

ESPACIOS DE  
COMUNICACIÓN



# INNOVACIÓN EDUCACIÓN

II CONGRESO INTERNACIONAL

**21 y 22 de septiembre de 2018**

**PALACIO DE CONGRESOS ZARAGOZA**

**Tactilian: Materiales educativos tangibles  
para interactuar con móviles y ordenadores  
y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje  
de la habilidades comunicativas**

## COMUNICACIÓN DE PRÁCTICA DE AULA

### **Tactilian: Materiales educativos tangibles para interactuar con móviles y ordenadores y facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la habilidades comunicativas**

Enrique Torres Moreno

Raquel Trillo Lado

Rafael Tolosana Calasanz

Sergio Ilarri Artigas

Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Zaragoza

### RESUMEN

Alrededor de 50.000 niños en edad escolar sufren algún tipo de Trastorno del Espectro Autista (TEA) en España, siendo estos más frecuentes en niños (80% de los casos) que en niñas. Estos niños presentan dificultades fundamentalmente en el aprendizaje de la comunicación, y particularmente en la comunicación oral.

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC) son formas de expresión distintas al lenguaje hablado, que tienen como objetivo aumentar (aumentativos) y/o compensar (alternativos) las dificultades de comunicación y lenguaje de muchas personas con algún tipo de diversidad funcional que afecte a la comunicación. Dentro de este tipo de sistemas, uno de los más usados en los diversos ámbitos es el Sistema Pictográfico de Comunicación con el conjunto de pictogramas ARASAAC. El éxito de este sistema reside en que, además de facilitar la comunicación y el proceso de enseñanza-aprendizaje del lenguaje hablado, se puede adaptar de forma sencilla a personas con diferentes necesidades cognitivas y edades.

En esta comunicación se presenta Tactilian, un conjunto de dispositivos y actividades que permiten usar materiales tangibles (por ejemplo, tarjetas de maderas con pictogramas, objetos reales, etc.) para interactuar con dispositivos digitales (tablets, móviles y ordenadores) durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de habilidades comunicativas. En concreto, Tactilian se apoya en la metodología TEACCH (Treatment and Education of Autistic related Communication Handicapped Children), la metodología PECS (Picture Exchange Communication Systems) y la tecnología RFID (Radio Frequency Identification) para facilitar la comunicación y educación de niños con algún tipo de Trastorno del Espectro Autista o discapacidad motora (PC, ELA, EM, etc.).

El sistema presentado puede ser fabricado en un Fablab-maker. El diseño tiene costes reducidos y es factible su fabricación con impresión 3D. El objetivo final de Tactilian es llegar al máximo número de usuarios. Por ello se publicarán todos los resultados en abierto.

**PALABRAS CLAVE:** TEA, interfaces tangibles de ordenadores, TEACCH, PECS, educación especial

## 1. Introducción

La comunicación y el lenguaje son esenciales para todo ser humano, para relacionarse con los demás, para aprender, para disfrutar y para participar en la sociedad (Williams, 2000:208). Por ello, es necesario facilitar y adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la comunicación a personas con diversidad funcional, especialmente a aquellas que tienen una dificultad añadida en el aprendizaje del lenguaje (Beukelman, 2013), como por ejemplo las personas que sufren algún tipo de Trastorno del Espectro Autista (TEA) (Wing, 1996) para que puedan interactuar con el entorno y participar en la sociedad. A día de hoy, la población mundial se aproxima a 7.500 millones de habitantes (Worldometers: 2018) y se estima que alrededor del 1% sufre algún tipo de TEA (Fortea, 2013); es decir, existen 75 millones de personas que tienen dificultades en el aprendizaje y uso del lenguaje. Por otro lado, a lo largo de los últimos 30 años, las expectativas de participación de las personas con dificultades comunicativas dentro de la sociedad también han cambiado drásticamente. Tal y como se indica en (Mirenda, 2014), hace 30 años la mayoría de las personas con este tipo de diversidad funcional desarrollaban su vida en su núcleo familiar o instituciones residenciales teniendo escasas oportunidades vocacionales y educativas. Sin embargo, en la actualidad, estas personas se encuentran mucho más integradas y participan activamente en su comunidad. De ahí que la investigación y desarrollo de diferentes metodologías y herramientas, para facilitar tanto la comunicación como el proceso de enseñanza y aprendizaje de ésta, sea un área de trabajo en continua evolución.

Los Sistemas Aumentativos y Alternativos de Comunicación (SAAC), como por ejemplo los sistemas de comunicación basados en pictogramas, han resultado útiles para facilitar la comunicación y para la enseñanza-aprendizaje del lenguaje (Light, 2014). Además, este tipo de sistemas se pueden adaptar a personas con diferentes necesidades y edades. Entre las causas que pueden hacer necesario el uso de un SAAC encontramos la parálisis cerebral (PC), la discapacidad intelectual, los trastornos del espectro autista (TEA), enfermedades neurológicas tales como la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), la esclerosis múltiple (EM) o el párkinson, las distrofias musculares, los traumatismos cráneo-encefálicos, las afasias o las pluridiscapacidades de tipologías diversas, entre muchas otras. A día de hoy, uno de los sistemas SAAC más empleados aplicados a personas que no están alfabetizadas a causa de la edad o la discapacidad es el sistema pictográfico (Torres, 2001), porque permite desde un nivel de comunicación muy básico a construcciones de frases y conversaciones, y se adapta fácilmente tanto a personas con niveles cognitivos bajos o en etapas muy iniciales como a personas con un nivel de comunicación muy rico y avanzado. En concreto, el SPC (Sistema Pictográfico de Comunicación) y el conjunto de pictogramas ARASAAC, desarrollado por el Portal Aragonés (Gobierno de Aragón, 2018), son los más empleados en España (Marcos, 2018). Dentro de los productos de apoyo para la comunicación también se incluyen recursos tecnológicos, como los comunicadores de habla artificial u ordenadores personales y tablets con programas específicos. Estos sistemas permiten diferentes formas de acceso a la comunicación adaptadas a personas con diferentes tipos de diversidad funcional, y también facilitan la incorporación de los diferentes sistemas de signos pictográficos y ortográficos, así como diferentes formas de retroalimentación (por ejemplo, obtención de los siguientes datos: con qué frecuencia se emplea un pictograma, qué vocabulario emplea cada usuario, etc.). Sin embargo, para cierto porcentaje de potenciales usuarios de SAAC, el uso de ordenadores personales y tablets no resulta adecuado en las primeras etapas del proceso de aprendizaje de las capacidades y habilidades lingüísticas; es más, la interacción directa con este tipo de dispositivos puede resultar compleja, puesto que para ellos las tablets pueden ser vistas como un objeto plano. Por el contrario, el uso de objetos reales y otro tipo de materiales sensoriales y manipulativos permiten ejercitar y estimular más sentidos, proporcionando a los niños y niñas la experiencia de sentir el concepto antes de pasar a la abstracción y/o su representación (Seldin: 2016). El uso del ratón o marcar con el dedo sobre un objeto plano son inicialmente poco intuitivos y naturales, mientras que el uso de objetos reales tangibles ayuda a superar esta barrera y aprovechar desde el principio todo el potencial multimedia. Además, de este modo, se actúa como puente para ir acercando paulatinamente el uso directo de ordenadores, móviles y tablets. Por otro lado, si los materiales son auto-correctivos se permite a los niños la auto-evaluación y corrección sin sentirse sometidos a la evaluación de los adultos. Además, así se asimila que el error forma parte del proceso de aprendizaje, desarrollando frente a estos una actitud positiva y auto-confianza.

En este artículo, se presenta el proyecto Tactilian. Este proyecto agrupa, por un lado, el desarrollo de un conjunto de dispositivos y el software que permite utilizarlos; y, por otro, actividades SAAC que hacen uso de

los dispositivos hardware desarrollados, junto con materiales tangibles, tales como tarjetas de madera con pictogramas, objetos reales o dispositivos digitales (tablets, teléfonos móviles y ordenadores). En concreto, en términos generales, los dispositivos están compuesto por un componente de madera; en el que se encuentra incrustado un lector de tarjetas RFID -Radio-Frequency Identification- (Kwangho, 2015), al que los niños acercan los objetos (con una tarjeta RFID oculta) y una aplicación software (ejecutándose en un ordenador, tablet o teléfono móvil) que proporciona retroalimentación en función de la acción llevada a cabo por el niño (por ejemplo, se puede activar la reproducción de una canción infantil, repetir en voz alta la palabra correspondiente al objeto que se ha acercado, etc.). En su configuración más básica, Tactilian da soporte a la metodología de los Picture Exchange Communication Systems -PECS- (Bondy, 1994) para trabajar la adquisición de vocabulario, inicialmente, y a la metodología Treatment and Education of Autistic related Communication Handicapped Children -TEACCH- (Mesibov, 2004), en una etapa posterior, con el objetivo de trabajar las estructuras de frases y la secuenciación. No obstante, las contribuciones fundamentales de Tactilian, frente a otros sistemas existentes, son:

- i) su software está diseñado para permitir al docente el desarrollo de nuevas actividades SAAC, con distintos grados de libertad, a partir de distintos tipos de preguntas genéricas que se proporcionan, tales como preguntas con respuesta verdadero / falso, preguntas de respuesta múltiple, preguntas de respuesta única o preguntas de ordenación. Además de las preguntas, el docente puede configurar que ante los distintos eventos (v. gr. pregunta respondida erróneamente, pregunta respondida correctamente, etc.), el software realice determinadas acciones (v. gr. reproducción de vídeo, reproducción de audio, etc.).
- ii) su hardware y sus dispositivos físicos permiten trabajar las distintas metodologías SAAC con objetos reales, por ejemplo, mediante la integración de una tarjeta RFID con un objeto real.

Finalmente, señalar que en el desarrollo de este proyecto se encuentran actualmente involucrados el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas (DIIS) de la Universidad de Zaragoza (Unizar) y las siguientes instituciones de educación especial: Colegio Público de Educación Especial Alborada, Colegio de Educación Especial Jean Piaget, Centro Público de Educación Especial "María Soriano", Centro Público de Educación Especial Ángel Riviere y el Colegio de Educación Especial San Antonio (Atades). El personal de la Universidad de Zaragoza está centrado en el desarrollo tecnológico de los diferentes componentes del proyecto, mientras que el personal de las entidades educativas se centra en los aspectos pedagógicos y ergonómicos y su evaluación, teniendo en cuenta las necesidades y progresos de los niños con los que trabajan.

## 2. Marco teórico

La definición de competencia y habilidad comunicativa está en continua evolución. En el trabajo (Light, 2014) se recoge un estudio de las definiciones de éstas en los últimos 30 años, incidiéndose en que la competencia comunicativa se construye alrededor de cuatro dominios fundamentales interrelacionados: lingüístico, operacional, social y estratégico; los cuales están altamente influenciados por una variedad de factores psicosociales, como la motivación, confianza, actitud y resiliencia. En el proyecto Tactilian, se trabajan fundamentalmente el dominio lingüístico y el operacional, considerando en el desarrollo de los diferentes dispositivos factores psicosociales como la motivación y la auto-confianza. En concreto, en la fase actual el proyecto está orientado a niños y niñas sensoriales y pre-simbólicos con los cuales se esté empleando las metodologías PECS y/o TEACCH para que estos desarrollen capacidades y habilidades en el código lingüístico del lenguaje oral en el ámbito familiar y educativo. En concreto, se trabaja el aprendizaje de la asociación entre el código de representación y la semántica que tiene asociada.

Una de las limitaciones más importante de los diferentes SAAC es que generalmente han sido desarrollados y probados fundamentalmente por adultos que no sufren diversidad funcional (Wilkinson, 2007). Para evitar esta limitación, en el proyecto Tactilian participan activamente centros de educación especial de Zaragoza. En particular, se han realizado diversas entrevistas con diferentes instituciones de características heterogéneas con el objetivo de analizar el interés en este proyecto. Después de los primeros contactos con Institutos de Educación Secundaria (IES) con aulas TEA, colegios públicos de educación primaria, colegios concertados de educación primaria, colegios orientados a personas con discapacidad auditiva, etc., el proyecto se centró en las necesidades de los estudiantes de los colegios de educación especial de Zaragoza con algún tipo de

diversidad funcional, por haberse detectado más necesidades relacionadas con los objetivos del proyecto. Por otro lado, la carencia de métricas estándar que faciliten la comparación de las diferentes metodologías y herramientas usadas en los SAAC dificulta el rápido crecimiento y desarrollo de estos sistemas. Por ello, hasta el momento, la evaluación del proyecto Tactilian se ha realizado a través de entrevistas a maestros, logopedas, psicólogos y terapeutas que trabajan con los estudiantes con diversidad funcional sensoriales y pre-simbólicos, fundamentalmente.

Inicialmente, Tactilian nace con el desarrollo de un tablero lector de pictogramas por RFID enfocado a la educación de niños con trastorno del espectro autista, gracias al proyecto CESAR de Ibercivis [www.tactilian.es] entre la Universidad de Zaragoza y el Colegio Público de Educación Especial –CPEE– Alborada de Zaragoza (ver Figura 1). Dado el interés que despertó ese prototipo, durante el curso 2017/2018 se continuó trabajando en el desarrollo y evaluación de más prototipos gracias a la generalización de la tecnología Near-Field Communication –NFC– (Coskun, 2013) usada en numerosos contextos (micropagos, seguimiento de inventarios, etc.), y a la revolución de la Internet de las cosas (en inglés, Internet of Things –IoT–) (Al-Fuqaha, 2015) que han permitido el abaratamiento del coste tanto de la electrónica como del desarrollo del software.



Figura 1: Tablero lector de pictogramas por RFID desarrollado en el proyecto CESAR con pictogramas de ARASAAC. Fuente: Enrique Torres Moreno.

Las diferentes tecnologías (RFID, Arduino, etc.) necesarias para el proyecto ya existen y son estándar, pero hay que validarlas y construir sistemas que se adapten a las necesidades de los profesionales del ámbito de la educación. Desde un punto de vista tecnológico, el sistema tiene dos componentes fundamentales: el hardware que actúa como interfaz o mecanismo para interactuar con el ordenador, tablet o teléfono móvil y el software o aplicación a cargo de proporcionar las diferentes actividades a los usuarios y facilitar el proceso de gestión de los profesionales que trabajan con estos niños (ver Figura 2).



Figura 2: Uno de los prototipos del proyecto Tactilian (hardware y software). Fuente: Enrique Torres Moreno.

Para acceder a los ordenadores, comunicadores, tableros o libros de comunicación existen diversas estrategias e instrumentos, denominados genéricamente productos de apoyo para el acceso, tales como punteros, teclados y ratones adaptados o virtuales, o conmutadores (Pérez, 2015). Sin embargo, a día de hoy, no conocemos ningún otro dispositivo existente en el mercado con la particularidad de usar NFC para leer, y detectar pictogramas tangibles u objetos reales de forma fiable, y comunicarlos a un sistema computacional para aprovechar su potencial educativo. De ahí, el interés en continuar con el desarrollo de Tactilian en este contexto. Por otro lado, existe multitud de material didáctico (por ejemplo, pictogramas) y actividades ya creadas para ordenador o papel. Por ello, es necesario proporcionar herramientas a los profesionales para adaptar rápidamente ese material sin necesitar crear nuevo material desde cero para el uso de dispositivos del proyecto Tactilian; es decir, es necesario un software similar a otras herramientas ofimáticas que permita a dichos profesionales la creación, importación y adaptación de actividades didácticas.

### 3. Objetivos

El objetivo principal del proyecto Tactilian es dotar a los profesionales de todo el mundo de una herramienta que les permita usar materiales tangibles (como, por ejemplo, tarjetas de maderas con pictogramas, objetos reales, etc.) para interactuar con dispositivos digitales (tablets, teléfonos móviles y ordenadores), motivando al alumnado mediante el uso y aprovechamiento de recursos multimedia. En más detalle, el sistema consta, tal y como se ha comentado previamente de dos componentes principales: el hardware y el software. Respecto al hardware, es necesario indicar que los dispositivos deben permitir iniciar la comunicación con objetos simples e ir progresando en el vocabulario y en la formación de frases cada vez de mayor complejidad y riqueza lingüística. Además, es necesario tener en cuenta que el material tangible y las actividades correspondientes deben poder usarse con tablets, móviles y ordenadores ya disponibles en el centro para ahorrar costes. Por ello, respecto al software se ha apostado por el desarrollo de aplicaciones multiplataforma capaces de ejecutar las unidades didácticas en sistemas iOS, Android y Windows y basadas en estándares de programación Web como por ejemplo HTML5 (W3C, 2017) y Javascript (Pluralsight team, 2018). El software desarrollado debe permitir los casos de uso o escenarios que se describen a continuación.

#### 3.1. Gestión de profesionales (maestros, logopedas, etc.)

El sistema debe permitir dar de alta a un profesional en el sistema, de modo que este pueda acceder a él cuando se identifica de la forma apropiada. Además, estas personas pueden modificar los datos asociados a su cuenta o perfil y gestionar (añadir / actualizar / borrar) alumnos con los que trabajan (es importante señalar que un alumno puede interactuar con varios profesores). Estos profesionales también pueden seleccionar a un alumno de su conjunto de alumnos y analizar su perfil o proponer actividades para él. Por último, también podrá consultar fuentes de información externas al sistema como por ejemplo ARASAAC (Marco, 2018) para importar o adaptar actividades.

#### 3.2. Gestión de un alumno

El sistema debe permitir las siguientes funcionalidades a un profesional con respecto a un alumno en particular. El sistema debe permitir que el profesional pueda gestionar (crear / actualizar / borrar) el catálogo de pictogramas asociado al alumno. En principio, la fuente de la que importar pictogramas al catálogo particular de cada alumno es ARASAAC. No obstante, también se permitirá crear pictogramas propios a partir de imágenes digitales. En cualquier caso, se permitirá asociar información multimedia al pictograma (v.gr. sonidos, descripción, etc.). También se puede decidir si un pictograma del catálogo es el favorito o no del alumno. Para usar el pictograma con los componentes hardware de Tactilian, el profesor tiene que asociarlo a una tarjeta RFID. El sistema debe permitir la gestión de la asociación pictograma-RFID de forma sencilla e intuitiva. También se debe permitir que se pueda seleccionar un subconjunto de pictogramas del conjunto de pictogramas del catálogo de un alumno para su impresión y adaptar actividades pedagógicas genéricas indicando qué pictogramas y recompensas se van a utilizar. El profesor, una vez elegida y particularizada una actividad para un alumno, puede ejecutarla y parar la ejecución en cualquier momento. No obstante, también puede permitir que el alumno la realice sin su supervisión, ya que la actividad del alumno queda registrada y se puede consultar posteriormente en cualquier momento; es decir, el profesional puede realizar el seguimiento asociado a un alumno, gracias a un conjunto de métricas y generación automática de informes.

### 3.3. Gestión de actividades genéricas

El profesor puede gestionar una actividad genérica (crear / actualizar / borrar) para uso posterior. Las actividades genéricas serán de 3 tipos: 1) elección de una respuesta correcta (test), 2) establecimiento de una determinada secuencia de orden, 3) lanzar una acción concreta de recompensa (activar un vídeo, mostrar una imagen, etc.). Se proporcionarán distintos grados de libertad para generar variantes de las actividades genéricas. Por ejemplo, en las actividades de tipo test se podrá establecer si existe una respuesta correcta con un o múltiples pictogramas, etc. El profesional del ámbito de la educación solo puede borrar o modificar actividades genéricas que él mismo ha creado. Además, tal y como se ha comentado en el punto anterior, puede seleccionar una actividad genérica, elegir uno de sus alumnos y particularizarla.

## 4. Metodología

La metodología de gestión que se ha aplicado a este proyecto se basa en un ciclo de vida de desarrollo de sistemas de información iterativos, concretamente en el modelo iterativo en espiral de Barry Boehm y en el modelo iterativo-incremental (Boehm, 1986). Por ello, se definieron iteraciones de longitud fija (timeboxed) de unas 8 semanas de duración, en las que se trabajaron los diferentes componentes funcionales del sistema considerando cinco actividades principales en cada una de ellas:

- Planificación: determinar objetivos o requisitos de los diferentes componentes tanto software como hardware, alternativas y restricciones del componente funcional a desarrollar.
- Análisis de riesgos: análisis de las diferentes alternativas e identificación/resolución de riesgos.
- Desarrollo del prototipo: análisis de requisitos, diseño e implementación de los diferentes componentes del sistema, así como el despliegue de los mismos en el entorno de desarrollo.
- Despliegue del prototipo: instalación del prototipo en un entorno de pre-producción, es decir, en los diferentes colegios de educación especial que están participando en este proyecto, para proceder a su evaluación.
- Evaluación: revisión por parte del equipo de desarrollo del proyecto considerando tres aspectos: 1) resultados de las entrevistas con los profesionales del sector de la educación que trabajan con los estudiantes con diversidad funcional en los diferentes colegios involucrados en el proyecto (logopedas, maestros, psicólogos, etc.); 2) datos de uso de los prototipos recogidos automáticamente en las interacciones del alumnado con el sistema; y 3) evolución tecnológica del mercado y costes de los diferentes componentes necesarios para la creación de prototipos.

De este modo, en cada iteración se construyen versiones cada vez más completas del sistema a desarrollar, añadiendo o mejorando en cada iteración diversos componentes funcionales del sistema, centrándose en primer lugar en las funciones de mayor valor añadido para en caso de que se materialice algún tipo de amenaza (análisis de requisitos superfluo, error de interpretación, etc.) poder reaccionar con la mayor brevedad posible.

## 5. Resultados

Los dispositivos presentados se pueden fabricar en un Fablab maker. El diseño se está estudiando para reducir sus costes y hacer factible su fabricación con impresión 3D. De esta forma podrá ser fácilmente personalizado a las necesidades y características especiales del usuario final. El sistema utiliza tecnologías y librerías abiertas de uso común en la Internet de las cosas. El código y los esquemas tanto electrónicos como del diseño han quedado en el dominio público.

Durante el curso 17-18 se han realizado una serie de pilotos en cuatro colegios de la región. Cada uno de los colegios participantes dispone de dos dispositivos Tactilian distintos donde varía ligeramente al modo de interacción con el usuario (alumno). Además, se han desarrollado, en colaboración con los profesionales del colegio, un conjunto de actividades que permiten analizar el uso en el aula. Las actividades han sido alojadas en un servidor en Internet y son de dominio público. Estas actividades son completamente funcionales tanto con los dispositivos Tactilian como por métodos clásicos de interacción con ordenador y tablet, ratón, seguimiento visual (eye-tracker), barrido por pulsador y táctil en el caso de tablet o Smartphone. De esta forma, se puede determinar su efectividad según el método de uso, y analizar las ventajas y desventajas de cada sistema.

Uno de los aspectos clave de las tecnologías aplicadas a los SAAC es la capacidad de poder realizar un seguimiento del alumno de forma automática y de poder analizar el progreso en el proceso de aprendizaje. En general, se puede decir que en un SAAC se puede medir el progreso mediante dos variables dependientes: (i) el número de aciertos frente al número de total de intentos al realizar una actividad y (ii) el tiempo de desempeño de la actividad. Si bien, existen sistemas que pueden intentar analizar directamente las ondas cerebrales al utilizar un SAAC con “interfaz hombre-máquina”, en el caso de Tactilian, hemos una opción más sencilla. En Tactilian, cualquier interacción que realiza un alumno con el sistema queda registrada, se registra si una interacción dentro de una actividad ha tenido éxito o no y, así mismo, se registra durante cuánto tiempo ha durado la interacción.

A lo largo de la evaluación de los prototipos ya proporcionados a los colegios, se ha ido realizando un seguimiento de uso y nivel de satisfacción, subjetivo vía formularios y encuestas, y más objetivo haciendo uso de técnicas de recogida automática de estadísticas de uso web, como por ejemplo Google Analytics. Gracias a estos datos se pueden establecer indicadores más fiables sobre uso real del sistema, actividades preferidas, pictogramas más utilizados, etc.

El grado de satisfacción de los participantes es muy alto. Se destaca principalmente la facilidad de uso y la iteración natural por parte de los alumnos. El uso de elementos multimedia refuerza la motivación y la curiosidad inicial. Por otro lado, se espera tener más resultados al final del curso actual (los cuales se incluirán en la versión final de este artículo). Además, a lo largo del próximo curso (2018/2019) se desarrollará un estudio de mayor amplitud para conocer los beneficios pedagógicos del sistema tangible.

## 6. Conclusiones y discusión

Tactilian es un proyecto orientado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la comunicación para niños con necesidades especiales, especialmente del espectro autista. Es un sistema innovador como interfaz tangible para ordenador y tablet, que ha despertado gran interés entre los profesionales (logopedas, pedagogos, etc.) que trabajan con niños con diversidad funcional en los colegios de educación especial de la ciudad de Zaragoza. Además, los diferentes dispositivos del proyecto Tactilian también resultan útiles a todas las personas (ya sean niños, jóvenes, adultos o ancianos) que por cualquier causa no han adquirido o han perdido un nivel de habla suficiente para comunicarse de forma satisfactoria, a través de un SAAC, ya que Tactilian puede adaptarse fácilmente a otros entornos. En más detalle, los profesionales de los diferentes colegios con los que se ha trabajado durante el curso 2017/2018 consideran muy positivo que se pueda trabajar con objetos tangibles para acceder e interactuar con recursos multimedia disponibles en un ordenador, tablet o teléfono móvil.

Las pruebas de los prototipos funcionales llevadas a cabo hasta el momento, en los colegios o centros de educación especial de Zaragoza Alborada, Jean Piaget, María Soriano, Atades y Ángel Riviere, han demostrado el potencial del proyecto. Por ello, en los próximos meses se continuará con su desarrollo. En concreto, tras el desarrollo de diversos prototipos hardware y software, se han determinado los principales requisitos funcionales y no funcionales del sistema, como por ejemplo los tamaños de las fichas, el diseño del lector, características de la plataforma software en la que desarrollar las actividades, etc. Además, se pretende proporcionar prototipos a más centros y entidades de Aragón.

Por otro lado, el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza tiene una amplia experiencia con las tecnologías involucradas en este proyecto. Además, tiene una gran trayectoria en la colaboración en proyectos de integración y transferencia tecnológica en el contexto de trabajo de este artículo ya que colabora de forma activa desde hace más de una década con el Colegio Público de Educación Especial Alborada, tal y como ponen de manifiesto los proyectos Tico (<http://arasuite.projectotico.es>) y AraWord ([http://www.arasaac.org/software.php?id\\_software=2](http://www.arasaac.org/software.php?id_software=2)). Por ello, durante el próximo curso (2018/2019) los prototipos diseñados hasta el momento estarán disponibles como productos completamente funcionales. Los principales clientes de este tipo de productos serán otros colegios de educación especial, así como organizaciones sin ánimo de lucro dedicadas a la enseñanza, las cuales en muchos casos tienen una disponibilidad presupuestaria escasa. Por ello, además de proporcionar los diferentes planos de los componentes hardware y la aplicación software de forma gratuita, se pretenden desarrollar guías para que las diferentes instituciones interesadas en adquirir un dispositivo o construirlo ellos mismos puedan elaborar campañas para conseguir financiación, por ejemplo, empleando sistemas de crowdfunding como Precipita [<https://www.precipita.es/>], en la que la Universidad de Zaragoza ya ha participado con éxito previamente.



Por último, se considera que los dispositivos desarrollados en este proyecto también son de interés para el público en general, en concreto, para proporcionar un entorno de acceso a contenido multimedia sin el riesgo de que los niños accedan a contenido no adecuado por error.

## 7. Referencias

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications, *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, 17: 4, 2347-2376. Recuperado el 25 de febrero, 2018 de: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7123563&isnumber=7331734>

Beukelman, D., Mirenda, P. (2013). *Augmentative and alternative communication: Supporting children and adults with complex communication needs* (4th ed.). Baltimore: MD. Brookes.

Boehm B. (1986). *A Spiral Model of Software Development and Enhancement*, *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, ACM*, 11(4):14-24.

Bondy, A. S., Frost, L. A. (1994). The Picture Exchange Communication System. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 9: 3, 1 – 19. Recuperado 10 de marzo, 2018 de: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/108835769400900301#articleCitationDownloadContainer>

Coskun, V., Ozdenizci, B., Ok, K. (2013). A Survey on Near Field Communication (NFC) Technology Wireless Personal Communications, 71: 3, 2259–2294. Recuperado el 31 de marzo, 2018 de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11277-012-0935-5>

Fortea Sevilla, M. A., Escandell Bermúdez, M. A., Castro Sánchez, J. J. (2013). ¿Cuántas Personas hay con autismo? Una revisión teórica. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*. Recuperado el 3 de marzo, 2018 de: [http://infad.eu/RevistaINFAD/2013/n1/volumen1/INFAD\\_010125\\_769-786.pdf](http://infad.eu/RevistaINFAD/2013/n1/volumen1/INFAD_010125_769-786.pdf)

Gobierno de Aragón (2018). Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa. Aragón. Recuperado el 15 de abril, 2018 de: <http://www.arasaac.org/>.

Kwangho, J., Sabinne, L. (2015), A systematic review of RFID applications and diffusion: key areas and public policy issues. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 1:9. Recuperado el 30 de abril, 2018 de: <https://doi.org/10.1186/s40852-015-0010-z>

Light, J., McNaughton, D. (2014). Communicative competence for individuals who require augmentative and alternative communication: A new definition for a new era of communication? *Augmentative and Alternative Communication*, 30, 1-18.

Marcos Rodrigo, J. M., Romero Corral, D. Implementar SAAC en las aulas. Trabajos del equipo especializado en discapacidad física de Aragón. Recuperado el día 9 de marzo, 2018 de: <https://aulabierta.arasaac.org/implementar-saac-en-el-aula>

Mesibov, G. B., Shea, V., Schopler, E. (2004) *The TEACCH Approach to Autism Spectrum Disorders*. Springer. Recuperado el día 27 de marzo, 2018 de: <https://www.springer.com/gp/book/9780306486463>

Mirenda, P. (2014). Revisiting the mosaic of supports required for including people with severe intellectual or developmental disabilities in their communities. *Augmentative and Alternative Communication*.

Pérez Urquía, R. (2015). *Habilidades de comunicación y promoción de conductas adaptadas de la persona con discapacidad*. Tutor Formación.

Pluralsight team (2018). JavaScript. Recuperado el 1 de junio, 2018 de: <https://www.javascript.com>

Seldin, T., (2016) *Cómo educar niños maravillosos con el método Montessori*. Madrid: GAIA.

Thompson, D. E., Blain-Moraes, S., Huggins, J. E. (2013). Performance assessment in brain-computer interface-based augmentative and alternative communication. *BioMedical Engineering OnLine*, 12 (43), 1-24.

Torres Monreal, S. (coord.) (2001) Símbolos pictográficos para a comunicación (SPC). Árbol académico, Málaga. Recuperado el 15 de mayo, 2018 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=472031>.

Wilkinson, K.N., Hennig, S. (2007), The state of research and practice in augmentative and alternative communication for children with developmental/intellectual disabilities. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*. 13, 58-69.

Williams, B. (2000). More than an exception to the rule. In M. Fried-Oken and H. Bersani (Eds.). *Speaking up and spelling it out*, 245-254. Baltimore, MD: Brookes.

Wing, L. (1996) Autistic spectrum disorders, *BMJ*; 312:327. Recuperado el 1 de junio, 2018 de: <https://10.1136/bmj.312.7027.327>.

<https://www.bmj.com/content/312/7027/327.full>

Worldometers (2018). World Population Clock: 7.6 Billion People [www.worldometers.info](http://www.worldometers.info). Recuperado el 1 de junio, 2018 de: <http://www.worldometers.info/world-population/>

W3C Recommendation (2017). HTML 5.2. Recuperado el 1 de junio, 2018 de: <https://www.w3.org/TR/html52/>



