention. IEEE Access.
- Dahiya, A. V., DeLucia, E., McDonnell, C. G., & Scarpa, A. (2021). A systematic review of technological approaches for autism spectrum disorder assessment in children: Implications for the COVID-19 pandemic. Research in Developmental Disabilities, 109, 103852.
- Dalton, N. S. (2013). Neurodiversity & HCI. In CHI '13 extended abstracts on human factors in computing systems (p. 2295–2304). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
- Darejeh, A., & Singh, D. (2013). A review on user interface design principles to increase software usability for users with less computer literacy. Journal of computer science, 9 (11), 1443.
- Doeniyas, C., & Shohieb, S. M. (2021). Leveraging technology for the wellbeing of individuals with autism spectrum disorder and their families during COVID-19. Frontiers in Psychiatry, 12, 566809.

- Horner, R. H., Carr, E. G., Halle, J., McGee, G., Odom, S., & Wolery, M. (2005). The use of single-subject research to identify evidence-based practice in special education. *Exceptional children*, 71 (2), 165–179.
- ISO, I. f. S. (2010). *Ergonomics of human-system interaction: Part 210: Human-centred design for interactive systems*. ISO.
- Kraleva, R., & Kralev, V. (2018). An evaluation of the mobile apps for children with special education needs based on the utility function metrics. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*, 8(6), 2269-2277.
- Lang, R., Ramdoss, S., Raulston, T., Carnet, A., Sigafoos, J., Didden, R., Moore, D., & O'Reilly, M. F. (2014). Assistive technology for people with autism spectrum disorders. In *Assistive Technologies for People with Diverse Abilities* (pp. 157–190). Springer.
- Larco, A., Yanez, C., Almendáriz, V., & Luján-Mora, S. (2018, April). Thinking about inclusion: Assessment of multiplatform apps for people with disability. In *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 350-354). IEEE.
- Mankoff, J., Hayes, G. R., & Kasnitz, D. (2010). Disability studies as a source of critical inquiry for the field of assistive technology. In *Proceedings of the 12th international acm sigaccess conference on computers and accessibility* (pp. 3–10).
- Martínez-González, A. E., Rodríguez-Jiménez, T., Riaño-Hernández, D., Alexandra-Atehortúa, P., Ramírez-Conde, A., & Ramírez-García, L. (2023). Cross-cultural differences in autistic characteristics: a comparison between Spain and Colombia [Article]. *International Journal of Developmental Disabilities*.
- Mazzei, D., Greco, A., Lazzeri, N., Zarak, A., Lanata, A., Iglizoi, R., . . . others (2012). Robotic social therapy on children with autism: preliminary evaluation through multi-parametric analysis. In *2012 international conference on privacy, security, risk and trust and 2012 international conference on social computing* (pp. 766–771).
- Mobahi, H., & Karahalios, K. G. (2005). Hci applications for aiding children with mental disorders. *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students*, 12 (2), 3–3.
- Putnam, C., & Chong, L. (2008). Software and technologies designed for people with autism: what do users want? In *Proceedings of the 10th international acm sigaccess conference on computers and accessibility* (pp. 3–10).
- Rodrigo, J., & Corral, D. (2013). Arasaac: portal aragonés de la comunicación aumentativa y alternativa. software, herramientas y materiales para la comunicación e inclusión. *Informática na Educação: teoria & prática*, 16 (2).
- Rosli, S., Amin, N. A., Suryanto, S., & Ilias, K. (2022). Roles of digital technology in sustaining mental health among parent of children with autism spectrum disorders (asd) during pandemic covid-19. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 7 (19), 173–179.
- Saleh, M. A., Hanapiah, F. A., & Hashim, H. (2021). Robot applications for autism: a comprehensive review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16 (6), 580–602.
- Schneider, H., Eiband, M., Ullrich, D., & Butz, A. (2018). Empowerment in hci-a survey and framework. In *Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1–14).
- Sharmin, M., Hossain, M. M., Saha, A., Das, M., Maxwell, M., & Ahmed, S. (2018). From research to practice: Informing the design of autism support smart technology. In *Proceedings of the 2018 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1–16).
- Simm, W., Ferrario, M. A., Gradinar, A., Tavares Smith, M., Forshaw, S., Smith, I., & Whittle, J. (2016). Anxiety and autism: towards personalized digital health. In *Proceedings of the 2016 chi conference on human factors in computing systems* (pp. 1270–1281).
- Suhaila, N. A., & Nordin, N. M. (2022). Assistive technology for autism spectrum disorder: systematic literature review. *International Journal of Advanced Research in Education and Society*, 4 (2), 25–39.
- Washington, P., Voss, C., Haber, N., Tanaka, S., Daniels, J., Feinstein, C., . . . Wall, D. (2016). A wearable social interaction aid for children with autism. In *Proceedings of the 2016 chi conference extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 2348–2354).
- Wing, L., & Gould, J. (1979). Severe impairments of social interaction and associated abnormalities in children: Epidemiology and classification. *Journal of autism and developmental disorders*, 9 (1), 11–29.
- Wobbrock, J. O. (2017). Sigchi social impact award talk—ability-based design: Elevating ability over disability in accessible computing. In *Proceedings of the 2017 chi conference extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 5–7).