

# TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA: EL CASO ESCUELA DE EDUCACIÓN ESPECIAL ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ DE SANTA ANA

## Giovanni Francisco Acosta Henríquez-

Máster en Dirección Estratégica de Ingeniería de Software  
ghenriquez@catolica.edu.sv  
Docente Tiempo Completo  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Católica de El Salvador

## Colaboradores

<sup>1</sup> Eder Paolo Sierra Trujillo,  
Abel Antonio Flores Magaña

## Resumen



Actualmente la tecnología informática es parte de la vida cotidiana de muchas personas en diferentes áreas de la sociedad. Específicamente en la educación se ha vuelto parte muy importante para el pleno desarrollo de los niños. La Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana no es la excepción. Ellos cuentan con una sala de cómputo, en donde se imparten clases a los niños que poseen discapacidades.

Conociendo las limitantes que estos niños poseen se realizó un estudio sobre la Realidad Aumentada desarrollando una aplicación que mejorará el desarrollo estudiantil, así como también el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que la Realidad Aumentada brinda algo totalmente nuevo, interactivo y práctico.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada, Tecnología Educativa, educación especial.

## Abstract

Currently, informatics technology is part of people's daily lives in different areas in society. Specifically, it has become a very important part for the complete development in children. Elisa Álvarez de Díaz special Education School at Santa Ana is not the exception. They have a computer lab where they teach children who have liabilities.

By knowing the limitations these children have, a research was carried out about Augmented Reality developing an application that will improve the students' development as well as the teaching-learning process as Augmented Reality brings something totally new, interactive and practical.

**Key words:** Augmented Reality, Educational Technology, Special Education.

<sup>1</sup> Estudiantes de Ingeniería en Sistemas Informáticos, Universidad Católica de El Salvador

## 1. Introducción

En las escuelas del sistema educativo nacional, los estudiantes reciben clases de informática y las escuelas de Educación Especial no son la excepción. Sin embargo, en estas, los estudiantes padecen de discapacidad intelectual, aunque también existen otras patologías como el Síndrome de Autismo, Parálisis cerebral y Síndrome de Down. Por consiguiente se tiene mayores problemas de aprendizaje, debido a la falta de atención o interés por parte de los alumnos.

El desarrollo de una aplicación educativa de Realidad Aumentada ayudaría al proceso educativo mejorando la atención de los estudiantes, la estimulación sensorial, la motricidad fina, el desarrollo de la madurez intelectual, sentido de ubicación, relaciones de correspondencia, entre otros. Esto lograría un avance positivo y significativo en las capacidades intelectuales de los alumnos.

La tecnología de Realidad Aumentada se consigue a través de una computadora que cuente, como mínimo, con la combinación de una cámara y una pantalla. Al visualizar la realidad a través de la pantalla, se observa la misma realidad en tiempo real, pero esta se encarga de incorporar información adicional al entorno visualizado.

Los componentes principales para la ejecución de la Realidad Aumentada son:

**Monitor del computador:** Instrumento donde se verá reflejado la suma de lo real y lo virtual que conforman la Realidad Aumentada.

**Cámara Web:** Dispositivo que toma la información del mundo real y la transmite al software de Realidad Aumentada.

**Software o Aplicación:** Programa desarrollado que permite tomar los datos de un entorno real y transformarlos en Realidad Aumentada. Su cometido es el de interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada.

**Marcadores:** Los marcadores básicamente son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y, de acuerdo a un marcador específico, realiza una respuesta ya establecida como por ejemplo: Mostrar una imagen, animación, video, entre otros.

Una vez desarrollada la aplicación y teniendo los marcadores de forma impresa es muy fácil utilizar la Realidad Aumentada. Solamente se tiene que asegurar que

la cámara esté conectada correctamente a la computadora. Al ejecutar el programa, ésta captura la información del mundo real como normalmente lo hace y el sistema de posicionamiento determina la ubicación y orientación del marcador que se tiene impreso.

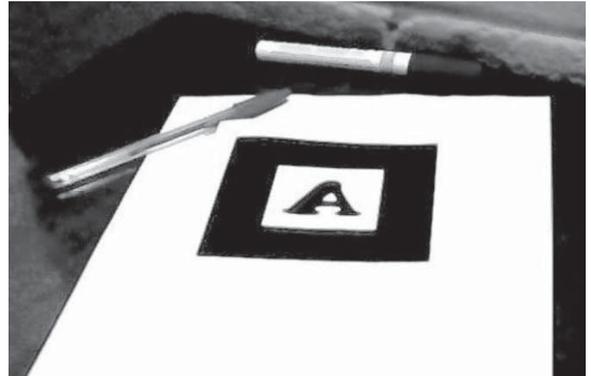
Con esta información se genera el escenario virtual que se va a mezclar con la señal de video de la cámara para generar la escena aumentada. Esta escena compuesta por la información real y la virtual se presenta al usuario a través del dispositivo de visualización.

Para una mejor comprensión de cómo funciona la Realidad Aumentada se llevó a cabo el siguiente ejemplo:

Se realizó la captura de pantalla a través de una cámara web en un determinado entorno real. Con ésta se enfocó un escritorio, luego se colocó el marcador sobre él para capturarlo con la cámara. Al realizar esto, la aplicación de Realidad Aumentada determinó la posición del marcador y mostró, a través de la pantalla de la computadora, la imagen aumentada.

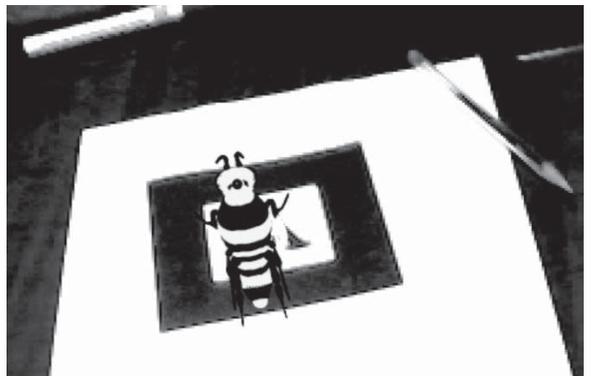
Este proceso se describe en las siguientes imágenes:

Se capturó el entorno real con la cámara web, observado a través de la pantalla del computador. Luego se colocó la marca sobre el entorno real: Para el caso el marcador de la letra A.



**Figura 1: Entorno real y marcador de realidad aumentada.**

Aquí se observa el entorno real, el marcador y la imagen aumentada. En este caso se puede ver una abeja hecha en 3D.



**Figura 2: Entorno real, marcador e imagen (digital) incorporada (aumentada)**

## 2. Metodología

El proceso de investigación desarrollado involucró la definición del problema, el planteamiento de las preguntas de investigación, la recopilación de información de fuentes primarias y secundarias e investigación de campo. Luego de realizar el análisis y razonamiento lógico de la información estudiada se definió una propuesta de solución, finalizando con la presentación de resultados.

Actividades que componen cada fase de la metodología de investigación:

**Fase 1.** Revisión teórica: Este proceso consistió en buscar fuentes bibliográficas y otros estudios que aportaran información al tema. De esta manera se conocieron estudios realizados anteriormente que están relacionados a la educación. Los resultados obtenidos reflejan las limitantes que se pueden presentar y cómo buscar alternativas.

**Fase 2.** Organización y ejecución del trabajo de campo: Éste inició con la solicitud de autorización a la directora del centro educativo, para desarrollar una parte de la investigación en la institución. Luego se procedió a la recolección de información a través de cuestionarios

dirigidos a docentes y encargado del centro de cómputo para conocer de una mejor manera la problemática a resolver.

**Fase 3.** Diseño y elaboración de la aplicación: De acuerdo a las expectativas o necesidades que el personal docente manifestó sobre la posibilidad de una herramienta que ayudará en el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con discapacidades, se diseñó y desarrolló una aplicación informática, utilizando la tecnología de Realidad Aumentada para resolverlas.

**Fase 4.** Implementación: Una vez desarrollada la aplicación ésta se puso en práctica en la sala de informática del centro educativo solamente para los alumnos con Síndrome de Down. Con los niños autistas el experimento se realizó de manera individual para observar su comportamiento estudiantes frente a la aplicación.

**Fase 5.** Validación con los estudiantes beneficiarios: Se evaluó a los estudiantes que usaron la aplicación de Realidad Aumentada y a los que no la utilizaron. Los resultados de la evaluación se compararon y analizaron para verificar si, con esta tecnología, se podía tener una respuesta positiva de parte de ellos. Este

proceso se realizó a través de una observación con el grupo de trabajo y el personal de la institución.

**Fase 6.** Presentación de resultados: Los datos obtenidos a través de la investigación, la captura de la información por medio del cuestionario y la guía de observación; el diseño y la elaboración de la aplicación con respecto a los contenidos de estudio, los problemas de los estudiantes con discapacidades y la implementación de la aplicación fueron plasmados de forma separada para poder diferenciar los instrumentos que se utilizaron, entre ellos: El cuestionario, el instrumento de validación y la observación.

### 3. Resultados

Con toda la información obtenida se realizó una aplicación fácil de utilizar. Además se usaron métodos que ayudarán al desarrollo de los estudiantes con discapacidades, específicamente a los alumnos de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana, que padecen Síndrome de Autismo y Síndrome de Down.

Las áreas en que se trabajó para desarrollar la aplicación fueron: Correspondencia, noción de cantidad, noción de

tamaño, discriminación de colores, lateralidad y figura fondo. Es necesario aclarar que estas áreas fueron escogidas por recomendación de especialistas en Educación Especial. A continuación se describe brevemente cada una de las áreas en que se trabajó:

**Correspondencia:** Se utilizaron todas las letras del abecedario. Las letras fueron impresas cada una en un marcador distinto. Al ejecutar la aplicación y enfocarla con la cámara, esta muestra un objeto asociado al marcador que se está utilizando en ese momento. Por ejemplo para la letra, “A” se muestra una “abeja”; en la letra “B” aparecen unas “bananas” y así sucesivamente hasta la letra “Z”. De esta manera, para que el estudiante asocie la letra impresa en el marcador con la imagen aumentada, el docente podrá realizar otros ejercicios como preguntar palabras que inicien o contengan la letra que se está mostrando o realizar otras actividades.

**Noción de cantidad:** El uso y conocimiento de los números es muy importante para todas las personas. En esta área se muestran los números del 1 al 9 sobre diferentes marcadores. Aquí aparecen objetos según sea el número mostrado, es decir, en el número 1 se muestra un balón de baloncesto; en el número 2 aparecen dos flores, y así hasta llegar al nú-

mero 9. Pero del número 4 en adelante surgen objetos, con figuras geométricas para que también los alumnos puedan trabajar esta área y vayan conociendo las figuras de: Círculos, rombos, cubos, etc.

**Noción de tamaño:** Un área muy importante para trabajar en los estudiantes con discapacidad es la noción de tamaño. En esta área se muestran tres objetos del mismo tipo, pero de diferente tamaño: Grande, mediano y pequeño. Por ejemplo: Tres manzanas de diferente tamaño o tres vacas, también de distintos tamaños. Los alumnos pueden interactuar con estos objetos señalando cual es el más grande, el mediano o el más pequeño.

**Discriminación de colores:** Los colores utilizados son diversos. Podemos encontrar el morado, verde, naranja, café, rojo, azul, amarillo, blanco, celeste, entre otros. La idea es mostrar objetos del mismo tipo, pero de diferente color. Por ejemplo, en un marcador aparecen dos osos, uno de color café y el otro de color gris. Hay sillas de diferente color, abejas, paletas y muchos otros objetos. El do-

cente tiene mucho material para realizar diferentes actividades con el estudiante y de esta manera mantenerlo atento para mejorar los niveles o tiempos de atención.

**Lateralidad:** Uno de los problemas más comunes, para todas las personas, es identificar las direcciones como derecha o izquierda, arriba o abajo. Para los niños de Educación Especial esto es muy complejo, por lo que se trabajó en esta área para ayudarles a mejorar el sentido de ubicación. Los marcadores impresos tienen flechas indicando una dirección determinada, así para donde la flecha apunte, ahí es donde aparece la imagen aumentada.

**Figura fondo:** La identificación de objetos que contengan distractores es también muy difícil de identificar para algunos de estos alumnos. En esta área se muestran sobre los marcadores imágenes en negro para complicar un poco la distinción de ellas. Pero además, la imagen aumentada muestra también un grado de dificultad adicional.



Figura 3: Aplicación de Realidad Aumentada desarrollada.

Para el desarrollo de la aplicación educativa de Realidad Aumentada se utilizaron los siguientes componentes de hardware y software:

Nº	Concepto	Cantidad
1	Computadora	1
2	Cámara web	1
3	Impresor	1
4	Visual Studio .Net 2010	1
5	BuildAR Pro 2.0	1
6	Photoshop CS 3	1

En este proyecto de investigación se empleó el siguiente presupuesto estimado:

No	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio	Subtotal
1	Investigador	Persona	1	\$ 3,916.80	\$ 3,916.80
2	BuildAR Pro 2.0 Full license (SDK para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada)	Licencia	1	\$ 817.70	\$ 817.70
3	Papelería (pruebas con diferentes marcadores: color y blanco/negro)	Unidades	500	\$ 200.00	\$ 200.00
4	Impresión de documentos	Unidad	600	\$ 100.00	\$ 100.00
5	Asesoría con especialista en Educación Especial	Persona	1	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
				<b>Total</b>	<b>\$6,034.50</b>

Posterior al desarrollo, depuración y pruebas de la aplicación se procedió a la validación por parte de los docentes de la institución, a través de un cuestionario donde plasmaron diversas opiniones tales como: “La aplicación es innovadora”, “Un buen recurso para el docente”, “Coherente con el programa pedagógico”, “Adecuada para la población estudiantil y mejorará la atención del estudiante”, entre otras.

El 100% de los docentes encuestados, manifestaron que la aplicación educativa de Realidad Aumentada, además de ser utilizada con los estudiantes con Síndrome de Down y Síndrome de Autismo, posee el potencial para ser utilizada con otros alumnos que presentan otras patologías.

De igual forma el 100% de los participantes, consideraron que la herramienta informática ayudaría a mejorar el aprendi-

zaje de los alumnos. Por ser un software novedoso en cuanto a lo visual. Piensan que puede ser un buen estímulo y mejorar el tiempo de atención de los estudiantes.

Los docentes opinaron que la aplicación educativa puede ser utilizada para la terapia de lenguaje, para mejorar el vocabulario, la lecto-escritura, el conocimiento del cuerpo humano, entre otras. Agregaron que ésta puede apoyar en las áreas que requieren de memorización y atención, área socio afectiva y precepción visual.

Por tanto, la aplicación educativa con Realidad Aumentada, desarrollada para la investigación, cumplió con las expectativas de los docentes quienes la consideraron una herramienta motivadora y de gran ayuda para el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de Educación Especial.

#### 4. Discusión

Al finalizar la investigación se pudo confirmar que se cumplieron los objetivos de la investigación, ya que se indagó sobre las diferentes aplicaciones a las que ha sido enfocada la tecnología. Se analizaron librerías de ARToolKit, como por ejemplo NyARToolkit, el cual permite la programación en JAVA y realizar aplicaciones para el sistema operativo Android.

También áreas de aplicación de Realidad Aumentada enfocadas al ámbito de la educación fueron detalladas, por ejemplo el libro llamado "Magic Book", en el que el alumno lee un libro a través de un visualizador de mano y observa sobre las páginas reales contenidos virtuales. Esto le permite al estudiante entender mejor las actividades que el libro presenta. Esto es una prueba de que la tecnología se puede aplicar o ya se está utilizando.

Por lo tanto, al desarrollar una aplicación utilizando la tecnología de Realidad Aumentada se realizó algo nuevo, porque lo existente no era apto para los niños con discapacidad. A través de consultas a las autoridades de la Institución, se llegó a la conclusión de realizar una aplicación dividida en seis áreas específicas, con las que los docentes fácilmente pueden trabajar con los alumnos de una forma

interactiva. Estas áreas fueron: Correspondencia, Noción de cantidad, Figura fondo, Noción de tamaño, Discriminación de colores y Noción de lateralidad.

Este software puede ejecutarse en cualquier navegador web, con una interfaz amigable y fácil de usar convirtiéndose en un programa multiplataforma y portable.

Luego de tener un prototipo de la aplicación se hizo una presentación a todos los docentes de la institución; se procedió a aplicar un instrumento de validación y las respuestas a este fueron positivas. Es decir existió una total aceptación de la aplicación para ser utilizada en clases.

Con los datos obtenidos a través del instrumento de validación, los docentes opinaron que la aplicación puede utilizarse no sólo para estudiantes con Síndrome de Down y Síndrome de Autismo. Ellos afirman que puede formar parte en cualquier proceso, modalidad o sistema de educación.

Posteriormente, se entregó todo lo necesario para ejecutar de manera óptima la aplicación: Dos cámaras web y dos guías de marcas. Asimismo, se instaló el software en dos computadoras del centro de cómputo.

Se pudo validar completamente la aplicación mediante la observación, cuando los niños lo utilizaron en las clases. Se comprobó que la Realidad Aumentada servirá de mucho para la Educación Especial.

Es necesario detallar que solamente se pudo medir si los niños tenían un cambio de conducta ante el programa, ya que para poder observar una mejoría en el desarrollo educativo de ellos se requiere de un lapso de tiempo determinado. Por ejemplo, existen casos en donde a los estudiantes se les enseña sobre la lateralidad y después, de uno o dos años, a los alumnos aún les cuesta definir las direcciones.

La Realidad Aumentada sirve como apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje ya que el alumno para comprender un concepto no necesita leer unas cuantas líneas, sino solo asociarlo con una imagen.

Este proceso, por tratarse de Educación Especial debe ser guiado por un docente para darle la orientación o explicación debida del porqué de esa imagen y con qué determinado concepto tiene relación. De no ser así, la aplicación pierde sentido ya que el educando podría incluso formarse un concepto erróneo de las imágenes.

Esta nueva tecnología es una herramienta que cada vez cobra más fuerza en nuestro medio, la Realidad Aumentada constituye un abanico de oportunidades, la cual enfocada, en educación puede llegar a ser muy importante.

Con la experiencia adquirida se da paso a las siguientes recomendaciones:

La aplicación de Realidad Aumentada ha sido desarrollada como alternativa para el desarrollo de las clases, por lo que su uso siempre debe ser guiado por un docente para otorgar el enfoque deseado en la aplicación.

Este proyecto es una alternativa con la que se pueden obtener muy buenos resultados en todo lo relacionado a Educación. Es importante que se le dé continuidad como un proyecto de gran alcance a futuro.

La operatividad correcta de la aplicación, mientras se está ejecutando, depende mucho de las características de hardware de la computadora y de los requerimientos mínimos de la aplicación. Además es importante considerar las características de la cámara; por ejemplo, que soporte 30 frames por segundo (FPS).

Otro aspecto a tomar en cuenta es el entorno. El enfoque de la cámara tiene que ser sobre fondos de un solo color, ya que al visualizarse cuadros o imágenes de otro tipo en ocasiones tienden a confundirse con marcadores.

Se debe considerar la iluminación del entorno para que el marcador se pueda visualizar correctamente por la cámara y así brindar los resultados rápidamente.

## 5. Referencias

Basogain, O. E. (2010). *Realidad Aumentada en la educación: una tecnología emergente*. Bilbao: España.

Down21.org. (s.f.). *Fundación Iberoamericana Down21*. Recuperado en Mayo de 2012, del portal de referencia para el síndrome down: [www.down21.org](http://www.down21.org)

Herrera Pineda, N. F. (2005). *¿Cómo planificar el desarrollo de una investigación?*, Santa Ana, El Salvador: Universidad Católica de El Salvador.

Iberoamericanos, O. d. (1996). *Sistemas educativos nacionales - Educación especial*. El Salvador.

Izquierdo, C. A. (2010). *Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la investigación*. México, McGraw - Hill.