

Juguetes basados en IoT para apoyar el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual
IoT-based toy to support the learning of people with intellectual disabilities

Janer Steven Torrales¹, Jean Carlos Almeida², Orlando Erazo³

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, janer.torrales2016@uteq.edu.ec

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo, jean.almeida2015@uteq.edu.ec

³Universidad Técnica Estatal de Quevedo, oerazo@uteq.edu.ec

Autor para correspondencia: oerazo@uteq.edu.ec

Fecha de recepción: abril 2023

Fecha de aceptación: junio 2023

RESUMEN

La población con discapacidad continúa aumentando y con ello la necesidad de disponer de herramientas que sean de utilidad para apoyar los procesos de aprendizaje que deriven en su apropiado desenvolvimiento en el día a día. Las TIC pueden hacer un aporte significativo, pero es menester contar con más y nuevas propuestas. Por ello, en este trabajo se propone la posibilidad de utilizar dispositivos basados en el Internet de las Cosas (IoT) como herramienta de apoyo al aprendizaje de acciones cotidianas de personas con discapacidad intelectual (PDI). Esta idea es llevada a cabo con un enfoque lúdico; es decir, los dispositivos en realidad son considerados juguetes que apuntan a combinar el entretenimiento con el aprendizaje. Para analizar la propuesta se diseñaron tres juguetes pensando en aprender a identificar el dinero, utilizar el semáforo y competir con otra persona. Además, se construyó una aplicación web que permita al profesional a cargo de las PDI disponer de un registro y reportes para efectuar los ajustes pertinentes. Todos los componentes del sistema fueron sometidos a una evaluación de accesibilidad y usabilidad respectivamente. Se obtuvieron resultados favorables que sugieren que los juguetes, como dispositivos IoT, son una opción viable para apoyar a las PDI.

Palabras clave: Internet de las Cosas; juguetes digitales; juguetes educativos; discapacidad intelectual

ABSTRACT

The population with disabilities continues to increase and with it the need to have tools that are useful to support the learning processes that lead to their proper development on a day-to-day basis. ICT can make a significant contribution, but it is necessary to have more and new proposals. For this reason, this work proposes the possibility of using devices based on the Internet of Things (IoT) as a tool to support the learning of daily actions of people with intellectual disabilities (PID). This idea is carried out with a playful approach; that is, the devices are actually considered toys

that aim to combine entertainment with learning. To analyze the proposal, three toys were designed with the idea of learning to identify money, use traffic lights, and compete with another person. In addition, a web application was built that allows the professional in charge of PID to have a record and reports to make the pertinent adjustments. All system components were subjected to an accessibility and usability evaluation, respectively. Favorable results were obtained suggesting that toys, as IoT devices, are a viable option to support PID.

Key words: Internet of Things; digital toys; educational toys; intellectual disability

INTRODUCCIÓN

En el transcurso de la vida de las personas aparecen ocasionalmente riesgos para la salud, representados por enfermedades, accidentes y otros fenómenos o situaciones que pueden cambiar por completo la condición humana. En algunos casos, el sistema de desarrollo de hábitos del sujeto se ve afectado, haciendo que su condición sea irreversible y su vida ya no sea la misma de antes (Galvis Restrepo & Lopera Murcia, 2019), teniendo incluso que enfrentar obstáculos tanto sociales como económicos. Dentro de este segmento de la población se encuentran las personas con discapacidad, que a lo largo de los años han sido relegadas. Las personas con discapacidad han tenido que enfrentarse a restricciones y debilidades en el acceso a la educación, empleo, protección social, salud, medios de comunicación, transporte, información, vida política y otros derechos básicos como formar una familia, ejercer el derecho al voto o disfrutar de una vida social (Moris, Sanhueza, & San Martín Peñailillo, 2017). Además, si se considera un caso particular, como el de las personas con discapacidad intelectual, resulta que podrían no tener la capacidad para aprender a niveles esperados y acoplarse normalmente en la vida cotidiana. Incluso, en el caso de niños, esta discapacidad podría hacer que el aprendizaje y desarrollo ocurra de una manera más lenta que la de otros niños de la misma edad, junto con necesitar de terapias para aprender a hablar, caminar, vestirse o comer sin ayuda, entre otras. En definitiva, esta condición conduce a limitaciones en el desarrollo cognitivo y funciones conductuales adaptativas (comportamientos responsables) que incluyen: comunicación, cuidado personal, habilidades sociales, salud y seguridad, funciones académicas y otras (Hardiyanti & Azizah, 2019).

Aunque se ha ido incrementando la cantidad de personas con discapacidad, también se ha dado un avance en cuanto a inclusión, junto con la revolución de las Tecnologías de la Información y

Comunicación (TIC) que hoy en día pueden ser aprovechadas para apoyar a esta población. Ya sea una herramienta para el entrenamiento, de apoyo para la salud, para la educación, u otro ámbito, las TIC tienen diferentes bondades que ofrecer a la comunidad con discapacidad (Viquez-Alfaro, López-Garbanzo, Cordero-Salas, & Alpizar-Alfaro, 2019). En particular, los videojuegos se han vuelto omnipresentes en la sociedad y, según las últimas encuestas, estos son una de las primeras actividades de ocio para niños y jóvenes, con y sin discapacidad (Risco et al., 2018). Aplicaciones de este tipo constituyen una ayuda para las personas con discapacidad, ya sea que las utilicen de manera autónoma o con la guía de un docente, terapeuta, familiar, etc. Además, entre esas aplicaciones desarrolladas se encuentran aquellas disponibles para ambientes de escritorio, web y dispositivos móviles (como por ejemplo (Lopez-Basterretxea, Mendez-Zorrilla, & Garcia-Zapirain, 2014), (Sochocka, Mirocha, & Strypan, 2020), y (Reyes, Luis Martínez, 2017)). En otras palabras, se están considerando diferentes estilos de interacción como una forma de apoyar a las personas con discapacidad.

Como es de esperar, los videojuegos que sirven para el entretenimiento no son la única opción lúdica a la que se puede recurrir en la actualidad para apoyar el aprendizaje en general. Por un lado, están los *Serious Games* (juegos serios) que pueden emplearse como apoyo en el aprendizaje ya que son actividades adecuadas para estimular, para desarrollar habilidades y para fomentar la integración social (Susi, Johannesson, & Backlund, 2007). Recientemente, el uso de juegos serios ha aumentado y con ello las posibilidades para aportar a las personas con discapacidad intelectual sean niños o adultos (Derks, Willems, & Sterkenburg, 2022). Por otro lado, algunos autores han ido un poco más allá, llegando incluso a proponer juguetes como una forma de apoyar el aprendizaje o terapias (Tseng et al., 2021), (Wang, Adachi, Takashima, & Kitamura, 2021). Propuestas como las citadas pueden ser un aporte para hacer el aprendizaje más ameno o entretenido, pero es necesario buscar juguetes más acordes a actividades cotidianas que necesitan aprender las personas con discapacidad junto con aprovechar otras opciones ofrecidas por las TIC.

Otra de las áreas que ha evolucionado significativamente, y que además podría aprovecharse en la construcción de juguetes para personas con discapacidad, es el Internet de las cosas (IoT, *Internet of Things*). Se trata de una red de cosas integradas con electrónica, sensores, conectividad y software (Das, Tuna, Demirel, & Yurdakul, 2017). IoT permite la creación de un entorno propicio

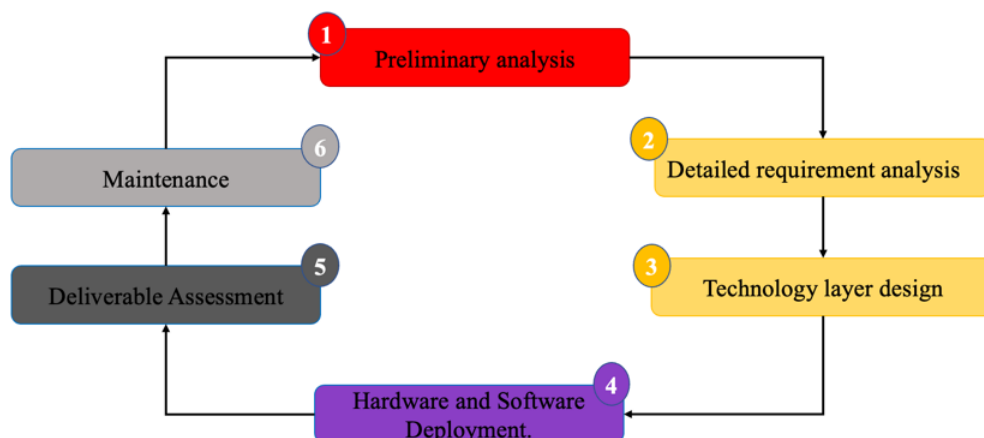
al brindar asistencia a las personas con discapacidad en el transporte, la información y la construcción de comunicaciones. IoT se puede aplicar en una variedad de escenarios para facilitar que las personas con discapacidad realicen sus actividades diarias, lo que ayuda a que aumenten su autonomía y confianza en sí mismos, y la independencia en las actividades (Harari, Fava, Díaz, Altoaguirre, & Torales, 2018). Sin embargo, si se piensa en la posibilidad de utilizar juguetes basados en Iot, la literatura es escasa siendo necesario analizarla con más detenimiento.

Precisamente, este trabajo busca aportar en el ámbito de la discapacidad, aprovechando opciones que ofrecen las TIC como el IoT. En general, la propuesta apunta al uso de dispositivos lúdicos para apoyar el aprendizaje de personas con discapacidad intelectual. Dicho de otra forma, se propone emplear juguetes basados en IoT que terapeutas, docentes u otros profesionales afines puedan usar al realizar su labor con personas con esta discapacidad. Para el efecto, los juguetes contendrán los componentes electrónicos necesarios (como sensores, luces led, pantalla LCD, altavoz, etc.), y aprovechando el Internet, recopilarán datos que permitan generar informes visualizados en una aplicación web. Estos informes a su vez mostrarán el progreso de las personas con discapacidad, ayudando al profesional a cargo a tomar las decisiones necesarias para efectuar los ajustes o refuerzos pertinentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se eligió la metodología *Test-Driven Development Methodology for IoT-based Systems (TDDM4IoTS)* (Guerrero-Ulloa, Hornos, & Rodríguez-Domínguez, 2020), orientada específicamente al desarrollo de sistemas basados en IoT (Guerrero-Ulloa et al., 2023). Esta metodología es adecuada para este trabajo porque el orden y la frecuencia de aplicación, así como la asignación de recursos para cada fase, dependen tanto de la naturaleza del proyecto como de los conocimientos, habilidades, experiencia y número de miembros del proyecto. Aunque la metodología original consta de once fases, el orden de aplicación puede ser establecido por el equipo que desarrollará el sistema. En este caso, se consideraron seis etapas, como se muestra en la Fig. 1, y se realizó una modificación a la última. De esta manera, se caminó hacia la obtención de los correspondientes entregables basados en los resultados requeridos del proyecto.

Fig. 1. Fases de la metodología TDDM4IoTS



Fuente: Guerrero-Ulloa et al., 2020

Fase 1: Análisis preliminar

Con la finalidad de afinar la propuesta, se realizó un análisis preliminar con la colaboración de un especialista en terapia de salud. Para el efecto, se mantuvo una reunión a manera de entrevista con un terapeuta del área física y cognitiva que trabajaba con personas con discapacidad al momento del estudio. La reunión se realizó mediante una aplicación para videollamadas. Se desarrolló partiendo de un análisis preliminar en el que el terapeuta indicó las dificultades que presentan este tipo de personas en su vida cotidiana, como problemas de coordinación óculo-motora, lateralidad e identificación de objetos de uso común, etc. Luego, se presentó la idea de utilizar juguetes como dispositivos basados en IoT con características adecuadas para las personas con discapacidad. A partir de estas reflexiones preliminares se pudo dar paso a una definición de requerimientos de manera más precisa; es decir, a concretar las características de los juguetes/dispositivos.

Fase 2: análisis detallado de los requerimientos

A partir de las ideas preliminares, en esta fase se llevó a cabo una validación inicial de los juguetes propuestos. Para ello, se efectuó una reunión mediante videollamada con el mismo terapeuta que colaboró en la primera. Se preparó un bosquejo (estilo *wireframe*) de los juguetes propuestos que fueron puestos en consideración del terapeuta. Uno de los investigadores presentó juguete por juguete al terapeuta, brindando las explicaciones pertinentes. A su vez, el terapeuta fue dando su aprobación para cada uno de ellos.

Fase 3: Diseño de la capa tecnológica

Dado que los juguetes propuestos están basados en IoT, el desarrollo de esta fase contempla dos partes. La primera parte corresponde a la construcción de los juguetes propiamente dicha. Para el efecto, se utilizó Arduino como placa principal en cada uno los juguetes. En cada placa se conectó los componentes necesarios para cada juguete, entre los que se incluyen pantalla LCD 16x2 (con interfaz I2C), DFPlayer mini para la lectura de microSD (usada para almacenar audios en formato MP3 y proporcionar retroalimentación auditiva), bocina para reproducción de los sonidos, botones de colores según el juguete, esp8266 wifi para envío de datos al servidor, luces led, entre otros. La segunda parte desarrollada en esta fase es el servidor, puesto que los datos recolectados en los juguetes deben ser transmitidos a algún lugar, almacenados y visualizados. El software de servidor fue desarrollado en *express.js 4.17.2*, que es un marco de aplicación de *backend* para *node.js* (v. 16.10). Por medio de este, los datos son almacenados en un una base de datos gestionada mediante *PostgreSQL* (v. 13.4). Estos datos son procesados y presentados en una aplicación web desarrollada con *HTML* y *JavaScript*, con un motor de plantilla *EJS* y *Bootstrap* como *framework frontend* para el diseño adaptativo de la aplicación web. De esta manera, el técnico de discapacidad, el docente o el terapeuta a cargo de las personas con discapacidad y usuarios de los juguetes, puede visualizar la utilización y el progreso mediante reportes.

Fase 4: Despliegue de hardware y software

Una vez construidos los juguetes y el software, se pasa a la etapa de despliegue. Para esto, se utilizó un servidor virtualizado, con IP pública, proporcionado por la institución de los autores. En él se instaló y configuró todo el software necesario, desplegando ahí la aplicación web para la visualización de datos. En cuanto al hardware, los juguetes fueron instalados en el área dedicada a trabajar con personas con discapacidad de un gobierno autónomo descentralizado parroquial rural (GADPR) perteneciente a la ciudad de los autores. Estos fueron colocados en las mesas de trabajo disponibles, con la respectiva fuente de alimentación eléctrica y conexión a internet.

Fase 5: Pruebas del sistema

De acuerdo con la metodología TDDM4IoTS (Guerrero-Ulloa et al., 2020), el sistema construido debe ser evaluado por medio de una prueba de entrega para asegurar que cumple con los

requerimientos y asegurar que es confiable. Para el efecto, una vez desplegado hardware y software, se procedió a realizar pruebas de integración para identificar algún eventual problema. Además, se revisó la infraestructura de los distintos servicios como base de datos y redes, para por medio de esto poder identificar posibles errores.

Fase 6: Mantenimiento

La última fase de la metodología seguida es el mantenimiento del sistema. Sin embargo, esta fase aún no puede ser tomada en cuenta en esta parte. Además, los dispositivos construidos no requieren un mantenimiento preventivo sino correctivo en caso de alguna falla. Por lo tanto, se optó por realizar una evaluación adicional en la última parte del proyecto.

Evaluación

Se llevó a cabo una evaluación de accesibilidad y de usabilidad del sistema propuesto. La evaluación de accesibilidad fue aplicada a la parte web del sistema. Se ejecutó mediante una extensión del navegador llamada *Siteimprove Accessibility Checker*, que es una herramienta gratuita para evaluar cualquier página web en busca de problemas de accesibilidad en cualquier momento. Esta herramienta proporciona información intuitiva y visual sobre su contenido, resaltando los problemas detectados directamente en la página, y ofrece una visión general inmediata de sus problemas de accesibilidad junto con explicaciones claras sobre cómo afectan a los usuarios y recomendaciones específicas sobre cómo solucionarlos.

La evaluación de usabilidad se desarrolló con la cooperación de usuarios representativos. Se logró contar con la colaboración de cinco personas con discapacidad intelectual que acuden al GADPR donde se instalaron los dispositivos (cf. Sección 3.4) en compañía de otra persona responsable. Estas personas reciben atención en esta institución como parte de un proyecto enfocado a la discapacidad. El terapeuta/técnico responsable de supervisar a estas personas también participó en la evaluación, simulando un día de trabajo habitual. Para ello, el terapeuta seleccionaba un dispositivo aleatoriamente y precedía a utilizarlo con la persona con discapacidad de turno. Luego de haber utilizado todos los dispositivos con los cinco participantes, el terapeuta completó un cuestionario de evaluación para cada uno de los dispositivos. Se adaptó el cuestionario SUS (*System Usability Scale*) (Brooke, 1996). Se trata de un cuestionario ampliamente aceptado

compuesto de diez ítems que permiten cuantificar de 0 a 100 la usabilidad del sistema analizado. Todo esto se llevó a cabo en una oficina de la misma institución, en un área de quince metros cuadrados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Juguetes propuestos

Los juguetes construidos fueron definidos con base en las entrevistas. Los requerimientos que cumple cada uno también fueron obtenidos a partir de las entrevistas y complementados con la experiencia previa de uno de los autores. En general, se incorporaron instrucciones visuales y con un sistema de recompensa teniendo en cuenta que las personas con discapacidad reaccionan bien a juegos o juguetes con estas características (Shalash, AlTamimi, Abdu, & Barom, 2018). Además, se emplearon colores en los botones, luces led de colores y sonidos agradables. Todo esto implica que los juguetes proporcionan retroalimentación constante, tanto en forma auditiva como visual, procurando no descuidar la parte emocional traducida en mensajes de felicitaciones al realizar los pasos correctamente.

Toda la información recopilada por los juguetes es transmitida al servidor para almacenarse en la base de datos. Los datos recolectados son presentados a manera de informe para que el profesional a cargo de las personas con discapacidad pueda disponer de información resumida y realizar ajustes posteriores según estime pertinente. Esto significa que la aplicación web construida es la responsable de la generación de tales informes. Esta aplicación permite además la gestión juguetes, usuarios y actividades. Esta gestión está concebida para permitir la incorporación de otros juguetes en el futuro; es decir, se pueden diseñar otros dispositivos e incorporarlos al sistema según sea requerido.

En general, los juguetes cuentan con características enfocadas a ayudar a que las personas con discapacidad puedan trabajar para mejorar su independencia. Se diseñaron tres juguetes como una forma de poner en marcha la propuesta. A continuación, se detalla cada uno de ellos, distinguiéndolos de acuerdo con el nombre que se les asignó.

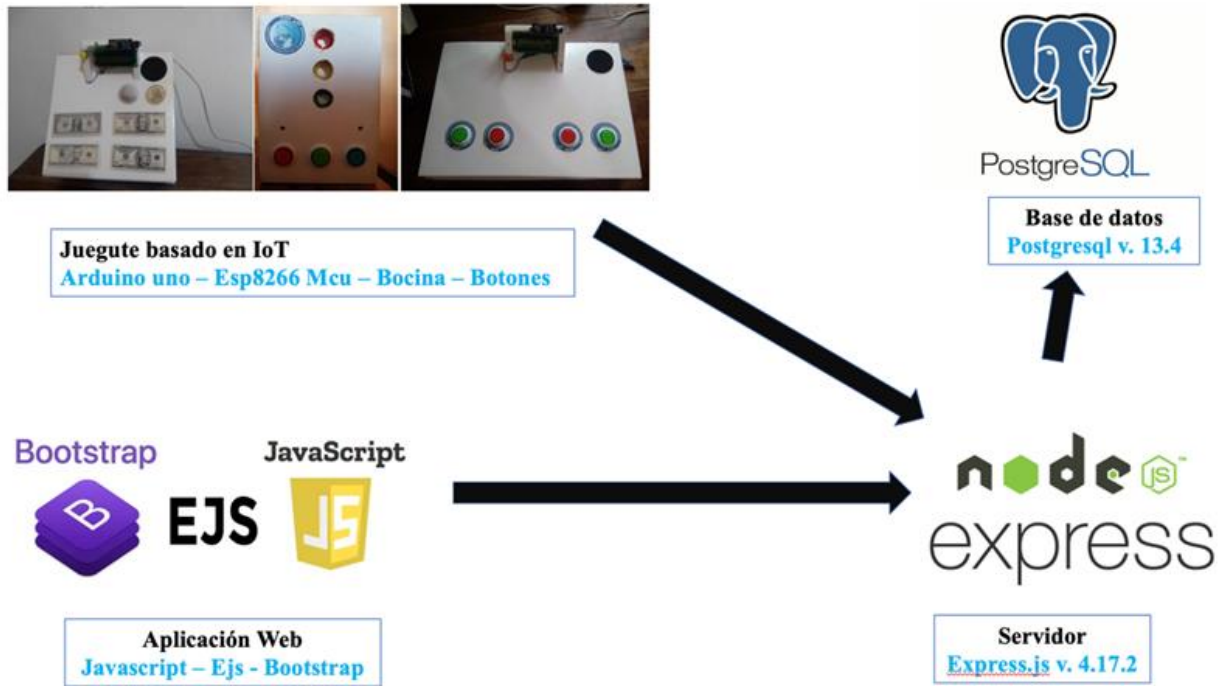
- *Scrap Money*: Ideado con la finalidad de apoyar en el proceso de aprender a identificar monedas y billetes. Este dispositivo se desarrolló utilizando un conjunto de objetos físicos que permiten

dar una funcionalidad y comunicación al dispositivo IoT, con el objetivo de ayudar al usuario con discapacidad intelectual en el reconocimiento de billetes y monedas con su valor. Se consideraron monedas de cincuenta centavos y un dólar, y billetes de uno, cinco, diez y veinte dólares, que son las denominaciones más frecuentemente empleadas en Ecuador (cuya moneda oficial es el dólar). El juguete cuenta con un botón para cada una de estas denominaciones con la imagen correspondiente, de manera que el usuario debe presionar el que considere que es el correcto para la instrucción recibida. Las respuestas de los usuarios son almacenadas en la base de datos para su análisis posterior. Este juguete utiliza además una librería para reproducción de audio y un panel para mostrar el valor.

- *Traffic Lights*: Enfocado en la identificación del paso en el semáforo y la lateralidad mediante luces led que simulan los colores de este y flechas que indican la orientación. Teniendo en cuenta la importancia de aprender a cruzar la calle, este dispositivo tiene como objetivo ayudar a identificar las señales en el caso de que un peatón tenga que cruzar una calle. Este dispositivo simula la sincronía del semáforo y da conocer qué acción se toma dependiendo del color que se ilumine. Además, el dispositivo también contiene una librería de reproducción de audio y da a conocer qué se debe hacer cuando el semáforo ilumine un color.
- *AIS Questions*: Apunta al desarrollo del análisis o estrategia didáctica a través de un juego de preguntas y respuestas. Este juguete consta de una serie de preguntas que son ofrecidas al usuario por medio de la reproducción de audio. Luego, el usuario debe responder seleccionando el botón verde para “sí” o el rojo para “no”. El juguete incluye además dos botones para que el profesional a cargo de la persona con discapacidad pueda participar en el juego; es decir, la persona con discapacidad juega contra el profesional a cargo. Nuevamente, las respuestas son almacenadas y enviadas al servidor para que el técnico/terapeuta/docente obtenga información suficiente para realizar nuevas actividades.

La Fig. 2 muestra en la parte superior izquierda los tres juguetes construidos. En ella se pueden apreciar los detalles antes mencionados. Además, se puede ver los componentes del software desarrollado y que se explican en la siguiente sección.

Fig. 2. Despliegue de hardware y software



Aplicación web

Tal como se aprecia en la Fig. 2, el sistema está compuesto de hardware y software. Desde el lado del hardware, se distinguen los juguetes antes descritos y el servidor. El sistema tiene un servidor web en el que están alojadas la base de datos y la aplicación web para uso del profesional a cargo de las personas con discapacidad. Las pantallas representativas de esta aplicación pueden apreciarse en la Fig. 3.

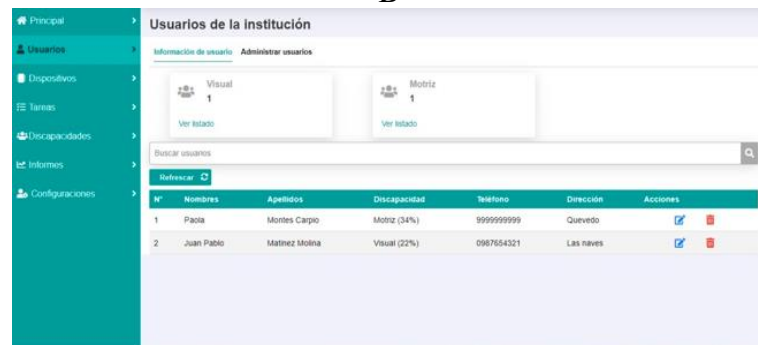
Fig. 3. Aplicación Web desarrollada



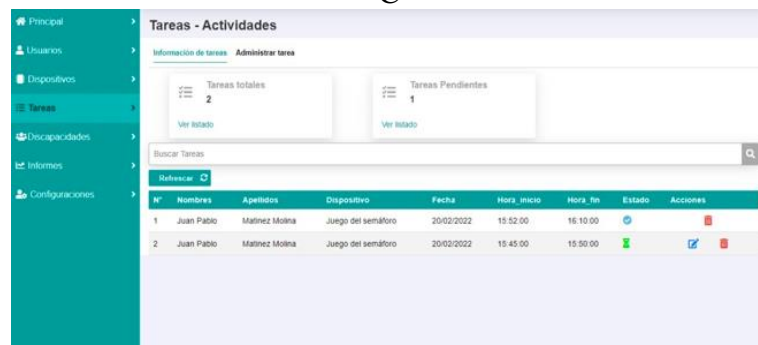
A



B



C



D

La parte A de la Fig. 3 corresponde al inicio de sesión de la aplicación web. El profesional a cargo de las personas con discapacidad debe estar previamente registrado y aprobado por el administrador

del sistema para ingresar a la aplicación. Una vez iniciada la sesión, podrá acceder a la administración de los usuarios a su cargo pudiendo registrar los datos personales de ellos, administrar los juguetes construidos que tiene disponible para trabajar con las personas con discapacidad, actualizar su información personal si fuera necesario. Además, el profesional puede crear actividades del uso de los juguetes IoT para cada usuario, y llevar el control del progreso de ellos mediante los reportes que se generan con base en la información obtenida de los juguetes por medio de internet.

La parte B de la Fig. 3 presenta la página principal de la aplicación después de que el profesional a cargo ha iniciado sesión correctamente. Esta página contiene un menú lateral izquierdo con todas las funciones disponibles de la aplicación web. En la parte derecha se muestra la información de la opción seleccionada. Al ingresar el terapeuta o técnico responsable podrá ver un resumen de los usuarios que tiene registrados, la cantidad de juguetes disponibles, las tareas creadas y un diagrama de barras con un resumen de las últimas 24 horas con la cantidad de tareas registradas por cada juguete IoT.

En tercer lugar, la imagen C de la Fig. 3 muestra la opción para la administración de usuarios ofrecida por la aplicación. Se cuenta con todas las opciones de administración de los usuarios a cargo del profesional respectivo. Esto significa que se ofrece un resumen de los usuarios que tiene registrados con la posibilidad de añadirlos, modificarlos y eliminarlos dependiendo de la necesidad del profesional responsable.

Por último, la parte D de la Fig. 3 presenta las opciones para la gestión de tareas o actividades. En esta opción, el terapeuta o técnico responsable podrá realizar las acciones básicas de añadir, modificar o eliminar tareas según sea requerido. Además, hay disponible un resumen del total de tareas y las tareas pendientes. Cabe mencionar que, dentro de las tareas, el profesional responsable podrá asignarlas también eligiendo la fecha, hora, dispositivo y usuarios que la deben realizar, de manera que los datos que genere el juguete respectivo puedan ser filtrados por paciente y así ver el desempeño de cada usuario derivando en la posibilidad de crear planes de refuerzo o ajustes que hicieran falta.

Evaluación

La primera parte de la evaluación consistió en un análisis de la accesibilidad de la aplicación utilizando la extensión de navegador Siteimprove Accessibility Checker. Se filtraron los resultados con el nivel de conformidad AAA que es el nivel más alto de las WCAG2 (*Web Content Accessibility Guidelines*) tratando de alcanzar el máximo nivel de conformidad para los usuarios de la aplicación, a pesar de que este nivel de satisfacción no es usualmente exigido como política general para las aplicaciones web.

Fig. 4. Evaluación de accesibilidad de la aplicación web



La Fig. 4 muestra de manera representativa los resultados de la evaluación de accesibilidad. En general, las alertas obtenidas apuntan esencialmente a problemas de contraste; es decir, el contraste

utilizado es menor del recomendado para el nivel de conformidad usado. Si bien es un problema que puede solucionarse, se decidió no abordarlo teniendo en cuenta que los colores fueron seleccionados con base en el conocimiento del profesional que participó en las entrevistas recurriendo a sus conocimientos y experiencia sobre los colores agradables para personas con discapacidad. Otros mensajes emitidos por la extensión referentes a la utilización de encabezados y campos de entrada fueron resueltos antes de iniciar la evaluación realizada con la colaboración de personas.

A partir de los datos recolectados luego de la participación de las personas con discapacidad, se procedió a calcular el puntaje SUS siguiendo la metodología respectiva (Brooke, 1996). La tabla 1 contiene los puntajes obtenidos para cada uno de los juguetes evaluados. Como puede apreciarse, todos los dispositivos obtuvieron una valoración de bueno o aceptable. Esto sugiere que efectivamente disponen de una usabilidad adecuada para que los dispositivos puedan ser empleados por el tipo de usuarios al que están destinados.

Tabla 1. Puntajes SUS por dispositivo

Dispositivo	Puntaje SUS	Adjetivo equivalente
Scrap Money	80	Bueno/Aceptable
Traffic Lights	80	Bueno/Aceptable
Ais Question	77,5	Bueno/Aceptable

CONCLUSIONES

Tratando de ayudar en el aprendizaje de las personas con discapacidad de manera que puedan tener una incursión adecuada en la sociedad, en este trabajo se ha analizado la posibilidad de utilizar juguetes como un aporte a ese aprendizaje. La propuesta está basada en el uso del Internet de las cosas, por lo que los juguetes son dispositivos desarrollados con componentes electrónicos que posibilitan su conexión a internet. Esto a su vez permite la transferencia de datos del uso de los juguetes para que, posterior a su almacenamiento en una base de datos, el profesional a cargo de las personas con discapacidad pueda visualizar reportes del progreso de sus usuarios.

Como punto de partida, se desarrollaron tres juguetes para analizar la propuesta. Estos juguetes sirven de apoyo al aprendizaje de temas concretos de forma lúdica. Se complementan con una aplicación web, que es la que permite la visualización de los datos de uso de ellos. Esta aplicación

ha sido diseñada de manera que sea posible incorporar más juguetes posteriormente, de acuerdo con las necesidades que pudiera tener el profesional responsable de las personas con discapacidad. Por último, los resultados de la evaluación inicial de la propuesta son favorables. La aplicación web fue sometida a una evaluación de accesibilidad. Las observaciones obtenidas de esta evaluación permitieron mejorar los aspectos pertinentes de la aplicación. Luego, una vez preparados todos los componentes, estos fueron puestos en consideración de un gobierno parroquial ecuatoriano donde acuden personas con discapacidad con la finalidad de recibir apoyo en el aprendizaje de aspectos necesarios para su desenvolvimiento en el día a día. Ahí, el terapeuta responsable los utilizó junto con varias de estas personas. Esto fue aprovechado para realizar una evaluación de usabilidad de los dispositivos. De acuerdo con los resultados obtenidos, los juguetes tienen una usabilidad buena o aceptable.

Aunque los resultados de la evaluación sugieren que la propuesta es una opción válida para apoyar el aprendizaje de personas con discapacidad, es posible continuar trabajando con el sistema propuesto. La evaluación actual se realizó con la finalidad de analizar la propuesta en una primera etapa, pero conforme progresa su uso se podría considerar el análisis de los aportes o cambios producidos gracias a la utilización del sistema propuesto. Desde luego, también se podría considerar utilizar otros juguetes, pues cabe tener presente que los juguetes ahora diseñados corresponden a la necesidad priorizada de un terapeuta, pero otros profesionales interesados podrían requerir otros juguetes. En definitiva, es posible inferir que los dispositivos IoT lúdicos, con forma de juguetes, son una opción viable para apoyar a las PDI bajo la supervisión de un terapeuta, docente o técnico responsable.

AGRADECIMIENTO: Los autores agradecen el soporte del proyecto de vinculación PVSUTEQ-FCI-22, “Tecnologías de la Información y Comunicación enfocadas a la discapacidad en la zona de influencia de la UTEQ”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los autores también agradecen los aportes de Víctor Romero, Tyrone Tocta, Irvin Burbano y Mercedes Moreira.

REFERENCIAS

Brooke, J. (1996). SUS: A “Quick and Dirty” Usability Scale. *Usability Evaluation In Industry*, 207–212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>

- Das, R., Tuna, A., Demirel, S., & Yurdakul, M. K. (2017). A Survey on the Internet of Things Solutions for the Elderly and Disabled: Applications, Prospects, and Challenges. *International Journal of Computer Networks And Applications*, 4(3), 1. <https://doi.org/10.22247/ijcna/2017/49023>
- Derks, S., Willemen, A. M., & Sterkenburg, P. S. (2022). Improving adaptive and cognitive skills of children with an intellectual disability and/or autism spectrum disorder: Meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of serious games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 33, 100488. <https://doi.org/10.1016/J.IJCCI.2022.100488>
- Galvis Restrepo, A. Y., & Lopera Murcia, A. M. (2019). Recursos informáticos y discapacidad intelectual: Aplicaciones en el contexto escolar. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 11(3), 73–83. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.11306>
- Guerrero-Ulloa, G., Hornos, M. J., & Rodríguez-Domínguez, C. (2020). TDDM4IoT: A Test-Driven Development Methodology for Internet of Things (IoT)-Based Systems. *Communications in Computer and Information Science*, 1193 CCIS, 41–55. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42517-3_4/COVER
- Guerrero-Ulloa, G., Méndez-García, A., Torres-Lindao, V., Zamora-Mecías, V., Rodríguez-Domínguez, C., & Hornos, M. J. (2023). Internet of Things (IoT)-based indoor plant care system. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 15(1), 47–62. <https://doi.org/10.3233/AIS-220483>
- Harari, I., Fava, L., Díaz, J., Altoaguirre, P., & Torales, R. (2018). Rampas Digitales Innovativas para Personas con Discapacidad. *XX Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación (WICC 2018, Universidad Nacional Del Nordeste)*, 886–890.
- Hardiyanti, F. P., & Azizah, N. (2019). *Multimedia of Educational Game for Disability Intellectual Learning Process: A Systematic Review*. (May). <https://doi.org/10.2991/icsie-18.2019.66>
- Lopez-Basterretxea, A., Mendez-Zorrilla, A., & Garcia-Zapirain, B. (2014). A telemonitoring tool based on serious games addressing money management skills for people with intellectual disability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(3), 2361–2380. <https://doi.org/10.3390/ijerph110302361>

- Moris, C. G., Sanhueza, Z. P., & San Martín Peñailillo, P. (2017). La discapacidad: Percepciones de cuidadores de niños, niñas y jóvenes en situación de discapacidad. *Psicoperspectivas*, 16(1), 55–66. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol16-issue1-fulltext-822>
- Reyes, Luis Martínez, J. (2017). Aplicación para la ejercitación del lenguaje de niños con discapacidad intelectual grado de leve a moderado. *Artículo Revista de Sistemas y Gestión Educativa Junio*, 4(11), 14–23.
- Risco, L., Pereira, S., Ana, E., Barona, G., Baamonde, G., Jiménez, R., ... Procesamiento, D. E. L. (2018). Discapacidad Y Juego; Adaptaciones Desde Las Teorías Del Procesamiento De La Información. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 657–665.
- Shalash, W. M., AlTamimi, S., Abdu, E., & Barom, A. (2018). No Limit: A Down Syndrome Children Educational Game. *2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 352–358. <https://doi.org/10.1109/GEM.2018.8516519>
- Sochocka, A., Mirocha, J., & Starypan, R. (2020). Serious games as an aid in the development of people with intellectual disabilities. *Bio-Algorithms and Med-Systems*, 16(1), 1–6. <https://doi.org/10.1515/bams-2019-0055>
- Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious Games : An Overview*. Institutionen för kommunikation och information. Retrieved from Institutionen för kommunikation och information website: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:his:diva-1279>
- Tseng, T., Murai, Y., Freed, N., Gelosi, D., Ta, T. D., & Kawahara, Y. (2021). PlushPal: Storytelling with Interactive Plush Toys and Machine Learning. *Proceedings of Interaction Design and Children, IDC 2021*, 236–245. Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/3459990.3460694>
- Viquez-Alfaro, C., López-Garbanzo, L., Cordero-Salas, M., & Alpízar-Alfaro, P. (2019). Fortalecimiento de la autonomía de jóvenes con discapacidad intelectual mediante la aplicación de las TIC. *Innovaciones Educativas*, 21(30), 48–61. <https://doi.org/10.22458/ie.v21i30.2484>
- Wang, X., Adachi, T., Takashima, K., & Kitamura, Y. (2021). Can Playing with Toy Blocks Reflect Behavior Problems in Children?; Can Playing with Toy Blocks Reflect Behavior

Problems in Children? Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1–14. New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/3411764>