

Cómo citar este artículo / Referencia normalizada

RM Martín-Sabarís, G Brossy-Scaringi (2017): “La realidad aumentada aplicada al aprendizaje en personas con Síndrome de Down: un estudio exploratorio”. *Revista Latina de Comunicación Social*, 72, pp. 737 a 750.

<http://www.revistalatinacs.org/072paper/1189/39es.html>

DOI: [10.4185/RLCS-2017-1189](https://doi.org/10.4185/RLCS-2017-1189)

La realidad aumentada aplicada al aprendizaje en personas con Síndrome de Down: un estudio exploratorio

Augmented Reality for Learning in People with
Down Syndrome: an exploratory study

Rosa-María Martín-Sabarís [\[CV\]](#) [\[ID\]](#) [\[G\]](#) Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea – martin.sabaris@ehu.eus

Gerardo Brossy-Scaringi [\[ID\]](#) [\[G\]](#) Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea – gerardobrossy@gmail.com

Abstracts

[ES] Introducción: La Realidad Aumentada es una tecnología en creciente auge en los campos de la comunicación, la educación, la medicina, el marketing, la arquitectura o el entretenimiento, pero sigue estando dirigida a públicos hegemónicos. El objetivo de este trabajo es explorar su utilidad en la comunicación y el aprendizaje de personas con Síndrome de Down. **Metodología:** Para ello se diseñó, ejecutó y evaluó una experiencia de RA consistente en la visita de tres grupos de sujetos con esta patología a dos museos de la ciudad de Bilbao asistidos por una aplicación móvil. **Resultados y conclusiones:** Los resultados muestran que un mayor grado de maduración cognitiva y el uso previo de TIC influyen en una mejor experiencia de usuario, pero no son determinantes. Esta tecnología es útil en su desplazamiento por la vía pública, lo que permite una mayor autonomía y, en consecuencia, una mejora en la calidad de vida. El componente visual resulta de gran ayuda en el mantenimiento de la atención, la adquisición de información y en la memoria a largo plazo, lo que sugiere la necesidad de desarrollar herramientas e implementar programas específicos para estas personas.

Keywords

[ES] Realidad aumentada; discapacidad intelectual; aprendizaje; tecnología; Síndrome de Down

[EN] Augmented Reality; intellectual disability; learning; technology; Down Syndrome

Contents

[ES] 1. Introducción. 2. Objetivos e hipótesis. 3. Marco teórico y estado de la cuestión. 4. Metodología. 5. Análisis de resultados. 6. Discusión y conclusiones. 7. Notas. 8. Bibliografía.

[EN] 1. Introduction. 2. Objectives and hypothesis. 3. Theoretical background and state of the art. 4. Methodology. 5. Analysis of results. 6. Discussion and conclusions. 7. Notes 8. List of references.

Traducción de **Yuhanny Henares**
(Academic translator, Universitat de Barcelona)

1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación han demostrado ser una poderosa herramienta en el aprendizaje de personas con Necesidades Educativas Especiales. En la actualidad la proliferación de dispositivos móviles está permitiendo que sectores como la publicidad aumenten su eficacia y posibilidades de negocio a través de la geolocalización, la interactividad o la *targetización*. No obstante, la segmentación de públicos no ha llegado a las personas con Síndrome de Down y otras discapacidades intelectuales, que no están siendo tenidas en cuenta en las aplicaciones móviles que facilitan el aprendizaje, la comunicación, el ocio o la vida cotidiana.

El reciente fenómeno *Pokemon Go* ha permitido a públicos masivos el acercamiento a la Realidad Aumentada. Esta tecnología permite combinar elementos audiovisuales, textuales y posicionamiento, así como superponer información virtual en tiempo real, imágenes o marcadores sobre campos reales, tanto en ambientes abiertos como cerrados. A través de gafas como las desarrolladas por *Google Glass* o el reloj inteligente de la empresa coreana *Samsung*, es posible una yuxtaposición entre el mundo virtual y el mundo real.

Sin embargo, pese a la generalización de esta tecnología, la brecha digital continúa y no se produce sólo entre países ricos y países pobres, entre el norte o el sur, o entre zonas urbanas o zonas rurales, sino también entre la población sana y la población con enfermedades mentales. Por lo general, la investigación ha relacionado la discapacidad intelectual y el Síndrome de Down poniendo el foco en el entorno educativo y de aprendizaje formal. No obstante, el colectivo de personas con discapacidades intelectuales continúa sin ser considerado un nicho de mercado para la industria y el mercado de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual, ni una población objeto de análisis en el campo de la Comunicación Social.

2. Objetivos e hipótesis

La escasez de estudios sobre el uso de esta tecnología entre las personas con discapacidad intelectual obliga a plantear una investigación exploratoria cuyo objetivo último es analizar la utilidad de la Realidad Aumentada (RA) en la comunicación y aprendizaje en personas con Síndrome de Down (SD). En torno a este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

Obj 1. Analizar cómo se desarrolla la experiencia de usuario en la RA en personas con SD.

Obj 2. Analizar si el componente visual que proporciona la tecnología de RA es más relevante que los contenidos verbales/textuales en el aprendizaje en este colectivo.

Obj 3. Comparar cómo influyen los diferentes grados de maduración cognitiva en la utilización de la RA.

Obj 4. Evaluar la eficacia de la RA en la percepción espacial y en el desplazamiento vial de personas con SD.

Obj 5. Evaluar si la RA estimula la capacidad de recuerdo a largo plazo en personas con SD.

Obj 6. Analizar si el diferente grado de acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) condiciona el aprendizaje a través de la RA.

Las hipótesis han sido formuladas a partir de la lectura y análisis de la bibliografía relativa al uso de la Realidad Aumentada y su aplicación en las diferentes áreas, pero también a partir de la propia experiencia personal y profesional en el campo del desarrollo de tecnologías, la producción de contenidos audiovisuales y la discapacidad intelectual.

H1. Las personas con SD que tienen autonomía para desplazarse y para consumir productos culturales tienen una experiencia de usuario plenamente satisfactoria en el uso de la tecnología de RA.

H2. La RA proporciona herramientas audiovisuales que posibilitan una mejora significativa de la comunicación y el aprendizaje en personas con Síndrome de Down.

H3. La maduración cognitiva en personas con Síndrome de Down es un factor relevante a la hora de obtener beneficios en el uso de la RA.

H4. La RA es eficaz como herramienta de ayuda en la orientación y el desplazamiento de personas con SD.

H5. La RA permite construir una comunicación audiovisual de alto impacto emocional en personas con SD, estimulando así su capacidad para recordar a largo plazo.

H6. Las personas con SD que tienen un mayor consumo de herramientas TIC (pantalla táctil, dispositivos conectados, etc.) y mayor participación en redes sociales obtienen mayor rendimiento de la RA.

3. Marco teórico y estado de la cuestión

3.1. Realidad aumentada

El concepto de Realidad Aumentada (RA) aparece por primera vez en 1990, como variación de una tecnología revolucionaria como fue la Realidad Virtual. Autores como Kato-Billinghurst (1999), Milgram *et al.* (1994, 1995) y otros coinciden en que la definición descrita en la obra de Roland Azuma en 1997 denominada “A survey of augmented reality” trajo los primeros postulados teóricos en la materia:

“La Realidad Aumentada es una variación de los entornos virtuales. En la Realidad virtual el usuario se encuentra inmerso en entornos sintéticos, y queda aislado del mundo real que lo rodea. Por el

contrario la Realidad Aumentada permite al usuario ver en todo momento el mundo real al que se superpone objetos virtuales coexistiendo ambos en el mismo espacio” (Azuma,1997:2).

Para evitar que se limite el desarrollo de la RA a tecnologías específicas, Azuma define como Realidad Aumentada cualquier sistema que pueda desarrollar estas tres características: a) combinar elementos reales y virtuales, b) ser interactiva en tiempo real, y c) estar grabada en 3D.

Al establecer estos postulados para la definición de la Realidad Aumentada, Azuma sobrepuso el ámbito conceptual a las tecnologías del momento, pero los consumos sociales y las tendencias llevaron a que Oliver Bimber y Ramesh Raskar (Raskar *et al.* 1998; Bimber *et al.*, 2005) planteen el agregado de Realidad Aumentada espacial o su término en inglés *spacial augmented*, que consiste en objetos 3d, reales y virtuales pero que no son interactivos.

Desde que en 1962 Morton Heiling diseñó un simulador de moto que recreaba un paseo por las calles de Nueva York llamado *Sensorama*, los avances en el desarrollo de la realidad virtual o de la realidad aumentada han sido numerosos.

El concepto de realidad virtual surge en 1965 cuando Ivan Sutherland publica su artículo científico titulado “*A Head-mounted Three-Dimensional Display*” donde afirma que “la pantalla es una ventana a través de la cual uno ve un mundo virtual. El desafío es hacer que ese mundo se vea real, actúe real, suene real, se sienta real” (Sutherland,1968: 7).

Casi 30 años más tarde, en 1992, David Mizell y Tom Caudell acuñan la definición de *Realidad Aumentada*. El trabajo se llamó “*Augmentative reality: an application of heads up display technology to manual manufacturing processes*”. El término se aplicaba para referirse al enriquecimiento del mundo real y fue aplicado a un caso de industria manufacturera: una serie de gráficos virtuales que se superponían a un tablero de ensamblajes de la visión de un HDM denominado *private eye*. (Caudell *et al.*, 1992).

Karma (1994), *ARToolKit* (1999), *ARQuake* (2000), *AR-PDA* (2001), *Wikitude* (2008), *Layar* (2009), *Arhrrrr* (2012), *Google Glass* (2012), *Ingress* (2013), *Illutio* (2014) o *Pokemon Go* (2016) no dejan de ser hitos en un proceso de consolidación de la Realidad Aumentada en el mercado de una tecnología que seguirá explorando nuevos usos y aplicaciones.

Diversos autores han establecido diferentes niveles de RA en función de la complejidad de los sistemas (Billinghurst *et al.*, 2015). Reinoso (2016) señala estos cuatro niveles: nivel 0) hiperenlaces en el mundo físico, nivel 1) RA basada en marcadores, nivel 2) RA *markerless*, nivel 3) visión aumentada.

Portales Ricart (2008) agrupa los diferentes sistemas de la RA en torno a cuatro dicotomías: *indoors/outdoors*, local/ubicuos, móviles/espaciales y experiencia individual/colaborativa. Todos ellos han tenido diferentes aplicaciones en diversos ámbitos como la medicina (Juan *et al.*, 2005) la arquitectura (Chi *et al.*, 2013), los servicios de emergencias y militares (Zhu *et al.*, 2015), la industria, el turismo (Kounavis *et al.* 2012), la conservación del patrimonio (Martínez, 2010), los museos (Torres, 2011), la educación (Kaufmann-Schmalstieg, 2003; McMahan, 2016) o la comunicación (Galán Cubillo, 2008) por mencionar sólo algunos de los más importantes. La masificación ha venido de la mano de la industria del entretenimiento que ha ofrecido sus grandes públicos al marketing y la publicidad.

Uno de los proyectos más innovadores aplicados a la educación es el denominado *Magic Book* desarrollado por el departamento *Human Interface Technology Laboratory* de la Universidad de Washington en EEUU (Billinghamurst *et al*, 2001). Se trata de un formato de libro real en el que pasar las páginas, leer los textos o mirar sus dibujos, pero si se opta por utilizar un dispositivo de Realidad Aumentada, puede apreciarse una información aumentada adicional que posee el libro en modelos virtuales 3D.

En el ámbito europeo existen diferentes proyectos que desarrollan aplicaciones innovadoras que integran Realidad Aumentada, los proyectos *CONNECT*, [1] *CREATE* [2] y *ARiSE* [3] presentan herramientas basadas en presentaciones 3D y con gran interacción facilitan la comprensión de los contenidos (Basogain, 2007).

3.2. Síndrome de Down

La *American Association on Mental Deficiency* (AAMD) define la discapacidad intelectual como “una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas tanto en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa que se manifiesta en habilidades adaptativas conceptuales, sociales y prácticas. Esta discapacidad comienza antes de los dieciocho años” (AAMD, 2004:18).

El Síndrome de Down se define como una anomalía congénita debido a la aparición de un cromosoma de más en el par 21. Las distintas anomalías cromosómicas pueden ser: trisomía 21, translocación y mosaicismos (Pueschel, 1991).

Las personas con Síndrome de Down utilizan los mismos mecanismos o almacenes de aprendizaje que las personas que no poseen inmadurez cognitiva: el registro sensorial, la memoria a corto plazo y la memoria a largo plazo. La información se obtiene por la estimulación de los sentidos, se procesa y se almacena para luego ser utilizada cuando se requiera. El aprendizaje requiere de cuatro mecanismos fundamentales: atención, memoria, motivación y comunicación (Flórez y Troncoso, 2001; Valverde-Montesinos, 2006).

Atención

Las personas con síndrome de Down presentan en edad temprana deficiencias de atención. Las principales dificultades de atención son:

- Dificultades en la capacidad para dirigir la mirada hacia un estímulo e interactuar con otras miradas.
- Dificultades para mantener la atención un tiempo prolongado.

Periodo de latencia en ofrecer respuestas más largo que otras personas de su misma edad mental (Flórez y Troncoso, 2001; Valverde-Montesinos, 2006).

Además, en muchos casos existe imposibilidad de percibir con claridad una secuencialidad sonora o bien extensiones de palabras y frases complejas sonoras. En menor medida también presentan dificultad en la decodificación e interpretación de estímulos visuales (Valverde-Montesinos, 2006).

Memoria

En las personas con Síndrome de Down la memoria a corto plazo (en torno a 30 segundos) se reduce hasta la mitad, lo cual se refleja en la dificultad de realizar de forma inmediata una operación mental

o motriz, especialmente cuando la información se presenta de manera verbal o auditiva (Flórez y Troncoso, 2001).

En cuanto a la memoria a largo plazo, estos autores resumen así las limitaciones en personas con SD de la siguiente manera:

- Escasa capacidad para indicar con precisión hechos y fechas.
- Dificultad para generalizar una experiencia de modo que les sirva para situaciones familiares.
- Problemas para recordar conceptos que parecían comprendidos y aprendidos.
- Lentitud en la captación de información y en la respuesta.
- Necesidad de mayor tiempo para programar actos futuros.

Motivación

La motivación en personas con síndrome de Down presenta un reto muy complejo: tienen capacidad para estar motivados y mostrar signos y conductas que demuestran la motivación, pero poseen un nivel bajo de vigilia y su capacidad de reacción para satisfacer una necesidad puede ser menor (Flórez y Troncoso, 2001; Valverde-Montesinos, 2006). Las motivaciones dependen de los espacios en los que se desarrollen y el grado de estimulación temprana. Además, el hecho de que muestren dificultades para el esfuerzo genera una sobreprotección de su entorno que aplaza aún más el desarrollo de conductas de motivación.

Comunicación

El nivel lingüístico de este colectivo es inferior al de su competencia social e intelectual. La edad social de las personas con síndrome de Down es más alta que su edad mental. Dadas las dificultades para comunicarse de forma fluida verbalmente, hacen uso del lenguaje corporal. Valverde-Montesinos (2006) enumera los problemas en el lenguaje de las personas con Síndrome de Down que está relacionados con:

- *Inteligibilidad.* Dificultades de articulación y coarticulación, especialmente en la expresión de frases.
- *Producción del lenguaje.* Mejor nivel de lenguaje comprensivo que expresivo.
- *Retraso* en la adquisición de vocabulario.
- *Léxico reducido.*
- *Gramática y sintaxis.* Oraciones de menor longitud y complejidad; problemas para elaborar y comprender proposiciones subordinadas y frases compuestas .
- *Pragmática del lenguaje.* Lentitud de desarrollo en habilidades pragmáticas.
- Organización del discurso. Desarrollo insuficiente.

3.3. Realidad Aumentada, Educación y Síndrome de Down

La brecha digital entre personas sanas y personas con discapacidad intelectual ha sido objeto de atención de diferentes instituciones públicas y entidades privadas que han trabajado en proyectos cuyo objetivo ha sido acercar a estos colectivos las ventajas y posibilidades de la Sociedad de la Información (Ballester, 2002).

Un proyecto de gran relevancia es el *Proyecto Poseidon*, impulsado por un consorcio constituido por pequeñas y medianas empresas, institutos universitarios y de investigación y asociaciones de Síndrome de Down de Alemania, Reino Unido, Noruega y Suecia. Su objetivo es el desarrollo de entornos inteligentes y personalizados con objeto de lograr un mayor nivel autonomía e independencia en la vida cotidiana (casa, trabajo, educación, ocio...), así como facilitar sus relaciones con los demás.

La III Conferencia Internacional de adaptación y accesible entorno de aprendizaje virtual que ha tenido lugar en Cartagena de Indias (Colombia) ha puesto de manifiesto el enorme potencial de la Realidad Aumentada en educación inclusiva (VVAA, 2016). El promotor del Proyecto *Aumenta.me*, Raúl Reinoso, señala diferentes potencialidades de la Realidad Aumentada en Educación: visualización e interacción con modelos 3D, creación de libros, fichas y recursos multimedia, aprendizaje basado en el juego, aprendizaje basado en el descubrimiento, desarrollo de habilidades y destrezas, formación a distancia y *e-learning* (Reinoso, 2016).

Pajares (2015), tras un exhaustivo análisis sobre casi medio centenar de actividades didácticas presentes en las Jornadas *Auméntame 2015*, concluye que existen relaciones significativas entre la forma en la que se utiliza esta tecnología y otras variables como las taxonomías de Bloom, la metodología aplicada, el rol del alumnado y profesorado, el enfoque curricular, las teorías del aprendizaje y las herramientas de realidad aumentada utilizadas. En consecuencia, cualquier evaluación de la experiencia en RA como estrategia de aprendizaje y comunicación deberá tener en cuenta esos aspectos.

4. Metodología

El carácter exploratorio del estudio recomienda un diseño metodológico basado en primer lugar en técnicas cualitativas. Inicialmente, se llevaron a cabo entrevistas en profundidad con diversos expertos y con profesionales de la “*Fundación Síndrome de Down y otras discapacidades intelectuales del País Vasco*”, [4] institución cuya colaboración ha resultado estratégica en nuestra investigación. La información así obtenida ha sido determinante para el diseño de la posterior fase experiencial. Por otro lado, la observación directa fue utilizada tanto para la aproximación y familiarización con los sujetos en diversos talleres ocupacionales organizados por la Fundación, como para la recogida de información durante la experiencia y su posterior evaluación.

El elemento nuclear de nuestro estudio es el diseño, ejecución y evaluación de una experiencia de Realidad Aumentada de personas adultas con Síndrome de Down. Ha consistido en la visita a dos museos de Bilbao, en la que los participantes deben valerse de la Realidad Aumentada tanto para el desplazamiento de un lugar a otro como para el aprendizaje de contenidos relativos a los museos.

La selección de participantes se realizó a través de la citada Fundación, que trabaja con un total de 354 personas con diferentes discapacidades intelectuales, de los cuales 244 padecen Síndrome de Down, entre ellos 113 adultos (59 hombres y 54 mujeres). A todos ellos se les proporcionó un cuestionario de captación con objeto de seleccionar a los sujetos en función de:

- Nivel de formación escolar.
- Nivel de formación escolar de los progenitores.
- Interpretación del uso de las TIC en la vida cotidiana.
- Nivel de interacción en redes sociales.

- Grado de interés sobre la innovación tecnológica.
- Nivel de utilización de los móviles.
- Interacción sobre Internet.
- Interés por los museos.

Por el tipo de patología de este colectivo, la cumplimentación del cuestionario requirió asistencia y apoyo en la comprensión de las preguntas o en la expresión de las respuestas. Esta recogida de datos se llevó a cabo en entrevistas desarrolladas a lo largo de varios días mediante la asistencia a tres talleres organizados en función de la maduración cognitiva (Servicio de Atención Diurna, Formación Laboral y Asociación de Autogestores). Estos contactos permitieron crear un vínculo más estrecho, comenzar a explicar en qué consistiría la experiencia y facilitar las fases posteriores. Todas las personas seleccionadas respondieron al cuestionario y mostraron su interés y su voluntad de colaboración. Finalmente, participaron en la experiencia 15 personas adultas con Síndrome de Down, divididas en tres grupos homogéneos en cuanto al nivel de maduración cognitiva y de familiarización en la utilización de herramientas TIC.

Los participantes fueron convocados junto con personal de apoyo de la Fundación en el Museo Guggenheim de Bilbao, desde donde debían desplazarse a pie hasta el Museo de Bellas Artes, ambos en el centro de la ciudad y separados por unos 400 metros. En cada museo los participantes recibieron información escrita y oral por parte de un guía turístico.

La aplicación de RA tenía como objetivo orientarles en su desplazamiento de un lugar a otro, además de proporcionar contenido audiovisual extra sobre ambos museos. Este prototipo de RA para dispositivos móviles fue desarrollado junto con el laboratorio de Innovación tecnológica de la Universidad de La Matanza (Argentina) y la empresa Ialcubo.

La aplicación contó con dos funcionalidades: geoposicionamiento, desarrollada sobre Layar [5], con objeto de ayudar en la orientación espacial, y reconocimiento de patrones para visualizar un vídeo. La interfaz de usuario se diseñó con una lógica de desarrollo tradicional que permita una experiencia de usuario positiva, para lo cual el icono de acceso a la aplicación fue el logo de la Fundación, imagen de rápida identificación por los usuarios. El icono del *player* se amplió en x2 de su tamaño por defecto.

La evaluación de la experiencia ha sido “evaluación por y desde los usuarios” (Cabero-Almenara et al, 2017) y, como en otras investigaciones que analizan la experiencia de usuario, el diseño de aplicaciones o la usabilidad, se realizó mediante dos técnicas: observación directa del investigador, entrevistas en profundidad y grupos de discusión con los participantes [6]. Estas dos últimas técnicas conversacionales tuvieron, obviamente, las limitaciones derivadas de las patologías de los participantes en el estudio.

Respecto a la dimensión ética del estudio, somos conscientes de estar analizando un colectivo particularmente vulnerable. Hemos respetado pautas de amplio consenso como el consentimiento informado, la garantía de la confidencialidad y la privacidad o el equilibrio entre riesgos y beneficios, siempre bajo la supervisión de la “Fundación de Síndrome de Down del País Vasco”. No obstante, como señala Santi (2015), “se trata de buscar un equilibrio entre el respeto y la protección de estas personas y grupos, y el compromiso y la necesidad de realizar investigaciones para conocer más sobre ellos y para poder colaborar en su empoderamiento” (Santi, 2015:71)



Ilustración 1. Icono de la aplicación



Ilustración 2. Menú de la aplicación



Ilustración 3. Pantallas aumentadas

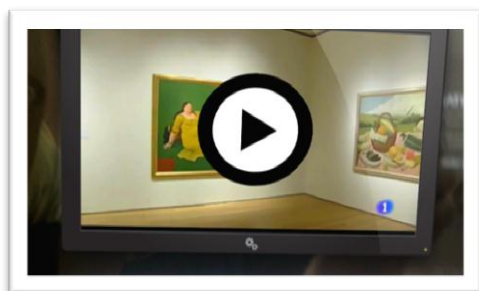


Ilustración 4. Pantallas aumentadas.

5. Análisis de resultados

Los participantes mostraron durante la experiencia una capacidad superior para recordar imágenes cuando podían asociarlas con escenas de la vida cotidiana, por lo que ese recurso fue el que se utilizó para fijar conceptos. Una actitud frecuente en estas personas es la rápida dispersión o pérdida de

atención cuando existe una saturación de información, o bien un agente externo como el ambiente que nos rodeaba en la vía pública.

Asimismo, la sobreexposición social generó en varios participantes una contracción emocional notoria: existía desde el inicio de la exposición un clima de tener que *aprobar la experiencia*, una sensación de presión que fue un factor negativo en la exposición. La falta de seguridad personal que se reflejaba en el miedo a cometer errores fue una constante en el grupo. Los tres grupos participantes, con diferentes grados de maduración cognitiva, realizaron un esfuerzo por conseguir la aprobación, lo que en algún momento trajo consigo un cierto bloqueo.

Otra constante dentro la experiencia fue la seguridad con la que los participantes afirmaban comprender los conceptos relacionado con el uso de la RA; no obstante, tenían dificultades para explicar dichos conceptos, por lo que a menudo la respuesta era el silencio.

Los aspectos que más dificultaron la experiencia fueron la incomodidad de tener que desplazarse con un elemento no cotidiano, el exceso de estímulos no controlables en un espacio abierto y la falta de familiaridad y práctica con la aplicación de Layar.

La visualización de contenidos audiovisuales en la vía pública y frente a los objetos reales supuso un impacto positivo que sirvió de estímulo para la concentración, lo que favoreció el recuerdo a largo plazo. Sucedió principalmente cuando los participantes se encontraban frente al perro Puppy del Museo Guggenheim o frente al Museo de Bellas Artes.

Los participantes del segundo y tercer grupo -con una mayor impronta tecnológica y un mayor uso de herramientas TIC- comprendieron los lenguajes icónicos de las aplicaciones y los procedimientos de forma más intuitiva y natural, aunque en alguna ocasión lo hicieron con ayuda.

La lógica de la arquitectura fue comprendida por todos los asistentes, que entendieron y aceptaron con naturalidad que el itinerario fuera marcado y visualizado a través del navegador de la aplicación. La interpretación de iconos y símbolos resultó ser uno de los puntos más difíciles de interpretación en este colectivo.

La información proporcionada mediante elementos audiovisuales fue retenida durante más tiempo que la suministrada mediante comunicación textual/verbal. Durante la evaluación en grupo, por ejemplo, se recuerda que *“al perro Pupper le cambian las flores”* o *“vimos mujeres desnudas”*.

Una de las participantes destacó de manera sobresaliente al sugerir mejoras en la aplicación, tales como la ampliación de los mapas y los textos, así como que los contenidos audiovisuales se refuerzan con textos o que se aumenten el número de imágenes explicativas. Ella misma resolvió rápidamente la navegabilidad de las aplicaciones gracias a su conocimiento previo en sistema de navegación. Esta usuaria de la Fundación ha estudiado su patología y se asume como discapacitada. Se muestra abierta a continuar con más experiencias de Realidad Aumentada y nos asegura que los contenidos audiovisuales de la aplicación le ayudarían a resolver tareas en su trabajo.

5. Análisis de resultados

6. Discusión y conclusiones

Las conclusiones de este estudio exploratorio pretenden ser la base para la reflexión y la mejora en el desarrollo de la Realidad Aumentada aplicada a personas con Síndrome de Down, así como un punto de partida ineludible para la formulación de preguntas de investigación y de hipótesis de una investigación más amplia y estructurada. Las dimensiones de la experiencia realizada hacen

recomendable su replicación en muestras de mayor tamaño y en diferentes contextos para poder comprobar las hipótesis, pero nos permiten avanzar conclusiones sobre los objetivos que nos planteamos al inicio de la investigación.

Las herramientas audiovisuales que proporciona la Realidad Aumentada generan un alto impacto emocional y son determinantes para recordar ideas y conceptos en las personas con Síndrome de Down. La máxima atención y concentración se produce durante la experiencia de reconocimiento de patrones, hecho que no sólo fue observado durante el transcurso de la misma, sino también corroborada por los participantes en la puesta en común.

Un menor nivel de maduración cognitiva o un menor uso de herramientas TIC no impide asumir la tecnología de Realidad Aumentada. Todos los participantes de la experiencia concluyeron la experiencia tal y como estaba diseñada. No existen dificultades para interpretar la yuxtaposición entre la realidad y las imágenes generadas por un ordenador en tiempo real o para dirigir la cámara del móvil a las imágenes para reproducir el contenido asociado. A pesar de ello, resulta recomendable contar con un asistente o guía tal y como ocurre en otras actividades que desarrollan.

Todos los participantes comprendieron intuitivamente cuál era el botón para que comenzara el contenido audiovisual, como también fue intuitivo el reconocimiento de una flecha para comprender cuál era el icono que les representaba durante el desplazamiento (GPS).

La memoria a largo plazo está claramente relacionada con los elementos visuales de la RA. En cambio, los contenidos suministrados mediante textos escritos o sonoros fueron escasamente recordados. A menudo, los textos sonoros producen cansancio y sobrecarga en los participantes, que fijan su atención en las imágenes ilustrativas y en menor medida en los textos sobrepresionados. La comprobación de la hipótesis H5 en relación a la memoria a largo plazo requeriría de métodos de evaluación adicionales.

El grado de maduración cognitiva, autonomía e inserción en la vida social determina un mayor o menor aprovechamiento de las diferentes utilidades de la RA. Los participantes con menor maduración cognitiva son capaces de desarrollar la actividad, pero no parecen poder relacionarlo con otras actividades de la vida cotidiana. La dimensión de nuestro estudio no nos ha permitido comprobar si un entrenamiento con los dispositivos de RA permitiría a estas personas la incorporación a su cotidianidad, por ejemplo como herramienta de apoyo en la orientación y desplazamiento por la vía pública.

Los participantes con mayor maduración son capaces de interpretar el funcionamiento de la aplicación, generar desplazamiento de forma autónoma, indagar de forma intuitiva y lúdica las prestaciones de la aplicación sin miedo de equivocarse, e incluso, desarrollar una experiencia de usuario satisfactoria trasladable a otros ámbitos como el laboral.

El uso previo de herramientas TIC resultó determinante en una incorporación más rápida y cómoda de la RA. La asimilación de los conceptos fue más eficaz en personas acostumbradas a pantallas táctiles, dispositivos conectados o participación en redes sociales. A pesar de ello, los demás sujetos fueron capaces de interpretar cómo ejecutar los comandos de la Realidad Aumentada.

En consecuencia, la Realidad Aumentada presenta importantes posibilidades de mejora en el aprendizaje y la comunicación en personas con Síndrome de Down. Una mayor alfabetización digital así como la adquisición de protocolos de usabilidad específicos para personas con Síndrome de

Down resultan estratégicas e imprescindibles para superar la brecha digital existente entre las personas sanas y las que sufren esta discapacidad intelectual.

7. Notas

1 CONNECT Project. <http://www.connect-project.net/>

2 CREATE Project: Constructivist Mixed Reality for Design, Education, and Cultural Heritage. <http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Create/>

3 ARiSE Project. Augmented Reality in School Environments. <http://www.ariseproject.org/>

4 Esta Fundación desarrolla diferentes programas de atención temprana, fisioterapia, grupos de juego, apoyo a la lecto-escritura, inserción laboral, seguimiento escolar, psicoterapia, logopedia, etc. Programas como Hazi para la mejora de las estrategias comunicativas, Programa para la Autonomía Personal o Programa de Tiempo libre están directamente relacionados con los objetivos de nuestro estudio.

5 Software de origen holandés que suministra arquitectura para el desarrollo de aplicaciones de RA. Utiliza cámara, GPS, brújula y sensor de aceleración de los móviles . Utilizando el GPS o datos de redes móviles, la app localiza la posición exacta y se superpone a la visión de la cámara en el camino.

6 Estos grupos de discusión tuvieron lugar inmediatamente después del recorrido. Inicialmente debían tener lugar en el Centro Cultural de la Alhóndiga. Debido a las altísimas temperaturas registradas aquel día, se decidió el regreso a los locales de la Fundación donde los participantes pudieron expresarse con más tranquilidad.

8. Bibliografía

RT Azuma (1997): “A survey of augmented reality”. *Presence*, 6(4), pp. 355-385.

F Ballesteros (2002): *La brecha digital. El riesgo de exclusión Información*. Madrid: Fundación Retevisión-Auna.

X Basogain, M Olabe, K Espinosa, C Rouèche & JC Olabe (2007): “Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente”. Comunicación presentada a la *7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías*. Madrid. Recuperado de

O Bimber & R Raskar (2005): *Spatial augmented reality: merging real and virtual worlds*. CRC press. Wellesley, Mass: A K Peters.

M Billingham, A Clark & G Lee (2015). “A survey of augmented reality”. *Foundations and Trends® Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272.

M Billingham, H Kato & I Poupyrev (2001): “The MagicBook - Moving Seamlessly between Reality and Virtuality”. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8.

J Cabero-Almenara *et al* (2017): “Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada”. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 53. Recuperado de http://www.um.es/ead/red/53/cabero_et_al.pdf

TP Caudell & DW Mizell (1992): “Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes”. *System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on* (Vol. 2, pp. 659-669). IEEE.

HL Chi, SC Kang & X Wang (2013): “Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction”. *Automation in construction*, 33, pp. 116-122.

J Flórez & MV Troncoso (dir.) (2001): *Síndrome de Down y educación*. Barcelona: Masson S.A., Santander: Fundación Síndrome de Down de Cantabria.

E Galán Cubillo (2008): "Escenografía virtual en TV. Análisis del uso de escenografía virtual en la realización de un programa de televisión", en *Revista Latina de Comunicación Social*, 63, pp. 31-42. La Laguna (Tenerife): Universidad de La Laguna. Recuperado de http://www.ull.es/publicaciones/latina/_2008/04/Galan_Cubillo.html

BPM Haro, PCS Mancilla & MAG Ruiz (2012): “Uso de interfaces tangibles en la enseñanza de lectura a niños con síndrome de Down”. *El Hombre y la Máquina*, 39, pp.19-25. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47824590004>

MC Juan *et al.* (2005): “Using augmented reality to treat phobias”. *IEEE computer graphics and applications*, 25(6), pp. 31-37.

H Kato & M Billinghurst (1999): “Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system”. *Augmented Reality, 1999.(IWAR'99) Proceedings. 2nd IEEE and ACM International Workshop on*. IEEE.

H Kaufmann & D Schmalstieg (2003): “Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality”. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 27 (3), pp.339-345.

CD Kounavis, AE Kasimati & ED Zamani (2012): “Enhancing the tourism experience through mobile augmented reality: Challenges and prospects”. *International Journal of Engineering Business Management*, 4, 10.

I Martínez (2010): *Realidad Aumentada Móvil para la Conservación del Patrimonio* (tesis doctoral). Leioa: Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

DD McMahon, DF Cihak, RE Wright & SM Bell (2016): “Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism”. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(1), pp.38-56. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15391523.2015.1103149?scroll=top&needAccess=true>

P Milgram, H Takemura, A Utsumi & F Kishino (1995): “Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum”. *Photonics for Industrial Applications*, pp. 282-292. International Society for Optics and Photonics.

P Milgram & F Kishino (1994): “A taxonomy of mixed reality visual displays”. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), pp. 1321-1329.

C Portalés Ricart (2008): *Entornos multimedia de Realidad Aumentada en el campo del arte* (tesis doctoral). Valencia: Universitat Politècnica de València.

R Raskar, G Welch y H Fuchs (1998): “Spatially augmented reality”. *First IEEE Workshop on Augmented Reality (IWAR’98)*, pp. 11-20.

R Reinoso (2016): “Realidad aumentada posibilidades y usos educativos” en Baldiris, S. y otros (eds.). *Recursos Educativos Aumentados Una oportunidad para la inclusión*, pp. 8-29. Colombia: Sello Editorial Tecnológico Comfenalco.

MF Santi (2015): “Vulnerabilidad y ética de la investigación social: perspectivas actuales”. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 15 (2), pp. 52-73. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1270/127040727005.pdf>

IE Sutherland (1968): “A head-mounted three dimensional display”. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, pp. 757-764.

DR Torres (2011): “Realidad Aumentada, educación y museos”. *Revista Icono14. Revista científica de Comunicación y Tecnologías emergentes*, 9(2), pp. 212-226. Recuperado de <http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/24/42>

S Valverde Montesinos (2006): *El aprendizaje de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en personas con síndrome de Down* (tesis doctoral). Madrid: Universidad Complutense de Madrid: Servicio de Publicaciones. Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/edu/ucm-t28915.pdf>

VVAA (2016): *Recursos Educativos Aumentados. Una oportunidad para la Inclusión*. Cartagena de Indias: Sello Editorial Tecnológico Comfenalco. Recuperado de <http://cava2016.com/wp-content/uploads/2016/10/REAumentados.pdf>

Z Zhu *et al.* (2015): “AR-Weapon: live augmented reality based first-person shooting system”. *Applications of Computer Vision (WACV). IEEE Winter Conference on*, pp. 618-625. IEEE.

Cómo citar este artículo / Referencia normalizada

RM Martín-Sabarís, G Brossy-Scaringi (2017): “La realidad aumentada aplicada al aprendizaje en personas con Síndrome de Down: un estudio exploratorio”. *Revista Latina de Comunicación Social*, 72, pp. 737 a 750. <http://www.revistalatinacs.org/072paper/1189/39es.html>
DOI: [10.4185/RLCS-2017-1189](https://doi.org/10.4185/RLCS-2017-1189)

- En el interior de un texto:

... RM Martín-Sabarís, G Brossy-Scaringi (2017: 737 a 750)...

o

... RM Martín-Sabarís et al, 2017 (737 a 750)...

Artículo recibido el 20 de diciembre de 2016. Aceptado el 17 de junio.

Publicado el 29 de junio de 2017