

Herramienta educativa basada en interacción tangible para alumnos usuarios de Comunicación Aumentativa y Alternativa

Cecilia Sanz¹, Andrea Guisen¹, Sandra Baldassarri², Javier Marco², Eva Cerezo², Armando De Giusti¹

¹Instituto de Investigación en Informática LIDI. Facultad de Informática – UNLP
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón. Grupo de Informática Gráfica Avanzada. Dept.

²Informática e Ingeniería de Sistemas. Universidad de Zaragoza
{csanz,aguisen,degiusti}@lidi.info.unlp.edu.ar, {sandra, javi.marco, ecerezo}@unizar.es

Resumen

En este artículo se presenta un trabajo vinculado al área de TIC y Educación Especial. Se propone el desarrollo de una herramienta educativa de apoyo al proceso de incorporación de un Sistema de Comunicación Aumentativa y Alternativa (SAAC) en personas con Necesidades Complejas de Comunicación.

La herramienta propuesta, a través de la manipulación física, que permite la interacción con un software educativo, trabaja en el proceso de construcción de la imagen mental y acústica de una entidad física, pasando así de la manipulación de objetos reales a la identificación de su representación, textual o gráfica, en el plano. Este proceso se vuelve fundamental en la adquisición de habilidades para el uso de SAAC.

En este trabajo se detalla la justificación de la utilidad de esta herramienta en base a una investigación previa llevada a cabo en escenarios de educación especial.

Se abre el camino así, para analizar la utilización de materiales físicos en la interacción con aplicaciones educativas digitales como herramienta de apoyo al desarrollo de competencias comunicacionales para la conformación del lenguaje de alumnos en proceso de integración de un SAAC.

Palabras claves: interacción tangible, tabletops, Comunicación Aumentativa y Alternativa, educación especial.

Introducción

Los Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (SAAC) son instrumentos para la enseñanza y uso CAA, que permiten llevar a cabo actos de comunicación. Los sistemas aumentativos complementan el lenguaje oral cuando, por sí sólo, no es suficiente para entablar una comunicación efectiva con el entorno; los alternativos, lo sustituyen cuando éste no es comprensible o está ausente (Abadín, et al, 2010). Son usuarios de SAAC asistidos un amplio espectro de personas con Necesidades Complejas de Comunicación (NCC). Para ellos, la CAA puede ser una herramienta de apoyo al lenguaje expresivo y/o comprensivo, un medio de expresión, o un medio de expresión y comprensión.

Los SAAC se clasifican en (Sánchez Montoya, 2002):

- “No asistidos” o “sin ayuda”: no requieren del uso de un instrumento exterior, sólo del propio cuerpo. El lenguaje de señas o de letreo es un ejemplo claro de SAAC no asistido.

- “Asistidos” o “con ayuda”: precisan de un dispositivo externo que actúe como soporte del sistema. Entre los asistidos, se puede hablar de SAAC de baja, media y alta tecnología, que van desde el uso de cartones con signos gráficos a computadoras que a través de un software específico integran elementos hipermediales para la comunicación.

Un SAAC asistido se integra básicamente por 4 elementos críticos que forman parte de las intervenciones en CAA: 1. Sistemas de signos gráficos¹, 2. Ayudas técnicas para la conformación de mensajes y emisión de actos de comunicación (soporte de baja, media o alta tecnología), 3. Técnicas (método) para el señalamiento de pictogramas (selección directa: señalamiento, indirecta: barrido simple o complejo), 4. Estrategias para el empleo de estas ayudas, símbolos y técnicas de manera efectivas para el desarrollo de las competencias comunicacionales del sujeto. (Boix, 2005)

Se detalla a continuación el primer elemento, dado que permitirá dar contexto para este artículo: Sistema de signos gráficos. Un signo implica un mecanismo de representación (y por lo tanto de abstracción) del objeto real, en donde se establecen distintos grados de complejidad según la asociación que existe entre el objeto real (significado) y la construcción de su concepto e imagen acústica (significante).

Se enuncia la siguiente clasificación, de acuerdo al nivel de abstracción de la representación, de sistemas de signos gráficos con los que se puede conformar un SAAC (Sánchez Montoya, 2002); (Basil, 1997): Imágenes (fotografías o dibujos fotográficos) (Ver Fig. 1-a), Pictográficos (establecen una relación perceptual entre el significado y el significante, su significado puede ser interpretado por una persona que no conozca el sistema) (ver Fig. 1-b), Logográficos o ideográficos (el significante hace referencia a algo que nos lleva al significado o induce una relación lógica) (Ver Fig. 1-c), Palabras codificadas (son considerados opacos, ya que no facilitan su interpretación. No establecen una relación intrínseca entre el significado y significante) (Ver Fig. 1-d), Escritura

ortográfica (también son opacos. Es el sistema de uso normalizado. El deletreo permite la expresión sin restricción en el uso del vocabulario, pero es lento, por lo que debe combinarse con la posibilidad de seleccionar palabras y frases enteras) (Ver Fig. 1-e).

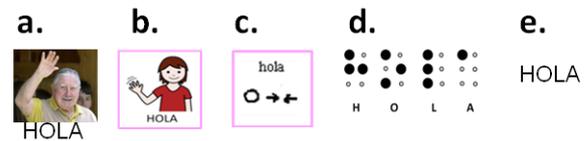


Figura 1. a. Imagen b. Pictograma tomado de ARASAAC² c. Ej. Del sistema Bliss d. Ejemplo del sistema Braille e. Ejemplo de Alfabeto ortográfico fotográfica

Los signos propios al sistema son divididos y ordenados en categorías (también llamados “displays”) (Figura 2) que, en su conjunto, completan el SAAC asistido.

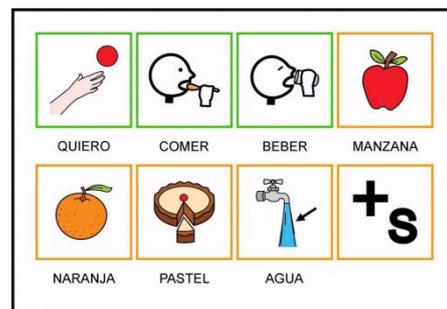


Figura 2. tablero (o displays) de comunicación. Signos ARASAAC

Los sistemas ARASAAC, SPC3 y Bliss4 son los más utilizados actualmente para la

1 Algunos autores como C. Basil y S.Von Tetzchner llaman “sistemas de signos gráficos” a lo que R. Sánchez Montoya y muchos otros autores denominan “sistema de símbolos”. En ambos casos se hace referencia a las imágenes que conforman los diferentes tipos de sistemas propios a la CAA. En este trabajo se acuerda utilizar el primer término.

2 Los pictogramas del ARASAAC fueron creados en España por el Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (CATEDU), profesionales del Colegio Público de Educación Especial Alborada y el diseñador gráfico Sergio Palao, en año 2008 bajo la licencia Creative Commons (BY-NC-SA). Sus imágenes pueden descargarse del Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa, sitio: <http://www.catedu.es/arasaac/index.php>

3 El Sistema Pictográfico de Comunicación (SPC) fue creado por Roxana Mayer Johnson, en 1981 en Minnesota (EEUU). Hizo dos ampliaciones en 1985, y en 1992, donde añadió nuevos símbolos. Fue desarrollado por la empresa Meyer-Jonson bajo licencia de tipo comercial, sitio <http://www.mayer-johnson.com/>. Hasta la aparición del ARASAAC, éste fue el lenguaje de CAA más utilizado a nivel mundial en las instituciones educativo-terapéuticas.

4 El sistema Bliss fue creado por Karl Blitz (quien en Inglaterra se cambia el nombre por Charles Bliss), entre 1942 y 1965. En 1974 McNaughton del Instituto de niños discapacitados de Notario, se pone en contacto con Bliss y

composición de SAAC. Su utilización final implica el proceso de abstracción del objeto real, pasando por la manipulación de objetos tangibles e imágenes, hasta llegar al sistema de signos gráficos. ACoTI (Augmentative Communication through Tangible Interaction), se diseña con el motivo de apoyar al sujeto en el desarrollo de las competencias comunicacionales necesarias en este proceso.

Investigación previa realizada

Interacción Tangible

En el área de la interacción natural con aplicaciones digitales, últimamente están recibiendo especial atención por parte de diseñadores y educadores (O'Malley, 2004), las propuestas basadas en interacción tangible, dadas sus posibilidades de control de aplicaciones informáticas de forma embebida en objetos de uso cotidiano y bien conocido por los usuarios (Ullmer, 2001). La aplicación de la interacción tangible en superficies horizontales aumentadas computacionalmente (tabletops) abre enormes posibilidades en la educación con niños (Africano, 2004) (Marshall, 2003) (Rizzo, 2007) (Ryokai, 2007) (Soler-Adillon, 2009). La disposición de los usuarios alrededor de una mesa refuerza la interacción humana y el contacto visual entre alumnos y educadores. Al mismo tiempo, el uso de entornos virtuales, animaciones y sonido digital son un importante estímulo para el alumno, reforzando su motivación durante la realización de las tareas educativas. En este mismo sentido, se han comprobado los beneficios de los tabletops tangibles usados con niños con síndromes de relación social (Piper, 2006) (Veen, 2009) (Battochi, 2010). La interacción multimodal, además, permite incorporar diferentes formas de comunicación entre los usuarios y el ordenador, mejorando así la accesibilidad de las aplicaciones (Tartaro, 2008) (Foster, 2010). También es de

destacar como antecedente el trabajo realizado con usuarios de comunicación aumentativa y alternativa en el que se trabaja interactuando con gráficos en papel, asociándolos a recursos multimedia ("Proyecto Talking Paper"), desarrollado en el Politécnico de Milán (Garzotto, 2010).

Es de destacar, que algunos de los autores que participan de esta investigación, han abordado experiencias de trabajo previas de interacción tangible utilizando una tabletop de desarrollo propio, en guarderías con niños de 3 a 6 años. Se han evaluado resultados, siendo la propuesta de interés para el grupo destinatario (Marco, 2010).

Trabajo de campo en Escenarios de Educación Especial – Detección de necesidades

En este apartado, se presenta parte del estudio y trabajo de campo realizado en el ámbito de la Educación Especial, por uno de los grupos participantes de este proyecto.

Para esta investigación, se ha trabajado con observación participante en escenarios naturales y entrevistas abiertas y semi estructuradas a actores sociales intervinientes en la problemática. Los actores sociales identificados fueron: Maestro especial de alumnos usuarios de SAAC. Fonoaudiólogo o logopeda especialista en CAA. Especialista, académicos y/o investigadores en TIC y CAA del ámbito de la Ciencia Informática, la Ciencia de la Educación. Usuario de SAAC de AT y familiares de usuarios. Además se llevó adelante *focus group* entre expertos; lo que nos ha permitido dar cuenta de la necesidad del trabajo aquí presentado, y fundamentarlo.

Se detalla a continuación, parte de las observaciones realizadas con los alumnos usuarios de CAA en los contextos originales.

Previa evaluación de los profesionales a cargo, los alumnos que se consideran potenciales usuarios de CAA comienzan a trabajar en el aula con la manipulación tangible de objetos

obtiene el Copy Right del sistema, quedando Bliss como consultor. Se crea a partir de ahí el BCIL Instituto para la comunicación Bliss simbólica y se habla de Blissismo.

reales en tamaño original. Así el sujeto “vivencia” el objeto, percibe los múltiples aspectos que lo integran (color, tamaño, textura, forma, olor, sonidos particulares) activando todos sus sentidos, e identificando su relación con los otros objetos del entorno. A través de la percepción e interpretación de esta entidad física, el sujeto construye un concepto o imagen mental, que luego asocia a una palabra (parte de la propia lengua) creando una imagen acústica. Es entonces, cuando se impulsa el proceso de significación básico que permitirá posteriores estadios en el desarrollo del lenguaje.

Luego, se dejan de lado los objetos reales para manipular su representación en elementos miniatura, a estos se les llama “signos tangibles”. El objetivo es facilitar la comunicación manipulando un objeto que guarda estrecha relación con lo que representa. Se busca así fortalecer la asociación entre el objeto real (ahora modificado en su tamaño), y su concepto o imagen mental y acústica. Cuando los tiempos lo permiten, y en el caso en que el alumno lo precise, se trabaja el mismo elemento cortado al medio y pegado en el plano (hoja de papel) respetando el relieve. De esta manera, se lleva al objeto a un grado cada vez de mayor de abstracción, y se fortalece su representación mental hasta llegar al sistema de signos gráficos que se utilizará por tiempo indeterminado. Se trabaja constantemente en la incorporación de nuevos conceptos con el fin de ampliar el léxico.

El léxico se incorpora en la medida en que se trabajan en sus contextos de uso. No se divide el lenguaje según su gramática (verbos, sustantivos, adjetivos, etc.), sino en categorías semánticas, agrupando conceptos que se asocian a un mismo contexto de uso. Este método se hace necesario para la posterior utilización de un SAAC, ya que el mismo se conforma por cuadrículas (o displays) de signos agrupados según dichas categorías. Cada cuadrícula responde a una categoría.

Una vez asociado el objeto con su imagen en el plano (signo gráfico), se comienza a trabajar con los diferentes tipos de signos en relación al grado de abstracción en la representación. Muchos de los usuarios de CAA, se convierten en usuarios de comunicación aumentativa (no alternativa), ya que llegan a componer los mensajes utilizando la escritura ortográfica.

Simultáneamente al desarrollo del lenguaje, se adquieren las competencias para la manipulación de un SAAC asistido. Se comienza por SAAC de baja tecnología con el que el alumno incorpora las habilidades para su utilización. En esta etapa el alumno se caracteriza por ser un comunicador “contextual dependiente” (Dowden, 1999), ya que más allá de la agilidad que haya podido adquirir mediante la práctica de actos de CAA para el uso del SAAC, precisa de un mediador para componer y verbalizar su mensaje.

Así, el entrenamiento de prácticas de CAA mediadas por alta tecnología, se presenta como un “puente” hacia la última etapa para la constitución de un “comunicador independiente”. La tecnología oficia de mediadora en el acto comunicativo, eliminando el rol del facilitador interlocutor, y se compone como una “prótesis comunicacional” para la comunicación en condiciones autónomas.

Es importante aclarar, que en casos de discapacidad motriz severa el paso de un SAAC de baja tecnología a uno de alta tecnología, representa un esfuerzo y aprendizaje adicional para el usuario, ya que implica la interacción con un software a partir de la manipulación de diferentes dispositivos (periféricos adaptados y rampas digitales) que deben ser adecuados en relación a las posibilidades y limitaciones de cada usuario.

Por otra parte, se han detectado las siguientes características metodológicas de trabajo en el aula:

- *Se trabaja con grupos reducidos.* En varias actividades intervienen varios niños al mismo tiempo, pero no demasiados

- *El conocimiento se suele construir o en forma individual o de manera conjunta en dinámicas colaborativas.*

- *El aprendizaje es situado.* Los alumnos trabajan sobre escenarios propios a su contexto cultural. El léxico no se aprende de manera individualizada sino ubicando cada concepto en su contexto natural.

- *Enseñanza del léxico por categorías.* El lenguaje no se divide según su gramática (verbos, sustantivos, adjetivos, etc.) sino en categorías semánticas, agrupando conceptos que se asocian a un mismo contexto de uso. Este método se hace necesario para la posterior utilización de un SAAC.

- *Enfoque de la Comunicación multimodal.* Se busca fortalecer todos los canales de comunicación del alumno, estimular sus sentidos aumentando el input y output de información en la combinación y asociación de diferentes medios de representación de la información (objetos, imágenes fijas y en movimiento, sonidos).

Así la aplicación propuesta debe adaptarse a esta metodología de trabajo incorporando estos requerimientos en su diseño, tal y como se detalla en la próxima sección.

Al mismo tiempo, se considera sumamente importante que sea posible configurar la herramienta fácilmente para que los terapeutas y docentes puedan realizar los ajustes necesarios, de manera tal de personalizar la actividad acorde al grupo de alumnos o al alumno destinatario en cada caso.

Descripción de la herramienta educativa

ACoTI consiste en una herramienta educativa compuesta por una mesa de interacción tangible (Marco, 2009) y un software o juego para una computadora. Los alumnos interactúan con el juego a través de objetos físicos (generalmente pequeños juguetes), tal y como se puede observar en la Figura 3.



Figura 3 – Niños jugando con nuestra mesa de interacción tangible

A continuación se hace una breve descripción técnica del dispositivo sobre el que se desarrolló la aplicación, y posteriormente se describe en detalle el funcionamiento de la misma.

Soporte para la aplicación ACoTI

ACoTI requiere la utilización de una tabletop, como la NIKVision (diseñada específicamente por uno de los grupos intervinientes en este proyecto). Esta es una superficie activa horizontal, que permite la interacción con aplicaciones educativas a través de la manipulación de objetos convencionales en su superficie. En su diseño se ha priorizado el bajo costo, la tecnología sencilla y resistente, que sea fácilmente montable y transportable, para permitir evaluar las aplicaciones en las clases de los niños. También, fueron consideradas cuestiones de tamaño, seguridad y estética (ver Fig. 4 Abajo).



Figura 4 Abajo: Componentes de NIKVision – Arriba: Tabletop NIKVision.

Para el reconocimiento y seguimiento de los objetos dispuestos en la mesa (ver Fig. 4. Abajo), se ha adoptado el framework software de Reactivation (Kaltenbrunner, 2007), el cual analiza la imagen capturada por una cámara de video colocada en el interior de la mesa (ver Fig 2. Abajo 2). para identificar visualmente los objetos colocados en la superficie. La ventaja de este sistema es que no requiere añadir electrónica especial en los objetos a ser utilizados en las aplicaciones. Sólo se adiciona un marcador impreso (fiducial) (ver Figura 5) en la base del objeto que se usa para la interacción para que pueda ser identificado por el software Reactivation.



Figura 5. Marcadores impresos (fiduciales) añadidos a la base de juguetes de niños

Tanto el software de reconocimiento visual, como el de las aplicaciones educativas, se

ejecutan en una estación informática convencional (Fig. 4. Abajo 3), que gestiona las dos salidas de imagen digital de NIKVision: una en la propia superficie de la mesa donde está teniendo lugar la manipulación de los objetos (Fig. 2. Abajo 4 y 5) y la otra a través de un monitor colocado en la mesa frente a los niños (Fig. 4. Abajo 6). La imagen en el monitor se utiliza para mostrar a los niños entornos virtuales 3D como los que se pueden ver en videojuegos convencionales, mientras que la imagen proyectada en la superficie sirve de guía a las manipulaciones de los objetos sobre la mesa.

La sencillez del diseño de NIKVision le permite ser fácilmente replicada en diferentes tamaños y formas, y ser muy versátil para ser utilizada en diferentes entornos y características de los niños, así como soportar gran variedad de actividades lúdicas y educativas.

Juego basado en interacción tangible

La herramienta desarrollada consiste en un software educativo orientado a acompañar a los alumnos usuarios de CAA en su proceso de adquisición de competencias comunicacionales, y en particular, su preparación para poder llegar a utilizar un SAAC.

En esta aplicación se presenta un conjunto de elementos de forma que el alumno debe identificar cuáles están conceptualmente relacionados con una cierta categoría. Con la utilización de diferentes escenarios para el juego, se aprende e incorpora el léxico del sistema de signos propios a la CAA. El docente o terapeuta puede configurar el sistema dependiendo del grado de desarrollo del lenguaje del alumno y las correlativas competencias de comunicación que se desean trabajar.

Cuando el alumno se encuentra frente al dispositivo registra sólo 3 elementos que se conforman como soporte de la aplicación: el monitor, la mesa interactiva y una cantidad de

objetos reales o su imitación en tamaño miniatura.

En el monitor aparece un entorno virtual 3D (escenario) incompleto, por ejemplo, podría ser una granja. En la superficie de la mesa se proyectan un conjunto de iconos o símbolos que responden a un vocabulario nuclear organizado en categorías. Cada categoría se ubica en su escenario natural en la superficie de la mesa. El niño dispone de varios objetos que puede colocar en la mesa. El espacio donde debería ubicarse cada elemento se encuentra sugerido ya sea mediante el contorno de la figura del elemento (Fig. 6.a), el pictograma donde se expresa su representación simbólica (Fig. 6.b), o la palabra escrita (Fig. 6.c). Esto dependerá de la forma en que el docente elija trabajar. La tarea del alumno consiste en completar el escenario mediante la asociación del objeto (Fig. 6.d) con alguna de sus representaciones proyectadas en la mesa.

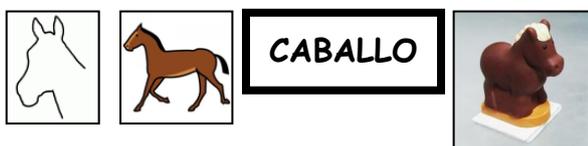


Fig. 4 a. Contorno del objeto a asociar con el objeto miniatura - b. Pictograma a asociar con el objeto miniatura - c. Palabra escrita a asociar con el objeto miniatura - d. Objeto miniatura que el alumno manipula

En la dinámica de interacción de este juego, el alumno abordará la tarea de completar el entorno manipulando los objetos, ubicándolos en el espacio sugerido en la representación gráfica del escenario proyectado. Cada vez que el niño ubica correctamente el objeto, la imagen del elemento se incorpora al escenario 3D mostrado en el monitor, obteniendo el tamaño y ubicación lógicas en dicho escenario. En ese momento, la imagen se anima emitiendo un movimiento y sonido característico asociado al objeto real.

Una vez que se han ubicados todos los objetos del escenario, el mismo se pone en movimiento. Los elementos “cobran vida” todos al mismo tiempo, y un personaje virtual

saluda al alumno, a modo de indicarle que ha realizado su tarea satisfactoriamente.

Mediante la manipulación de los elementos miniatura que brinda ACoTI el sujeto “vivencia” el objeto, lo percibe en todos sus aspectos. Luego, la identificación de su representación en la interfaz gráfica de usuario (monitor) impulsa el proceso de significación en el que el sujeto le otorga sentido a la entidad física, mediante la construcción de su concepto e imagen acústica. En la medida en que el docente configura el sistema para la visualización de signos cada vez más complejos, el alumno logra un mayor grado de abstracción del objeto real. Con la utilización de diferentes escenarios para el juego, se aprende e incorpora el léxico del sistema de signos propios a la CAA.

De esta manera, ACoTI es una herramienta de apoyo a la abstracción del objeto real hasta su identificación en el plano, competencia comunicacional básica para la adquisición del lenguaje; y a medida en que se trabaja con los diferentes escenarios, se aprende y se amplía el léxico del sistema de símbolos con los que, más adelante, se conformará el SAAC. Además, en este proceso se motiva al alumno y se lo estimula a partir de diferentes representaciones multimediales.

Por otra parte, hay que destacar que en el diseño de la herramienta se han tenido en cuenta las características definidas en el trabajo de campo, de modo que cumple:

- permite el trabajo en grupos reducidos: varios niños pueden jugar al mismo tiempo construyendo un escenario específico.
- permite definir si se trabaja de forma individual o grupal para fomentar las dinámicas colaborativas
- el aprendizaje es situado, se trabaja a partir de escenarios que forman parte de la vida diaria de los usuarios
- incluye las categorías que se utilizan en los SAAC
- ofrece interacción multimodal permitiendo la comunicación a través de diferentes medios: audio, imagen estática, imagen dinámica, texto, etc.

En resumen, se ha considerado la metodología que se ha observado en el estudio de campo para incluir los aspectos más relevantes en el diseño del software.

Proceso de Evaluación de ACoTi

La evaluación planificada consiste en poner a prueba el sistema en establecimientos educativos al que concurren usuarios de comunicación aumentativa y alternativa. Se focalizará al grupo destinatario específico y se trabajará en forma directa con docentes y terapeutas involucrados.

Se han diseñado dos instrumentos específicos para recoger datos de interés acerca del sistema. Por un lado, uno orientado a los docentes y terapeutas, que podrán aportar información acerca de la pertinencia o no de ACoTi para la problemática planteada, ajustes necesarios, facilidad de uso y observaciones que pudieran realizar durante la puesta en práctica del software. Por otro lado, se trabajará con otro orientado a la observación participante por parte de los diseñadores de ACoTi, en las experiencias de trabajo diseñadas para con los alumnos. Allí se buscará analizar actitud, formas de participación, dificultades, por parte de los alumnos.

Resta poner en ejecución este plan diseñado, y analizar los primeros resultados. Ya se han identificado y consultado a las instituciones donde se llevarán adelante estas primeras experiencias.

Conclusiones

Se ha diseñado una herramienta de apoyo para alumnos con NCC, que permite asistir al desarrollo de competencias comunicacionales para personas con este tipo de necesidades.

La herramienta se considera innovadora y pone en juego estrategias de interacción natural a través de la utilización de objetos reales (en este caso juguetes) para abordar el

trabajo con el software educativo y el entorno 3D que lo caracteriza.

Se considera de suma importancia para continuar con este proyecto poder llevar adelante en lo inmediato las evaluaciones pertinentes para poder mejorar y adecuar el software acorde a las observaciones de los expertos participantes y alumnos en cuestión.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto “AVIM-Agentes Virtuales Inteligentes y Multimodales” (Universidad de Zaragoza, España), el proyecto “Tecnología y aplicaciones en Sistemas de Software Distribuidos” (Universidad Nacional de La Plata, Argentina) y por el Gobierno de Aragón a través de los proyectos de cooperación entre departamentos de universidad y de institutos de educación secundaria. También por el proyecto: FRIVIG, D/031964/10 financiado por la AECID. Los autores agradecen la colaboración de varias instituciones relacionadas con Educación Especial, entre otras: CPEE Alborada, VITRA, AEDIN, y expertos que han participado ofreciendo su opinión.

Referencias

1. Abadín, A., Delgado Santos, C. I., Vigarra Cerrato, A.: Comunicación aumentativa y Alternativa. Guía de referencia. Edición CEPAT (2009) (in Spanish).
2. Africano, D., Berg, S., Lindbergh, K., Lundholm, P., Nilbrink, F., Persson, A.: Designing tangible interfaces for children's collaboration. CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 853-868. (2004)
3. Basil C., Soro-Camats E., Rosell C.: Sistema de Signos y ayudas técnicas para la Comunicación Aumentativa y la escritura. Principios teóricos y aplicaciones. Ed Masson. Barcelona (Spain). pp. 382-389 (2004) (in Spanish)
4. Battocchi A., Ben-Sasson A., Esposito G., Gal E. Pianesi F., Tomasini D., Venuti P., Weiss P. L. and Zancanaro M.:

- Collaborative Puzzle Game: a Tabletop Interface for Fostering Collaborative Skills in Children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Assistive Technologies*. 4(1): pp. 4-14 (2010)
5. Boix J., Basil C.: CAA en atención temprana. *Comunicación y pedagogía: NT y recursos didácticos*. ISSN: 1136-7733, Nº 205, pp. 29-35. (2005)
 6. Cohen L., Manion L.: *Métodos de investigación educativa. Colección aula abierta*. Editorial La Muralla. Madrid (Spain) ISBN: 8471335654 (in Spanish) (2002)
 7. Dowden, P.A. (1999). *Augmentative & Alternative Communication for Children with Motor Speech Disorders*. In Caruso, A., and Strand, E. A. (Eds.) *Clinical Management of Motor Speech Disorders of Children*. New York: Thieme Publishing Co.
 8. Foster M. E., Avramides K., Bernardini S., Chen J., Frauenberger C., Lemon O., and Porayska-Pomsta K.: Supporting children's social communication skills through interactive narratives with virtual characters. *Proceedings of the international conference on Multimedia (MM '10)*, pp. 1111-1114 (2010)
 9. Garzotto F., Bordogna M.: Paper-based multimedia interaction as learning tool for disabled children. In *IDC '10: Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children*. (2010).
 10. Kaltenbrunner, M. and Bencina, R. *ReacTIVision: a computer-vision framework for table-based tangible interaction*. In *Proceedings of the 1st international Conference on Tangible and Embedded interaction TEI '07*, pp. 69-74 (2007)
 11. Kimiko Ryokai, Stefan Marti, and Hiroshi Ishii. 2007. I/O brush: beyond static collages. In *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems (CHI EA '07)*. ACM, New York, NY, USA, 1995-2000.
 12. Marco, J., Baldassarri, S., Cerezo, E. Bridging the Gap between Children and Tabletop Designers. In *Proceedings of the 9th international Conference on interaction Design and Children (Barcelona, Spain, June 09 - 12, 2010)*. IDC '10. p. 98-107. ISBN 978-1-60558-951-0
 13. Marco J., Baldassarri S., Cerezo E., Xu D., Read J. Let the experts talk: An experience of tangible game design with children. *ACM Interactions*. ISSN: 1072-5520. Vol. 17 (1), pp. 58-61. January - February 2010.
 14. Marco, J, Cerezo, E., Baldassarri, S. Mazzone, E. Read, J. *Bringing Tabletop Technologies to Kindergarten Children*. 23rd BCS Conference on Human computer Interaction. Cambridge University. 1-4 september 2009. p. 103-111. ISBN:978-1-60558-395-2.(2009)
 15. Marshall, P., Price, S., and Rogers, Y. 2003. Conceptualising tangibles to support learning. *Conference on interaction Design and Children*. IDC '03.
 16. Nielsen J.: *Usability Engineering*. John Wiley and Sons. (1993)
 17. O'Malley, C., Fraser D.S.: *Literature Review in Learning with Tangible Technologies*. NESTA Futurelab (2004)
 18. Piper, A. M., O'Brien, E., Morris, M. R., Winograd, T.: *SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development*. 20th Conference on Computer Supported Cooperative Work. (2006).
 19. Rizzo, F. and Garzotto, F. "The Fire and The Mountain": tangible and social interaction in a museum exhibition for children. 6th international Conference on interaction Design and Children. IDC '07. (2007)
 20. Sánchez Montoya, R. *Ordenador y discapacidad*. Madrid. Ciencias de la educación preescolar y especial. ISBN: 8478694021. (2002)
 21. Soler-Adillon, J., Ferrer, J., and Parés, N.: A novel approach to interactive playgrounds: the interactive slide project. 8th international Conference on interaction Design and Children. IDC'09 (2009)

22. Tartaro A., Cassell J.: Playing with virtual peers: bootstrapping contingent discourse in children with autism. In Proceedings of the 8th international conference on International conference for the learning sciences - Volume 2 (ICLS'08), Vol. 2. (2008)
23. Ullmer, B., and Ishii, H.: Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces. HCI in the New Millenium, John M. Carroll, Ed. Pp. 579--601. (2001)
24. Veen, M. van.: Improving collaboration with raketeer: development of a serious game with multi-touch interaction for teaching children with PDD-NOS collaboration. Doctoral thesis. Rijksuniversiteit Groningen (2009)