

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



"La Ciencia sin Moral es Vana"

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO:

**LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN
ESPECIAL APLICADA A LA ESCUELA ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ DE
SANTA ANA**

PRESENTADO POR:

**ABEL ANTONIO FLORES MAGAÑA
EDER PAOLO SIERRA TRUJILLO**

PARA OPTAR AL GRADO DE:

INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

ASESOR:

ING. GIOVANNI FRANCISCO ACOSTA HENRÍQUEZ

SANTA ANA, SEPTIEMBRE DE 2012

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**MONSEÑOR Y LICENCIADO FRAY ROMEO TOVAR ASTORGA
RECTOR**

**MÁSTER MOISÉS ANTONIO MARTÍNEZ ZALDÍVAR
VICERRECTOR GENERAL**

**MÁSTER CÁSTULO AFRANIO HERNÁNDEZ ROBLES
SECRETARIO GENERAL**

**ING. MAURICIO ERNESTO VELÁSQUEZ SORIANO
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

SANTA ANA, SEPTIEMBRE DE 2012



"La Ciencia sin Moral es Vana"

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

<http://www.catolica.edu.sv>

El infrascrito Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Católica de El Salvador, por medio de la presente HACE CONSTAR: que se supervisó el proceso de graduación en modalidad de Investigación la cual se titula: **"LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL APLICADA A LA ESCUELA ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ DE SANTA ANA"**. Presentada por los alumnos: **Abel Antonio Flores Magaña y Eder Paolo Sierra Trujillo**, por lo que autoriza su publicación basado en el Art. 79 de los Estatutos de la Universidad.

Se extiende la presente en la ciudad de Santa Ana, a los ocho días del mes de Septiembre de dos mil doce.



Ing. Mauricio Ernesto Velásquez Soriano



Lic. Cástulo Afranio Hernández Robles
Secretario General
Aval para publicación de trabajo de graduación

Sede Santa Ana
By Pass a Metapán y carretera antigua a San Salvador
Santa Ana, El Salvador, C.A.
PBX: (503) 2484-0600, Fax: (503) 2441-2655.
e-mail: catolica@catolica.edu.sv

Centro Regional de Ilobasco
Carretera a Ilobasco, Km. 56 Cantón Agua Zarca,
Cabañas, El Salvador, C.A.
Teléfono: (503) 2384-2781.
e-mail: iobasco@catolica.edu.sv

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme siempre en el camino correcto, darme sabiduría y fortaleza para alcanzar esta meta, que sin Él no sería posible y por supuesto a mi Virgencita María que sé, que siempre escucha mis oraciones e intercede por todo el mundo.

A mis padres Rosita y René por haberme educado y darme su apoyo durante todo este tiempo, mis hermanos Xochil, Marvin y Erick por apoyarme en todo, a mi abuelo Nelito que en paz descansa, quien siempre fue un ejemplo y siempre me entregó su cariño y a toda mi familia.

A mi novia Silvia Guerra le agradezco por estar a mi lado todo este tiempo, aconsejarme e insistir en que estudiara y siempre hiciera lo mejor y a sus padres por brindarme todo el apoyo posible, que Dios y la Virgen María les derrame muchas bendiciones siempre.

A Abel Flores mi compañero de tesis, con el cual a lo largo de este tiempo hemos luchado para realizar el mejor trabajo posible, con su esfuerzo y dedicación logramos culminar de manera exitosa nuestra carrera.

A la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz en especial al Lic. Raúl Beltrán por brindarnos todo el apoyo e información necesaria para realizar la investigación y por supuesto a los alumnos de la Escuela quienes primero Dios serán los más beneficiados con esta investigación.

A la Universidad Católica de El Salvador por ser una de las mejores Universidades del país y siempre fomentar los valores. A mis catedráticos y a nuestro asesor de investigación Ing. Giovanni Acosta; por ser siempre buenos docentes y guías para que yo pudiera culminar mi carrera.

Eder Paolo Sierra Trujillo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS todopoderoso por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por darme los recursos tanto académicos y económicos para salir adelante y especialmente por:

Mi familia quienes han sido mi fuente de inspiración para salir adelante, agradezco sus esfuerzos económicos y su apoyo moral para poder llegar hasta el final de mi carrera.

Todo lo que tengo de vida aunque no lo merezca. Por DIOS es que estoy culminando mi carrera, gracias a él pude aprobar todas las materias del pensum de mi carrera.

No haber tenido ningún obstáculo para culminar mi carrera por haberme proveído de los recursos y sabiduría necesaria para llegar hasta el final. Muchas gracias DIOS ya que tú pusiste todo para que culmine mi carrera.

Mis catedráticos por hacer su mejor esfuerzo para transmitir sus conocimientos en lo académico y en formación de valores.

A la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz y su personal docente por brindarnos todo el apoyo e información necesaria durante el proceso de investigación, a los alumnos de la Escuela quienes han sido el motivo que nos impulsó a realizar el proyecto.

A la Universidad Católica de El Salvador por ser una de las mejores Universidades del país y siempre fomentar los valores, por ayudarme en mi proceso de formación personal y profesional.

Abel Antonio Flores Magaña

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ANEXOS	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO	14
1.1 Problemática a investigar.....	14
1.2 Justificación de la investigación	16
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 General.....	18
1.3.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1 Tipo de investigación.....	19
2.2 Población y muestra.....	20
2.2.1 Población	20
2.2.2 Muestra	20
2.3 Técnica e instrumentos	21
2.4 Procedimiento	22
2.5 Análisis estadístico o de información	24
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	26
3.1 Concepto	26
3.2 Antecedentes.....	27
3.3 Estado del arte.....	31
3.3.1 Cómo funciona la Realidad Aumentada.....	32
3.3.2 Componentes de la Realidad Aumentada.....	34
3.4 Tecnologías similares	35
3.4.1 Realidad Virtual.....	36
3.4.2 Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual.....	38
3.4.3 Realidad Mixta	39

3.4.4 Códigos QR	39
3.4.5 Hologramas.....	41
3.5 Educación Especial.....	42
3.5.1 Base legislativa de la Educación Especial en El Salvador.	42
3.5.2 Patologías	44
3.6 Áreas de aplicación.....	47
3.6.1 La educación.....	47
3.6.2 La medicina	49
3.6.3 El marketing	49
3.6.4 Otras áreas	51
3.7 Beneficios y el futuro de la Realidad Aumentada.	53
CAPÍTULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA	55
4.1 Descripción de la solución.....	55
4.2 Inventario de los equipos de informática.	60
4.3 Requisitos mínimos y recomendados para el desarrollo.....	61
4.4 Requisitos para la ejecución (software).....	62
4.5 Problemas más comunes que presenta la Realidad Aumentada	62
4.6 Diseño de la metodología para la aplicación.	63
4.6.1 Metodología.....	63
4.6.2 ¿Qué es Artoolkit?	64
4.6.3 ¿Por qué Flartoolkit?	65
4.6.4 Funcionamiento interno de Flartoolkit	66
4.7 Diseño de la aplicación.....	66
4.7.1 Área de correspondencia.	66
4.7.2 Área de noción de cantidad.	68
4.7.3 Área de noción de tamaño.	68
4.7.4 Área de discriminación de colores.....	69
4.7.5 Área de lateralidad.....	70
4.7.6 Área de figura fondo.....	72

4.8 Desarrollo del software.....	73
4.9 Documentación del software.	76
CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA	80
5.1 Prueba y depuración del software.....	80
5.2 Implementación de la aplicación.	81
CAPÍTULO VI: RESULTADOS.....	85
6.1 Resultados de la encuesta al subdirector	85
6.2 Resultados del instrumento de validación.	89
6.3 Resultados de la observación.....	92
6.3.1 Observación realizada en el proceso de recabar información para el desarrollo de la aplicación.	92
6.3.2 Observación realizada posterior a la implementación de la aplicación de Realidad Aumentada.....	94
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97
7.1 CONCLUSIONES	97
7.2 RECOMENDACIONES	100
BIBLIOGRAFÍA.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aplicación ideada por Kalkusch.	29
Figura 2: Ejemplo de marcador 3D.....	30
Figura 3: ARhrr! juego con gráficos comerciales.....	30
Figura 4: Entorno real.	33
Figura 5: Entorno real y marcador.	33
Figura 6: Entorno real, marcador e imagen aumentada.	34
Figura 7: Wii Balance Board.	36
Figura 8: Página web oficial de Habbo Hotel.....	37
Figura 9: Continúo Virtual de Milgram.....	39
Figura 10: Código QR	40
Figura 11: Holograma.....	41
Figura 12: El Magic Book.	48
Figura 13: Sistema de enseñanza de geometría.	48
Figura 14: Sistema del proyecto ARiSE.....	49
Figura 15: El diario de hoy, Aplicación REVIVE.....	51
Figura 16: Planeamiento urbanístico con Realidad Aumentada.....	52
Figura 17: Figura fondo.	57
Figura 18: Iconos de los navegadores más comunes.	58
Figura 19: Etapas de FLARToolkit	66
Figura 20: Ejemplo del área de discriminación de color.	70
Figura 21: Área de lateralidad, arriba.	70
Figura 22: Área de lateralidad, abajo.....	71
Figura 23: Área de lateralidad, derecha.	71
Figura 24: Área de lateralidad, izquierda.....	72
Figura 25: Área de figura fondo, el marcador es una estrella.....	73
Figura 26: Aplicación de Realidad Aumentada.....	77
Figura 27: Ejecución de la cámara web.	79
Figura 28: Presentación a los docentes.	81
Figura 29: Pasos para la instalación del software.....	83
Figura 30: Interfaz de la aplicación de Realidad Aumentada.....	84

Figura 31: Acceso directo creado en el menú inicio.....	84
Figura 32: Niños usando la aplicación.....	95
Figura 33: Niños utilizando la Realidad Aumentada.....	96

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Glosario	103
ANEXO 2.	Cronograma de actividades	107
ANEXO 3.	Carta de autorización del centro educativo.....	108
ANEXO 4.	Cuestionario.....	109
ANEXO 5.	Instrumento de validación.....	112
ANEXO 6.	Guía de observación	113
ANEXO 7.	Creación de un marcador (marker) para FLARToolKit	114
ANEXO 8.	Ejemplo de un fichero de FLARManager	115
ANEXO 9.	Marcadores para el área de correspondencia	116
ANEXO 10.	Marcadores para el área de noción de cantidad	117
ANEXO 11.	Marcadores para el área discriminación de colores	118
ANEXO 12.	Marcadores para el área de figura fondo	120
ANEXO 13.	Carta de finalización del centro educativo.....	122

INTRODUCCIÓN

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, incluso hasta en niveles de educación superior.

En la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, no es la excepción, ellos cuentan con una sala de cómputo, en donde se imparten clases a los niños que poseen algunas discapacidades.

Conociendo las limitantes que estos jóvenes poseen se realizó la presente investigación, en la cual se estudió sobre la Realidad Aumentada y se desarrolló una aplicación usando dicha tecnología para que pudiera ser utilizada, esperando que con ello se mejorara el desarrollo estudiantil, así también como el proceso de enseñanza aprendizaje ya que la Realidad Aumentada brinda algo totalmente nuevo, interactivo y práctico.

En el trabajo se describe detalladamente todas las partes necesarias para llevar a cabo la investigación que lleva como título “LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL APLICADA A LA ESCUELA ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ DE SANTA ANA”.

La estructura del trabajo comprende siete capítulos, el primero de ellos se denomina generalidades del estudio en el cual se incluyen la problemática a investigar, la justificación y los objetivos que se pretenden cumplir.

En el segundo capítulo correspondiente es descrita la Metodología, que incluye el tipo de investigación, la población y muestra, la técnica e instrumento, el procedimiento que se llevó a cabo y el análisis estadístico o de información.

También se detalla el marco teórico en el tercer capítulo, parte muy interesante en la cual se describe la historia, el estado del arte, las tecnologías similares a la Realidad Aumentada, además se describe sobre la educación especial, las áreas de aplicación

entre las que se pueden mencionar el marketing y la medicina, los beneficios y el futuro y se hace una relación entre la Realidad Aumentada y la educación.

Conforme a los datos recolectados y analizados, en el capítulo cuatro se detalla la solución propuesta a la problemática y luego en el capítulo cinco se establece la implementación de dicha solución que se llevó a cabo.

Los resultados de la solución propuesta y su respectiva implementación son descritas en el capítulo seis, dicho apartado lleva como nombre los resultados, éstos incluyen el cuestionario para el subdirector de la institución, el instrumento de validación que les fue pasado a los docentes de la institución luego de una presentación en donde se les explicó la tecnología de la Realidad Aumentada, se les dio a conocer una prueba de la aplicación, además se detallan los resultados de la observación que se les hizo a los niños antes de usar la aplicación y también cuando la estaban utilizando.

Se establece en el capítulo siete, las conclusiones y recomendaciones de la investigación, se establecieron de forma separada para poder identificar de manera más fácil estas dos partes del capítulo.

La bibliografía usada para llevar a cabo la investigación y los anexos van en la parte final del trabajo, los anexos muestran componentes que ayudan a comprender de una mejor forma la investigación.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES DEL ESTUDIO

1.1 Problemática a investigar

En la actualidad la tecnología es un tema muy importante en todos los ámbitos de la vida cotidiana, en las empresas ha facilitado la capacidad de procesamiento de muchas actividades, ayuda a automatizar procesos como el procesamiento de datos que anteriormente se hacían de forma manual, generar reportes automáticos, almacenamiento de datos ya sea en una simple hoja de cálculo o en una compleja base de datos.

La tecnología ha facilitado también la comunicación entre familiares o amigos por medio de internet, la búsqueda de información, noticias actualizadas de todo el mundo y muchas otras cosas.

En la educación el uso de la tecnología también ha sido muy relevante, en varias escuelas públicas y colegios privados ya se cuenta con centros de cómputo en donde se imparten clases de informática, esto ayuda y desarrolla en los estudiantes el deseo y el conocimiento de aprender a través de las computadoras, algo que es muy necesario por el gran aporte que hace la computación a la sociedad.

Considerando que dentro de toda la población estudiantil en el país existe una gran parte de estudiantes con discapacidades y que hacen uso de la tecnología en los centros de cómputo como con el que cuenta la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, se realizó la investigación acerca de la tecnología de Realidad Aumentada y su aplicación en la educación especial.

De esta manera se comprobó si a través del uso de esta tecnología el aprendizaje de los niños con discapacidades de la escuela anteriormente mencionada podría mejorar.

Se puede decir que la Realidad Aumentada *“es la superposición del mundo real con una o más capas de información adicional que puede o no ser interactiva”*¹, es decir, en una

¹ Augmented Multisensory Interface Design: Performance Enhancement Capabilities and Training Potential. Richard T. Stone, año 2008

computadora a través de una cámara, una aplicación y una marca impresa se puede observar en el monitor de dicha computadora alguna imagen pero de forma virtual.

Por ejemplo se pueden mostrar los números del 1 al 10 ó se podrían mostrar la vocales, todas las letras del abecedario, etc. Fácilmente un estudiante podría estar observando en el monitor de la computadora cualquier imagen, texto o animación de manera aumentada, además el objeto en 3D puede ser interactivo, es decir poseer animación o puede que este solamente se encuentre estático.

En la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz asisten 177 alumnos, de los cuales todos reciben dos clases de informática a la semana, la mayoría de ellos padecen de discapacidad intelectual aunque también existen otras patologías como el Síndrome de Autismo, la Parálisis Cerebral y el Síndrome Down.

Uno de los problemas más comunes que presentan a la hora de recibir las clases es la falta de atención o de percepción visual, es decir, se distraen muy fácilmente, la Realidad Aumentada al ser una tecnología interactiva puede ayudar en gran manera a que los alumnos mejoren este problema.

La percepción visual en los estudiantes podría ir mejorando poco a poco, esto también es conocido como estimulación sensorial. Es muy importante mencionar que en las clases en el aula de informática no trabajan propiamente con actividades de computación u operación del sistema operativo.

En las clases se trabajan otras áreas como lo son la motricidad fina, motricidad gruesa, el desarrollo de madurez intelectual, sentido de ubicación (derecha o izquierda), relaciones de correspondencia como identificar dos objetos iguales, entre otras actividades, la idea de realizar estas actividades es lograr que la funcionabilidad del cerebro de los alumnos mejore cada día más.

1.2 Justificación de la investigación

La educación es un proceso mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar, necesaria para el desarrollo de cualquier ser humano, a lo largo del tiempo se han llevado a cabo muchas mejoras al sistema educativo con el fin de alcanzar un mejor nivel en todos los procesos de educación que son inculcados a los niños desde las primeras etapas de la vida hasta la educación superior.

En la actualidad el uso de los recursos tecnológicos orientados hacia la educación han tenido un gran avance, es por ello que el uso de computadoras, el internet y muchas aplicaciones han facilitado la obtención de información y en las escuelas públicas y colegios privados está siendo un tema de interés para mejorar el desarrollo pleno de los estudiantes.

Pero se debe considerar que en el país existe una gran parte de niños con discapacidades y muchos de ellos no tienen acceso directamente a una computadora debido a que en su centro educativo no cuentan con un centro de cómputo.

Pero también se da el caso que los alumnos con necesidades educativas especiales no pueden hacer uso de estos recursos tecnológicos, aunque en sus centros de estudios si cuentan con equipos de cómputo, es por ello que nace la necesidad de investigar acerca del uso de la Realidad Aumentada.

Actualmente existen 30 escuelas de educación especial a nivel nacional y 5 escuelas para sordos que según el ex viceministro de educación Eduardo Badía Serra mencionó en el marco de la conmemoración del día nacional e internacional de la persona con discapacidad.

En el año 2011 se atendieron a 14,840 personas con diferentes discapacidades en estos centros de educación especial y también en los centros escolares se atendieron a 18,052 personas bajo el nuevo concepto de Escuela Inclusiva de Tiempo Pleno (EITP)², el cual trata de incluir a las personas con discapacidades que no necesariamente asisten a las escuelas de educación especial.

² www.mined.gob.sv/index.php/noticias/1-institucional/5306-dia-de-la-persona-con-discapacidad.html

Dentro de esos 30 centros educativos, se encuentra en la ciudad de Santa Ana la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, dedicada a la inclusión de niños con discapacidades, la misión de la escuela dice textualmente: “Desarrollar al máximo en los niños con necesidades educativas, habilidades, destrezas, valores y actitudes que les permitan elevar su autoestima e independencia en su ámbito social”.

También se debe detallar que se analizó cuáles son los métodos de enseñanza que actualmente se llevan a cabo en la institución para poder desarrollar una aplicación que se asemeje a dichos métodos. Gracias a esto se pudo realizar una aplicación útil para los niños.

Al ser una escuela de educación especial manejan otras metodologías, aunque usan los programas educativos de una escuela regular pero éstos son adaptados a la educación especial, son utilizados solamente los contenidos de parvularia y de primer grado, a pesar de que a la escuela asisten una gran cantidad de estudiantes, solamente existen 10 secciones y no se manejan por grados como en los centros escolares.

Se encuentran las secciones de parvularia pura, ciclo 1, ciclo 2, ciclo 3 y formación laboral; desde parvularia hasta el ciclo 2 trabajan con el contenido regular de parvularia, en el ciclo 3 se trabaja con el contenido de primer grado y en la sección de formación laboral están los estudiantes que académicamente ya no pueden mejorar y realizan otras actividades.

Además se obtuvieron datos de los recursos con los que cuenta la escuela, esto se llevó a cabo para verificar si una aplicación que usa la tecnología de Realidad Aumentada podía ser ejecutada en las computadoras de una manera óptima y que no presentará dificultades a la hora de su uso.

Era necesario conocer también qué actividades realizan los alumnos al momento de recibir clases en el aula de informática, todo esto facilitó a que se realizara una investigación más profunda y detallada.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Investigar sobre la aplicación de la tecnología de Realidad Aumentada para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con discapacidades, aplicada a la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz.

1.3.2 Específicos

- Conocer el estado del arte sobre la tecnología de Realidad Aumentada para lograr comprender de una mejor manera todo lo relacionado a esta nueva tecnología.
- Describir las diferentes aplicaciones a las que puede ser enfocada la Realidad Aumentada.
- Indagar sobre programas de Realidad Aumentada enfocados al ámbito de la educación.
- Definir la aplicación que podría dársele a la Realidad Aumentada en una escuela de educación especial para facilitar el aprendizaje.
- Detallar el equipo informático que podría ser utilizado con una aplicación de Realidad Aumentada en la Escuela Elisa Álvarez de Díaz.
- Diseñar una aplicación para que los niños de la escuela puedan usar la Realidad Aumentada y apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje a través de ella.
- Comprobar y validar el funcionamiento de la aplicación de la Realidad Aumentada desarrollada para la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Tipo de investigación

La investigación se definió como exploratoria, puesto que *“Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes”*³.

En realidad si existen estudios sobre la Realidad Aumentada, también muchas aplicaciones que se han efectuado ya sea para entretenimiento, marketing e incluso para la educación, pero son pocos los estudios que se han hecho específicamente para la educación especial, es decir, es algo novedoso que ayudará a la enseñanza aprendizaje de los niños con discapacidades.

En El Salvador no existe ninguna aplicación de Realidad Aumentada que se aplique a la educación, así que ésta investigación es la primera realizada en el país. El hecho de que la investigación sea exploratoria ayuda a que se conozca el estado del arte de la tecnología de la Realidad Aumentada, ya que es una tecnología muy desconocida por la mayoría de personas y no se tiene mucha documentación acerca de ésta.

Se definió con claridad muchos conceptos relacionados al tema y al finalizar se comprobó si realmente se puede relacionar a la educación y específicamente a la educación especial.

No solo se exploró el tema, sino que se llevó a la práctica de forma experimental una aplicación de Realidad Aumentada para que la utilizaran los niños de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, de esa manera se puede afirmar si funciona o no el uso de la tecnología de Realidad Aumentada en la educación especial.

³ Metodología de la investigación, Roberto Sampieri, Carlos Collado y Pilar Lucio.

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

La población que se tomó en cuenta en esta investigación son todos los alumnos de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, en total asisten actualmente 177 jóvenes, es importante detallar que en la institución solamente utilizan los contenidos de parvularia y primer grado de la educación regular.

La enseñanza en las 10 secciones con que cuenta la escuela no es muy amplia con respecto a los contenidos de estudio, aunque hay que aclarar que todos los estudiantes reciben clases de informática.

Ésta institución es la que se ha escogido como piloto en el estudio y también en donde se desarrolló y puso en práctica la aplicación de Realidad Aumentada, pudiendo posteriormente extenderse a las demás escuelas de educación especial del país dependiendo de los resultados y nivel de aplicación.

2.2.2 Muestra

La muestra de la investigación fue seleccionada por conveniencia, es decir, se analizó qué estudiantes podrían hacer uso de la aplicación de Realidad Aumentada, ellos tenían que presentar ciertas características para que a través del uso del software se pudieran observar cambios.

Es por ello que son 18 alumnos que conforman la muestra, 10 de ellos presentan Síndrome Down y se decidió poner en práctica el programa con ellos porque desarrollan mejor sus capacidades visuales, los otros 8 alumnos presentan Síndrome de Autismo y ellos fueron seleccionados debido al poco tiempo o niveles de atención que manejan a la hora de recibir una clase.

Para la obtención de los resultados con los alumnos seleccionados en la muestra se realizaron dos observaciones, una cuando no estaban utilizando el software y la otra cuando si estaban haciendo uso de éste, se analizaron los resultados de ambas

observaciones para plasmar si el uso de la Realidad Aumentada realmente ayuda al proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con discapacidades.

2.3 Técnica e instrumentos

Se ha utilizado la técnica basada en la encuesta y el instrumento fue el cuestionario (Anexo 4) y también se hizo uso de la observación como técnica y su instrumento fue una guía de observación (Anexo 6), esto ayudó a que se hiciera una buena recolección de información en la investigación.

Encuesta: Consta de diversas preguntas, abiertas, cerradas y de opción múltiple, fueron 17 preguntas en total y se le realizó al subdirector Lic. Raúl Beltrán, que es el encargado del centro de cómputo de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz y es él quien podía brindar la mejor información para la investigación.

El instrumento de la encuesta es el cuestionario y contiene preguntas relacionadas a la institución, como cuántos alumnos asisten a la escuela, los tipos de condición que presentan los niños, sobre las clases de informática, horarios de clases, número de alumnos por grado, qué cantidad de equipos de cómputo existen, entre otras cosas.

Se obtuvieron datos que fueron de mucha ayuda para realizar la investigación y también para poder desarrollar una aplicación de Realidad Aumentada que realmente ayude a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños de la escuela.

Observación: El uso de esta técnica se llevó a cabo en dos momentos, en un primer momento se realizó la observación en una clase de informática, con la que se pretendía obtener información sobre el actuar de los estudiantes, la forma de impartir la clase por parte del docente y las habilidades o debilidades que los niños presentaran a la hora de utilizar las computadoras, los resultados se plasmaron en una guía de observación.

La segunda observación se procedió a realizarla en el momento en que los niños estaban haciendo uso de la aplicación desarrollada, a través de ésta se obtuvieron datos importantes para luego comparar y analizar la información obtenida en ambas

observaciones y de esta manera detallar los resultados en el capítulo 6 correspondiente a los resultados de la investigación.

2.4 Procedimiento

La investigación se realizó en los siguientes momentos:

a) Revisión teórica.

Este proceso consistió en buscar fuentes bibliográficas y otros estudios que aportaran información al tema de investigación. 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 así de esta forma poder buscar alternativas.

b) Organización y ejecución de trabajo de campo.

El proceso de organización y ejecución de trabajo de campo consistió en solicitar permiso a la Directora del Centro Educativo, para desarrollar una parte de la investigación en la institución a través de una carta (Anexo 3), luego se pidió la colaboración del encargado de la sala de informática de la institución para el llenado de un cuestionario.

A los docentes se les solicitó dejar observar las clases que se imparten para realizar una observación detallada que ayudara a generar información relevante.

c) Diseño y elaboración de la aplicación.

De acuerdo a las expectativas o necesidades que el personal docente manifestó en el trabajo de campo, sobre la posibilidad de contar con una herramienta que ayude en el proceso de enseñanza aprendizaje de los niños con discapacidades.

Se diseñó y desarrollo una aplicación que ayudara a resolver dichas necesidades.

d) Implementación (caso práctico).

Una vez desarrollada la aplicación, ésta se puso en práctica en la sala de informática del centro educativo, solamente para los alumnos seleccionados en la muestra que presentan Síndrome Down y Síndrome de Autismo, se realizó de manera individual para observar el comportamiento de los estudiantes frente a la aplicación de Realidad Aumentada.

Las marcas necesarias para la ejecución fueron impresas en papel y de esta manera se aseguró el correcto funcionamiento de la aplicación.

e) Validación de la aplicación con los estudiantes.

Según el análisis de los contenidos de estudio que se desarrollan en la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, los problemas más comunes de los niños con Síndrome Down y con Síndrome de Autismo y la implementación de la aplicación de Realidad Aumentada, se hizo una evaluación a los estudiantes que usaron el programa y a los que no la utilizaron.

Los resultados de dicha evaluación se compararon y analizaron para verificar si con dicha tecnología se podía tener una respuesta positiva por parte de los jóvenes.

Cabe resaltar que para lograr resultados de desarrollo educativo en los estudiantes de educación especial, solamente se logra con el uso constante y determinar si la Realidad Aumentada puede ayudar al desarrollo mismo, es muy complicado debido al poco tiempo que se tiene para presentar los resultados, a veces hay jóvenes que pasan 2 años o más recibiendo clases sobre lateralidad (arriba, abajo, izquierda y derecha) y a pesar de tener ese tiempo que ya es considerable aún les cuesta identificar sobre esa área específica de lateralidad.

Conociendo sobre este inconveniente se llevó a cabo un análisis diferente y se determinó si con la aplicación desarrollada los estudiantes realizaron un cambio

de conducta hacia dicho software, la aceptación del mismo y el grado de atención que presentaron ante la interactividad de la Realidad Aumentada.

La evaluación que se menciona se hizo a través de una observación con el grupo de trabajo y el personal de la institución, ya que los docentes son los que conocen mejor a los niños.

f) Presentación de los resultados.

Los resultados 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 dicha aplicación, fueron plasmados de forma separada para poder diferenciar los instrumentos que se utilizaron, éstos son el cuestionario, el instrumento de validación y la observación.

Es así como será más sencillo realizar el análisis de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

2.5 Análisis estadístico o de información

Para realizar el análisis estadístico o de información se tomaron los datos obtenidos en el cuestionario que se le realizó al subdirector, el instrumento de validación a los docentes y también los datos recabados en la observación que se realizó en las clases que les son impartidas a los niños de la escuela.

El análisis es no probabilístico por lo que no se obtuvo la muestra a través de algún procedimiento estadístico, sino fue por conveniencia.

Luego de la recolección de todos los datos, se procedió a analizar cada pregunta del cuestionario y así poder interpretar los resultados, así como también se analizaron las opiniones dadas por los docentes en el instrumento de validación, que contestaron luego

de haberseles mostrado un prototipo del software desarrollado con la tecnología de Realidad Aumentada.

De igual forma se estudiaron los resultados de las observaciones, de esta manera se pudo enfocar el desarrollo de la aplicación a algo que realmente refuerce el proceso de enseñanza aprendizaje y aumente el desarrollo de los niños.

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Concepto

“El término de Realidad Aumentada es usado para describir una combinación de tecnologías que permiten mezclar en tiempo real, el contenido generado por una computadora con objetos 3D interactivos, tradicionalmente, se distingue de la Realidad Virtual en el que ésta implica la creación de ambientes completos en 3D y la Realidad Aumentada utiliza diversas tecnologías de hardware para crear un entorno aumentado basado en el mundo real.”⁴

La definición aportada por Ronald Azuma en 1997, que acota a la Realidad Aumentada a la que cumple estos tres requisitos:

- Combinación de elementos virtuales y reales.
- Interactividad en tiempo real.
- Información almacenada en 3D.

En esta definición se presenta uno de los problemas básicos en Realidad Aumentada: los objetos virtuales en 3D y objetos reales deben mostrarse siempre alineados entre sí.

Se pueden utilizar varias técnicas para seguir la posición de los objetos virtuales y realizar una correcta colocación de ellos, algo conocido como el seguimiento basado en reconocimiento de patrones a través de marcadores necesarios para proporcionar diferentes niveles de precisión.

⁴ Prototyping Augmented Reality, Tony Mullen, año 2011.

3.2 Antecedentes

A continuación se tiene como objetivo el realizar una breve retrospectiva sobre la historia de la tecnología de Realidad Aumentada⁵.

- En el año de 1950 Morton Heilig escribió sobre un “Cine de Experiencia”, que pudiera acompañar a todos los sentidos de una manera efectiva integrando al espectador con la actividad en la pantalla, pero fue hasta en el año de 1962 que el mismo Morton construyó un prototipo llamado el Sensorama, junto con 5 filmes cortos que permitían aumentar la experiencia del espectador a través de sus sentidos (vista, olfato, tacto y oído).
- Se crea el primer sistema de Realidad Aumentada, que es también el primer sistema de Realidad Virtual. Utiliza un Visor Montado en su Cabeza o Head Mounted Display (HMD), Por Ivan Sutherland, con la ayuda de su estudiante Bob Sproull, hicieron uso de dos mecanismos diferentes para conseguir los seis grados de libertad, un tracker mecánico y un programa de seguimiento por ultrasonidos, eso sucedió en el año de 1968.
- A finales de los 80 se popularizó el término Realidad Virtual por Jaron Lanier, cuya compañía fundada por él, creó los primeros guantes y anteojos de Realidad Virtual.
- En 1992 Tom Caudell y Mizell, acuñan el término “Realidad Aumentada”, para referirse al hecho de añadir información generada por ordenador al mundo real. Tom, trabajaba en Boeing (compañía que fabrica y diseña aviones, helicópteros, naves aeroespaciales y de defensa) y fue contratado para encontrar una alternativa a los tediosos tableros de configuración de cables que utilizan los trabajadores.

Salió con la idea de anteojos especiales y tableros virtuales sobre tableros reales genéricos, es así que se le ocurrió que estaba “aumentando” la realidad del usuario.

⁵ Desarrollo de un sistema de Realidad Aumentada en dispositivos móviles – Universidad Politécnica de Valencia.

- Milgram y Kishino, describen en el año de 1994 su “Taxonomía de la Realidad Mixta” el conocido término del continuo de Milgram (Reality-Virtuality Continuum). Engloba desde el mundo real hasta la Realidad Virtual, pasando por diferentes etapas, entre ellas la Realidad Aumentada.
- Rekimoto y Katashi, crean NaviCam en el año 1995. NaviCam utiliza una estación de trabajo y tiene una cámara montada que se utiliza para el seguimiento óptico. El equipo detecta los marcadores codificados en la imagen de la cámara en vivo y muestran información directamente sobre la secuencia de vídeo.
- En el año de 1996 Rekimoto, presenta los marcadores de matriz 2D, uno de los primeros sistemas de marcadores para permitir el seguimiento de la cámara con seis grados de libertad.
- Ronald Azuma, presenta el primer estudio sobre Realidad Aumentada. En su publicación en el año de 1997, Azuma describe los aspectos más relevantes de la Realidad Aumentada, identificada por tres características principales:
 - Combina una escena real con objetos virtuales
 - Interactiva en tiempo real
 - Registración en 3D
- Kato y Billinghurst presentan ARToolKit, una librería de seguimiento con seis grados de libertad, utilizando marcadores y una plantilla para el reconocimiento de patrones. ARToolKit está disponible como código abierto bajo Licencia Pública General (GPL). Esto nació en el año de 1999.
- En el año 2000. Julier presenta BARS (Battlefield Augmented Reality System). El sistema consiste en un HDM con backpack. Utiliza antena con Sistema de posicionamiento Global (GPS) y sensores de aceleración para visualizar información en un hipotético campo de batalla, tal como localizaciones de estructuras e infraestructuras, así como posibles emboscadas de enemigos.

- Fruend, presentan Augmented Reality – Personal Digital Assistant (AR-PDA), un prototipo para construir sistemas de Realidad Aumentada sobre PDA's. La idea básica es utilizar dichas PDA's junto con este sistema para interactuar con el hogar, por ejemplo, mostrar cómo funcionan algunos electrodomésticos del hogar, este prototipo fue presentado en el año 2001.
- En el año 2002, Kalkusch presenta una aplicación para guiar al usuario a través del interior de un edificio hacia un destino particular dentro del mismo edificio. El sistema superpone un modelo en alámbrico de la estructura del edificio según se va avanzando por él, todo ello sobre un HDM, como se aprecia en la figura 1.



Figura 1: Aplicación ideada por Kalkusch.

Fuente: <http://riunet.upv.es>

- Wagner y Schmalsteig, crean un sistema de Realidad Aumentada en el año 2003 con el objetivo de servir como guía de interiores para un dispositivo tipo PDA. La aplicación provee al usuario un entorno aumentado con información del destino a llegar. Para este sistema no se necesitan dispositivos externos para su uso, luego es un sistema totalmente autónomo e independiente.
- Mohrin, presenta un sistema para el posicionamiento con marcadores 3D en teléfonos móviles (figura 2), soportando la detección y la diferenciación de diferentes marcadores 3D, así como una correcta integración de gráficos 3D en la captura de vídeo, esto sucedió en el año 2004.



Figura 2: Ejemplo de marcador 3D.

Fuente: <http://riunet.upv.es>

- En el año 2005, Henrysson, porta ARToolKit para poder ejecutarlo en el sistema operativo Symbian. Basado en esta tecnología, presenta AR-Tennis, la primera aplicación de Realidad Aumentada colaborativa para teléfonos móviles.
- Mobilizy lanza Wikitude en el año 2008, una aplicación que combina el GPS y la brújula digital para mostrar datos de Wikipedia sobre lugares u objetos. Wikitude World Browser está desarrollado para el sistema operativo Android, implantado actualmente en muchos teléfonos móviles.
- En el año 2009 Kimberly Spreen, desarrollan ARhrrr! (figura 3), el primer videojuego de Realidad Aumentada con una calidad gráfica parecida a los juegos comerciales. Esta aplicación utiliza el kit de desarrollo Tegra de Nvidia, optimizado para las Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU's) actuales.

Todo el procesamiento se realiza en la GPU, salvo en referido al posicionamiento, haciendo que la aplicación funcione con un alto ratio de frames por segundo.



Figura 3: ARhrrr! juego con gráficos comerciales.

Fuente: <http://riunet.upv.es>

3.3 Estado del arte

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 o el entorno real a través de la pantalla se observa la misma realidad en tiempo real, pero ésta se encarga de añadir información adicional.

Es una tecnología que está a la vanguardia, muchas empresas como Sony en las nuevas consolas de videojuegos Play Station Vita están usando la Realidad Aumentada para aumentar la percepción de sus clientes, la empresa Discovery Network International también le ha dado un buen uso a la tecnología.

Ellos realizan presentaciones en centros comerciales en donde aparecen animales caminando sobre dicho centro comercial, los visitantes pueden interactuar con los animales y pueden observarlos a través de una pantalla que está ubicada en una pared, también ésta empresa ha realizado un juego que se llama “Marte en tu escritorio”⁶ el cual muestra el planeta Marte de forma aumentada sobre una marca que se encuentra en su página web y se tiene que imprimir.

Muchas otras empresas están haciendo uso de la Realidad Aumentada para realizar aplicaciones que acerquen a su público objetivo y de esta manera brindarles una experiencia totalmente diferente.

Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño y guías de museos.

El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también han empezado a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas.

El conocimiento y la aplicabilidad de esta tecnología en la docencia son mínimos; entre otros motivos se debe a la propia naturaleza y estado de desarrollo de dicha tecnología, así como también a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad.

⁶ Página web: <http://www.tudiscovery.com/experiencia/contenidos/marte/>

Con toda esta información, se puede afirmar que la Realidad Aumentada a pesar de ser un tema muy desconocido, está abarcando muchas áreas de la sociedad, esto puede traer muchos beneficios si dicha tecnología es bien utilizada.

3.3.1 Cómo funciona la Realidad Aumentada

Una vez desarrollada la aplicación y teniendo los marcadores de forma impresa, es muy fácil de usar la Realidad Aumentada, solamente se tiene que asegurar que la cámara web de la computadora esté conectada correctamente, al ejecutar el programa la cámara captura la información del mundo real como normalmente lo hace, el sistema de posicionamiento determina la posición 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 capturada por la cámara y así 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, en este ejemplo con la cámara web se enfocó un escritorio, luego se colocó el marcador sobre el escritorio, el cual también fue capturado por la cámara, al realizar esto, la aplicación de Realidad Aumentada determina la posición del marcador y muestra a través de la pantalla de la computadora la imagen aumentada. Este proceso fue descrito en las siguientes imágenes:

Se capturó el entorno real con la cámara web, el cual a través de la pantalla del computador es observado como se muestra en la figura 4.



Figura 4: Entorno real.
Fuente: Propia

Luego se coloca la marca sobre el entorno real (figura 5), en este caso se colocó el marcador de la letra A, en la imagen aún no se observa la imagen aumentada.

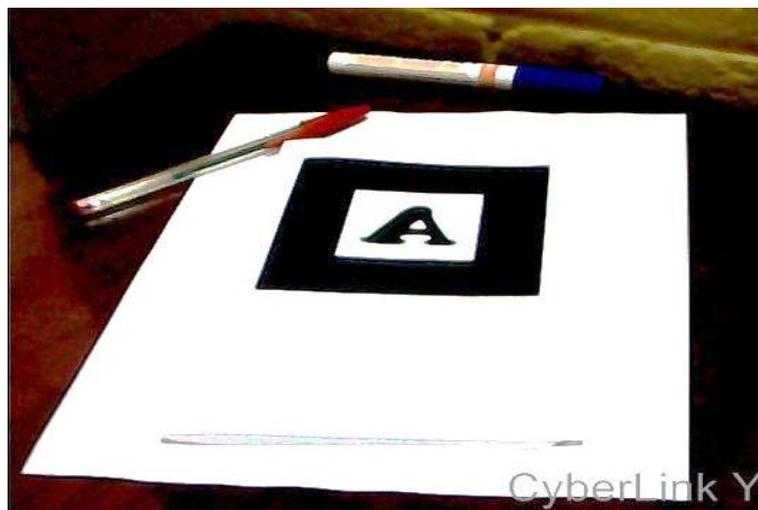


Figura 5: Entorno real y marcador.
Fuente: Propia

En la última imagen correspondiente a la figura 6, se puede observar el entorno real, el marcador y la imagen aumentada, en este caso se puede ver una abeja hecha en 3D.

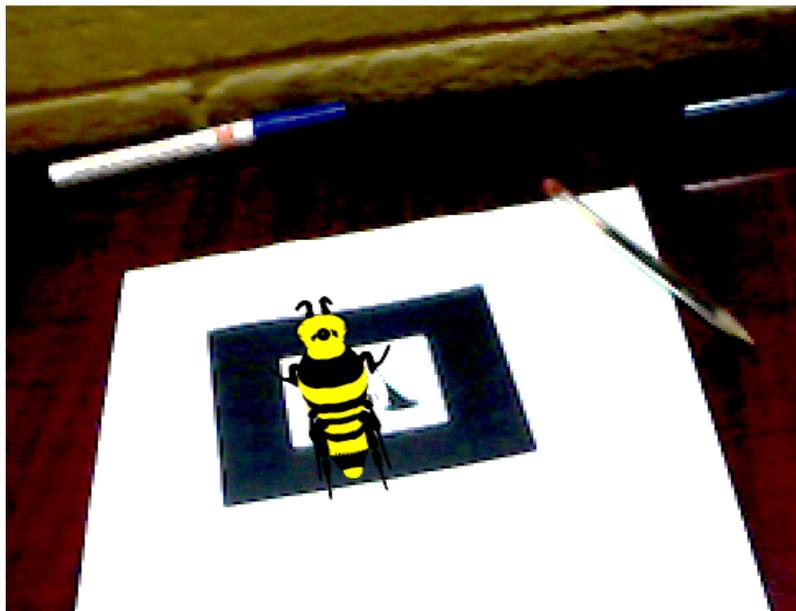


Figura 6: Entorno real, marcador e imagen aumentada.

Fuente: Propia

3.3.2 Componentes de la Realidad Aumentada

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

- 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, o en general cualquier otro elemento que sea capaz de suministrar una información equivalente a la que proporcionaría lo que ve el usuario, como por ejemplo sensores.

Pero además para una buena ejecución se necesitan los componentes que se mencionan a continuación:

- Un navegador web, entre los más utilizados están Google Chrome⁷, Mozilla Firefox⁸ o Internet Explorer⁹
- Adobe Flash Player¹⁰ el cual es una aplicación necesaria para ejecutar los archivos SWF (Show Wave Flash) en el navegador web.

3.4 Tecnologías similares

En el presente apartado se realiza una breve descripción sobre las tecnologías que brindan resultados parecidos a los que se obtienen con la Realidad Aumentada, entre las cuales se encuentran:

⁷ Página web: <https://www.google.com/chrome?hl=es>

⁸ Página web: <http://www.mozilla.org/es-ES/firefox/new/>

⁹ Página web: <http://windows.microsoft.com/es-ES/internet-explorer/products/ie/home>

¹⁰ Página web: <http://get.adobe.com/es/flashplayer/>

3.4.1 Realidad Virtual

La Realidad Virtual es un sistema o interfaz informática que genera entornos sintéticos en tiempo real, realiza representación de las cosas a través de medios electrónicos o representaciones de la realidad, una realidad ilusoria, pues se trata de una realidad perceptiva sin soporte objetivo, sin red extensa, ya que existe sólo dentro del ordenador.

La Realidad Virtual puede ser de dos tipos: inmersiva y no inmersiva.

- Los métodos inmersivos de Realidad Virtual con frecuencia se ligan a un ambiente tridimensional creado por un ordenador, el cual se manipula a través de cascos, guantes u otros dispositivos que capturan la posición y rotación de diferentes partes del cuerpo humano.

En la consola de Nintendo Wii, existe un accesorio llamado Wii Balance Board (Figura 7), el cual el jugador debe pararse sobre el dispositivo y los movimientos que ahí suceden son realizados también en la pantalla de forma sincronizada.



Figura 7: Wii Balance Board.
Fuente: <http://www.nintendo.es>

- La Realidad Virtual no inmersiva también utiliza el ordenador y se vale de medios como el que actualmente nos ofrece Internet, en el cual podemos interactuar en tiempo real con diferentes personas en espacios y ambientes que en realidad no existen sin la necesidad de dispositivos adicionales al ordenador.

Un ejemplo sencillo de este tipo de Realidad Virtual es Habbo Hotel (Figura 8), el cual a través de Internet en la página web “www.habbo.com” se puede crear un usuario virtual, necesita solamente de un correo electrónico para registrarse, hay que crear un personaje, vestirlo de una manera determinada y desde ese momento ya se puede interactuar con otros usuarios de todo el mundo, siempre de manera virtual.



Figura 8: Página web oficial de Habbo Hotel.
Fuente: <http://www.habbo.com>

3.4.2 Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual

Diferencias	
Realidad virtual	Realidad Aumentada
<ul style="list-style-type: none"> • Sustituye la realidad física, no sobreimprime los datos informáticos al mundo real. • Sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad. • Se diferencia de la Realidad Aumentada en que mientras ésta pretende complementarla, la Realidad Virtual lo que hace es reemplazar al mundo real. • La Realidad Virtual introduce al usuario en un ambiente informático artificial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. • Sistema informático que genera una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real. • No sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real. • Se diferencia de la Realidad Virtual en que mientras ésta pretende reemplazar al mundo real, la Realidad Aumentada lo que hace es complementarla.

La Realidad Aumentada no aleja al usuario de la realidad, sino que lo mantiene en contacto con ella al mismo tiempo que interactúa con objetos virtuales.

3.4.3 Realidad Mixta

La Realidad Mixta se encuentra a lo largo del Continuo de Milgram (Figura 9) y representa todos los sistemas que explotan los elementos tanto del entorno real como el entorno virtual al mismo tiempo. Dentro de esta Realidad Mixta, se puede distinguir entre Realidad Aumentada y Virtualidad Aumentada, dependiendo de cuál es el entorno principal (real o virtual) y cuál es el entorno secundario, que sirve de apoyo.

Cuando un sistema está cerca de la parte central del continuo se vuelve más arbitrario ya que no queda claro cuál es el entorno preponderante sobre el otro. La Realidad Aumentada se encuentra más cerca del entorno real que para el entorno virtual en el continuo de Milgram. Por tanto, la Realidad Aumentada puede ser vista como una versión extendida del entorno real, complementada por los objetos virtuales.

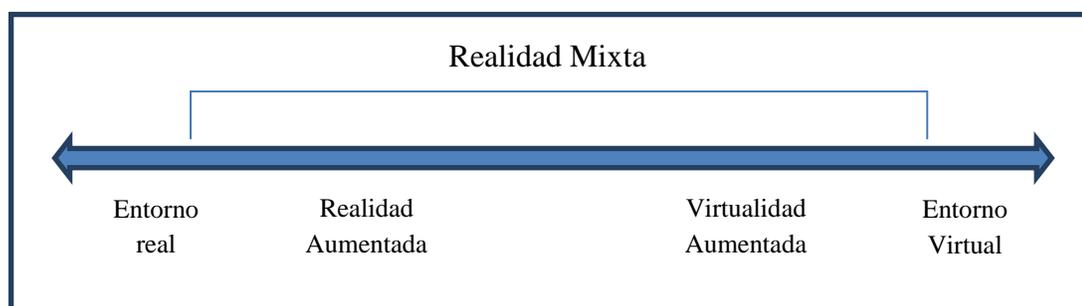


Figura 9: Continuo Virtual de Milgram.
Fuente: Propia

3.4.4 Códigos QR

Un código QR (Quick Response Barcode o Código de Barras de Respuesta Rápida) es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional creado por la compañía japonesa Denso Wave, subsidiaria de Toyota, en 1994.

Se caracteriza por los tres cuadrados que se encuentran en las esquinas y que permiten detectar la posición del código al lector. La sigla "QR" se deriva de la frase inglesa

Quick Response (Respuesta Rápida en español), pues los creadores Euge Damm y Joaco Retes aspiran a que el código permita que su contenido se lea a alta velocidad.

Los códigos QR son muy comunes en Japón y de hecho son el código bidimensional más popular en ese país.



Figura 10: Código QR

Fuente: <http://www.codigos-qr.com/>

Algunas de las ventajas de los Códigos QR sobre las interfaces de Realidad Aumentada son:

- Los QR pueden ser vistos por el ojo humano y selectivamente se puede interactuar de forma sencilla.
- Una aplicación sirve para leer todos los códigos.
- Se puede saber de antemano qué hay en el código que se va a capturar con información impresa alrededor del mismo (Ej. Captura y ve el video).

Algunas ventajas de la Realidad Aumentada sobre los QR:

- Permite superponer información virtual sobre imágenes capturadas en tiempo real con la cámara mediante un software para cada caso.

3.4.5 Hologramas

Un holograma es una fotografía hecha con luz láser e impresa en una placa o una película sensible que tiene la peculiaridad de producir los objetos en relieve.

La imagen parece suspendida en el espacio. Y si se mueve el holograma, se ve la imagen desde una perspectiva diferente, igual que ocurre cuando alguien se mueve delante de un objeto real. Tan convincentes son que parece que se pueden coger con la mano, algo muy parecido a lo que sucede con la Realidad Aumentada.



Figura 11: Holograma

Fuente: <http://www.google.com/imghp>

Los hologramas son espectros ópticos que se reproducen de un cierto modelo o video que son proyectados por láser y forman una figura tridimensional.

Las expectativas de esta tecnología son demasiadas por que pueden ser utilizadas con un propósito desde:

- Clases de medicina con ejemplos reales de un cuerpo en funcionamiento y cómo se tienen que identificar las deficiencias de los órganos internos.
- Ingenierías con modelos tridimensionales de los proyectos para tener una vista previa del modelo y si es viable para una elaboración a escala real.
- Eventos deportivos como los partidos de futbol en tiempo real en distintas partes del mundo simultáneamente, boxeo o algo similar como pago por evento.
- Conciertos masivos simultáneos en distintos lugares.

Como se observa se puede utilizar de maneras diversas pero el mayor auge de la tecnología es en el entretenimiento ya que es uno de los sectores más beneficiosos.

3.5 Educación especial

La Educación Especial es un proceso de enseñanza-aprendizaje que a través de técnicas y metodologías dosificadas y específicas, vence las barreras o problemas, para integrar a todas las personas a ser sujeto del esfuerzo educativo al que tienen derecho.

Esta modalidad de atención hasta hace algunos años había constituido un sistema de enseñanza paralelo al sistema educativo regular, lo que venía a representar servicios educativos segregados y propuestas curriculares específicas para la escolaridad.

En la actualidad la Educación Especial constituye una modalidad de atención a las personas que presentan en forma transitoria o permanente diferentes necesidades especiales en su aspecto psíquico, mental y/o sensorial, teniendo como objetivo primordial la integración de éstos a la sociedad.

Aunque la Educación Especial nace como una respuesta a la desigualdad de las personas por problemas biológicos, mentales y/o sensoriales, esta respuesta lleva implícita los principios integracionistas y de igualdad de oportunidades.

La enseñanza en esta especialidad se basa en las potencialidades existentes en cada individuo, aplicando un currículum flexible y dinámico, pero no por eso sin las exigencias académicas que el sujeto de la educación especial, sea capaz de alcanzar.

3.5.1 Base legislativa de la educación especial en El Salvador

La Educación Especial tiene su base legal en la Constitución de la República, la cual establece en su sección tercera correspondiente a Educación, Ciencia y Cultura que: La Educación Parvularia, Básica y Especial, será gratuita cuando la imparte el Estado.

Así como en la sección primera correspondiente a familia dice: “El Estado protegerá la salud física, mental y moral de los menores y garantizará el derecho de estos a la educación y a la asistencia”.

La Ley General de Educación también contempla la legislación de la Educación Especial en Capítulo IX, en el cual establecen sus objetivos.

Art. 50. La Educación Especial tiene los objetivos siguientes:

- a) Prevenir condiciones limitantes biológicas, psíquicas y sociales de la población salvadoreña;
- b) Contribuir a efectuar el diagnóstico precoz y ofrecer oportunidades de educación a aquellas personas con limitaciones físicas, psíquicas y sociales;
- c) Contribuir a elevar el nivel y calidad de vida de las personas con limitaciones, propiciando su realización e integración al desarrollo nacional;
- d) Propiciar la participación de la familia y de la comunidad en el proceso educativo de las personas que necesitan de Educación Especial, a fin de contribuir al desarrollo de sus potencialidades para su integración social.

Art. 51. El Ministerio de Educación, coordinará las instituciones públicas y privadas, para establecer las políticas, estrategias, estructuras y servicios que desarrollen programas de Educación Especial.

Art. 52. La educación o reeducación de personas con limitaciones se ofrecerá en escuelas especializadas; pero cuando las condiciones de los educandos lo permitan, podrá hacerse en centros de educación regular, bajo la asesoría de un especialista.

La evaluación y diagnóstico se hará en Escuelas de Educación Especial por profesionales que el padre de familia solicite.

Art. 53. El Ministerio de Educación promoverá la formación profesional en Educación Especial, capacitará a los maestros en servicio y favorecerá la promoción de carreras afines en centros de enseñanza superior.

Art. 54. Los programas de educación especial deben ajustarse a los niveles, aptitudes y potencialidades de los educandos, con requerimientos especiales.

3.5.2 Patologías

En educación especial se atienden diversas patologías, pero debido al objetivo con el que se realiza esta investigación, se estudiarán solamente el Síndrome Down y el Síndrome de Autismo.

Síndrome Down

Básicamente el síndrome de Down es una situación o circunstancia que ocurre en la especie humana como consecuencia de una particular alteración genética. Esta alteración genética consiste en que las células del bebé poseen en su núcleo un cromosoma de más o cromosoma extra, es decir, 47 cromosomas en lugar de 46.

Hay que hacer tres precisiones. La primera es que no hay dos personas iguales a pesar de que todas tienen 46 cromosomas; tampoco hay dos personas con síndrome de Down iguales aunque ambas tengan 47, su desarrollo, sus cualidades, sus problemas, su grado de discapacidad van a ser muy distintos.

La segunda es que no hay ninguna relación entre la intensidad de los rasgos físicos (por ejemplo, la cara) y el grado de desarrollo de las actividades cognitivas. Por muy acusado que sea el síndrome de Down en la cara, puede que no lo sea tanto en el desarrollo de su cerebro. La tercera es que el progreso en la actividad cerebral no es fruto exclusivo de los genes sino también del ambiente que hace nutrir y progresar esa actividad¹¹.

Atención temprana

Todos los niños precisan de estímulos para el correcto desarrollo de sus capacidades motrices, cognitivas, emocionales y adaptativas. Los niños con Síndrome Down no son una excepción, aunque sus procesos de percepción y adquisición de conocimientos son algo diferentes a los del resto de la población.

Las capacidades visuales de los niños con Síndrome Down son, por ejemplo, superiores a las auditivas y su capacidad comprensiva es superior a la de expresión, por lo que

¹¹ http://www.down21.org/salud/biologia/que_es_sd.htm

su lenguaje es escaso y aparece con cierto retraso, aunque compensan sus deficiencias verbales con aptitudes más desarrolladas en lenguaje no verbal, como el contacto visual, la sonrisa social o el empleo de señas para hacerse entender.

La atonía muscular determina también diferencias en el desarrollo de la habilidad de caminar, o en la motricidad fina. Todos esos aspectos deben ser contemplados en programas específicos de atención temprana (durante los primeros seis años de vida) para estimular al máximo los mecanismos adaptativos y de aprendizaje más apropiados.

Intentar enseñar a leer a un niño utilizando métodos convencionales, por ejemplo, puede convertirse en una tarea muy difícil, si no se tiene en cuenta su superior capacidad visual. Hoy en día existen métodos gráficos (a partir de tarjetas, o fichas, que asocian imagen y palabra) que están consiguiendo resultados muy superiores al clásico encadenado de letras en estos niños.¹²

Los niños con dificultades de aprendizaje en general y con Síndrome Down en particular, necesitan ver y hacer de un modo sistemático y ordenado, para aprender y comprender. Esta necesidad implica que el educador haga un buen programa, aprovechando cada una de las tareas realizadas por su alumno.

El desarrollo de las capacidades perceptivas y discriminativas implica por tanto, que el alumno aprenda a observar y captar semejanzas y diferencias, las relaciona, asocia y clasifica según diversas categorías y códigos. Aprende a comprender los términos y conceptos que implican esas relaciones, poco a poco aprende también a nombrar las diferentes cualidades o propiedades, siendo capaz de dar pequeñas explicaciones.

Todo esto se consigue en parte con la manipulación y exploración natural que el niño hace con todos los materiales que se le dejan a su alcance, pero lo adquirirá mejor si además recibe una enseñanza sistematizada y estructurada, en la que se seleccionen los materiales manipulativos y las representaciones gráficas más adecuadas a cada uno de los objetivos específicos o parciales que quieran ir alcanzándose.

¹² <http://www.guiainfantil.com/articulos/salud/sindrome-de-down/el-sindrome-de-down-educacion-y-futuro-de-los-ninos/>

Ahí entrará de lleno la interactividad de la Realidad Aumentada, algo que estimula la atención de cualquier persona, bien enfocada puede dar resultados espectaculares a la educación de los niños con Síndrome Down.

Síndrome de Autismo

El término Autismo proviene de la palabra griega “eafismos”, cuyo significado es "encerrado en uno mismo". El Autismo no es una enfermedad, sino más bien un desorden del desarrollo de las funciones del cerebro permanente y profundo. En muchos casos, el Autismo causa problemas con la comunicación, tanto verbal como no-verbal.¹³

En el Autismo las interacciones sociales con otras personas, tanto físicas (como abrazarse o agarrarse) y verbales (como mantener una conversación) no son fáciles de llevar, las rutinas o comportamientos repetitivos, como repetir palabras o acciones una y otra vez, seguir sus rutinas o el horario para sus actividades de manera obsesiva, o tener maneras muy específicas para arreglar sus pertenencias.

Los síntomas en general son incapacidad de interacción social, aislamiento, estereotipos (movimientos no controlados de alguna extremidad, generalmente las manos), conductas muy rígidas, negación a cualquier cambio o novedad y repetir una acción determinada muchas veces.

El Síndrome de Autismo se puede dividir entre severo y leve o de alta función. En el Autismo leve las funciones cognoscitivas son normales o incluso pueden ser superiores a lo normal, el nivel de actividad cognoscitiva en un niño con Autismo puede variar desde una profunda discapacidad intelectual hasta ser poseedores de una inteligencia superior.

Su habilidad verbal varía también, pueden no hablar o comunicarse, o bien pueden en otros casos presentar una gran habilidad del habla.¹⁴

El mayor problema que presentan los niños de la escuela que padecen esta patología es el bajo tiempo de atención que prestan a la hora de recibir las clases porque se distraen

¹³ http://www.autismo.com.es/autismo/el_autismo/el_sintoma/el_sintoma.html

¹⁴ <http://www.queesautismo.com/page2.html>

fácilmente con su entorno, la aplicación desarrollada de Realidad Aumentada aumenta esos tiempos de atención mejorando el desarrollo educativo de los jóvenes, esto sucede debido a la gran interactividad que presenta la tecnología y que es una manera diferente en el cual los docentes de la institución pueden impartir sus clases.

3.6 Áreas de aplicación

La Realidad Aumentada es una aplicación que actualmente está ganando terreno en muchas áreas como el marketing o la mercadotecnia y es que esta tecnología no está privada de nada, se puede recrear cualquier cosa en 3D como por ejemplo: letras, números, videos, imágenes, etc. Y mostrarse a través de un dispositivo que lo soporte.

No hay limitantes para realizar una aplicación que use ésta tan valiosa tecnología, en este apartado se mencionan algunas áreas en las que se está utilizando o se podría llegar a utilizar.

3.6.1 La educación

La Realidad Aumentada a pesar de tener ya varios años de existir se puede decir que es una tecnología relativamente nueva, ya que es muy poco utilizada, son conocidas muchas aplicaciones muy interesantes ya desarrolladas, pero para la educación son pocos los programas que se han hecho, en El Salvador nunca se ha dado a conocer ningún tipo de proyecto similar y mucho menos uno orientado a la educación especial.

Una de las aplicaciones más conocidas de la Realidad Aumentada en la educación es el proyecto *Magic Book* del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. El alumno lee un libro real a través de un visualizador de mano y ve sobre las páginas reales contenidos virtuales.

De esta manera cuando el alumno ve una escena de Realidad Aumentada que le gusta puede introducirse dentro de la escena y experimentarla en un entorno virtual inmersivo. La figura 12 muestra el *Magic Book* y sus aplicaciones en la enseñanza de materias como los volcanes y el sistema solar.



Figura 12: El Magic Book.
Fuente: <http://www.anobium.es>

Instituciones de prestigio como Massachusetts Institute of Technology (MIT) y Harvard están desarrollando en sus programas y grupos de educación, aplicaciones de Realidad Aumentada en formato de juegos; estos juegos buscan involucrar a los estudiantes de educación secundaria en situaciones que combinan experiencias del mundo real con información adicional que se les presenta en sus dispositivos móviles.

Centrando el interés de la aplicación de la Realidad Aumentada en la educación superior se pueden indicar diferentes grupos activos y aplicaciones; destacamos entre ellos las aplicaciones realizadas para distintas disciplinas académicas como la enseñanza de conceptos de ingeniería mecánica en combinación de Web3D, la enseñanza de matemáticas y la enseñanza de geometría como se ilustra en la figura 13.



Figura 13: Sistema de enseñanza de geometría.
Fuente: <http://www.anobium.es>

3.6.2 La medicina

En el ámbito europeo existen diferentes proyectos que diseñan y desarrollan aplicaciones innovadoras que integran Realidad Aumentada para ser utilizadas en la educación. Entre otros proyectos se pueden destacar CONNECT, CREATE y ARiSE que son nuevas herramientas basadas en presentaciones 3D con gran interacción, que facilitan la comprensión de las materias de todas las ciencias.

Los estudiantes pueden interactuar con objetos virtuales en un entorno real aumentado y desarrollan el aprendizaje experimentando. La figura 14 ilustra un sistema de enseñanza sobre el aparato digestivo basado en Realidad Aumentada.

Un médico puede estar realizando una operación y ver un determinado órgano o cualquier parte interna del cuerpo humano de forma aumentada, de esta manera se estaría facilitando la manera en que los doctores puedan percibir lo que están realizando en una operación específica.

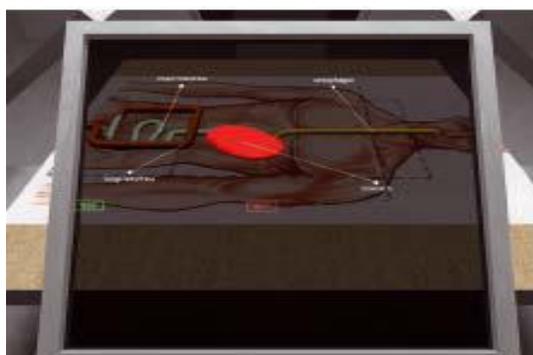


Figura 14: Sistema del proyecto ARiSE

Fuente: <http://www.anobium.es>

3.6.3 El marketing

El marketing es “el proceso social y administrativo por el que los grupos e individuos satisfacen sus necesidades al crear e intercambiar bienes y servicios”¹⁵

¹⁵ Phillip Kotler, Gary Armstrong, Principios del Marketing

Involucra las estrategias de mercado, de ventas, estudios de mercado, posicionamiento de mercado y producto. Muchas veces se confunde el término publicidad con marketing, pero la publicidad es solo una herramienta de la mercadotecnia, esta herramienta puede mejorarse a través de la tecnología de la Realidad Aumentada.

La búsqueda incesante de nuevas fórmulas y soportes publicitarios sigue generando nuevas propuestas e innovadoras ideas que gracias al uso de las nuevas tecnologías suponen un avance en cuanto a conceptos, usabilidad y sus diferentes aplicaciones publicitarias.

Aplicado al mundo de la publicidad, la Realidad Aumentada puede aportar al consumidor una experiencia nueva y distinta al combinar la realidad con imágenes y objetos virtuales que interactúan con el consumidor en tiempo real y en tres dimensiones.

Para Mónica Deza, Directora Ejecutiva (CEO) de Universal McCann, "los anuncios que recurren a esta Realidad Aumentada cumplen a la perfección con los cuatro requisitos básicos de la publicidad eficaz ya que permiten la interacción del consumidor; la personalización del contenido; que los resultados sean medibles en tiempo real y, finalmente, el efecto de sorpresa y fascinación que producen es tal, que hacen que se incremente el recuerdo de la acción publicitaria".¹⁶

Un ejemplo de una buena publicidad hecha con Realidad Aumentada es el software REVIVE, como aplicación y marca, fue creada por la empresa Tomorrow Digital Project, de Panamá, especialista en el estudio, dicha empresa desarrolla, mejora e implementa programas informáticos aplicados a empresas editoriales, actualmente también la utiliza el periódico salvadoreño El Diario de Hoy.

Acceder a esta nueva experiencia es muy fácil. Lo primero que se debe hacer es descargar de manera gratuita la aplicación desde la "Google Play" o la "Apple Store" para los dispositivos con Sistema Operativo Android o el Sistema Operativo Iphone (IOS).

¹⁶ <http://www.puromarketing.com/30/6648/aumentada-futuro-marketing-publicidad.html>

Activada la aplicación en el teléfono o tablet, sólo necesita enfocar la foto o noticia a la que está vinculado el vídeo y ya se puede disfrutar de la Realidad Aumentada.

Cada fotografía que está relacionada a un vídeo o animación estará marcada con un barra de color en la parte inferior y la letra R, de Revive, de manera que se pueda identificar con facilidad y acceder a ese valor agregado.¹⁷



Figura 15: El diario de hoy, Aplicación REVIVE
Fuente: <http://www.elsalvador.com>

3.6.4 Otras áreas

- **Arquitectura.**

Presentar una maqueta pasaría a ser un juego equivalente a un rompecabezas o a cualquier juego didáctico. Los compromisos entre luces y sombras al diseñar una casa o la orientación respecto a la optimización de la energía solar serían mucho más sencillos en 3 dimensiones que en sólo 2 dimensiones, como es un plano.

A pesar de que en la actualidad existe una amplia variedad de software que permite crear modelos de simulación en 3D y obtener de ellos múltiples vistas, la Realidad Aumentada nos presenta nuevos aspectos dinámicos de diseño que permitirían simulaciones más realistas, maximizando detalles que actualmente sólo son visibles al ejecutarse la obra.

¹⁷ http://www.elsalvador.com/mwedh/nota/nota_completa.asp?idCat=47654&idArt=7029233



Figura 16: Planeamiento urbanístico con Realidad Aumentada.

Fuente: <http://www.neoteo.com>

- **Industria.**

En una fábrica, un ingeniero con un sensor de vibración podría detectar en las cañerías el caudal de líquidos que fluye simplemente apoyando un transductor (Dispositivo que transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa) que le devuelve en su notebook las características del caño estudiado, las dimensiones exactas y cualquier defecto estructural que pueda estar generándose en el interior de las tuberías analizadas: acumulación de sarro, grietas por fatiga de los materiales, obstrucciones por elementos extraños en su recorrido y miles de datos útiles que forman parte de lo que se conoce como mantenimiento preventivo en una industria.

- **Transportes.**

Los navegadores satelitales (GPS) podrían cargarse con imágenes tridimensionales de información para el viajero: monumentos históricos, museos, centros de atención de salud y todos los datos que puedan ser de gran utilidad. La funcionalidad de estos equipos se basaría en la interacción de datos entre el dispositivo móvil y la constelación satelital presente en el área de cobertura.

- **Grandes tiendas y shoppings.**

Al ingresar los centros comerciales, el catálogo completo de productos se cargaría en los teléfonos móviles, mostrándonos el camino más directo hacia el producto que buscamos. Como información adicional, podríamos obtener una comparativa de

modelos, precios, vistas preliminares de los artículos buscados, junto a promociones económicas o productos relacionados.

- **Autopistas inteligentes.**

Señalización efectiva en las aceras y en el centro de la carretera, servirían de guía para trazar el camino seguro dentro de la vía de tránsito y propiciar una navegación automatizada. Los demás autos que circulen en la misma vía serían reconocidos por nuestro auto y por la carretera.

3.7 Beneficios y el futuro de la Realidad Aumentada

Como suele suceder muy comúnmente con la tecnología, algunas cosas con el paso del tiempo quedan obsoletas, por ejemplo: sistemas operativos, aparatos telefónicos, software, procesadores y muchas otras cosas más, debido a eso se analiza la pregunta siguiente: ¿La Realidad Aumentada perdurará en el tiempo?

Por todo lo detallado en el trabajo como los antecedentes que datan desde hace casi 50 años con el uso de visores montados en la cabeza, las áreas de aplicación como la medicina o el marketing y el visto bueno de las empresas y sus clientes a la tecnología de la Realidad Aumentada, el futuro de ésta es prometedor.

Una tecnología tan interactiva en donde cualquier objeto, cosa o animal puede ser dibujado en 3D, inclusive mostrar videos de una forma diferente como lo que realiza el periódico El Diario de Hoy con la aplicación REVIVE, es casi imposible que esta tecnología no sea utilizada en el futuro, una realidad tridimensional es perfecta para mejorar cualquier entorno real.

Empresas como Coca Cola Company, Olay, Unilever con su producto Axe, National Geographic, Sony, Google, Wikitude, Adidas, Nike y muchas otras están ya utilizando aplicaciones con Realidad Aumentada, estas empresas realizan estudios de mercado bien detallados porque necesitan conocer si es factible o no realizar un tipo de publicidad, que utiliza una nueva tecnología.

Por ejemplo el periódico La Prensa de Panamá que fue la primera empresa de ese rubro en utilizar la tecnología, asegura que la aplicación REVIVE, desde mayo del presente año que fue lanzada hasta la fecha, ha sido descargada por más de 15,000 usuarios.¹⁸

La Realidad Aumentada es una tecnología que por ser innovadora, el público objetivo es atraído de manera masiva, esto da como respuesta que brinda muchos beneficios tanto para las empresas como para los clientes.

Para concluir este apartado, se puede decir, entonces, que la Realidad Aumentada no es ningún invento sino una aplicación que actualmente se está comenzando a expandir y que los beneficios de ésta son muchos, en distintas áreas en donde una computadora o un teléfono inteligente puedan ser utilizados.

¹⁸ <http://www.prensa.com/impreso/mosaico/aplicacion-%C2%B4revive%C2%B4-con-mas-de-15-mil-descargas/109509>

CAPÍTULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1 Descripción de la solución

Con toda la información que fue obtenida, se realizó una aplicación fácil de utilizar y además se usaron métodos que realmente pudieran ayudar al desarrollo de los niños con discapacidades, específicamente a los seleccionados en la muestra, que son algunos de los jóvenes de la Escuela Elisa Álvarez de Díaz que padecen el Síndrome de Autismo y el Síndrome Down.

Para la elaboración adecuada de dicha aplicación se tomaron en cuenta diferentes ejercicios en los cuales la Realidad Aumentada podría mejorar la eficacia de ciertos métodos ya existentes para la educación especial y así obtener mejores resultados.

Las áreas en que se trabajaron para desarrollar la aplicación fueron: correspondencia, noción de cantidad, noción tamaño, discriminación de colores, lateralidad y figura fondo, es muy necesario aclarar que dichas áreas no fueron escogidas al azar, sino que por recomendaciones 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, dichas letras fueron impresas cada una en un marcador distinto (Ver Anexo 9), al ejecutar la aplicación y enfocarlo con la cámara, este mostrará un objeto asociado al marcador que se está mostrando 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 otras 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 muchos ámbitos de la vida, en ésta área trabajada se muestran

los números del 1 al 9 sobre diferentes marcadores, aparecen objetos según sea el número mostrado, es decir, en el número 1 se muestra “un balón de baloncesto”, en el número 2 aparecen “2 Flores” y así hasta llegar al número 9.

Desde el número 4 en adelante surgen objetos pero con figuras geométricas para que también los niños puedan trabajar esta área y vayan conociendo las figuras como círculos, rombos, cubos, etc. De esta manera el docente podrá trabajar no solamente el área de cantidad.

- Noción tamaño: un área muy importante para trabajar con los jóvenes con discapacidades es la de noción de tamaño, en dicha área se muestran 3 objetos del mismo tipo pero de diferentes tamaños (Grande, mediano y pequeño), por ejemplo 3 manzanas de diferente tamaño o 3 vacas también de tamaños distintos.

Los alumnos podrán interactuar con estos objetos señalando cual es el objeto 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, naranja, amarillo, blanco, celeste, entre otros. La idea de esto es que se muestran objetos del mismo tipo pero de diferente color por ejemplo en un marcador aparecen “2 osos” uno de color café y el otro color morado, hay sillas de diferentes color, abejas, paletas y muchos otros.

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

- Lateralidad: Una 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 complicado por lo que se trabajó esta área para ayudar en ellos a mejorar el sentido de ubicación.

Los marcadores impresos tienen flechas indicando un lado determinado, de esta manera para el lado 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 los alumnos de la escuela, en esta área se muestran sobre los marcadores imágenes en negro para complicar un poco la distinción de ellas, pero además de esto la imagen aumentada muestra también un grado de dificultad.

Por ejemplo aparece un pollo pero dentro de una jaula, se trabajará también con unas líneas en formas de reja para tapar el marcador y el docente pregunte a los niños qué imagen pueden observar en el marcador.



Figura 17: Figura fondo.
Fuente: Propia

La aplicación se podrá ejecutar en cualquier navegador web por lo que la convierte en multiplataforma, las computadoras del centro educativo en el que se aplicará la Realidad Aumentada cuentan con el sistema operativo de Microsoft Windows, para un mejor manejo del entorno se realizó un menú en el cuál se puede acceder a diferentes opciones y así tener una aplicación fácil de utilizar.

El software fue desarrollado para ejecutarse en un navegador web, porque actualmente todas las computadoras vienen por lo menos con uno ya instalado, es decir, el usuario de la aplicación no necesita nada más que ejecutar un acceso directo que abrirá el navegador predeterminado y mostrará la aplicación desarrollada para los niños de educación especial.



Figura 18: Iconos de los navegadores más comunes.

Fuente: <http://www.google.com/imghp>

Otra de las ideas por lo cual se optó por realizar el programa para ser ejecutado en un navegador web, es que en la escuela cuentan con una red cableada que conecta todas las computadoras entre sí, aún no está configurada, pero si en un futuro desean montar un servidor por ejemplo, la aplicación puede ser ejecutada desde éste sin ningún problema, al igual en toda la aplicación y accesos directos se utilizaron direcciones relativas.

Se cuidó de manera detallada que ningún hipervínculo dentro del software hiciera referencia a una ubicación o carpeta de la computadora donde fue desarrollada, esto se realizó para evitar conflictos posteriores de direccionamiento, fácilmente la carpeta en donde está la aplicación final podrá ser copiada y pegada a cualquier parte de la computadora y esta se ejecutará sin ningún problema.

Con el instalador creado necesario para la instalación del software, convierte la aplicación solo para ser utilizada en los sistemas operativos Windows, ya que en un sistema operativo Linux no es posible instalar una aplicación con extensión .EXE.

En la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz no existe ningún problema, ya que solamente cuentan con equipos con sistemas operativos de Microsoft, aunque si en algún momento se quiere ejecutar la aplicación en un sistema operativo como Ubuntu o cualquier distribución Linux solamente se tendrá que copiar y pegar la carpeta completa de la aplicación y de esa manera se podrá ejecutar la aplicación de Realidad Aumentada y está se abrirá en el navegador web que tenga la distribución Linux.

4.2 Inventario de los equipos de informática

Se necesitaba conocer acerca de los equipos de informática con que cuenta el centro educativo, todo esto para verificar y comparar con los requisitos para la ejecución de la Realidad Aumentada, los datos obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

No	Procesador	Velocidad CPU	Disco duro		Memoria RAM	Bocinas	Unidad óptica	Cámara web	Monitor	Sistema operativo	Observaciones
			Tamaño	Libre							
1	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	70 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD SAMSUNG 15"	Windows Vista	Cuenta con Flash Player
2	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	60 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
3	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	70 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
4	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	67 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
5	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	63 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
6	Pentium Dual	1.66 GHz.	20 GB	12 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
7	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	69 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
8	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	50 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
9	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	70 GB	512 MB	Si	Lector DVD	No	LCD LG 17"	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
10	Intel Atom	1.80 GHz.	500 GB	400 GB	2 GB	Si	Grabador de DVD	Si	LCD 17"	Windows 7	Cámara integrada 600 x 480
11	Intel Atom	1.80 GHz.	500 GB	400 GB	2 GB	Si	Grabador de DVD	Si	LCD 17"	Windows 7	Cámara integrada 600 x 480

Datos obtenidos de las computadoras de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, Junio de 2012.

En el centro educativo también cuentan con:

- Impresoras.
 - Hp laser jet 1020.
 - Lexmark X264dn.

- Switch Leviton de 24 puertos, todos los equipos tienen cableado de red, aunque no está configurada la red.

- 1 Cañón o proyector marca Epson.

4.3 Requisitos mínimos y recomendados para el desarrollo

El software básico involucrado en el proceso de desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada para Adobe Flash es el siguiente:

- ARToolKit – Librería de vision Tracking.
- FLARToolKit – Port de ARToolKit para Flash.
- Adobe Builder – SDK para Action Script.
- 3D Studio Max – Modelador 3D.

Tanto ARToolKit como FLARToolKit pueden descargarse gratuitamente para propósitos no comerciales. Así mismo, se puede descargar Adobe Builder gratuitamente si se es estudiante desde el sitio <https://freeriatools.adobe.com/>.

Para modelar los objetos 3D se pueden conseguir versiones gratuitas de modeladores 3D, incluido 3D Studio Max. El plugin o extensión de OPEN COLLADA también puede descargarse gratuitamente, esta extensión sirve para almacenar o exportar los archivos en 3D a un archivo tipo DAE, Por lo tanto, el software básico que se necesita para desarrollar aplicaciones aumentadas es gratuito y no conlleva ningún costo.

4.4 Requisitos para la ejecución (software)

Se presenta a continuación los requisitos de software necesarios para la ejecución de la aplicación desarrollada con la tecnología de Realidad Aumentada, es muy importante mencionar que los recursos utilizados están disponibles en internet y son totalmente gratuitos, además su instalación es muy sencilla y debido a eso se recomienda siempre tener las versiones más recientes de estos, los programas son los siguientes:

- Navegadores web:
 - Internet Explorer: Versión 9.0.81.
 - Mozilla Firefox: Versión 14.0.1.
 - Google Chrome: Versión 20.0.1.
- Reproductor multimedia:
 - Adobe Flash Player: Versión 11.2.2.

4.5 Problemas más comunes que presenta la Realidad Aumentada

Cada marcador utilizado deberá ser elaborado cuidadosamente, ya que es posible que cuando la cámara web lo enfoque, lo confunda con otro marcador que sea semejante por ejemplo las letras “F” y “E”, o las letras “M” y “W”, los números “1” y “7”, etc.

Para solucionar este problema se utilizó una fuente diferente en las letras que presentaban este conflicto, además se les agregó un cuadro en diferentes esquinas del recuadro principal y de esta manera se solucionó cualquier conflicto de confusión entre una y otra marca. (Para ver las marcas utilizadas ver Anexos del 11 al 13).

El principal problema cuando se trabaja con múltiples marcadores es cómo identificarlos. FLARManager utiliza un patternId para identificar entre los diferentes patrones. Este patternId se define en el fichero de configuración, al trabajar aplicaciones que contienen hasta 27 marcadores como es el caso de la aplicación de Correspondencia, la aplicación tiende a confundir las imágenes a la hora de renderizarlas y compararlas con el archivo .PAT.

El rendimiento también es afectado porque se utilizan modelos 3D complejos y se muestran varios a la vez, el rendimiento de la aplicación baja considerablemente.

Por estas razones se optó por dividir la aplicación diseñada para el área de correspondencia en 2 partes llamadas Correspondencia1 en la cual se utilizan las letras de la A-N, la otra parte se llama Correspondencia2 en la cual se utilizan las letras de Ñ-Z. Con esto se consiguió solventar el problema de identificación.

Por lo general lo más difícil de realizar son los marcadores, son estos los que más problemas presentan, es por ello también que se recomienda a la hora de imprimirlos, hacerlo en alta calidad para lograr una impresión óptima y la cámara web pueda identificarlos de la mejor manera.

4.6 Diseño de la metodología para la aplicación

4.6.1 Metodología

El objetivo de este proyecto era crear una aplicación que permitiera demostrar lo que se puede conseguir utilizando la Realidad Aumentada en la Educación Especial, específicamente en las patologías de Síndrome Down y Síndrome de Autismo.

Se optó por utilizar FLARToolKit que es una variante de la librería ARToolKit, para desarrollar dicha aplicación. El entorno de desarrollo que se utilizó para crear estas demostraciones ha sido Adobe Flash Builder 4 (Versión 4.0.1).

Luego de haber definido las técnicas de estudio utilizadas en Educación Especial y seleccionadas las técnicas que se utilizaron, la aplicación se desarrolló siguiendo los pasos:

- 1 Análisis: En esta fase, se definieron cuáles son los requerimientos a cumplir.
- 2 Diseño: acá se explicó que diseño se siguió para crear la aplicación.
- 3 Desarrollo: En esta fase, se procedió a desarrollar las funcionalidades definidas en la fase de análisis, siguiendo el diseño establecido en la fase anterior.

- 4 Documentación: se creó la documentación necesaria para la utilización de la aplicación desarrollada.
- 5 Pruebas: Se hicieron pruebas para comprobar que la aplicación cumpliera con los requisitos deseados y no tuviera errores para una óptima ejecución del software.
- 6 Implementación: En esta fase, se procedió a la implementación de la aplicación desarrollada en el equipo informático de la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana.

4.6.2 ¿Qué es ARToolKit?

ARToolKit (Augmented Reality Toolkit) es uno de las librerías de “vision tracking” más usadas para desarrollar aplicaciones de Realidad Aumentada. Para ello, usa capacidades de “video tracking” para calcular, en tiempo real, la posición y orientación real de la cámara relativa al marcador físico.

Una vez que la posición real de la cámara se conoce, una cámara virtual puede ser posicionada en el mismo punto y se pueden dibujar modelos de ordenador 3D superpuestos al marcador. Entonces ARToolKit resuelve dos de los problemas claves de la Realidad Aumentada; El tracking del punto de vista y la interacción de objetos virtuales.

ARToolKit originalmente fue desarrollado por Hirokazu Kato del Nara Institute of Science and Technology en 1999 y fue publicado por la University of Washington HIT Lab. Actualmente es mantenido como un open source con licencias comerciales disponibles por parte de ARToolWorks.

Desde la publicación de ARToolKit, han aparecido muchas librerías que la han exportado a diferentes plataformas. Algunas de ellas son:

- **OSGART** – Una combinación de ARToolKit y OpenSceneGraph.
- **ARTag** – Alternativa a ARToolKit que usa procesamiento de imágenes más complejos y procesamiento de símbolos para fiabilidad y resistencia a la luz. Solo licencias para uso no comercial.

- **Mixed Reality Toolkit (MRT)** – University College London.
- **FLARToolKit** – FlarToolKit es la versión de ArtoolKit para Actionsript 3 de Flash que se puede utilizar para desarrollar rápidamente experiencias de Realidad Aumentada basadas en la Web. Es la librería más utilizada basada en Flash.
- **SLARToolkit** – Un port a Silverlight de NyARToolkit.
- **NyARToolkit** – Una librería de ARToolKit publicada para máquinas virtuales, particularmente Java, C# y Android.

En este proyecto se utilizó la librería FLARToolKit para el desarrollo de la aplicación. FLARToolkit (Flash Augmented Reality ToolKit) fue adaptado a Action Script por Tomohiko Koyama, normalmente conocido por su sobrenombre “Saqoosha”. La primera versión del port fue publicada en Mayo 2008.

4.6.3 ¿Por qué FLARToolKit?

De todas las variantes de ARToolkit se decidió utilizar la versión para Adobe Flash, FLARToolkit, porque puede correr en cualquier navegador compatible con Flash Player. Hoy en día, casi todos los navegadores usan Flash y eso simplifica el proceso de descarga e inicialización de las aplicaciones.

Usar FLARToolkit hace las aplicaciones de Realidad Aumentada ligeras y fáciles de usar para el usuario. Esta es una ventaja frente a otras versiones como la de C++ en la cual el usuario debe descargar, instalar y finalmente ejecutar la aplicación para hacerla correr, mientras que usando Flash estos pasos se hacen automáticamente.

Como una desventaja, el rendimiento de FLARToolkit, incluso que es bueno para aplicaciones simples, no es tan bueno como el rendimiento casi óptimo que puede conseguirse con aplicaciones hechas con C++ que corren a un nivel mucho más bajo.

FLARToolkit solamente es la librería que calcula la posición del marcador en la escena, pero necesita utilizar algún tipo de motor 3D, para gestionar la escena tridimensional y presentar la imagen final aumentada. Flash puede usar varios motores de render como: Aways3D, Sandy3D, PaperVision3D, Alternativa3D, etc.

4.6.4 Funcionamiento interno de FLARToolkit

Internamente FLARToolkit ejecuta 7 fases (figura 19) para realizar el proceso de crear Realidad Aumentada: captura de imagen, binarizado de imagen, etiquetado, detección de bordes, reconocimiento del marcador, cálculo de la matriz de transformación y renderizado.

Estos pasos se llevan a cabo a lo largo de toda la ejecución de la aplicación, para cada fotograma del vídeo capturado.

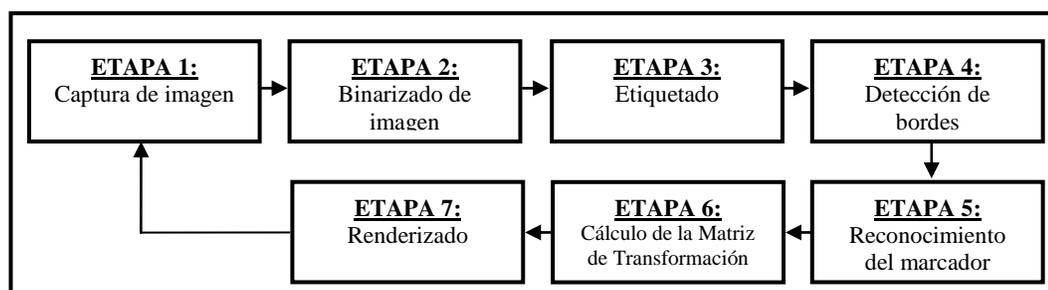


Figura 19: Etapas de FLARToolkit
Fuente: <http://upcommons.upc.edu>

4.7 Diseño de la aplicación

En este apartado se pretende describir el diseño que tomará cada aplicación creada, las cuales serán orientadas a diversas áreas de estudio para Educación Especial antes mencionadas.

4.7.1 Área de correspondencia

En esta área se sigue el diseño estándar de aplicaciones basadas en FLARManager y se ha creado una aplicación basada en el Alfabeto español.

Se crearon marcadores con cada letra del alfabeto, para el cual a cada marcador se la ha asociado una animación.

En la siguiente tabla se muestra el contenido de cada letra del abecedario utilizada para que el niño o niña asocie la letra con la imagen aumentada.

LETRA	IMAGEN	LETRA	IMAGEN
A	Abeja	Ñ	Niño
B	Banana	O	Oso
C	Casa	P	Pelota
D	Dado	Q	Queso
E	Estrella	R	Rosa
F	Flor	S	Santa Claus
G	Guitarra	T	Tierra
H	Huevos	U	Uvas
I	Iglesia	V	Vaca
J	Jaula	W	Letra W
K	Kiwi	X	Oxigeno (tanques)
L	Lápiz	Y	Payaso
M	Manzana	Z	Zapatos
N	Naranja		

Para ver las marcas que fueron utilizadas ver Anexo 9. Cabe recalcar que en la mayoría de letras se utilizó un objeto en el cual su letra inicial es correspondiente a la letra del abecedario, pero en los casos de las letras “Ñ”, “X” y “Y” se asociaron objetos que llevaran la letra en cualquier parte de su nombre.

Con respecto a la letra “W”, solamente se colocó la imagen de dicha letra, ya que los objetos existentes con esa letra son muy difíciles de reconocer y trasladarlos a una imagen en 3D.

4.7.2 Área de noción de cantidad

El concepto de número apareció en la historia cuando se experimentó la necesidad de representar simbólicamente cantidades de objetos y también de la necesidad de medir el tiempo.

La forma en que surge la necesidad de usar el número nos indica que se trata de un concepto abstracto, por eso el número en si no se puede manipular, pero si podemos manipular conjuntos de elementos que tiene el número como propiedad.

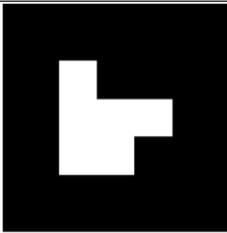
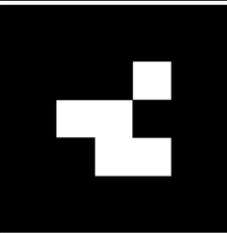
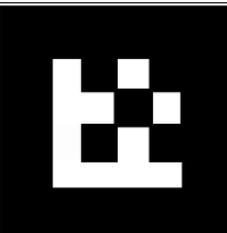
Poco a poco el niño se dará cuenta de que el tamaño, color, forma y la textura son propiedades físicas que se refieren a objetos concretos, mientras que el número es una propiedad que se refiere a un conjunto de objetos. El número 1 es la propiedad numérica de los conjuntos que poseen un solo elemento. El número 2 es la propiedad numérica de los conjuntos que poseen dos elementos y así sucesivamente.

En este caso se trabajará con marcas cada una con los números del 1 al 9 (ver Anexo 10), la imagen aumentada que será mostrada en este caso hará referencia al número que contiene el marcador, con esto se pretende que a los jóvenes se les facilite decir que cantidad de objetos están apareciendo en la aplicación de Realidad Aumentada.

4.7.3 Área de noción de tamaño

En la educación especial una de las dificultades que presentan los jóvenes es identificar la correcta clasificación de los objetos, es decir, un mismo objeto puede estar repetido tres veces con diferente tamaño pero no pueden distinguir cual es el más grande o el más pequeño, es por ello que en esta parte de la aplicación se ha desarrollado con la tecnología de Realidad Aumentada algo que ayude a los niños a mejorar esta área.

Se muestra sobre un marcador específico un objeto con tamaños diferentes como lo son grande, mediano y pequeño, los marcadores utilizados para dicha área fueron los siguientes:

Objeto	Marcador
Manzanas	
Vacas	
Perros	
Círculos	

4.7.4 Área de discriminación de colores

Los ejercicios acá presentados ayudan al reconocimiento de los colores por parte de los niños de la escuela, se presentan diversos objetos sobre un marcador, por ejemplo hay un marcador que con el uso de la aplicación muestra dos osos iguales pero con colores diferentes, la idea de realizar esto es que los jóvenes puedan discriminar de forma divertida los colores.

Como en todas las áreas trabajadas será el docente quien decida en que forma utilizarlo para darle un uso que realmente ayude a mejorar y desarrollar la capacidad de discriminación de los alumnos.

Un ejemplo como el de la figura 20 de lo que se realizó en esta área es el siguiente:



Figura 20: Ejemplo del área de discriminación de color.
Fuente: Propia

Sobre el marcador aparecen cuatro estrellas con los colores amarillo, rojo, azul y verde. Para poder ver todos los marcadores usados en esta área ver Anexo 11.

4.7.5 Área de lateralidad

Como se describe en la imágenes se han utilizado marcadores con flechas dirigidas hacia arriba, abajo, izquierda y derecha, con esto se pretende que el joven logre identificar adecuadamente en que parte del marcador está apareciendo la imagen aumentada.

- Arriba, aparece una abeja en la parte de arriba del marcador.



Figura 21: Área de lateralidad, arriba.
Fuente: Propia

- Abajo, aparece una ardilla en la parte de abajo del marcador.



Figura 22: Área de lateralidad, abajo.
Fuente: Propia

- Derecha, aparece una imagen de la tierra en la parte derecha del marcador.



Figura 23: Área de lateralidad, derecha.
Fuente: Propia

- Izquierda, aparece una imagen de tres gatos en la parte izquierda del marcador.



Figura 24: Área de lateralidad, izquierda.
Fuente: Propia

Como se puede observar en esta aplicación, de cualquier lugar donde se enfoque el marcador la imagen aumentada siempre aparecerá del lado hacia donde las flechas están dirigidas.

4.7.6 Área de figura fondo

La discriminación, aunque en general significa la acción de separar o distinguir unas cosas de otras, para los niños de la escuela es muy complicado poder identificar objetos que contengan distractores en ellos, a esta actividad se le es conocida como figura fondo.

Se ha trabajado específicamente con los marcadores ya que es el marcador el cual los niños deberán identificar en la mayoría de casos porque aparece una imagen en donde el objeto es difícil identificarlo ya que está totalmente de color negro.

Aparte de ello se le agrega una imagen aumentada sobre el marcador para complicar aún más la identificación del mismo, además en algunos casos se muestra una imagen dentro de una jaula también para trabajar el área de figura fondo. Un ejemplo de un ejercicio realizado para identificar el marcador es mostrado en la figura 25:

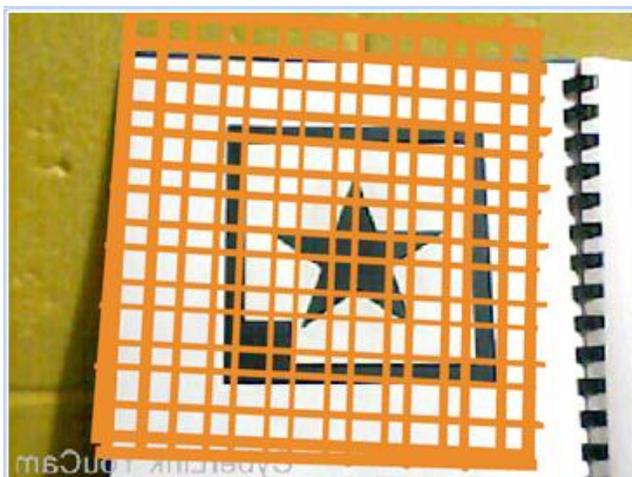


Figura 25: Área de figura fondo, el marcador es una estrella.
Fuente: Propia

Se puede observar una estrella en el marcador el cual es la imagen que el niño o niña tiene que identificar y sobre dicho marcador aparece una especie de reja el cual será o actuará de distractor para llevar a cabo la actividad de figura fondo, los demás marcadores utilizados pueden ser vistos en el Anexo 12.

4.8 Desarrollo del software

En este apartado se detalla el desarrollo que tendrá la aplicación creada, es decir, el código o programación necesaria para la realización de la aplicación. Este es solamente un código de muestra, se detalla solamente la programación de dos letras del área de correspondencia, es decir la letra A y B, las cuales muestran una abeja y unas bananas en 3D respectivamente.

Para agregar más marcadores con sus respectivos objetos solamente se tiene que añadir el código similar en cada función utilizada. El código Action Script 3 (AS3) utilizado es el siguiente:

```
package
{
    import com.transmote.flar.FLARManager;
    import com.transmote.flar.marker.FLARMarker;
    import com.transmote.flar.marker.FLARMarkerEvent;
    import com.transmote.flar.utils.FLARManagerConfigLoader;
```

```

import com.transmote.flar.utils.geom.FLARPVGeomUtils;
import flash.display.DisplayObject;
import flash.display.Sprite;
import flash.events.Event;
import org.libspark.flartoolkit.support.pv3d.FLARCamera3D;
import org.papervision3d.lights.PointLight3D;
import org.papervision3d.objects.DisplayObject3D;
import org.papervision3d.objects.parsers.DAE;
import org.papervision3d.render.LazyRenderEngine;
import org.papervision3d.scenes.Scene3D;
import org.papervision3d.view.Viewport3D;

[ SWF (width="640" , height="480" , frameRate="30" ,
backgroundColor= "#FFFFFF" )]
    public class abecedario extends Sprite {
        private var flarManager:FLARManager;
        private var scene3D:Scene3D;
        private var camera3D:FLARCamera3D;
        private var viewport3D:Viewport3D;
        private var renderEngine:LazyRenderEngine;
        private var pointLight3D:PointLight3D;
        private var marker0:FLARMarker;
        private var marker1:FLARMarker;
        private var modelAContainer:DisplayObject3D;
        private var modelBContainer:DisplayObject3D;
        public function abecedario () {
this .flarManager = new FLARManager( "models/flarConfig.xml" );
this .addChild(Sprite( this .flarManager.flarSource));
this .flarManager.addEventListener(FLARMarkerEvent.MARKER_ADDED, this
.onMarkerAdded);
this .flarManager.addEventListener(FLARMarkerEvent.MARKER_UPDATED, this
.onMarkerUpdated);
this .flarManager.addEventListener(FLARMarkerEvent.MARKER_REMOVED, this
.onMarkerRemoved);
this .flarManager.addEventListener(Event.INIT, this .onFlarManagerInited);
        }

        private function onFlarManagerInited (evt:Event) :void{
this .flarManager.removeEventListener(Event.INIT, this .onFlarManagerInited);
this .scene3D = new Scene3D();
this .camera3D = new FLARCamera3D( this .flarManager.cameraParams);
this .viewport3D = new Viewport3D( this .stage.stageWidth, this .stage.stageHeight);
this .addChild( this .viewport3D);
this .renderEngine = new LazyRenderEngine( this .scene3D, this .camera3D, this
.viewport3D);
this .pointLight3D = new PointLight3D();
this .pointLight3D.x = 1000;
this .pointLight3D.y = 1000;
this .pointLight3D.z = -1000;
var A:DAE = new DAE();
A.load( "models/Bee.dae" );

```

```

A.rotationY = -90;
A.rotationX = -90;
A.scale = 70;
A.y = -8;
A.z = 10;
this.modelAContainer = new DisplayObject3D;
this.modelAContainer.addChild(A);
this.modelAContainer.visible = false ;
this.scene3D.addChild( this.modelAContainer);
var B:DAE = new DAE();
B.load( "models/banano.DAE" );
B.rotationY = 0;
B.rotationX = 0;
B.scale = 0.5;
B.y = -8;
B.z = 10;
this.modelBContainer = new DisplayObject3D;
this.modelBContainer.addChild(B);
this.modelBContainer.visible = false ;
this.scene3D.addChild( this.modelBContainer);
this.addEventListener(Event.ENTER_FRAME, this.onEnterFrame);
    }
private function onMarkerAdded (evt:FLARMarkerEvent) : void {
    switch (evt.marker.patternId)
    {
        case 0:
            this.modelAContainer.visible= true ;
            this.marker0 = evt.marker;
            break ;
        case 1:
            this.modelBContainer.visible= true ;
            this.marker1 = evt.marker;
            break ;
    }
}
private function onMarkerUpdated (evt:FLARMarkerEvent) : void {
    switch (evt.marker.patternId)
    {
        case 0:
            this.modelAContainer.visible= true ;
            this.marker0 = evt.marker;
            break ;
        case 1:
            this.modelBContainer.visible= true ;
            this.marker1 = evt.marker;
            break ;
    }
}

private function onMarkerRemoved (evt:FLARMarkerEvent) : void {
    switch (evt.marker.patternId)

```

```

        {
            case 0:
                this .modelAContainer.visible= false ;
                this .marker0 = null ;
                break ;
            case 1:
                this .modelBContainer.visible= false ;
                this .marker1 = null ;
                break ;
        }
    }

private function onEnterFrame (evt:Event) : void {
    if ( this .marker0) {
        this .modelAContainer.transform = FLARPVGeomUtils.convertFLARMatrixToPVMatrix( this
        .marker0.transformMatrix);
    }
    if ( this .marker1) {
        this .modelBContainer.transform = FLARPVGeomUtils.convertFLARMatrixToPVMatrix( this
        .marker1.transformMatrix);
    }
    this .renderEngine.render();
}
}
}

```

4.9 Documentación del software

Como se observa en la figura 26, la aplicación contiene una interfaz amigable y fácil de utilizar, ésta siempre se ejecutará en un navegador web, específicamente se abrirá en el navegador que esté predeterminado en la computadora.

Contiene en la parte de arriba una imagen que dice “Realidad Aumentada Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz” y el logo de Realidad Aumentada, en el centro de la página es donde se mostrará la información cuando los botones sean activados, los botones están ubicados en dos paneles al extremo.



Figura 26: Aplicación de Realidad Aumentada
Fuente: Propia

Los botones ubicados en el panel izquierdo de la página son:

- Inicio: muestra la imagen de la escuela al abrir la aplicación.
- Institución: contiene información de la escuela, historia, su fundación y el número de alumnos que asisten actualmente.
- Marcadores: Muestra un ejemplo de un marcador y además desde ahí se puede abrir el documento o “guía de marcas” para su impresión u otro uso que se le quiera dar.
- Realidad Aumentada: acá se describe lo que es la Realidad Aumentada y los componentes necesarios para ejecución.
- Ayuda: en este botón al ser activado se detallan algunos consejos para una mejor ejecución y por si ocurren algunos problemas a la hora de ejecutar la aplicación ahí podrán buscar información para solucionarlos.

Al lado derecho se muestra el panel de botones en donde están las seis áreas trabajadas para la educación especial, cabe aclarar que hay siete botones porque hay un área que se dividió en dos partes.

- Correspondencia 1: En la primera parte del área de correspondencia se utilizan las letras del abecedario desde la letra “A” hasta la letra “N”.
- Correspondencia 2: Las letras del abecedario desde la letra “Ñ” hasta la letra “Z” son usadas en la segunda parte del área de correspondencia.
- Cantidad: Aquí se utilizan los marcadores desde el número 1 hasta el número 9, de esa manera se muestran correspondientemente diferentes figuras aumentadas.
- Color: Utilizado para ejecutar el área de discriminación de color.
- Lateralidad: En este botón se abrirá en el contenido de la página el área que ayudará a los jóvenes a reforzar y conocer los lados izquierda, derecha, arriba y abajo.
- Figura fondo: La discriminación de objetos es muy difícil para los estudiantes con discapacidades, en este botón se llama el área de figura fondo.
- Tamaño: Se mostrarán al activar dicho botón las imágenes 3D utilizadas para la desarrollar el área de noción de cantidad.

Al presionar cualquier botón del panel derecho, es decir, cualquiera de las áreas que se trabajaron para ser utilizadas con los estudiantes, en el centro de la página se abrirá una pequeña ventana (figura 27), el cual pedirá el permiso para la ejecución de la cámara web instalada en la computadora, al hacer clic en el botón permitir la ventana se cerrará y empezará a aparecer el entorno capturado por la cámara, como también se puede observar en la figura en la parte inferior se muestra que área se está ejecutando.

Por ejemplo en este caso se está ejecutando el área de noción de cantidad.



Figura 27: Ejecución de la cámara web.
Fuente: Propia

CAPÍTULO V: IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

En este capítulo se detalla todo lo relacionado a la implementación de la aplicación de que se ha creado para ser utilizada en la escuela, se detallan los pasos que se han seguido desde el momento de las pruebas realizadas a la aplicación para verificar su funcionalidad y su aplicabilidad con alumnos de la escuela.

Así como el proceso de implementación de dicha aplicación sobre el cual se detallan los pasos a seguir para su respectiva instalación y algunas otras consideraciones.

5.1 Prueba y depuración del software

Para probar el software se decidió instalarlo en dos computadoras las cuales tienen las características siguientes:

No	Procesador	Vel. Procesador	Disco duro	Memoria Ram	Monitor	Sistema operativo	Otros
1	Pentium Dual	1.66 GHz.	80 GB	512 MB	LCD 17''	Windows Xp	Cuenta con Flash Player
2	Intel Atom	1.80 GHz.	500 GB	2 GB	LCD 17''	Windows 7	Cámara integrada 600 x 480

Al conocer que la mayoría de computadoras tenían las mismas especificaciones que la computadora número 2 detallada en la tabla anterior y la mejor computadora era la computadora número 1 se decidió instalar la aplicación en solamente estos dos equipos para realizar la prueba y depuración, obteniendo resultados positivos ya que ambos equipos ejecutaron sin ningún problema el programa desarrollado.

Antes de realizar la implementación de la aplicación con los niños de la institución, se llevó a cabo una presentación a los docentes para darles a conocer el funcionamiento básico de la aplicación, la aplicación mostrada no era el producto final, sino una prueba del software.

Después de hacer la explicación a los docentes se les pidió que llenaran un instrumento de validación (Anexo 5) el cual contenía interrogantes acerca de la aplicación que se les

mostró y en dicho instrumento tenían que expresar su opinión acerca del software y su funcionamiento.

Luego de que los docentes dieran su opinión acerca de la tecnología de la Realidad Aumentada se procedió a la implementación del software, tomando en cuenta la opinión y recomendación que los profesores realizaron.



Figura 28: Presentación a los docentes.

Lugar: Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, Fuente: Propia

5.2 Implementación de la aplicación

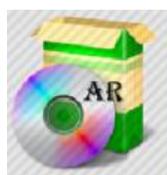
Luego de haber realizado la presentación de la aplicación a los docentes de la institución educativa, de haberlo tenido instalado como versión de prueba por un mes en dicha escuela y no sufrir problemas que ameriten el desarrollo de una nueva versión del software, se procedió a hacer la entrega oficial de la aplicación, dando el software y los instrumentos necesarios para su correcto funcionamiento, como lo son:

- El software de instalación.

- 2 cámaras Web: Video Graphics Array (VGA) resolución a 640x480, Arriba de 30 Frames por Segundo (FPS), 8.0 Mega pixeles
- 2 Guías de Marcas, la cual se creó como orientación al docente para lograr el mayor aprovechamiento de la aplicación, aunque la forma de uso como se plantea en dicho documento no se constituye como regla, ya que no es la única aplicación o interpretación que puede dársele. Queda a criterio del docente la forma que utilice la aplicación.

El software o aplicación que se entregó al centro educativo para la utilización de la Realidad Aumentada se presentó en un disco compacto (CD) el cual contiene el instalador del software para uso posterior.

Instalación: El disco compacto contiene un “autorun” que abre automáticamente al archivo ejecutable que se llama “Instalar” y tiene el icono siguiente.



Si el “autorun” no es iniciado automáticamente se tiene que ejecutar el archivo ejecutable “Instalar” desde el CD, este abrirá un asistente para llevar a cabo la instalación.

En las siguientes imágenes (figura 29) se muestran los pasos ejecutados por el asistente de instalación de Realidad Aumentada, en estas se muestra la ruta y carpeta donde será instalado el software, si se desean crear los accesos directos en el menú inicio y en el escritorio y si se desea ejecutar una vez finalizada la instalación.

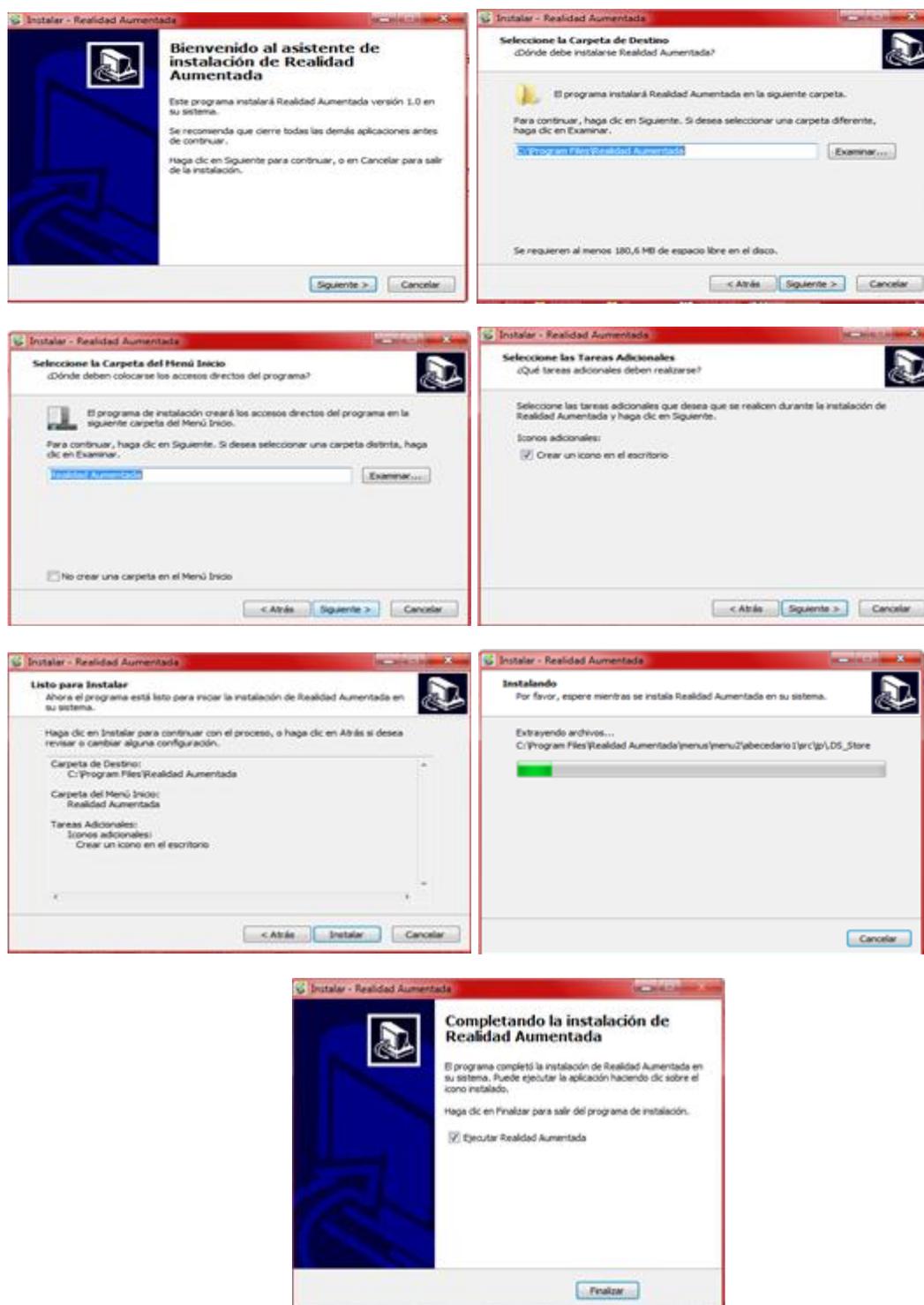


Figura 29: Pasos para la instalación del software.

Fuente: Propia

Al finalizar la instalación, si se elige “Ejecutar Realidad Aumentada” se abrirá automáticamente el navegador predeterminado en la computadora y en éste la aplicación de Realidad Aumentada, la interfaz del software es mostrada en la figura 30, en este caso se ejecutó en el navegador Google Chrome en su versión 20.0.1.



Figura 30: Interfaz de la aplicación de Realidad Aumentada
Fuente: Propia

Luego de instalar la aplicación, si la opción de “Ejecutar Realidad Aumentada” no es activada no se abrirá el software, pero se puede abrir desde el menú inicio (figura 31) o desde el acceso directo que se creó en el escritorio. Al igual en el menú inicio se creó un ícono para desinstalar el programa, aunque también se puede desinstalar desde el panel de control como cualquier otro programa.

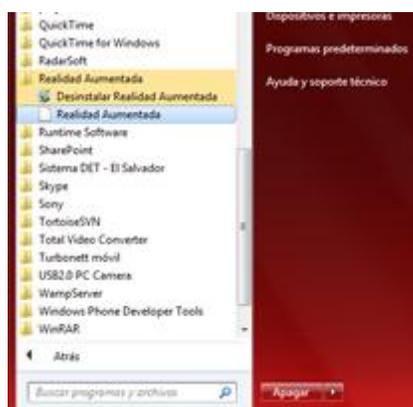


Figura 31: Acceso directo creado en el menú inicio.
Fuente: Propia

CAPÍTULO VI: RESULTADOS

En este apartado se establecen en base a todos los datos obtenidos y al uso de la aplicación de “Realidad Aumentada” los resultados que fueron determinantes para realizar en el capítulo posterior correspondiente a las conclusiones y recomendaciones.

6.1 Resultados de la encuesta al subdirector

Al principio de la investigación se necesitaba recabar datos acerca de la institución, como por ejemplo el número de alumnos que asisten en la actualidad, el número de docentes que trabajan en la escuela.

También se necesitaba conocer si cuentan con un centro de cómputo y otros datos más para realizar la implementación de la Realidad Aumentada, esto se llevó a cabo a través de un cuestionario (ver Anexo 4) que fue contestado por el subdirector de la institución. Los datos obtenidos son presentados a continuación:

1. ¿Cuál es o son sus funciones dentro de la escuela?

Las funciones como subdirector están plasmadas en la ley de la carrera Docente y en resumen son: Ordenar y dar seguimiento a las zonas de vigilancia, llevar el libro de asistencia de los Docentes y registrar permisos formales e informales para ser enviados a la Dirección de Recursos Humanos de la Dirección Departamental, sustituir a la Sra. Directora en su ausencia, llevar la función disciplinaria de la Institución, como Docente y responsable del área de informática: dar seguimiento a los dominios y competencias de los niños, crear programas con pertinencia y significado de acuerdo a las necesidades de los niños y apoyar a los Docentes en el área metodológica y didáctica.

2. ¿Cuántos alumnos asisten en total a la escuela?

177 alumnos

3. ¿Cuántos grados o secciones existen?

10 secciones

4. ¿Cuántos alumnos hay por cada grado?

Grado	Número de niños	Número de niñas	Total
Ciclo I - A	13	5	18
Ciclo I - B	10	4	14
Ciclo II - A	7	5	12
Ciclo II - B	8	5	13
Ciclo III - A	13	8	21
Ciclo III - B	14	8	22
Parvularia pura - A	9	5	14
Parvularia pura - B	7	5	12
Formación Laboral - A	10	16	26
Formación Laboral - B	11	14	25

5. ¿Cuántos estudiantes hay por las patologías de Síndrome Down y Síndrome de Autismo?

Patología	Número de niños	Número de niñas	Total
Síndrome Down	6	2	8
Síndrome de Autismo	8	2	10

6. ¿Con cuántos docentes cuenta la institución?

15 Docentes

7. ¿Cuál es la hora de entrada?

7:00 AM

¿Cuál es la hora de salida?

12:00 M

8. ¿Cuánto tiempo dura una hora clase?

40 minutos

9. ¿Cuenta la escuela con un centro de cómputo?

Si

10. ¿Qué cantidad de computadoras posee el centro de cómputo?

11

11. Marque con una X, Si cuenta con alguno de los siguientes equipos

EQUIPO	SI	NO
Impresora	X	
Cañón o proyector	X	
Cámara web		X

12. ¿Con que frecuencia los alumnos reciben clases de informática?

Dos veces por semana.

13. ¿Considera importante impartir la materia de informática a los alumnos?

Sí, porque es una herramienta útil en el tratamiento pedagógico de los niños y es parte de inclusión.

14. ¿Conoce alguna aplicación de informática que ayude a los niños, específicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la educación especial?

Si, Programas de estimulación sensorceptiva.

15. ¿Qué actividades realizan los niños en el centro de cómputo?

Manejo y familiarización de la tecnología, uso adecuado de la máquina y resolución de ejercicios que presentan los programas.

16. ¿Ha escuchado hablar del término de Realidad Aumentada?

No.

17. ¿Le gustaría contar con una aplicación de informática que ayudara en el proceso de enseñanza-aprendizaje a los niños de la escuela?

Sí.

Se pudo confirmar a través del cuestionario que la institución cuenta con un centro de cómputo en el cual la aplicación desarrollada con la tecnología de Realidad Aumentada fue implementada, se apreció también que son muchos los alumnos que asisten al centro educativo, pero en la muestra de la investigación se establece que solamente la utilizarían los niños que padecen las patologías de Síndrome Down y Síndrome de Autismo.

Con la información obtenida se estaría confirmando también que los docentes que utilicen la guía de marcas como apoyo para dar sus clases pueden fácilmente usar una o

más áreas en que está dividido el software, ya que una hora clase dura 40 minutos y serán estos con su experiencia y forma pedagógica de dar sus clases quienes decidirán como usar el programa en ese tiempo o si utilizan un tiempo mayor.

El horario del centro educativo es de siete de la mañana a doce del mediodía, los alumnos reciben 2 veces a la semana clases de informática con lo que fácilmente pueden hacer uso del recurso, también un hecho que hay que resaltar es que no cuentan con cámaras web para hacer uso de la técnica, por lo cual se les va a proveer dos de éstas.

Cuentan con un proyector, propiedad de la Institución por lo que podrán trabajar de manera grupal con los niños de una sección completa por ejemplo, pero sino fácilmente se trabajaría de manera individual en el centro de cómputo.

El subdirector de la institución desconocía totalmente lo que es la Realidad Aumentada, aunque él como responsable del área de informática, está totalmente de acuerdo con el uso de ésta, ya que es una herramienta útil en el tratamiento pedagógico y es parte de la inclusión según su respuesta en la pregunta 13.

Son once computadoras con las que cuenta la escuela y realizan actividades con el manejo y familiarización de la tecnología, el uso adecuado de la máquina y resolución de ejercicios que presentan los programas.

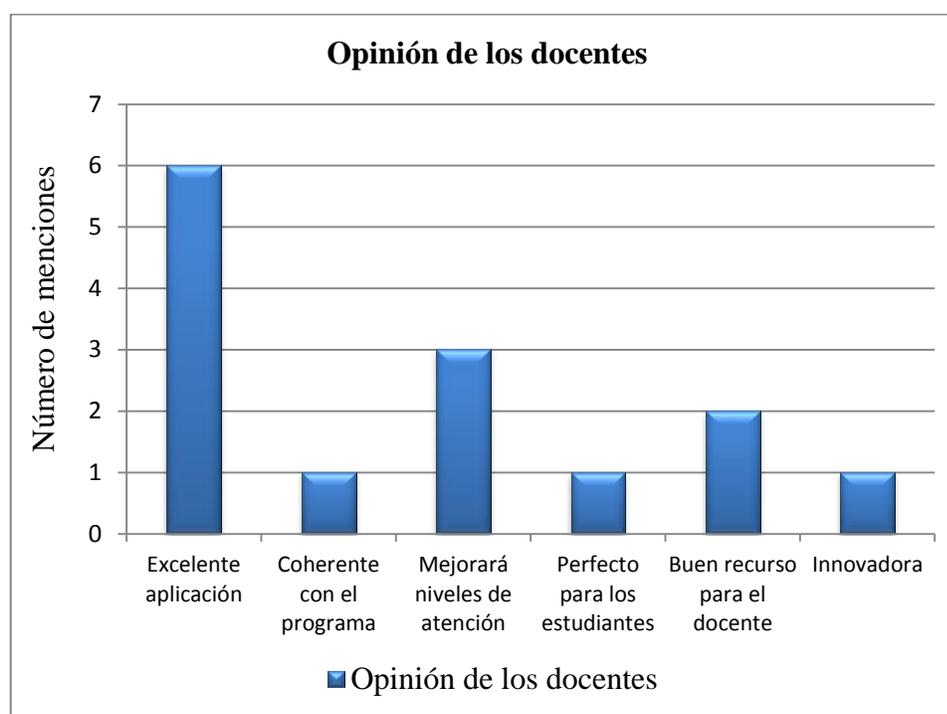
El cuestionario en mención da definitivamente el resultado de que la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz esta apta y cuenta con todos los recursos para llevar a cabo de manera eficaz la implementación de la tecnología de Realidad Aumentada.

6.2 Resultados del instrumento de validación

En la prueba y depuración del software, al momento de realizar la demostración a los docentes de la Institución se procedió a realizarles un instrumento de validación (ver Anexo 5) el cual contenía 6 preguntas que responderían acerca de la aplicación mostrada. Al momento de la presentación solamente estaban 9 docentes y la directora de la Institución, los resultados son los siguientes:

Pregunta 1

¿Qué opinión le merece la aplicación que se le ha presentado?



Entre las cualidades que mencionaron los docentes en sus opiniones están: una aplicación innovadora, un buen recurso para el docente, coherente con el programa pedagógico, perfecto para la población estudiantil, mejorará la atención del estudiante y la que más se mencionó como se aprecia en la gráfica específicamente en seis ocasiones fue que es una excelente aplicación.

Pregunta 2

¿Considera que puede ser de utilidad en Educación Especial, específicamente con el Síndrome Down y Síndrome de Autismo?

Las respuestas en esta interrogante con un total del 100% fue que si puede ser de mucha utilidad para la educación especial la aplicación desarrollada de Realidad Aumentada, seis de las respuestas también detallan que no solamente se podría utilizar para jóvenes que padecen el Síndrome Down y el Síndrome de Autismo, sino que para todos u otros niños con otras patologías.

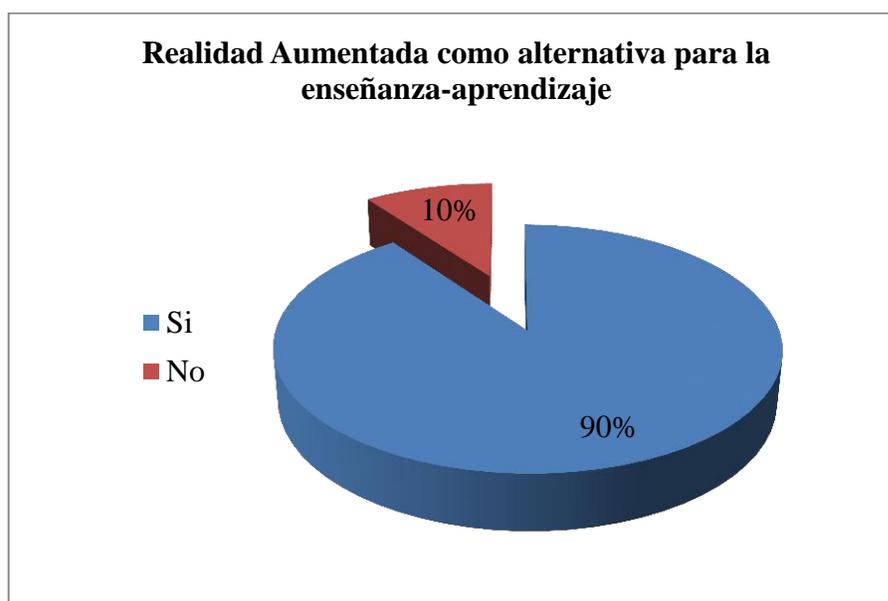
Pregunta 3

¿Cree que se puede mejorar los niveles de aprendizaje de los alumnos, en las áreas tratadas, con el uso de la aplicación?

Al igual que en la pregunta anterior, se obtuvo un 100% en las respuestas ya que todos los docentes creen que si se pueden mejorar los niveles de aprendizaje de los alumnos, además de eso afirmaron que mejoraría el aprendizaje por ser novedoso para lo visual, de la misma manera opinan que será un buen estímulo y ayudaría también al tiempo de atención.

Pregunta 4

¿Consideraría la Realidad Aumentada como una alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Educación Especial? (SI o NO) ¿Por qué?



Un dato a recalcar es que solamente el 10% de los profesores que contestaron el instrumento de validación respondieron de que no y según detallan es porque hace falta tratar otros aspectos de maduración, esa misma persona detallo también que si es eficaz la aplicación para aumentar el período de atención.

El otro 90% contestaron de que si, como se puede observar en la gráfica y sus respuestas son diversas por ejemplo que están de acuerdo con el uso de la tecnología como recurso para el docente y que se puede usar para todas las patologías ya que al ser nuevo, atractivo e interactivo será un buen estímulo para los estudiantes.

Un docente afirmo que por ser tridimensional es más acorde a nuestra realidad y otro agrego que debido a las figuras y colores utilizados los niños prestaran más atención.

Pregunta 5

¿En qué otras áreas o técnicas de Educación Especial consideran que puede ser utilizar la Realidad Aumentada?

Los docentes opinaron lo siguiente: Terapia de lenguaje para mejorar vocabulario, lecto-escritura, conocimiento del cuerpo humano, un docente afirmo que en todas por la gran atención que prestarían los niños, otro también detalló que en todas las áreas posibles como apoyo curricular, memoria y atención, área socio afectiva y percepción visual.

Pregunta 6

Recomendaciones u observaciones de la aplicación mostrada.

En la última pregunta del instrumento de validación se trató de obtener ideas de los docentes para en un momento dado realizar recomendaciones a las autoridades de la Universidad, para dar continuidad a la tecnología de Realidad Aumentada y a la aplicación desarrollada.

Entre las respuestas que éstos dieron se encuentran ampliar a más áreas, dar continuidad al proceso de lecto-escritura, es decir, trabajar con sílabas y oraciones, operaciones matemáticas (suma y resta), además sugieren agregar texto en el área de cantidad eso quiere decir, que se muestre el número y como se escribe, agregar más imágenes, colores y utilizar imágenes aumentadas infantiles.

El instrumento de validación dio como resultado una valiosa información por parte de los docentes de la Institución, puesto que, con la experiencia pedagógica que ellos manejan con los niños con discapacidades que asisten a la escuela, pueden realizar opiniones oportunas de la aplicación de Realidad Aumentada que se les presento, según el criterio de ellos, la técnica es totalmente aplicable a la educación especial

Al tener una respuesta tan positiva y la disposición de los mismos de poner en práctica el software desarrollado, no cabe duda que será totalmente funcional y ayudara a los alumnos a mejorar su desarrollo estudiantil.

Además los educadores ven muy necesario el uso de la tecnología como un recurso que los jóvenes aceptan muy fácilmente, gracias a la interactividad con que se realizó la aplicación y que se trabajó en áreas específicas para la educación especial los docentes validaron en su totalidad el uso de la Realidad Aumentada.

6.3 Resultados de la observación

La observación fue realizada en dos momentos, una previa para conocer el comportamiento de los estudiantes y la otra para analizar el cambio de conducta durante la ejecución de la aplicación de Realidad Aumentada y así comprobar qué resultados se obtuvieron con los jóvenes involucrados en el proceso de investigación.

6.3.1 Observación realizada en el proceso de recabar información para el desarrollo de la aplicación

Con el fin de conocer aspectos relacionados al comportamiento, atención y captación de la información que el docente busca transmitir en el desarrollo de la clase se desarrolló una primera observación y los aspectos percibidos se detallan a continuación.

Fecha	Viernes 6 de abril de 2012.
Hora	8:00 AM.
Lugar	Aula de informática.

Investigación	La tecnología de Realidad Aumentada para la educación especial aplicada a la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana
Otros datos	Se realizó la observación en una clase de informática, los jóvenes estaban utilizando programas especiales ya instalados en las computadoras.

Información obtenida.

- Los alumnos presentan falta de concentración en las actividades que realizaban.
- A algunos se les dificulta utilizar el mouse para dar clic cuando así se les pedía.
- Reflejan falta de voluntad para seguir indicaciones del docente.
- Hay jóvenes que presentan conductas agresivas.
- Se salen del aula de clase sin una justificación.
- Se les llama la atención constantemente debido a que eligen sus propias actividades.
- Se disgustan fácilmente al no entender las indicaciones del docente.
- Un joven muestra habilidades informáticas, incluso pone un disco compacto de música y reproduce las canciones en la computadora sin ninguna dificultad.
- Hay un alumno que quita de la computadora a otro niño sin causa alguna y utiliza la computadora donde el otro joven estaba.
- Otro joven no entiende qué hacer en la computadora en un ejercicio que presenta el programa que están utilizando.
- Hay una niña que maneja muy bien el software, pasa sin ningún problema los ejercicios que se le presentan en pantalla.

6.3.2 Observación realizada posterior a la implementación de la aplicación de realidad aumentada

Fecha	Martes 31 de julio de 2012.
Hora	8:00 AM.
Lugar	Aula de informática.
Investigación	La tecnología de Realidad Aumentada para la educación especial aplicada a la Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana.
Otros datos	Se realizó la observación en una clase de informática, el docente estaban utilizando la aplicación de Realidad Aumentada con los jóvenes involucrados en la investigación.

Los resultados de la observación fueron expuestos luego que se concluyeran, al Subdirector de la Institución con el fin de que si había la necesidad de corregirlo o modificarlo lo hiciera.

Información obtenida.

- El docente tiene la atención de los alumnos casi en su totalidad, se ve más animado en el desarrollo de la clase, manifiesta que le es más fácil su desarrollo.
- En los alumnos se ve una concentración mayor en las actividades que realizaban.
- Al obtener la atención de los alumnos, se puede observar como consecuencia más voluntad para seguir indicaciones del docente.
- Se puede observar menos conductas agresivas.
- Los jóvenes ya no se salen del aula de clase sin una justificación.
- Existe una mayor interacción entre el docente y los alumnos.

- En general se ve una disminución en todo lo referido a conductas agresivas e incluso no se observaron acciones violentas o desatención de indicaciones, pues los alumnos se mostraban muy interesados en la clase y en poder participar en el desarrollo de la clase.



Figura 32: Niños usando la aplicación.

Lugar: Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz, Fuente: Propia

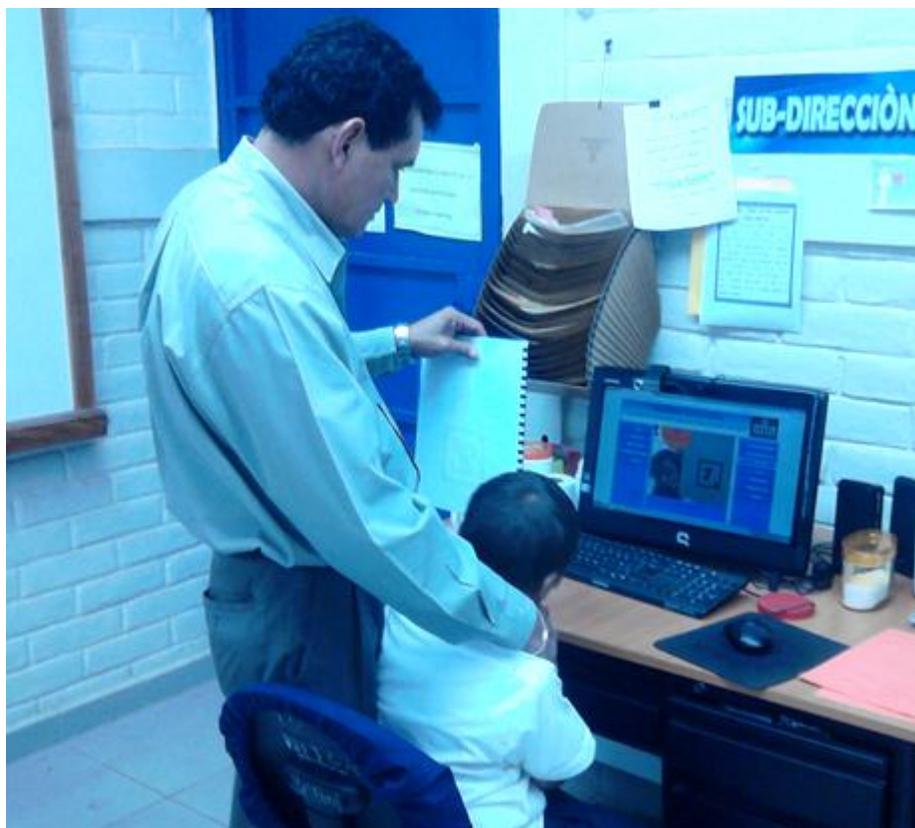


Figura 33: Niños utilizando la Realidad Aumentada.
Lugar: Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez, Fuente: Propia

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Al finalizar la investigación se puede confirmar que se cumplieron los objetivos del trabajo de investigación planteados al inicio.
- Se indagó sobre diferentes aplicaciones a las que ha sido enfocada la tecnología de la cual se puede mencionar REVIVE, software que actualmente en el país utiliza El Diario de Hoy, la que otorga un valor agregado a sus lectores haciendo que la noticia sea interactiva y más interesante, esta aplicación está desarrollada especialmente para teléfonos inteligentes y tablets, es por ello que se analizaron las diferentes librerías de ARToolKit como por ejemplo NyARToolkit el cual permite la programación en JAVA y realizar aplicaciones para el sistema operativo Android.
- Las áreas de aplicación de Realidad Aumentada enfocadas al ámbito de la educación fueron también detalladas, por ejemplo el libro llamado “Magic Book” en el que el alumno lee un libro real a través de un visualizador de mano y ve sobre las páginas reales contenidos virtuales, esto le permite al estudiante entender mejor las actividades que dicho libro presenta, de esta manera se fueron conociendo más áreas en que dicha tecnología se puede aplicar o ya se está utilizando.
- Se tomó la decisión de desarrollar una aplicación hecha con la tecnología de Realidad Aumentada, pero se tenía que realizar algo nuevo, porque lo existente no era apto para los niños con discapacidades, 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 manera interactiva las áreas, éstas fueron: correspondencia, noción de cantidad, figura fondo, noción de tamaño, discriminación de colores y noción de lateralidad.

Realizando dicho software para poder ser ejecutado en un navegador web, con una interfaz amigable y fácil de usar, el hecho de que se puede ejecutar en cualquier navegador convierte al programa en multiplataforma y portable.

- Luego de tener ya un prototipo de la aplicación se hizo una presentación a todos los docentes de la Institución y se procedió a aplicar un instrumento de validación, que contenía preguntas acerca de lo que se les mostró, las respuestas fueron totalmente positivas, existió una total aceptación de la aplicación para utilizarla en sus clases.

Como puede observarse en los datos obtenidos con el instrumento de validación, los docentes opinan que la aplicación puede ser aplicada no solo a jóvenes con Síndrome Down y Síndrome de Autismo, ellos afirman que puede ser utilizada en cualquier proceso de educación y en cualquier modalidad o sistema de educación.

Luego para llevar a cabo una correcta implementación, se entregó todo lo necesario para ejecutar de manera óptima la aplicación, se hizo la entrega de dos cámaras web y dos guías de marcas necesarias para hacer uso del software y en las pruebas se dejó instalado el software ejecutándose correctamente en dos computadoras del centro de cómputo.

- Se pudo validar completamente la aplicación mediante la observación, cuando los niños utilizaron el software en las clases y se pudo obtener la información de que la Realidad Aumentada efectivamente servirá de mucho para la educación especial.

Es necesario detallar que solamente se podía 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, requiere de un tiempo determinado, por ejemplo existen casos en donde los estudiantes se les enseña sobre lateralidad (izquierda, derecha, arriba y abajo) y después de uno o incluso dos años, a los jóvenes aún les cuesta definir los lados.

- La Realidad Aumentada sirve como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que el alumno para comprender un concepto no necesita ir a 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 necesaria del porqué de esa imagen y que tiene que ver con un determinado concepto, de no ser así pierde sentido la aplicación creada, 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 y constituye un abanico de oportunidades en las cuales se puede enfocar su uso, en educación puede llegar a ser parte importante a corto plazo.

7.2 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 a la aplicación.
- El proyecto de Realidad Aumentada 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 grandes alcances a futuro.
- La operatividad correcta de la aplicación mientras se está ejecutando depende mucho de las características de hardware de la computadora, de los requerimientos mínimos de la aplicación y 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 tiende a confundirlos con marcadores.
- Se debe considerar la iluminación del entorno para que el marcador se pueda visualizar correctamente por la cámara y así brinde los resultados rápidamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Basogain, O. E. (2010). *Realidad aumentada en la educación: una tecnología emergente*. Bilbao: España.
- Down21.org. (s.f.). *Fundación Iberoamericana Down21*. Recuperado el Mayo de 2012, de Portal de referencia para el Síndrome Down: 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.
- UNICAES. (2012). *Universidad Católica de El Salvador - Anuario académico*. Santa Ana: IMPRENTA Y OFFSET RICALDONE.
- Vivanco, M. (s.f.). *Muestreo Estadístico: Diseño y aplicaciones*.
- www.queesautismo.com. (s.f.). *Autismo*. Recuperado el Mayo de 2012, de Qué es autismo: <http://www.queesautismo.com>

ANEXOS

ANEXO 1. Glosario

3D Studio Max: es un programa de creación de gráficos y animación 3D.

Action Script 3: es el lenguaje de programación de la Plataforma Adobe Flash.

Alteración genética: es una condición patológica causada por una alteración del genoma.

Archivo tipo .DAE (Digital Asset Exchange): es el formato de archivo más utilizado para transferir datos entre distintas herramientas de creación de contenidos digitales.

Atonía muscular: Falta de tono, vigor, o debilidad en los tejidos orgánicos.

Autoestima: es un conjunto de percepciones, pensamientos, evaluaciones, sentimientos y tendencias de comportamiento dirigidas hacia nosotros mismos, hacia nuestra manera de ser y de comportarnos y hacia los rasgos de nuestro cuerpo y nuestro carácter.

Base de datos: es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

Bidimensional: si tiene dos dimensiones, por ejemplo, ancho y largo, pero no profundidad.

Educación especial: es aquella destinada a alumnos con necesidades educativas especiales debidas a superdotación intelectual o bien a discapacidades psíquicas, físicas o sensoriales.

Enseñanza aprendizaje: es un proceso que tiene como fin la formación del estudiante.

Estado del arte: es una de las primeras etapas que debe desarrollarse dentro de una investigación, puesto que su elaboración consiste en “ir tras las huellas” del tema que se pretende investigar.

Estimulación sensorial: es potenciar los distintos sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y audición.

Frames por segundo: es la medida de la frecuencia a la cual un reproductor de imágenes genera distintos fotogramas.

Holograma: es una fotografía hecha con luz láser e impresa en una placa o una película sensible que tiene la peculiaridad de producir los objetos en relieve.

Investigación exploratoria: Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

Interfaz: es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora.

Librerías: es un conjunto de subprogramas utilizados para desarrollar software.

Licencia GPL (General Public License): La Licencia Pública General es una licencia orientada principalmente a proteger la libre distribución, modificación y uso de software. Su propósito es declarar que el software cubierto por esta licencia es software libre y protegerlo de intentos de apropiación que restrinjan esas libertades a los usuarios.

Metodología: es el estudio o elección de un método pertinente para un determinado objetivo.

Motricidad fina: hace referencia a movimientos voluntarios mucho más precisos, que implican pequeños grupos de músculos y que requieren una mayor coordinación. Se refiere a las prensiones o agarres que facilita actividades de precisión.

Motricidad gruesa: es realizar movimientos drásticos e inestructurales es decir que se realiza con movimientos mediocres en sentido más primitivo del neurodesarrollo e involucra grupos musculares más grandes que implican mayor aplicación de fuerza, mayor velocidad y distancia de movimiento como por ejemplo, correr, saltar, empujar, arrojar, etc.

Navegador web: es una aplicación que opera a través de Internet, interpretando la información de archivos y sitios web para tener la capacidad de leerla.

Open Collada: significa Actividad de Diseño Colaborativo (Collaborative Design Activity) y sirve para el intercambio de formato de archivos interactivos en 3D.

PDA: es una computadora de mano originalmente diseñada como agenda electrónica el cual contiene calendario, lista de contactos, bloc de notas y recordatorios.

Realidad Aumentada: es una tecnología que mezcla la realidad y a ésta le añade lo virtual, ésto suena a Realidad Virtual pero en realidad no lo es, la diferencia es que la Realidad Virtual se aísla de lo real y es netamente virtual y la Realidad Aumentada es como el entorno real mezclado con lo virtual.

Realidad virtual: Simulación de un medio ambiente real o imaginario que se puede experimentar visualmente en tres dimensiones. La Realidad Virtual puede además proporcionar una experiencia interactiva de percepción táctil, sonora y de movimiento.

Renderizado: es un término usado en jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D.

Síndrome de Autismo: es un trastorno biológico complejo del desarrollo que en general dura toda la vida. Se caracteriza por la presencia de un desarrollo muy anormal o deficiente de la interacción y comunicación sociales.

Síndrome Down: es una situación o circunstancia que ocurre en la especie humana como consecuencia de una particular alteración genética. Esta alteración genética consiste en que las células del bebé poseen en su núcleo un cromosoma de más o cromosoma extra, es decir, 47 cromosomas en lugar de 46.

Sistema de posicionamiento Global (GPS): es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo.

Sistema operativo Android: Sistema operativo basado en Linux, está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles, es desarrollado por Google, a través de la Open Handset Alliance.

Sistema operativo Microsoft Windows: Sistema desarrollado por Microsoft, hasta finales del año de 2009 tenía el 91% de la cuota del mercado de computadoras que tenían el sistema operativo instalado.

Sistema operativo Symbian: Es un sistema operativo para terminales móviles, específicamente teléfonos Nokia.

Tridimensional: Es un objeto que tiene tres dimensiones, por ejemplo tiene anchura, longitud y profundidad.

Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU): es un coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos, ayuda al procesador central de la computadora para aligerar la carga de trabajo en aplicaciones como los videojuegos o aplicaciones 3D interactivas.

Video tracking: Es el proceso de localización de un objeto (o varios objetos) en el tiempo utilizando una cámara.

Vision tracking: es el proceso de medición en un punto de vista o el movimiento de un ojo respecto a la cabeza.

Wikipedia: Es una enciclopedia de contenido libre que permite la recopilación, el almacenamiento y la transmisión de información de forma estructurada desde su portal en internet (www.wikipedia.org).

ANEXO 2. Cronograma de actividades

NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN: Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz

REALIZAN: Eder Paolo Sierra Trujillo, Abel Antonio Flores Magaña

FACULTAD: Ingeniería y Arquitectura

SUPERVISOR DECANATO: Ing. Giovanni Acosta

GIRO DE LA INSTITUCIÓN: Educación Especial

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN: La tecnología de Realidad Aumentada para la educación especial aplicada a la Escuela Elisa Álvarez de Díaz de Santa Ana.

FECHA DE INICIO: 01/03/2012

FECHA DE FINALIZACIÓN: 31/08/2012

No	ACTIVIDADES/TIEMPO	MAR.				ABR.				MAY.				JUN.				JUL.				AGO.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Generalidades del estudio	■	■	■																					
2	Problemática	■																							
3	Justificación		■																						
4	Objetivos			■																					
5	Metodología de la investigación				■	■	■	■	■	■															
6	Población y muestra				■																				
7	Técnica e instrumentos				■	■																			
8	Procedimiento					■	■	■																	
9	Análisis estadístico o de información						■	■	■	■															
10	Marco teórico									■	■	■	■	■	■	■	■								
11	Resultados																	■	■	■					
12	Conclusiones y recomendaciones																					■	■	■	■

ANEXO 3. Carta de autorización del centro educativo

Santa Ana, Enero de 2012

Ing. Mauricio Ernesto Velásquez Soriano
Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Católica de El Salvador
(UNICAES)

Reciba un cordial y afectuoso saludo.

El motivo de la presente es para confirmarle que hemos autorizado a los alumnos EDER PAOLO SIERRA TRUJILLO con carné número 2006-ST-601 y ABEL ANTONIO FLORES MAGAÑA con carné número 2006-FM-601 ambos actualmente egresados de la carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos de la Universidad Católica de El Salvador (UNICAES), para que puedan obtener información y realizar la investigación que lleva como título: "LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL APLICADO A LA ESCUELA ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ DE SANTA ANA".

Ellos podrán tener acceso al centro de estudios, al centro de cómputo, libros utilizados para las clases de los niños y niñas de la escuela, a las clases de computación y todo lo relacionado a su investigación para que de esta forma puedan realizarla de la mejor manera, así mismo podrán poner en práctica la aplicación que van a desarrollar con la tecnología de realidad aumentada esperando que a través de dicha tecnología se pueda beneficiar a los niños y niñas con discapacidades que asisten a nuestra institución.

Agradeciendo su atención, me despido de usted deseándole éxitos en sus actividades laborales.

Atentamente.



Mona Varela de Villavicencio
Mona Varela de Villavicencio
Directora
Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz

13. ¿Considera importante impartir la materia de informática a los alumnos?

Si No

¿Por qué?

14. ¿Conoce alguna aplicación de informática que ayude a los niños, específicamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la educación especial?

Si No

Si conoce una o más, mencione el nombre de dichas aplicaciones

15. ¿Qué actividades realizan los niños en el centro de cómputo?

Leer Operar el sistema operativo

Escribir Utilizar aplicaciones especiales

Jugar

Especifique _____.

16. ¿Ha escuchado hablar del término de Realidad Aumentada?

Si No

17. ¿Le gustaría contar con una aplicación de informática que ayudara en el proceso de enseñanza-aprendizaje a los niños de la escuela?

Si No

GRACIAS

ANEXO 5. Instrumento de validación

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA ESCUELA DE EDUCACIÓN ESPECIAL “ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ”

Objetivo: Conocer la opinión de los docentes de la Escuela de Educación Especial “Elisa Álvarez de Díaz”, luego de conocer y ser presentado el proyecto.

Indicación: Conteste cada Ítem según crea conveniente.

1 -¿Qué opinión le merece la aplicación que se le ha presentado?

2-¿Considera que puede ser de utilidad en Educación Especial, específicamente con el Síndrome de Down y Autismo?

3-¿Cree que se puede mejorar los niveles de aprendizaje de los alumnos, en las áreas tratadas, con el uso de la aplicación?

4- ¿Consideraría la Realidad Aumentada como una alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Educación Especial? _____ ¿Por qué?

5- ¿En qué otras áreas o técnicas de educación Especial considera que puede ser utilizar la Realidad Aumentada?

6- Recomendaciones u observaciones de la aplicación mostrada:

GRACIAS

ANEXO 6. Guía de observación

Fecha		
Hora		
Lugar		
Investigación		
Indicadores	Si	No
Otros datos		

Información obtenida:

ANEXO 7. Creación de un marcador (marker) para FLARToolKit

Una parte importante de FLARToolKit son los markers. En general, cada aplicación de Realidad Aumentada puede reconocer los markers indicados y, para ello, necesitamos referirnos a un fichero .pat que contiene la información acerca del marker a reconocer.

Para crear un marker personalizado, aparte de los que vienen por defecto, una buena solución es utilizar el Marker Generator Online que se puede encontrar en el siguiente link <http://flash.tarotaro.org/blog/2009/07/12/mgo2/>. Esta herramienta nos permite crear ficheros .pat para incluirlos en nuestra aplicación de Realidad Aumentada. La herramienta mencionada nos permite importar ficheros de imágenes con el marker en ellas o capturar directamente los markers con nuestra cámara web. Es recomendado capturar la imagen con la cámara, puesto que el resultado será similar a lo que la cámara reconocerá en una situación real.

La resolución del marker (por defecto 16x16) se puede definir así como el porcentaje del área central donde el patrón será detectado (por defecto 50%), parámetros que deberán coincidir luego en nuestra aplicación.

Una vez que el programa ha reconocido el marker, presionando el botón “Get Pattern”, el patrón central será extraído y una imagen previa se mostrara. Si la imagen previa es correcta, usaremos el botón de “Save Current” para guardar el patrón en formato .pat.

ANEXO 8. Ejemplo de un fichero de FLARManager

```

<!-- this file specifies configurations for FLARManager. -->
<!-- to use this file to initialize FLARManager, pass its path into
FLARManager.initFromFile(). -->
<!-- note that all relative paths listed here must be relative to the .swf location; absolute
paths may also be used. -->
<flar_config>
  <!-- source settings -->
  <flarSourceSettings
    sourceWidth="320"
    sourceHeight="240"
    displayWidth="640"
    displayHeight="480"
    framerate="30"
    downsampleRatio="1" />
  <!-- miscellaneous FLARManager settings -->
  <flarManagerSettings
    mirrorDisplay="false"
    smoothing="3">
    <smoother className="FLARMatrixSmoother_Average" />
    <thresholdAdapter className="DrunkHistogramThresholdAdapter"
speed="0.3" />
  </flarManagerSettings>
  <!-- location of resources folder and camera parameters file, and NFT settings,
for Flare. -->
  <flareSettings
    resourcesPath="../src/models/"
    cameraParamsFile="cam.ini">
    <nftSettings
      featureSetFile="featureSet.ini"
      framerate="30"
      multiTargets="false" />
    </nftSettings>
  </flareSettings>
  <!-- location of camera parameters file, e.g. FLARCameraParams.dat or
camera_para.dat. -->
  <cameraParamsFile path="../src/models/FLARCameraParams.dat" />
  <!-- list of file paths of patterns for FLARToolkit to detect. -->
  <!-- @resolution specifies the resolution at which the patterns were generated. --
>
  <patterns resolution="64" patternToBorderRatio="50" minConfidence="0.5">
  <pattern path="marcadores/markerA.pat" />
  <pattern path="marcadores/markerB.pat" />
  <pattern path="marcadores/markerC.pat" />
  </patterns>
</flar_config>

```

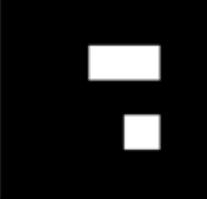
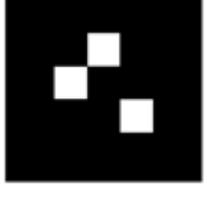
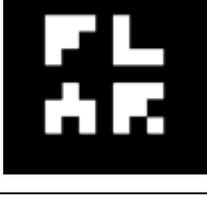
ANEXO 9. Marcadores para el área de correspondencia

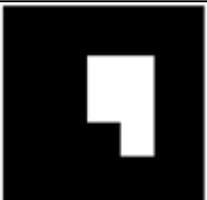
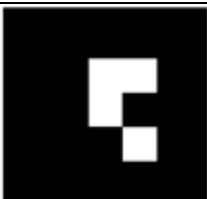
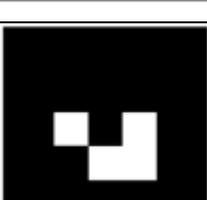
LETRA	MARCADOR	LETRA	MARCADOR	LETRA	MARCADOR
A	A	J	K	R	R
B	B	K	J	S	S
C	C	L	L	T	T
D	D	M	M	U	U
E	E	N	N	V	V
F	F	Ñ	Ñ	W	W
G	G	O	O	X	X
H	H	P	P	Y	Y
I	I	Q	Q	Z	Z

ANEXO 10. Marcadores para el área de noción de cantidad

Número	Marcador	Número	Marcador
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5			

ANEXO 11. Marcadores para el área discriminación de colores

Marcador	Descripción
	Animación asociada: 3 enfermeras en color amarillo, morado y blanco
	Animación asociada: 4 paletas en color rojo, morado, naranja amarillo.
	Animación asociada: 4 mesas en color rojo, verde, café, azul.
	Animación asociada: 2 manzanas en color rojo y verde.
	Animación asociada: 2 osos en color café y morado.
	Animación asociada: 3 abejas en color morado, verde, naranja.

	<p>Animación asociada: 4 focos en color azul, naranja, amarillo, verde.</p>
	<p>Animación asociada: 4 sillas de color celeste, verde, rojo, morado.</p>
	<p>Animación asociada: un cubo que contiene muchas cajas de colores con las cuales se puede trabajar, pero en especial se puede trabajar con las 3 cajas que son de tamaño mayor las cuales son de color rojo, negro, morado.</p>
	<p>Animación asociada: 4 llaves de color blanco, verde, amarillo, café.</p>
	<p>Animación asociada: 4 estrellas de color rojo, amarillo, verde, azul.</p>
	<p>Animación asociada: tiene asociado un arcoíris, se puede pedir a los alumnos que digan los colores con los que está formado.</p>

ANEXO 12. Marcadores para el área de figura fondo

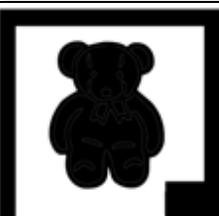
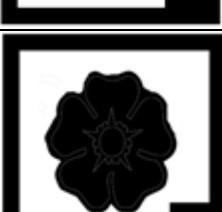
Marcador	Descripción
	<p>Animación asociada: Pollito dentro de una jaula (el marcador tiene la figura de un perro).</p>
	<p>Animación asociada: Avión dentro de una jaula (el marcador tiene la figura de una casa).</p>
	<p>Animación asociada: Lápiz dentro de una jaula (el marcador tiene la figura de una guitarra).</p>
	<p>Imagen del marcador: Balón de fútbol.</p>
	<p>Imagen del marcador: Oso.</p>
	<p>Imagen del marcador: Pedazo de queso.</p>

	Imagen del marcador: Tortuga.
	Imagen del marcador: Avión.
	Imagen del marcador: Taza.
	Imagen del marcador: Manzana.
	Imagen del marcador: Gallina.
	Imagen del marcador: Estrella.
	Imagen del marcador: Flor.

ANEXO 13. Carta de finalización del centro educativo

Santa Ana, Agosto de 2012

Ing. Mauricio Ernesto Velásquez Soriano
Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Católica de El Salvador
(UNICAES)

Reciba un cordial saludo.

El motivo de la presente es para confirmarle que los alumnos EDER PAOLO SIERRA TRUJILLO con carné número 2006-ST-601 y ABEL ANTONIO FLORES MAGAÑA con carné número 2006-FM-601 ambos actualmente egresados de la carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos de la Universidad Católica de El Salvador (UNICAES), han terminado satisfactoriamente la investigación "LA TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA PARA LA EDUCACIÓN ESPECIAL APLICADO A LA ESCUELA ELISA ÁLVAREZ DE DÍAZ".

Ellos han instalado en los equipos de cómputo de la escuela la aplicación desarrollada con la tecnología de la Realidad Aumentada, quedando ésta efectivamente en funcionamiento, además de ello entregaron dos discos compactos con el instalador de la aplicación, dos cámaras web y dos guías de marcas necesarias para que los docentes puedan hacer uso del software.

Deseando éxitos en sus actividades laborales y agradeciendo su atención, me despido de usted.

Atentamente.



Lorena Varela de Villavicencio
Lorena Varela de Villavicencio
Directora
Escuela de Educación Especial Elisa Álvarez de Díaz