



TESINA DE LICENCIATURA

Título: Realidad Aumentada en la Enseñanza de Conceptos Básicos de Programación

Autores: Natalí Angélica Salazar Mesía

Director: Esp. Gladys Mabel Gorga

Codirector: Dra. Cecilia Verónica Sanz

Carrera: Licenciatura en Sistemas

Resumen

La enseñanza en el ámbito universitario ha ido evolucionando con la incorporación de diversas tecnologías. A través de las herramientas informáticas tanto los docentes como los alumnos pueden desarrollar una mayor vinculación para favorecer los procesos de enseñar y aprender.

En la presente tesina, se ha desarrollado un material educativo con la utilización de Realidad Aumentada para el desarrollo de una serie de actividades con diferentes intenciones didácticas. Se realizó una revisión bibliográfica de RA, su historia y aplicación en diferentes ámbitos, con un análisis de los antecedentes en los procesos educativos, haciendo foco en aquellos que se utilizaron para la enseñanza de programación. También se relevaron diferentes aplicaciones de RA para determinar su uso en el desarrollo de las actividades.

El material educativo desarrollado es un sitio web llamado "Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada". Con este material se desarrolló una experiencia con los docentes de las cátedras de primer año vinculadas a la enseñanza de programación, que realizaron todas las actividades de RA propuestas y permitieron evaluar el material educativo desarrollado para esta tesina. También, se realizó una primera evaluación con dos alumnos de primer año. Se presentan los resultados y las conclusiones del trabajo.

Palabras Claves

Realidad Aumentada, Enseñanza de programación, Reconocimiento facial, Experiencias con docentes, Material educativo digital.

Conclusiones

Las actividades de Realidad Aumentada resultan atractivas y novedosas tanto para los docentes como para los alumnos y generan motivación para abordar los temas presentados en el material educativo desarrollado.

También han sido consideradas de interés para complementar las estrategias de enseñanza actuales y para que los alumnos puedan explorar y experimentar de manera individual el comportamiento de las estructuras de control abordadas.

Trabajos Realizados

- ❖ Revisión bibliográfica sobre el paradigma de Realidad Aumentada (RA) y sus antecedentes en el área educativa.
- ❖ Recopilación de aplicaciones de RA para el escenario educativo.
- ❖ Análisis de las necesidades educativas que justifica el desarrollo del material educativo desarrollado.
- ❖ Diseño e implementación de actividades de RA y desarrollo del material educativo "Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada".
- ❖ Desarrollo de experiencias con docentes de cátedras de primer año y análisis de los resultados.

Trabajos Futuros

- ❖ Realizar la experiencia con un grupo de alumnos más numeroso.
- ❖ Extender el desarrollo de las actividades a otros conceptos que se ven en las materias de los primeros años.
- ❖ Diseñar plantillas con el fin de que los docentes puedan configurar y diseñar sus propias actividades basadas en RA para la enseñanza de Informática, esto se vincula con una tesis de maestría ya en desarrollo y que forma parte de una de las líneas de I+D del III LIDI.



Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Informática

Tesina de Licenciatura en Sistemas

Realidad Aumentada en la Enseñanza de Conceptos Básicos de Programación

Autora:

Natalí Angélica Salazar Mesía

Directora:

Esp. Gladys Mabel Gorga

Codirectora:

Dra. Cecilia Verónica Sanz

Marzo de 2015

Agradecimientos

A toda mi familia, en especial a mis padres por brindarme todo su amor y contención a lo largo de mi vida.

A mis hermanos José y Daniel por estar siempre presentes, y en especial a Karina por ayudarme y acompañarme en todo momento.

A Sebastián por su comprensión, amor y apoyo incondicional.

A mis directoras, Gladys Gorga y Cecilia Sanz por acompañarme, guiarme y ayudarme en cada paso.

A los miembros del III – LIDI por su colaboración, y al Instituto por facilitarme un espacio para realizar la tesina.

A los docentes y alumnos que colaboraron en las experiencias realizadas y permitieron evaluar este trabajo.

A mis amigos más cercanos por el cariño, apoyo y aliento brindado en todo momento.

Índice General

Índice de Figuras	5
Índice de Tablas	9
Capítulo 1: Introducción. Objetivos y motivación	11
1. Introducción	11
2. Objetivos.....	11
2.1. Objetivo General.....	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. Motivación.....	12
4. . Desarrollo propuesto.....	14
5. Estructura del trabajo.....	14
Capítulo 2: Introducción a la Realidad Aumentada	18
1. Introducción	18
2. Conceptualización de la Realidad aumentada	18
3. Reseña histórica	19
4. Técnicas de interacción para sistemas de Realidad Aumentada.....	23
4.1. Interacción con Marcadores.....	23
4.2. Interacción con Movimientos corporales.....	25
4.3. Interacción con dispositivos de bajo costo.....	27
4.4. Interacción con dispositivos multimodales	28
5. Análisis de Sistemas de Realidad Aumentada.....	28
6. Aplicaciones de Realidad Aumentada.....	32
6.1. BuildAR.....	32
6.2. Augmented	33

6.3. Metaio Creator	35
7. Consideraciones para un sistema RA	37
7.1. Hardware	37
7.2. Software	39

Capítulo 3: Antecedentes de Realidad Aumentada en procesos educativos..... 42

1. Introducción	42
2. Recopilación de experiencias de uso de RA en procesos educativos.....	42
2.1. Experiencias aplicadas en el campo educativo.....	44
3. Aplicaciones RA para la enseñanza de programación.....	48
3.1. Scratch.....	49
3.1.1 Origen de Scratch	50
3.1.2 Características de Scratch	51
3.1.3 Características del diseño de Scratch.....	51
3.1.4 Entorno de programación	52
3.1.5 AR SPOT: Scratch + Realidad Aumentada	55

Capítulo 4: Presentación de una propuesta para la enseñanza de programación utilizando RA 60

1. Introducción	60
2. Planteo de la necesidad educativa que se vincula con esta tesina.....	60
3. Aporte propuesto para la tesina: desarrollo de un sitio web que presente actividades de RA.....	62
4. Tipos de Actividades desarrolladas.....	63
4.1. Actividades exploratorias.....	64
4.2. Actividades de Repaso	65
4.3. Actividades de Integración.....	66

5. Alcance de las actividades	66
-------------------------------------	----

Capítulo 5: Herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo propuesto..... 70

1. Introducción	70
2. Análisis de diversas tecnologías disponibles	70
2.1. Metaio Creator	70
2.2. Beyond Reality Face	71
3. Herramientas utilizadas	73
3.1. Flash Builder	73
4. Librerías utilizadas	74
4.1. FLARManager.....	74
4.2. PaperVision3D.....	76
4.3. Face Tracking.....	77

Capítulo 6: Diseño e implementación del material educativo y las actividades de RA..... 80

1. Introducción	80
2. Implementación del material educativo.....	80
3. Descripción del material educativo.....	81
3.1. Inicio	82
3.2. Conceptos Teóricos.....	82
2.3. Actividades de RA	88
2.4. Marcadores	102
2.5. Tutoriales	105
2.6. Encuestas.....	105
2.7. Acerca De	106
2.8. Mapa de Sitio.....	106

4. Actividades de RA.....	107
4.1.Diseño de las Actividades	107
4.2.Descripción de las actividades.....	107
Capítulo 7: Desarrollo de una experiencia de uso del aporte de la tesina	126
1. Introducción	126
2. Criterios de evaluación.....	126
3. Sesiones experimentales realizadas	127
4. Resultados obtenidos en las encuestas a docentes	135
Capítulo 8: Conclusiones y trabajos futuros.....	144
1. Introducción	144
2. Resultados principales y Conclusiones de la tesina.....	144
3. Líneas de trabajo futuro	145
Bibliografía.....	147

Índice de Figuras

Capítulo 2: Introducción a la Realidad Aumentada

FIGURA 2. 1 : DEFINICIÓN DE RA DE PAUL MILGRAM Y FUMIO KISHINO	18
FIGURA 2.2: HDM – DISPLAY DE CABEZA	20
FIGURA 2.3: LOGO OFICIAL DE REALIDAD AUMENTADA	22
FIGURA 2. 4: GAFAS DE GOOGLE GLASS.....	22
FIGURA 2.5: MAGIC STORY CUBE: EJEMPLO DE USO DE CUBOS.	25
FIGURA 2.6: EJEMPLO DE INTERACCIÓN UTILIZANDO LA MANO	26
FIGURA 2.7: PROCESO DE REALIDAD AUMENTADA	28
FIGURA 2.8: DISPOSITIVOS VIDEO – THROUGH.....	29
FIGURA 2.9: DISPOSITIVOS SEE – THROUGH.....	29
FIGURA 2.10: VISUAL – RECONOCIMIENTO CON MARCADOR	30
FIGURA 2.11: GEO POSICIONAMIENTO – USO DEL GPS	31
FIGURA 2. 12: EJEMPLO DE USO DE LA APLICACIÓN BUILDAR	33
FIGURA 2.13: INTERFAZ DE LA PANTALLA PRINCIPAL DE AUGMENTED MANAGER.	34
FIGURA 2.14: EJEMPLO DE USO DE LA HERRAMIENTA METAIO CREATOR.....	36
FIGURA 2.15: SEGUIMIENTO DE LA CABEZA CON LA HERRAMIENTA METAIO CREATOR.....	37
FIGURA 2.16: DISPOSITIVOS PARA RA.....	38

Capítulo 3: Antecedentes de Realidad Aumentada en procesos educativos

FIGURA 3.1: EJEMPLO DE LA UTILIZACIÓN DE MAGIC BOOK – HITLAB NZ	43
FIGURA 3.2: UTILIZACIÓN DE SMART EN LA CLASE	47
FIGURA 3.3: SITIO WEB DE SCRATCH	50

FIGURA 3.4: ESCRITORIO DE SCRATCH ACCESIBLE DESDE LA WEB	52
FIGURA 3.5: PALETAS DE BLOQUES.....	53
FIGURA 3.6: ÁREA DE SCRIPT PARA OBJETO SPRITE	54
FIGURA 3.7: ÁREA DE SCRIPT PARA OBJETO ESCENARIO.....	54
FIGURA 3.8: DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO.....	54
FIGURA 3.9: AMBIENTE AR SPOT	55
FIGURA 3.10: MARCADORES SPOT AR: CARTAS Y FICHAS	56
FIGURA 3.11: REPRESENTACIÓN DE ACTORES EN EL ESCENARIO.....	57
FIGURA 3.12: CAMBIO EN LOS BLOQUES DE PROGRAMACIÓN	57
CAPÍTULO 4: Presentación de una Propuesta para la Enseñanza de Programación utilizando RA	
FIGURA 4.1: ETAPAS DE LAS ACTIVIDADES.	64
Capítulo 5: Herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo propuesto	
FIGURA 5.1: SITIO WEB DE BEYOND REALITY FACE.	72
FIGURA 5.2: ENTORNO FLASH BUILDER 4.7 PREMIUM	74
FIGURA 5.3: MARCADORES UTILIZADOS EN LAS ACTIVIDADES DE RA	75
Capítulo 6: Diseño e implementación del sitio web y las actividades de RA	
FIGURA 6.1: PÁGINA DE INICIO DEL SITIO WEB.....	81
FIGURA 6.2: MENÚ PRINCIPAL DEL SITIO WEB	81
FIGURA 6.3: MENÚ PRINCIPAL DEL SITIO WEB	82
FIGURA 6.4: CONCEPTOS TEÓRICOS.....	83

FIGURA 6. 5: ESTRUCTURA DE CONTROL DECISIÓN.....	83
FIGURA 6.6: ESTRUCTURA DE CONTROL IF – ELSE.....	84
FIGURA 6.7: ESTRUCTURA DE CONTROL ITERACIÓN	85
FIGURA 6.8: ESTRUCTURA DE CONTROL WHILE	86
FIGURA 6.9: ESTRUCTURA DE CONTROL REPEAT – UNTIL.....	86
FIGURA 6. 10: ESTRUCTURA DE CONTROL REPETICIÓN	87
FIGURA 6.11: ESTRUCTURA DE CONTROL FOR.....	88
FIGURA 6.12: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA IF	89
FIGURA 6.13: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA IF	90
FIGURA 6.14: REPRODUCTOR FLASH QUE SE ENCUENTRA EN TODAS LAS ACTIVIDADES	90
FIGURA 6.15: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA WHILE	91
FIGURA 6.16: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA WHILE	91
FIGURA 6.17: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA REPEAT	92
FIGURA 6.18: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA REPEAT	92
FIGURA 6. 19: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR.....	93
FIGURA 6. 20: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR.....	93
FIGURA 6. 21: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE	94
FIGURA 6. 22: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE	94
FIGURA 6.23: CÓDIGO Y CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO WHILE VS REPEAT	95
FIGURA 6.24: CÓDIGO Y CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO WHILE VS REPEAT	95
FIGURA 6.25: CONSIGNA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO FOR VS WHILE	96
FIGURA 6.26: CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD DE REPASO FOR VS WHILE	96

FIGURA 6.27: PREGUNTAS DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN	97
FIGURA 6.28: ETAPA 1 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN	98
FIGURA 6.29: ETAPA 2 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN	99
FIGURA 6.30: ETAPA 1 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN	100
FIGURA 6.31: DISTANCIA ENTRE LA CÁMARA Y LA PERSONA.....	101
FIGURA 6.32: MAPA DE SITIO.....	106
FIGURA 6.33: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA IF.....	108
FIGURA 6.34: CASO 1 – PRUEBA CON MARCADOR C1	108
FIGURA 6.35: CASO 2 – PRUEBA CON MARCADOR C2	108
FIGURA 6.36: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA WHILE.....	109
FIGURA 6.37: PRUEBA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA WHILE	110
FIGURA 6.38: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA REPEAT.....	110
FIGURA 6.39: PRUEBA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA REPEAT	111
FIGURA 6.40: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR	112
FIGURA 6.41: CASO 1 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR CON MARCADOR NRO1	112
FIGURA 6.42: CASO 2 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR CON MARCADOR NRO3	112
FIGURA 6.43: CASO 3 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD EXPLORATORIA FOR CON MARCADOR NRO10	113
FIGURA 6.44: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE.....	114
FIGURA 6.45: CASO 1 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL WHILE	114
FIGURA 6.46: CASO 2 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL IF	115
FIGURA 6.47: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD DE REPASO IF VS WHILE.....	116

FIGURA 6.48: CASO 1 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO WHILE VS REPEAT CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL WHILE.	116
FIGURA 6.49: CASO 2 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO WHILE VS REPEAT CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL REPEAT.	117
FIGURA 6.50: EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA ACTIVIDAD DE REPASO FOR VS WHILE	117
FIGURA 6.51: CASO 1 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO FOR VS WHILE CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL WHILE	118
FIGURA 6.52: CASO 2 – PRUEBA DE LA ACTIVIDAD DE REPASO FOR VS WHILE CON LA ELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL FOR.....	119
FIGURA 6.53: CASO 1 – PREGUNTAS DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	120
FIGURA 6.54: CASO 1 – ETAPA 1 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	120
FIGURA 6.55: CASO 1 – ETAPA 2 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	121
FIGURA 6.56: CASO 1 – ETAPA 3 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	122
FIGURA 6.57: CASO 2 – PREGUNTAS DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	122
FIGURA 6.58: CASO 2 – ETAPA 1 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	123
FIGURA 6.59: CASO 2 – ETAPA 2 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	123
FIGURA 6.60: CASO 3 – ETAPA 3 DE LA ACTIVIDAD DE INTEGRACIÓN1	124

Índice de Tablas

TABLA 2.1: FUNCIONALIDADES Y REQUERIMIENTOS DE HARDWARE	39
TABLA 2.2: FUNCIONALIDADES Y REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	40



1

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN

Capítulo 1: Introducción. Objetivos y motivación

1. Introducción

En este capítulo se proporcionará una breve introducción sobre los temas que se abordarán en esta tesina, comenzando por los objetivos y la motivación que generó la vinculación con esta temática, y concluyendo con un repaso sobre la estructura de la tesina.

Se trata de una propuesta de investigación aplicada, donde se estudian las posibilidades de la Realidad Aumentada (RA) para el escenario educativo, y luego de la revisión teórica, se desarrollan una serie de actividades basadas en RA para la enseñanza de los conceptos básicos de programación.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

El objetivo general de esta tesina es la investigación sobre el paradigma de Realidad Aumentada (RA) para reforzar los procesos educativos vinculados a la enseñanza de los conceptos básicos de la Programación en el nivel de grado.

2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos se mencionan a continuación:

- ❖ Estudiar los aspectos principales vinculados al paradigma de RA.
- ❖ Indagar sobre antecedentes de utilización de RA en procesos educativos, en particular, se focalizará en la enseñanza de Programación.
- ❖ Desarrollar un caso de estudio en las asignaturas Algoritmos, Datos y Programas y Programación 1 de las carreras de la Facultad de Informática de la UNLP. En este marco se propone:
 - Desarrollar actividades educativas para la enseñanza de los conceptos básicos de Programación basadas en el paradigma de RA.
 - Realizar pruebas de utilización de estas actividades por parte de docentes de las cátedras Algoritmos, Datos y Programas y Programación I.

- Evaluar las posibilidades y limitaciones en base a las pruebas realizadas con los docentes.

3. Motivación

La enseñanza en el ámbito universitario ha ido evolucionando con la incorporación de diversas tecnologías. A través de las herramientas informáticas tanto los docentes como los alumnos pueden desarrollar una mayor vinculación para favorecer los procesos de enseñar y aprender.

La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado, con información adicional generada por el ordenador. Posibilita el desarrollo de aplicaciones interactivas que combinan la realidad con información sintética - tal como imágenes 3D, sonidos, videos, textos, sensaciones táctiles – en tiempo real, y de acuerdo al punto de vista del usuario.

La información virtual, tiene que estar vinculada especialmente al mundo real, es decir, un objeto virtual, siempre debe aparecer en cierta ubicación relativa al objeto real. La visualización de la escena aumentada (mundo real + sintético) debe hacerse de manera coherente (Milgram, Takemura, Utsumi y Kishino, 1994) (Azuma, 2001).

Existen tres formas de lograr la vinculación entre la escena real y la aumentada. La primera es la visual, a partir de la posición de "marcadores", que son señales visuales, detectados por una cámara en un ordenador o dispositivo móvil. Cada marcador es interpretado por el software que trae la información en respuesta a los puntos físicos de referencia. Estos puntos o marcas se utilizan para interpretar la ubicación exacta del dispositivo, y la naturaleza de los objetos en su campo de visión. La segunda forma de vinculación, se basa en técnicas de visión artificial para reconocer una escena. Tienen una mayor potencia de reconocimiento, pero se necesitan altos cálculos y memoria, con elevados tiempos de procesamiento. Su utilización está poco extendida en sistemas de RA. Finalmente la tercera, la técnica de geo-posicionamiento, es la más utilizada en dispositivos móviles. A través del GPS, se estima la posición y orientación del dispositivo. El dispositivo envía a un servidor su posición absoluta y éste devuelve la información sobre los objetos que se encuentren cerca de él. El dispositivo calcula su orientación, y escoge el objeto a aumentar, produciéndose el mezclado y la visualización.

Existen diversos proyectos que vinculan a la RA con los escenarios educativos. Se mencionan solo algunos para mostrar el interés creciente en enriquecer procesos educativos con actividades basadas en RA:

- ❖ Google Sky Map¹ es un software libre que soporta el estudio astronómico permitiendo al usuario ver información sobre las estrellas, constelaciones y planetas mientras las observa a través de un dispositivo móvil. La aplicación requiere un dispositivo con cámara web, GPS y sistema operativo Android 1.6 en adelante.
- ❖ Otro ejemplo es la aplicación DiscovAR Dunedin² app que se utiliza para mostrar todas las piezas históricas de una ciudad. La misma se utiliza en la ciudad de Nueva Zelanda, y si bien se utiliza ampliamente en turismo también tiene su impacto en el escenario educativo.
- ❖ LarnGear Technology, diseñó e implementó diferentes aplicaciones, entre las que se puede mencionar a Molecular Structure³ para la enseñanza de las moléculas mediante el uso de modelos tridimensionales, a través de los cuales los alumnos pueden interactuar utilizando marcadores impresos. También crearon Earthquake AR, que se utiliza para mostrar el movimiento de las placas tectónicas en los terremotos, y Solar System AR empleado para el estudio del sistema solar en general.

Otra forma de aplicación de la RA en el campo de la enseñanza, son los libros aumentados, donde la incorporación de esta tecnología introduce una nueva dimensión, que enriquece los contenidos de un libro de texto convencional con recursos educativos digitales. Una aplicación que representa un ejemplo de esto, es el proyecto Magic Book⁴ del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. En esta aplicación 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 selecciona un contenido con RA que le interesa puede introducirse dentro de la escena, y experimentarla en un entorno virtual inmersivo.

En todas las aplicaciones de la Realidad Aumentada se presenta al usuario una mejora de la percepción del entorno donde se encuentra. Según estudios recientes (García Cabezas,

¹ Google Sky Map (beta). <http://www.google.com/mobile/skymap>.

² DiscovAR Dunedi : <http://www.discovar.in/>

³ LarnGear Technology. <http://www.larngeartech.com>

⁴ Magic Book AR. <http://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality>

2013), se muestra que tanto los profesores como los alumnos pueden tener una mayor motivación.

Es por esto que se propone en esta tesina contribuir a la motivación de los alumnos de los primeros años de las carreras de la Facultad, en particular para la enseñanza de conceptos básicos de programación. Se busca la inclusión de materiales educativos complementarios a los actuales, de manera tal de aportar a los diferentes estilos de aprendizaje que presentan estos alumnos.

4. . Desarrollo propuesto

Se propone hacer un relevamiento y una revisión bibliográfica sobre el tema, para profundizar sobre el paradigma de interacción persona - ordenador de Realidad Aumentada: las etapas involucradas en la RA, las herramientas para la construcción de actividades basadas en RA libres y comerciales, y los antecedentes de utilización de la RA en el escenario educativo, particularmente en relación con la enseñanza de la Programación. Esto permitirá establecer las bases teóricas de las investigación, y conocer a partir de experiencias propuestas por otros autores, qué bondades ofrece la RA en el escenario educativo.

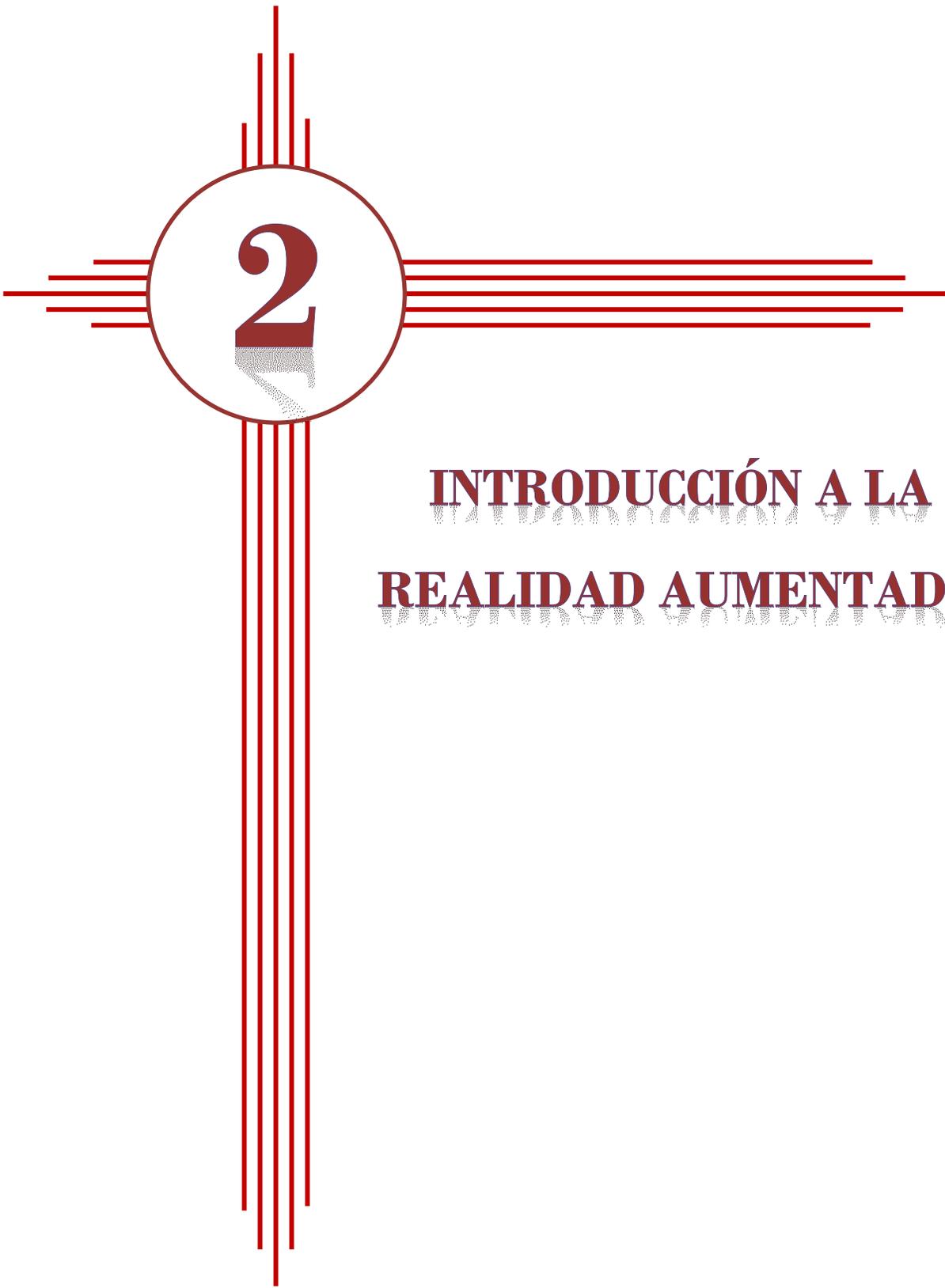
Luego, se diseñará un caso de estudio. Para ello se trabajará en forma conjunta con los directores de este trabajo que son docentes de las cátedras de Algoritmos, Datos y Programas (de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática y Analista Programador Universitario) y Programación 1 (de la carrera de Ingeniería en Computación) de la Facultad de Informática. Se relevarán necesidades específicas de las cátedras y se diseñarán actividades educativas basadas en RA, acorde a lo analizado. Se aplicará el uso de las herramientas estudiadas durante la investigación para la construcción de actividades de RA y se definirán criterios de evaluación para las experiencias a desarrollar con dichas actividades en las cátedras mencionadas.

A partir de los resultados obtenidos, se resignificarán los conceptos teóricos y antecedentes estudiados durante la primera etapa. Además, se plantearán las líneas de trabajo futuro.

5. Estructura del trabajo

La tesina se organiza de la siguiente manera:

- **Capítulo 1:** se plantea el contexto sobre el cual se desarrolla esta tesina, se describe la motivación, los objetivos propuestos y el desarrollo que se llevará a cabo.
- **Capítulo 2:** se presenta el marco teórico del trabajo. Se describen las principales características de la Realidad Aumentada y se presenta una recopilación de trabajos que utilizan el paradigma RA.
- **Capítulo 3:** se realiza una descripción del papel de RA en diversos escenarios educativos y un conjunto de herramientas y experiencias desarrolladas con tal fin.
- **Capítulo 4:** en este capítulo se presenta la necesidad educativa que da origen al aporte de esta tesina. Se describen el tipo de actividades de RA que se planifica diseñar en función de las necesidades encontradas.
- **Capítulo 5:** se describen algunos aspectos técnicos y decisiones en relación a las herramientas y recursos tecnológicos necesarios para el desarrollo de las actividades de RA propuestas en el marco de esta tesina e introducidas en el capítulo 4.
- **Capítulo 6:** en este capítulo se presenta el sitio web desarrollado que incluye las actividades basadas en RA, y da el contexto para su utilización. Se presenta su organización y los contenidos involucrados.
- **Capítulo 7:** se detalla aquí la metodología empleada para desarrollar la evaluación de las actividades de RA. Se presentan los participantes, las sesiones desarrolladas y los resultados obtenidos.
- **Capítulo 8:** en este capítulo se plantean las conclusiones del trabajo en relación a los objetivos planteados, y la experiencia realizada, y se detallan los trabajos futuros que se desprenden de este trabajo.



2

**INTRODUCCIÓN A LA
REALIDAD AUMENTADA**

Capítulo 2: Introducción a la Realidad Aumentada

1. Introducción

En este capítulo se realizará la descripción del concepto de Realidad Aumentada (RA). Sus principales características, el desarrollo que tuvo a lo largo de la historia, las diferentes técnicas de interacción utilizando Realidad Aumentada, aplicaciones sobresalientes y los distintos ámbitos en los que se aplica.

2. Conceptualización de la Realidad aumentada

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite superponer sobre un escenario real cualquier tipo de contenido digital. Básicamente consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente.

Existen dos definiciones comúnmente aceptadas de la Realidad Aumentada:

- ❖ Ronald Azuma en 1977, la define de la siguiente manera:
 - Combina elementos reales con virtuales.
 - Es interactiva en tiempo real.
 - Está registrada en 3D.
- ❖ Paul Milgram y Fumio Kishino (Milgram, Kishino, 1994) la describen como un continuo que abarca desde el entorno real a un entorno virtual puro. En medio está la Realidad Aumentada (más cerca del entorno real) y la Virtualidad Aumentada (más cerca del entorno virtual), la Figura 2.1 muestra esta definición.

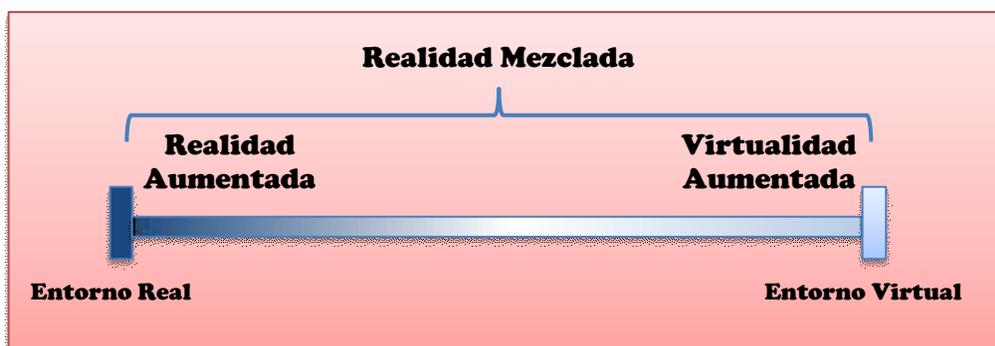


Figura 2.1: Definición de RA de Paul Milgram y Fumio Kishino

3. Reseña histórica

Si bien esta tecnología existe hace ya algunas décadas, sólo hace algunos pocos años que la Realidad Aumentada se ha vuelto accesible para las personas en general, gracias a los avances en procesamiento realizados en computadoras de escritorio, notebooks e incluso equipos móviles, al igual que en otras tecnologías. En la actualidad las aplicaciones de Realidad Aumentada están tan disponibles como cualquier otra aplicación de PC o teléfonos inteligentes (Johnson, Smith, Levine, Stone, 2010).

Los inicios de Realidad Aumentada se pueden describir desde fines de la década de los 50's y principios de los 60's cuando se comenzó a pensar en alguna clase de sistema que permitiera introducir un nuevo mundo, diferente del real. Este nuevo mundo es el que luego se denominó "Realidad Virtual".

En el año 1957 Morton Heilig⁵, un director de fotografía, crea un simulador de moto llamado "Sensorama Motion Picture" con imágenes, sonido, vibración y olfato. Años más tarde, en 1960, crea el primer dispositivo para ser montado en la cabeza de una persona con la pantalla, Telesphere Mask, que proporciona imagen estereoscópica (3D) TV, amplia visión y sonido estéreo real. En 1969, crea un Experience Theater, que es un cine con una gran pantalla semiesférica, que muestra en imágenes 3D en movimiento, con imágenes periféricas, sonido direccional, aromas, viento, en las que se pueden percibir las variaciones de temperatura y permite la inclinación del cuerpo del asiento. El público está sentado en el punto de enfoque en los asientos de la escena (Wagner, 2009).

En 1968, Iván Sutherland inventó el primer visor montado en la cabeza HDM (Head Mounted Display) que se muestra en la figura 2.2, era un dispositivo de gran tamaño y tan pesado que debía colgarse del techo para su utilización, sin embargo este invento se convierte en la primera ventana al mundo virtual. En 1975, Myron Krueger, crea 'Videoplace', un laboratorio de realidad virtual, que, por primera vez, diseña un sistema que permite a los usuarios interactuar con objetos virtuales. Jaron Lanier, informático de Nueva York y fundador de 'VPL Research' popularizó a mediados de los 80's el término "Realidad Virtual" (Barrilleaux, 2012).

⁵ Morton Heilig: <http://www.mortonheilig.com/>



Figura 2.2: HDM - Display de cabeza

La Realidad Aumentada adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 90's cuando la tecnología basada en computadoras de procesamiento rápido, técnicas de renderizado de gráficos en tiempo real, y sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por la computadora sobre la visión del mundo real que tiene el usuario (Basogain, Olabe, Espinosa, Rouèche y Olabe, 2007).

Durante esa década, Jaron Lanier acuña el término realidad virtual y crea la primera actividad comercial en torno a los mundos virtuales. Dos años después Tom Caudell, un investigador de la compañía aérea Boeing crea el término Realidad Aumentada, que junto a sus colegas ingenieros trabajaron en el desarrollo de un HDM que les permitía ensamblar complejos cableados en las aeronaves, mediante la proyección de imágenes sobre un “display” muy cercano a los ojos (Barfield, y Caudell, 2001).

En el año 1994, Steven Feiner, Blair MacIntyre y Doree Seligmann diseñan KARMA, un prototipo de un sistema de Realidad Aumentada presentado en la Conferencia de Interfaces Gráficas⁶ que ha sido ampliamente citada en la publicación Communications of the ACM al siguiente año (Barrilleaux, 2012).

⁶ Conferencia de Interfaces Graficas realizada anualmente en Canadá sobre las computadoras gráficas y las técnicas de interacción.

En 1998, Raskar, Welch y Fuchs presentan el nuevo paradigma de la realidad aumentada espacial, en la Universidad de North Carolina, donde los objetos virtuales eran renderizados directamente sobre objetos existentes sin el uso de maquinarias que el usuario debiera llevar consigo. Presentan el ensayo titulado Realidad Aumentada Espacial, posicionando los objetos artificiales en escenarios reales (Spatially Augmented Reality: Placing Artificial Objects in Real Scenes), que dio lugar al primer taller sobre realidad aumentada financiado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) (Bimber, Raskar, 2005).

Luego en 1999, Hirokazu Kato desarrolla ARToolKit⁷ en el HitLab y que consiste en una librería que permite la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada, realizando su 14 demostración en Grupo de Interés Especial en Gráficos y Técnicas Interactivas (SIGGRAPH). Esta biblioteca es ampliamente utilizada hoy en día para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, y ha sido descargada en más de 160.000 oportunidades desde 2004 (Barrilleaux, 2012).

Finalmente, con la llegada del nuevo milenio y los avances en los sistemas informáticos llega el gran auge de la Realidad Aumentada. En concreto, en el año 2000, se presenta ARQuake, el primer juego al aire libre con dispositivos móviles de Realidad Aumentada, desarrollado por Bruce H. Thomas que se presenta en el International Symposium on Wearable Computers (Congreso Internacional de Computadoras Usables). ARQuake, es una versión en Realidad Aumentada del ya existente juego Quake. Consiste en usuarios que van recorriendo el mundo real con un sistema de Head-Mounted Displays buscando y matando enemigos. (Thomas et. al, 2000).

A finales del 2008 sale a la venta la llamada Wikitude AR Travel Guide, una aplicación para viajes y turismo basada en sistemas de geoposicionamiento, brújula digital, sensores de orientación y acelerómetro, mapas, video y contenidos informativos de la Wikipedia, desarrollada para la plataforma Android⁸ G1 (Perry, 2008).

En 2009, AR Toolkit es portado a Adobe Flash (FLARToolkit) por Saqoosha, con lo cual la RA llega al navegador web (Rearte, 2012).

Finalmente, en ese mismo año se crea el logo oficial de la Realidad Aumentada, que se observa en la figura 2.3, con el fin de estandarizar la identificación de la tecnología aplicada en cualquier soporte o medio por parte del público general. Todos los desarrolladores,

⁷ Librería de Realidad Aumentada que se describe en la siguiente sección.

⁸ Android: Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Inicialmente fue desarrollado por Android Inc., empresa que Google luego compró.

fabricantes, anunciantes o investigadores pueden descargar el logo original desde la página web oficial⁹.



Figura 2.3: Logo oficial de Realidad Aumentada

Hacia el año 2012, Google comienza el diseño de gafas que crearían la primera Realidad Aumentada comercializada. Es el proyecto conocido como Project Glass¹⁰ que salió a la venta sólo en Estados Unidos durante 2013 y se lanzó oficialmente al mercado internacional a mediados del 2014. Uno de sus formatos se visualiza en la figura 2.4.

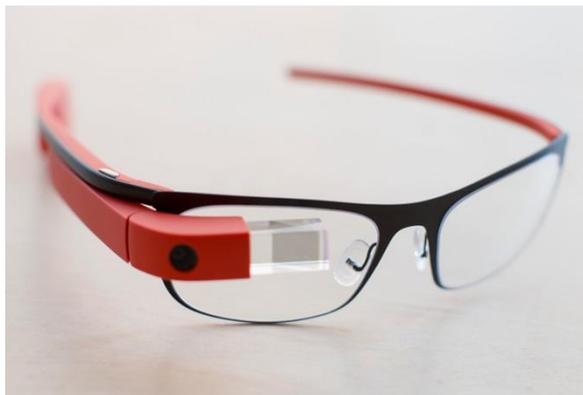


Figura 2. 4: gafas de Google Glass

En la actualidad y, con la incorporación de los teléfonos inteligentes el desarrollo de diferentes sistemas de Realidad Aumentada no ha dejado de crecer y más aún a costos más bajos. Esto permite que haya una evolución de las aplicaciones, que les permite ser cada vez más accesibles y fáciles de usar para los usuarios.

⁹ Sitio web AR: <http://www.t-immersion.com/ar-logo>

¹⁰ Proyecto Google Glass: <http://www.google.com/glass/start/>

4. Técnicas de interacción para sistemas de Realidad

Aumentada

La interacción con sistemas de RA especifican como los usuarios manipulan los contenidos virtuales de la RA. Portales define la interacción como una propiedad inherente de cualquier entorno interactivo multimedia que incluye actividades y respuestas físicas, sensoriales y mentales (Zhou, 2008) (Portales, 2008).

En la actualidad, la dependencia que tienen las personas de utilizar una computadora es destacable. Por este motivo, la interacción es uno de los aspectos más críticos para mejorar el proceso de comunicación entre el usuario y la computadora.

Se pueden describir principalmente tres técnicas de interacción en sistemas de Realidad Aumentada: mediante marcadores, movimientos corporales y dispositivos de bajo costo como herramienta de interacción basada en realidad aumentada.

4.1. Interacción con Marcadores

En 1997, Ishii desarrolló el concepto de Interfaces de Usuario Tangibles (TUIs), que son interfaces donde los usuarios pueden manipular la información digital mediante objetos físicos, y controlar los sistemas mediante los movimientos realizados por dichos objetos. De esta forma, constituyen un nuevo modo de comunicación con las computadoras que permite al usuario tocar directamente la información con sus manos y manipular literalmente los datos (Ishii, 1997) (Dix, 2005) (Ishii, 2006).

La metáfora de las TUIs puede ser aplicada a las interfaces de Realidad Aumentada donde la interacción de los dispositivos físicos puede ser combinada para mejorar las posibilidades de visualización provista por la superposición de las imágenes virtuales. Esta nueva metáfora de Interacción es denominada Realidad Aumentada Tangible y desde su introducción en ISAR 2000 (International Symposium on Augmented Reality) se ha convertido en uno de los métodos más usados como entrada en los sistemas de RA.

Los marcadores son elemento que, según su programación, permiten diversas funciones en el sistema, manipulación, navegación, orientación, etc. Existen diversas técnicas de interacción basadas en marcadores, entre las cuales se mencionan:

- ❖ *Paleta como marcador en la parte superior*, este marcador tiene una función previamente definida dentro de la interacción con el objeto visual superpuesto. Una variación de esta técnica es la adaptación de un dispositivo trackball¹¹ en la parte inferior de la paleta para entornos de Realidad Aumentada para el filtrado de información donde el usuario es capaz de utilizar esta técnica a modo de lupa, con la cual puede filtrar selectivamente información sobre el modelo virtual situado frente a él. Dicho paradigma de interacción recibe el nombre de Magic Lens (Looser, 2006).
- ❖ *Dos tipos de marcadores: Datos y Control de funciones*. El usuario interactúa con estos marcadores para lograr distintos efectos. En un sistema de este tipo, mediante el acercamiento e inclinación de los marcadores, el usuario interactúa y realiza funciones de control con los objetos proyectados mediante los marcadores. Las funciones de control pueden ser copia, selección y otras operaciones más complejas (Waldner, 2006).
- ❖ *Marcadores en los dedos* para realizar funciones de interacción. Por ejemplo el usuario con marcadores en sus dedos, toca un objeto virtual proyectado en un televisor frente a él. En FingARTips se muestra una variación de esta técnica usando guantes sobre los cuales se colocan marcadores (Hosoya, 2003) (Buchmann et al. 2004).
- ❖ *Marcadores sobre un cubo* para interactuar con el sistema. La utilización de cubos con marcadores como variante de interfaz tangible ha sido también explorada. Un ejemplo es Magic Story Cube que presenta una interfaz de Realidad Aumentada tangible para storytelling¹² que utiliza un cubo físico desplegable con un marcador en cada cara, se puede observar en la figura 2.5. El usuario va descubriendo la historia a medida que va desmontando el cubo. El paradigma del cubo con marcadores en cada lado se usa también para interactuar con un sistema de exploración distribuido. Usando dos cubos, el usuario es capaz de ensamblar una pieza usando ambas manos (Zhou et al. 2004) (Sidharta et al. 2006).

¹¹ Trackball: es un periférico de entrada que tiene la misma funcionalidad que el mouse con una bola grande acoplada a una base fija, permite que se mueva con los dedos.

¹² Storytelling: Arte de contar una historia. El acto de transmitir relatos valiéndose del uso de palabras y/o imágenes, normalmente utilizando la improvisación y distintos adornos estilísticos



Figura 2.5: Magic Story Cube: Ejemplo de uso de cubos.

- ❖ *Oclusión de marcadores.* La fortaleza más notable de la interacción basada en oclusión es la naturalidad. Los usuarios en entornos RA tangibles pueden interactuar con objetos virtuales utilizando objetos del mundo real físico, pudiendo tocarlos, sostenerlos, y manipularlos directamente con sus manos. La interacción basada en oclusión ofrece un entorno natural y una forma intuitiva de interacción 2D mediante la utilización del tacto o bien señalando las acciones que se utilizan de forma natural en nuestra vida diaria. Presenta varias técnicas basadas en una grilla de marcadores, botones virtuales e interacción bimanual para permitir la manipulación de objetos. Lee ha estudiado en detalle este tipo de interacción (Lee et al., 2004).

4.2. Interacción con Movimientos corporales

Son técnicas que permiten la interacción mediante el movimiento natural de algunas partes del cuerpo. Movimiento de las manos, los brazos, la cabeza, los ojos, etc. Como se muestra en la figura 2.6.



Figura 2.6: Ejemplo de Interacción utilizando la mano

El tracking es el proceso de seguimiento de objetos en movimiento, es decir, la estimación de la posición y la orientación del mismo en cada instante. En una aplicación de Realidad Aumentada se necesita el tracking del participante para conocer la matriz de transformaciones geométricas y así realizar el registro de imágenes sintéticas y reales.

Existen diversas tecnologías que se utilizan para el seguimiento corporal. Entre las más comunes se pueden mencionar aquellas basadas en visión, el tracking inercial y tracking magnético (Lang et al., 2002) (State et al., 1996).

El tracking basado en visión tiene baja fluctuación y sin desvíos. Sin embargo, es más lento y algunos errores pueden ocurrir debido a un desajuste de los puntos de referencia. Además, el movimiento rápido de objetos, especialmente en la rotación de la cámara, conducirá a un cambio rápido de contenido visual. El tracking basado en visión requerirá mucho tiempo de recuperación de nuevos puntos de referencia por la pérdida temporal de la habilidad de seguimiento en tiempo real.

El tracking inercial es rápido y robusto. Se puede utilizar para predecir el movimiento cuando ocurren cambios rápidamente. En general, la medición no es tan exacta como con el tracking basado en visión, y especialmente, en casos de movimientos lentos donde el ruido de los sensores puede generar desvíos y errores.

El tracking magnético ha sido beneficiado por ser más bien robusto, pero no ofrece la precisión requerida. Por este motivo, se tiende a combinar su utilización con el tracking

basado en visión utilizando los sensores magnéticos y la precisión de datos que éste brinda.

Sin embargo, las técnicas de visión por computadora son las más usadas debido a su bajo costo. A continuación se describen las más sobresalientes para algunos autores:

- Heidemann describe una técnica para seleccionar objetos reales apuntados con el dedo en un ambiente de RA (Heidemann, 2004).
- Kölsch implementa un sistema de interacción de gestos con la mano utilizando visión por computadora para escalar, trasladar, y rotar objetos virtuales en un entorno RA (Kölsch, 2004).
- Choi propone una interfaz de usuario basada en realidad aumentada usando visión por computadora y un gesto con una mano para interactuar con un menú 2D. Existen librerías diseñadas para realizar el seguimiento de las manos, un ejemplo es Handy AR (Choi et al, 2007) (Taehee, Hollerer, 2007).
- Lee consigue poner en marcha una librería de seguimiento de manos basada en visión por computadora. Los dedos del usuario también han sido analizados como técnicas de interacción para sistemas de realidad aumentada. Para ello, se han utilizado técnicas de visión basadas en el uso de marcadores, así como pantallas multitáctiles (Lee, 2007).

4.3. Interacción con dispositivos de bajo costo

Se utilizan dispositivos existentes en el mercado que incorporan sistemas de tracking o seguimiento para la interacción con el entorno RA. Martens, por ejemplo, muestra un sistema de realidad aumentada donde se usan interfaces bidimensionales combinadas con dispositivos posicionadores de bajo costo, el sistema utiliza un material reflectivo sobre un cubo como forma de interacción (Martens et al., 2004). Existen diversas técnicas de interacción con la realidad aumentada usando el control Wiimote de la consola Nintendo Wii®, donde se implementan varias técnicas de selección, Direct-touch, permite tocar un objeto virtual directamente, Ray-Casting, lanza un rayo desde el dispositivo hasta el objeto y Lens emplea un dispositivo a modo de lupa virtual (Looser, 2007). En su trabajo, Henrysson muestra varias técnicas de interacción basado en marcadores e implementadas en dispositivos móviles, en los cuales la rotación y el posicionamiento son los comandos más comunes (Henrysson et al, 2006).

4.4. Interacción con dispositivos multimodales

Esta técnica de interacción combina otros métodos de entrada naturales. En este sentido se verifica una tendencia en el uso de marcadores asociados con otros métodos de interacción donde se complementa con otros sistemas como reconocimiento de voz. También puede darse la combinación de movimientos corporales como la interacción gestual con o sin marcadores, especialmente hand tracking (seguimiento con la mano). (Oviatt, 1999).

5. Análisis de Sistemas de Realidad Aumentada

En todo sistema de realidad aumentada son necesarias, al menos, cuatro tareas fundamentales para poder llevar a cabo el proceso propuesto. Este proceso ejecuta de manera secuencial las siguientes cuatro tareas:

1. Captación de la escena
2. Identificación de la escena.
3. Mezclado de la realidad con aumento de información virtual.
4. Visualización de escena aumentada.

En la siguiente figura 2.7 se puede ver de forma esquemática este proceso.

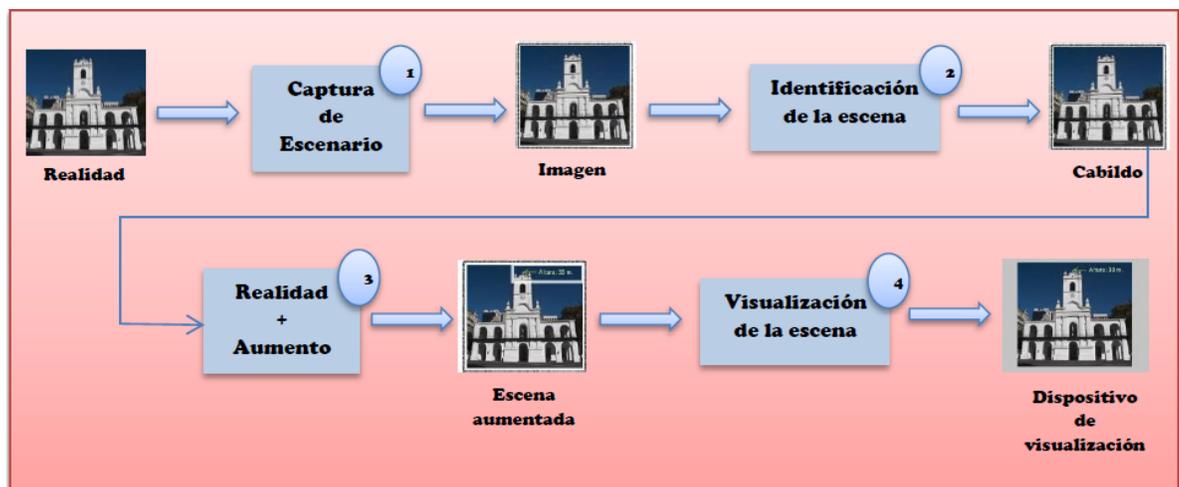


Figura 2.7: Proceso de Realidad Aumentada

1. Para realizar la captura de la escena existen diversos mecanismos y sistemas para su posterior procesamiento.

- a. Video-through: Este tipo está formado por las cámaras de video y los dispositivos móviles (que tengan cámara). En la figura 2.8 se pueden ver una webcam para la computadora y un teléfono celular con cámara. Se encuentran separados de los dispositivos de visualización.



Figura 2.8: Dispositivos Video - through

- b. See-through: La visualización se realiza en el mismo dispositivo que realiza la captura. Acostumbran a trabajar en tiempo real y son más costosos y complejos. Por ejemplo los Smartphone o teléfonos inteligentes, los HDM (Head-Mounted –Display), etc. Se muestra en la figura 2.9 un ejemplo de este tipo de dispositivos.



Figura 2.9: Dispositivos See – through

2. La etapa para realizar la identificación de la escena consiste en averiguar qué escenario físico real es el que el usuario quiere que se aumente con información digital (Bimber, 2005).

Existen 3 escenarios posibles (Mazen Abdulmuslih, 2012) (Rojas, Faber, 2011):

- Visual: Realiza un reconocimiento a través de los marcadores
 - Reconocimiento por marcadores: un marcador es un objeto cuya imagen es conocida por el sistema. Los sistemas de RA son reconocidos por usar los marcadores para obtener mediante una cámara y técnicas de visión por computadora, la identificación de la escena. Es la técnica más utilizada porque son reconocidos de manera rápida y eficaz. Además, resulta óptimo para aquellos sistemas que van a funcionar en dispositivos móviles. Las maneras en las que el sistema reconoce el marcador se pueden agrupar en tres conjuntos, por su geometría, su color o por ambas características (geometría y color). Los más comunes son los marcadores en blanco y negro. En la figura 2.10 podemos ver un ejemplo de reconocimiento de marcadores.



Figura 2.10: Visual - Reconocimiento con marcador

- Reconocimiento de visión artificial. De la misma forma, es posible identificar la escena mediante reconocimiento de imágenes o mediante la estimación de la posición. También es posible encontrar sistemas que realicen una combinación de ambas técnicas en función de la situación. Tienen una mayor potencia de reconocimiento, pero se necesitan altos cálculos y memoria, con elevados tiempos de procesamiento. Su utilización está poca extendida en sistemas de RA.

- Geo posicionamiento: es la técnica más utilizada en dispositivos móviles, a través del GPS (Global Position System) se estima la posición y orientación del dispositivo.

El dispositivo envía a un servidor su posición absoluta, el servidor devuelve la información sobre los objetos que se encuentren próximos a él. El dispositivo calcula su orientación y escoge el objeto a aumentar, produciéndose el mezclado y visualización.

Esta técnica es útil en entornos abiertos, tiene un bajo costo de cálculo y alta fiabilidad de reconocimiento. Se muestra en la figura 2.11



Figura 2.11: Geo posicionamiento – uso del GPS

Sin embargo, la técnica que se utiliza es un híbrido que mejora el desempeño combinando técnicas de reconocimiento visual con técnicas Geo posicionamiento. Se realiza un reconocimiento ligero de la escena y se envía a un servidor la imagen reducida junto a su posición GPS para estimar el objeto observado.

3. Durante la capa de Realidad + Aumento el proceso que tiene lugar es el de superponer la información digital que se quiere ampliar con la escena real capturada. Para llevar adelante este proceso de aumento es necesario disponer del software adecuado para superponer a la imagen real la información aumentada que se desea. Según la forma de seguimiento se pueden clasificar en dos tipos: librerías de seguimiento de marcadores y librerías de seguimiento de gestos corporales.

Existen diversas librerías que permiten llevar a cabo esta tarea: ARToolkit, Metaio SDK, Java3D, PaperVision3D, D.A.R.T (Designer's Augmented Reality Toolkit), ATOMIC, Beyond Reality Face, DroidAR, Marilena, entre otras.

Para el desarrollo de las actividades de realidad aumentada propuestas en esta tesina se utilizan algunas de las librerías mencionadas y otras que se describirán en detalle, más adelante.

4. La etapa de visualización, finalmente, es la última que se lleva a cabo y es la que permite que a través de un sistema de visualización fijo o móvil se perciba la escena real aumentada.

Los sistemas de visualización fijos son las conocidas computadoras personales. A diferencia de los sistemas móviles, las computadoras pueden disponer del hardware necesario para sistemas más complejos, lo cual permite generar imágenes de la escena real aumentada de mayor calidad.

A su vez esta etapa de visualización de la escena real aumentada es el resultado de tres posibles combinaciones:

- Las imágenes sintéticas se proyectan sobre los objetos reales y el usuario visualiza la escena normalmente, sin ningún dispositivo especial.
- La escena es el resultado de la mezcla de imágenes sintéticas y reales que se pueden proyectar en una pantalla o que el usuario puede percibir a través del uso de gafas especiales que permiten la visión de la realidad aumentada.
- Observar la combinación de imágenes reales y sintéticas a través de un dispositivo o teléfono móvil.

6. Aplicaciones de Realidad Aumentada

A continuación se presenta un relevamiento de las aplicaciones de RA más destacadas con las que se trabajó durante la etapa de investigación de la tesina y que permitió conocer más detalladamente las herramientas empleadas en los sistemas de RA.

6.1. BuildAR

BuildAR de HitLab NZ es una forma fácil y rápida de configurar un visor de RA. Fue creado por los mismos creadores de la librería ARToolkit.

BuildAR es un programa de escritorio que permite crear una escena de realidad aumentada con seguimiento de marcadores utilizando ARToolkit sin necesidad de programar. Los modelos 3D se superponen sobre el mundo real que se percibe a través de la webcam de la computadora, haciendo que parezca parte del ambiente real.

Desde el sitio oficial de BuildAR¹³ se puede descargar una versión de prueba. Se muestra un ejemplo en la figura 2.12. La interfaz de escritorio de BuildAR, como se

¹³ Build AR: <http://www.buildar.co.nz/>

observa en la imagen, tiene una sección lateral que muestra el árbol de escena en la parte superior que muestra la jerarquía de la escena. Por cada escena, se muestra un ítem de Markers, y un panel de configuración que muestra las opciones de configuración del elemento seleccionado en el árbol de escena. En la sección de central que es un área de visualización de la escena aumentada con objetos 3D.

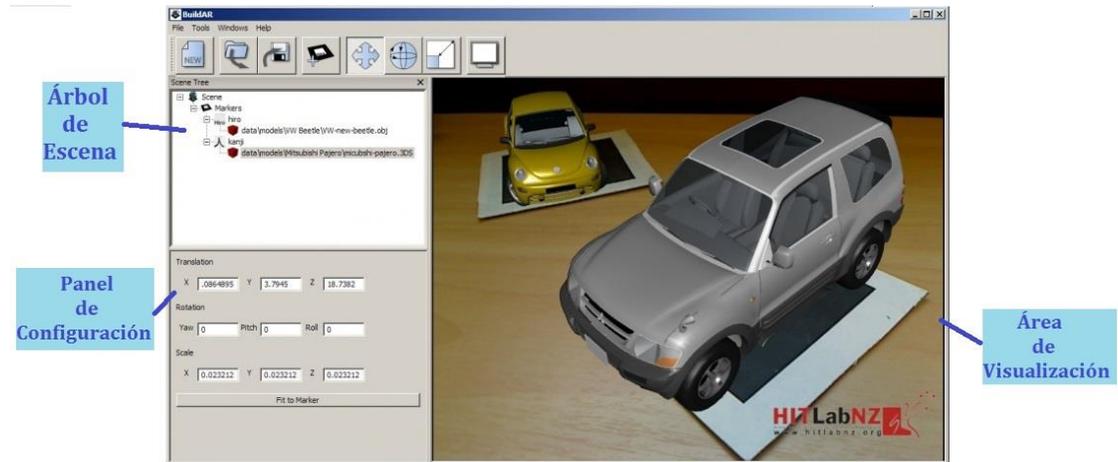


Figura 2.12: Ejemplo de uso de la aplicación BuildAR

BuildAR provee una interfaz amigable que simplifica el proceso de autoría de escenas RA. Esto significa que no es necesario ser un programador o experto en computadoras para crear escenas RA. En muchos casos BuildAR resulta adecuado para aquellos interesados en desarrollar sistemas con RA para ser utilizados en entretenimiento, educación, marketing, investigación, diseño, arquitectura, etc.

BuildAR reúne las siguientes características: modelos a escala, soporte de modelos 3D en varios formatos, posicionamiento de modelos relativos a los marcadores reales, uso de patrones personalizados, modelo de visualización ventana o pantalla completa, carga y almacena escenas 3D y soporta varias resoluciones de imagen de cámara.

Es una herramienta adecuada para realizar prototipos y demos limitadas a aplicaciones de RA. La versión comercial provee herramientas para la creación de los marcadores.

6.2. Augmented

Augmented¹⁴ es una aplicación para dispositivos móviles que permite la creación y visualización de contenido de RA.

¹⁴ Augmented: <http://augmentedev.com/>

Desde la web, se dispone de la herramienta Augmented Manager que permite crear el contenido RA que luego se visualiza con la aplicación Augmented mediante el dispositivo móvil. En la figura 2.13 se visualiza la interfaz de la pantalla principal de Augmented Manager. Como se observa en la imagen cuenta con las siguientes características: un menú superior, que presenta principalmente las opciones de: My Models, con la lista de modelos ya cargados y brinda la posibilidad de cargar nuevos, y My trackers, con la lista de marcadores ya cargados y brinda la posibilidad de cargar nuevos. En la imagen se visualiza los modelos cargados que posee.

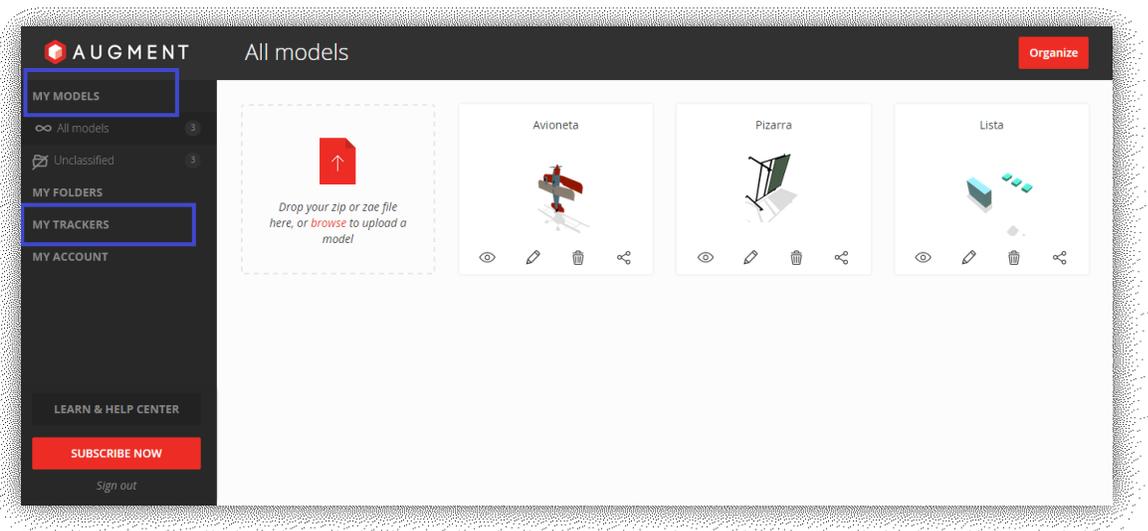


Figura 2.13: Interfaz de la pantalla principal de Augmented Manager.

A partir de la creación de un usuario en la web se pueden cargar los modelos 3D. Con estos modelos 3D cargados en su cuenta, el usuario tiene la posibilidad de acceder a la aplicación móvil desde su dispositivo y obtenerlos en tiempo real para su utilización en la creación de escenas 3D.

Esta herramienta está disponible para sistemas operativos IOS¹⁵ y Android en sus respectivas tiendas de aplicaciones y sólo necesitan conexión a internet para que funcione adecuadamente con los modelos cargados.

Se caracteriza por ser una aplicación que se utiliza más habitualmente en el ámbito del diseño y la arquitectura para por ejemplo, probar muebles o pintura en diferentes ambientes. Sin embargo, la idea de crear galerías de modelados 3D puede ser útil para cualquier otro ámbito.

¹⁵ IOS: sistema operativo móvil de la multinacional Apple

6.3. Metaio Creator

Metaio es una empresa alemana enfocada en desarrollar aplicaciones y soluciones basadas en Realidad Aumentada. Dentro de los SDK (Kit de Desarrollo de Software) disponibles se encuentra Metaio Creator.

Metaio Creator¹⁶ es una herramienta de Realidad Aumentada que permite crear escenas de RA. Tiene licencia propietaria y en el sitio oficial, se encuentra los precios de las diferentes licencias. Sin embargo, se puede descargar una versión de evaluación gratuita desde el sitio oficial de Metaio.

A diferencia de las herramientas anteriores, permite la utilización de diferentes técnicas de identificación de escenarios como los presentados en la sección 4 de este capítulo.

Posee principalmente las siguientes características:

- No requiere programación: crea y actualiza fácilmente las experiencias con RA sin necesidad de tener la habilidad de programar.
- Fácil importación de contenido: con el estilo *drag&drop*, de arrastrar y soltar, se pueden incorporar imágenes 2D o contenido 3D dentro del escenario de RA.
- Soporte multiplataforma: puede crear aplicaciones de RA para múltiples plataformas que incluyen: IOS, Android, Windows para PC y MAC OS X.
- Solución completa respecto al tracking: las imágenes 2D, los objetos 3D y los entornos no tienen problema con el seguimiento de la escena de RA.

Permite la utilización de marcadores, y también, configurar cualquier tipo de imagen u objeto 3D como marcador.

En la figura 2.14 se observa el entorno de Metaio Creator que cuenta con una pantalla principal del estilo *drag&drop* (arrastrar y soltar) y se pueden diferenciar 5 secciones distribuidas.

¹⁶Metaio Creator: <http://docs.metaio.com/bin/view/Main/MetaioCreatorGettingStarted> <http://dev.metaio.com/creator/tutorials/>

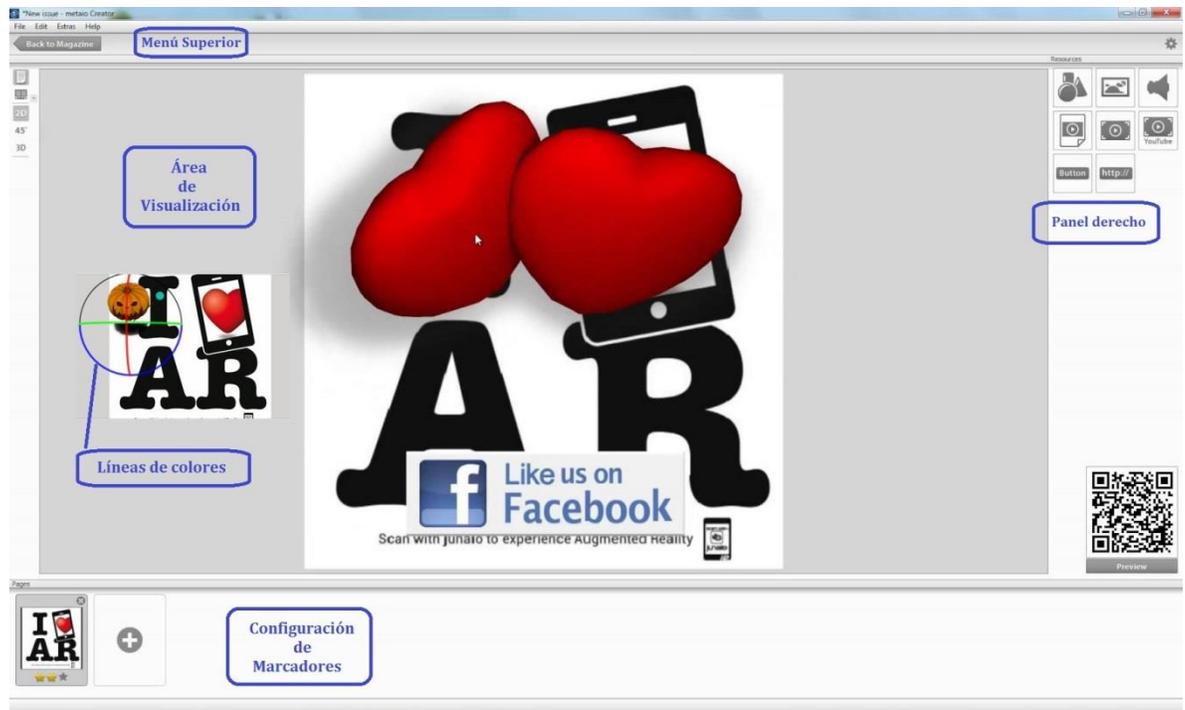


Figura 2.14: Ejemplo de uso de la herramienta Metaio Creator

En la parte superior se encuentra el menú que brinda opciones de edición, visualización y posibilidades de crear o importar un nuevo proyecto.

Por otro lado, en la parte central, se puede ir visualizando en tiempo real la animación.

En la parte inferior cuenta con un área que permite la configuración de nuevos marcadores. Se enfatiza que se puede configurar más de un marcador a la vez (multimarcador).

En la parte derecha del entorno, posee un panel donde se encuentra el contenido a relacionar con el marcador seleccionado. El usuario debe seleccionar el contenido. Para hacerlo, es necesario hacer clic en el tipo de objeto a agregar (modelo 3D, imagen, sonido, video, un botón o un enlace, entre otras opciones) y moverlo hacia el marcador.

Al soltar el tipo de objeto a agregar, se abre una ventana de navegación para que se elija el contenido.

Una vez seleccionado el objeto, sobre éste se observan líneas de colores que se utilizan para rotar el objeto sobre diferentes ejes. Para realizar la traslación, se pueden utilizar directamente las flechas de navegación del teclado. El botón Start, que se encuentra en el panel lateral derecho, permite visualizar el contenido creado.

Una de las últimas funcionalidades que ha incorporado es el reconocimiento y seguimiento de la cabeza. Se pueden colocar imágenes sobre el rostro. Esta característica se analizará con más detalle en el capítulo 5.

La siguiente figura 2.15 visualiza el entorno con el reconocimiento de los movimientos de cabeza.

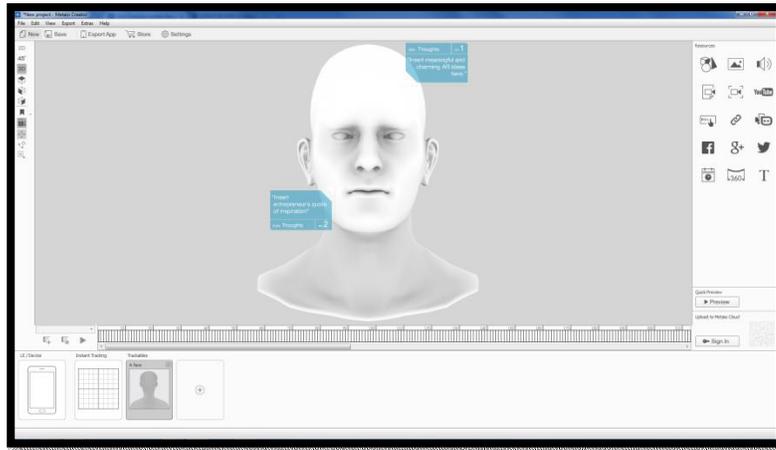


Figura 2.15: Seguimiento de la cabeza con la herramienta Metaio Creator

7. Consideraciones para un sistema RA

En esta sección especificaremos detalladamente cuáles son las consideraciones generales de software y hardware a tener en cuenta para el desarrollo de un sistema RA.

7.1. Hardware

Como cualquier otro sistema informático, los sistemas de Realidad Aumentada requieren de componentes hardware sobre los que se vayan a llevar a cabo las acciones deseadas. Como cualquier otro sistema informático tradicional utiliza diversos recursos para el almacenamiento, el procesamiento, la comunicación, etc. Cada uno de estos recursos deberá contar con la potencia de CPU y la memoria RAM necesarios para su adecuado funcionamiento.

En los sistemas de Realidad Aumentada se pueden utilizar algunas de las siguientes tecnologías: GPS, acelerómetros, cámaras digitales, sensores ópticos, giroscopios, brújulas de estado sólido, RFID, pantallas de visualización o equipos holográficos 2D y 3D, equipo de procesamiento y cálculo, componentes de almacenamiento, dispositivos de transmisión y recepción de datos, etc.

En la actualidad, los dispositivos inteligentes vienen equipados con todas estas tecnologías lo que resulta apropiado para su uso con Realidad Aumentada. La Figura 2.16 muestra los dispositivos comúnmente utilizados. A la izquierda se observa la utilización de la computadora con una webcam donde se señala el proceso de reconocimiento y seguimiento del marcador. A la derecha, se muestran distintas gafas de Realidad Aumentada, un Smartphone y un dispositivo Tablet que tiene un sistema operativo con una aplicación de RA.



Figura 2.16: Dispositivos para RA

En la tabla 2.1 se detallan los requerimientos de hardware necesarios para permitir las siguientes funcionalidades (Pombo, 2010).

Funcionalidades	Recursos de Hardware
Captura video-through	Todo tipo de cámaras de vídeo
Captura see-through	Cámaras integradas de video, HMD (Head Mounted Display)
Reconocimiento posicionamiento	Antena GPS, sensores de movimiento
Reconocimiento híbrido	Antena GPS, sensores de movimiento,
Tratamiento de imágenes	Procesador recomendado mínimo 2 GHz
Comunicaciones locales	Equipamiento de la red
Comunicaciones móviles	Equipamiento GSM , UMTS

Visualización video - through	Pantalla de Video, Proyectoros
Visualización see – through	HMDs, teléfonos móviles, smartphones

Tabla 2.1: Funcionalidades y Requerimientos de Hardware

7.2. Software

Luego de describir las características del hardware necesarias para implementar un sistema de RA, se explicitará cuáles son los requerimientos de software necesarios para construirlo. La elección del software adecuado depende de las prestaciones y características que especifique el sistema de RA en cuestión.

El primer paso del reconocimiento es la registración de las imágenes: Para realizar fusiones coherentes de imágenes del mundo real e imágenes virtuales en 3D, las imágenes virtuales deben corresponderse a lugares del mundo real. Ese mundo real se sitúa en un sistema de coordenadas, a partir de imágenes de la cámara. Este paso consta principalmente del método de visión por computadora.

A su vez este método puede descomponerse en dos partes que involucran en la primera etapa el reconocimiento de la imagen: realizan un análisis de la detección de esquinas, detección de Blob¹⁷, detección de bordes, detección de umbral y métodos de procesamiento de imágenes.

Por otro lado, en la segunda etapa se obtiene el sistema de coordenadas del mundo real que es restaurado a partir de los datos obtenidos en la primera parte. Los métodos utilizados en la segunda etapa incluyen geometría proyectiva¹⁸ (epipolar), paquete de ajuste, la representación de la rotación con el mapa exponencial, filtro de Kalman¹⁹ y filtros de partículas.

Determinar el tipo de reconocimiento que se empleará, es el primer paso para el desarrollo de un sistema, ya sea por posicionamiento o por imágenes, con empleo de marcadores o sin marcadores. Se requiere un conjunto de componentes de software adecuado al sistema de RA a implementar. Si bien cada sistema en particular contará

¹⁷ Blob: Región digital de la imagen en la que algunas propiedades son constantes o pueden variar dentro de un rango de valores.

¹⁸ Geometría Proyectiva (epipolar): Independientemente de lo que forma la escena 3D (a parte de la rigidez), hay unas restricciones geométricas en como una escena 3D se proyecta en un par de imágenes.

¹⁹ Filtro de Kalman: es un algoritmo desarrollado por Rudolf E. Kalman en 1960 que sirve para poder identificar el estado oculto (no medible) de un sistema dinámico lineal.

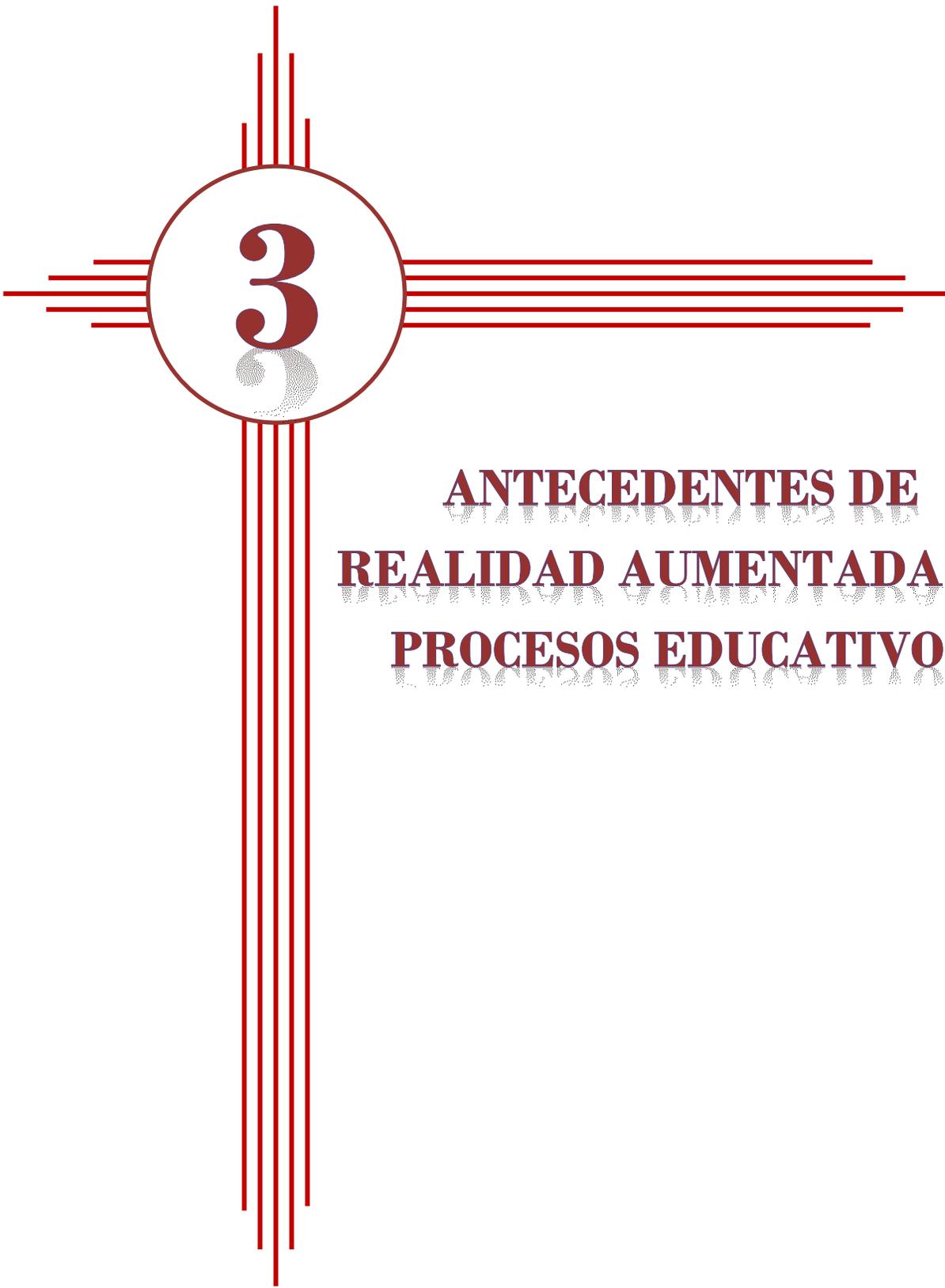
con diferentes componentes de software, existen cinco componentes que son comunes a todos ellos. Un sistema de RA necesitará de un software de reconocimiento, librerías de procesamiento de imágenes, y si fuese necesario, software de comunicaciones.

Se destaca el hecho de que la mayoría de las librerías de procesamiento de imágenes implementan funciones de reconocimiento y manipulación, como ARToolKit, Atomic Authoring Tool, Atomic Web Authoring Tools, Java3D, entre otras. Este tipo de librerías y herramientas se describirán en los próximos capítulos para el desarrollo de las actividades que se proponen en esta tesina.

La tabla 2.2 muestra los principales componentes de software para permitir funcionalidades de los sistemas de RA.

Funcionalidades	Requerimientos de Software
Captura de escena	Controladores de cámara de video
Reconocimiento Visual	Librería de reconocimiento de imágenes
Reconocimiento de posicionamiento	Brújula digital, software GPS
Reconocimiento híbrido	Librería de reconocimiento de imágenes, Brújula digital , Software GPS
Tratamiento de imágenes	Librería de tratamiento de imágenes
Comunicaciones locales	Controladores de Red
Comunicaciones Móviles	Controladores GSM
Visualización	Software de reproducción de contenidos digitales, librerías de tratamiento de imágenes
Lenguajes de programación	Java, Android, ActionScript, etc.

Tabla 2.2: Funcionalidades y Requerimientos de Software



3

ANTECEDENTES DE REALIDAD AUMENTADA EN PROCESOS EDUCATIVOS

Capítulo 3: Antecedentes de Realidad Aumentada en procesos educativos

1. Introducción

En este capítulo se presentarán algunos antecedentes del uso de la Realidad Aumentada en procesos educativos. Al mismo tiempo, se describen algunas herramientas que incorporan o permiten la generación de actividades de RA y que podrían ser utilizadas en escenarios educativos. Finalmente, se detallará la herramienta Scratch y AR SPOT (extensión de Scratch) orientada a la enseñanza de Conceptos de Programación utilizando RA.

2. Recopilación de experiencias de uso de RA en procesos educativos

La Realidad Aumentada es una modalidad de interacción que aunque no es nueva, su potencial en educación se encuentra aún en una etapa de análisis y exploración. Está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son, entre otras, la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, y guías de museos. El mundo académico, que no está al margen de estos avances disciplinares, también ha comenzado a introducir esta tecnología en algunas de sus disciplinas.

Las posibilidades aplicativas de la RA, respecto a la producción de materiales didácticos y actividades de aprendizaje, son múltiples y heterogéneas en casi todas las disciplinas universitarias, fundamentalmente, en las especialidades científico-tecnológicas.

Sin embargo, el conocimiento y la aplicabilidad de la RA en la docencia aún no se ha expandido (Moralejo, 2014).

El mayor avance en el uso de la RA se visualiza hacia fines de los años 90 con el desarrollo de las primeras librerías de RA: ARToolkit (Kato, Billingham, 1999). Gracias a su aporte se logró desarrollar, entre otros, uno de los primeros proyectos en la aplicación de RA: MagicBook de HitLab NZ²⁰ de forma experimental en el 2001, ya mencionado en los capítulos 1 y 2. Su particularidad es ser un Libro aumentado con contenidos 3D animados. Se muestra un ejemplo en la figura 3.1.

²⁰ HIT Lab NZ: <http://www.hitlabnz.org/>



Figura 3.1: Ejemplo de la utilización de Magic Book – HitLab NZ

La finalidad de esta aplicación es la de complementar la información textual o gráfica propia de un libro, con simulaciones o análisis de casos de estudio, propiciándose así una aproximación diferente a los contenidos expuestos.

Durante varios años, se utilizó este prototipo y en la actualidad se continúa utilizando la idea de libro aumentado, aunque no han surgido grandes cambios respecto al primer modelo.

Hasta el 2008, la mayoría de los desarrollos basados en RA apuntaban a la exploración de esta tecnología, por lo tanto la investigación estaba enfocada principalmente en cómo solucionar problemas de diseño y funcionamiento, y por ende existían pocas sugerencias para la aplicación en otros campos, incluido el educativo.

Entre los campos en que se utilizaron (de forma no experimental) se encuentran:

- Exposiciones en museos, como Allard Pierson Museum²¹ en Amsterdam, Holanda. Este fue el primer museo en incluir exhibiciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada.
- Experiencia en Parques Temáticos como Tecnopolis²². Se utilizó la RA para que los usuarios experimenten los avances en el campo de energía nuclear del país. Los participantes de la experiencia tuvieron la posibilidad de participar en una competencia láser de fisiónadores de átomos y también realizar tareas como operadores en la sala de control de una central atómica.
- Experiencia en Parques de Atracciones como Futurescope²³, en Francia. En este caso, el parque incorpora la tecnología de RA como una nueva atracción para la presentación de los

²¹ Allard Pierson Museum : <http://www.allardpiersonmuseum.nl/en>

²² Tecnopolis: <http://tecnopolis.ar/2013/>

²³ Futurescope: <http://es.futurescope.com/>

Animales Futuristas con la idea de mostrar el futuro de la fauna. En este caso se trabaja con marcadores.

Existen, sin embargo, estudios más recientes que muestran que las propiedades tangibles de este sistema pueden proveer nuevos caminos y formas de interacción. El impacto de la RA como tecnología integrada en la sociedad adquiere una dimensión centrada en la transformación sensorial y sus implicaciones culturales (Vian, 2009).

Enmarcado en las observaciones anteriores, la RA se proyecta como una tecnología capaz de aportar transformaciones significativas en la forma en que los estudiantes perciben y acceden a la realidad física proporcionándoles experiencias de aprendizaje más ricas e inmersivas.

El uso de la RA en entornos educativos está alineado con importantes paradigmas de aprendizaje, como el constructivismo. Es decir, la RA puede aportar a la construcción de conocimiento por parte del alumno, a partir de la interacción con entornos virtuales y reales. Por ejemplo, un bombero puede aprender a luchar contra los diversos tipos de incendios a partir de su interacción con una escena aumentada, un cirujano puede aprender aspectos sobre una cirugía laparoscópica, o los pilotos de aviones pueden entrar determinados aspectos a partir del uso de la RA. Estas situaciones no generan consecuencias reales sin que se cometan errores durante el entrenamiento. Así se posibilitan oportunidades de aprendizaje más auténtico y se atienden a múltiples estilos de aprendizaje.

2.1. Experiencias aplicadas en el campo educativo

Existen muchas aplicaciones RA destinadas a la educación que ayudan a estudiar conceptos abstractos o a vivenciar fenómenos que resultan complejos de abordar en forma real.

A continuación se describen proyectos que utilizaron RA como parte del proceso de enseñanza:

- Un estudio de la Universidad Popular de Nicaragua²⁴, presenta un análisis de las carencias halladas en la escuela primaria, en relación al estudio de matemática en aquellos estudiantes que pretenden acceder a la universidad. Para afrontar esta situación y poder mejorarla, se les proporcionaron a los maestros de primaria aplicaciones educativas basadas en RA, de manera que faciliten su labor didáctica en la enseñanza de Matemática. Por ejemplo, se

²⁴ Universidad Popular de Nicaragua (UPONIC) : <http://www.uponic.edu.ni/portal/>

presentó un prototipo ante la comunidad informática de la UNAN-Managua FAREM-Matagalpa²⁵, en el evento científico XIII Jornada Universitaria de Desarrollo Científico²⁶ desarrollada en 2011, que consiste en la suma aritmética de dos números enteros utilizando RA (Carracedo et al., 2012).

- Por su parte, Radford Outdoor Augmented Reality²⁷ desarrolló un juego llamado Buffalo Hunt²⁸ (basado en RA) que aborda la historia de los nativos americanos, para trabajar con estudiantes de educación primaria. Los estudiantes participan en este juego, altamente interactivo, con dispositivos inteligentes como iPhones o Smartphones con sistema operativo Android. Con la utilización de tecnología GPS ven aparecer escenas de RA que les van ofreciendo información en distintos formatos: texto, audio o video, o les sugieren actividades relacionadas con su espacio real. De esta manera, conocen hechos de la historia de su país. Los investigadores afirman que en este juego los alumnos participan realmente motivados, se muestran satisfechos de haber resuelto problemas de la vida real de forma conjunta, se manifiesta una interdependencia positiva, responsabilidad compartida a la vez que individual y se valoran los procesos de trabajo en equipo.
- Otra experiencia educativa basada en la utilización de RA se vincula con un sistema para el estudio de la anatomía interna del cuerpo humano. Se realizaron pruebas con diferentes dispositivos de visualización como un monitor y con un HMD (Dispositivo de visualización que va ajustado a la cabeza del usuario), a través del cual se facilita en gran medida el aprendizaje de los distintos órganos del cuerpo humano acorde a los resultados de este trabajo descrito en (Juan et al., 2008).
- Otra experiencia de RA revisada para esta tesina ha sido la orientada a enseñar ciencia en la escuela primaria. Describe algunas técnicas para incorporar RA en las aulas, presenta un ejemplo sobre su uso en el aula para enseñar sobre la Tierra, el Sol, el día y la noche con una simulación en el contexto del aula utilizando un proyector en dirección al cielorraso del aula y una cámara para mostrar los marcadores. Se realizaron diferentes experiencias con grupos de

²⁵ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua(UNAN), Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa (FAREM Matagalpa): <http://www.farematagalpa.unan.edu.ni/>

²⁶ JUDC: Jornada científica que se realiza anualmente en UNAN Managua FAREM Matagalpa.

²⁷ Radford Outdoor Augmented Reality: <http://gameslab.radford.edu/ROAR/>

²⁸ Buffalo Hunt: <http://gameslab.radford.edu/ROAR/games/buffalohunt.html>

alumnos para probar la influencia de la enseñanza con RA y sin RA, dando como resultado que aquellos grupos que utilizaban RA como estrategia les resultó más efectivo que para quienes sólo formaron parte de la visualización y explicación por parte del docente. (Kerawalla et al., 2006).

- También se ha utilizado la RA para la enseñanza del sistema solar y la relación entre los planetas. Los alumnos experimentaron con animaciones 3D de los modelos del sol y la tierra utilizando RA. Estos modelos fueron diseñados para entender la rotación y traslación de la tierra, el solsticio y equinoccio, y las variaciones estacionales de luz y temperatura en los Hemisferios Norte y Sur. Como resultado de la experiencia se observa los avances en las herramientas de visualización, principalmente porque RA cambia la forma en la que los contenidos son comprendidos a través de la combinación de la información visual y sensorial que resulta una experiencia enriquecida para el proceso de aprendizaje (Shelton & Hedley, 2002).
- Otro ejemplo lo constituye SMART: Un Sistema de Realidad Aumentada para enseñar a estudiantes de 2º grado. Los niños lo utilizan para explorar conceptos como el transporte, los tipos de animales y categorías semánticas similares utilizando un conjunto de modelos 3D que se manipulan para estar superpuestos en tiempo real, y se muestra a través de un proyector a toda la clase como se muestra en la figura 3.2 (Freitas, Campos, 2008).
- También resulta interesante el Proyecto ARERE (Augmented Reality Environment for Remote Education). ARERE constituye un sistema interactivo y colaborativo basado en RA, y que fue incluido en un sistema de educación a distancia donde los docentes pueden enseñar, de manera remota con el fin de mejorar procesos de comunicación, haciéndolos más naturales (Ying Li, 2010).



Figura 3.2: Utilización de SMART en la clase

- El Estudio de la colisión elástica con Realidad Aumentada para alumnos de ingeniería es otra experiencia revisada en esta tesina. Se realizaron pruebas para la enseñanza del concepto de colisión elástica con la utilización de RA con simulaciones 3D y sin la utilización de RA con simulaciones 2D, dando como resultado que aquellos estudiantes que utilizaron RA muestran logros en el aprendizaje más significativos que los otros (Lin et al., 2013) (Wu et al., 2013).
- También se ha aplicado RA para el control de un laboratorio remoto para enseñar electrónica en formación profesional. Esto permite ver las condiciones en las que se trabaja en un laboratorio donde es posible dar respuesta a preguntas sobre lo que sucede o lo que sucedería si las condiciones del experimento fueran diferentes. Es posible modificar variables y visualizar cambios sin correr riesgos ni malgastar materiales (Cubillo et al., 2012).
- Geometry, es una aplicación para estudiar poliedros utilizando RA. Ha sido creada por Arloon²⁹ y permite estudiar geometría observando cada cuerpo geométrico desde todas sus perspectivas, desplegándolo y descubriendo cómo se descompone sus caras en figuras planas. La utilización de la RA es para manipular los poliedros de forma natural, y mejorar la visión espacial. Esta misma empresa también desarrolló otras aplicaciones como Anatomy, para el

²⁹ Arloon: <http://www.arloon.com/app/geometry>

estudio de la anatomía humana utilizando RA y Chemistry para estudiar química.

Como se observa, la RA se puede aplicar de formas muy variadas en diversas disciplinas, tanto en la enseñanza presencial como en la enseñanza a distancia. En los distintos proyectos que se han presentado, se ha llegado a la conclusión que este tipo de aplicaciones despiertan el interés de los participantes. También se ha visto algunos trabajos que buscan desarrollar estrategias didácticas basadas en juegos de RA, para que los alumnos puedan adquirir destrezas, confianza, responsabilidad, comunicación y relación tanto entre ellos y sus profesores (Cubillo et. al., 2014).

Aunque se describen sólo algunas aplicaciones de RA en educación, la mayoría de ellas se centran únicamente en un aspecto específico o en un área concreta como por ejemplo la Matemática, la Física, la Química, etc. Los contenidos de estas aplicaciones son generalmente estáticos, es decir, son los especificados por el programador cuando desarrolla la aplicación. Esto hace que la tarea de añadir nuevos contenidos o actualizar los existentes sea una tarea complicada, y en ocasiones, imposible de realizar por parte de los profesores que las utilizan. Por ello es que no se han realizado cambios a gran escala en el campo de la educación (Duque-Bedoya, 2008). En (Moralejo, 2014) se presenta una iniciativa para la creación de una herramienta de autor orientada a docentes para la generación de actividades de RA.

3. Aplicaciones RA para la enseñanza de programación

En primer lugar, cuando se refiere a la enseñanza de programación, siempre es necesario aclarar qué área se quiere abarcar y desde qué lugar se plantea. En este caso se focalizan en las competencias necesarias para que un alumno pueda arribar a una solución computarizada a partir de un problema simple, escribiendo las instrucciones correspondientes y eligiendo los datos involucrados. No se refiere aquí a la enseñanza de un lenguaje de programación específico, aunque normalmente se utiliza algún lenguaje que permita vehiculizar al docente y al alumno los conceptos y competencias que se están trabajando.

En este sentido se presenta aquí Scratch, que se describe en la sección 3.1, que es ampliamente utilizado para iniciar a los alumnos en el pensamiento computacional y en las competencias vinculadas a la programación, ya que permite que el alumno visualice cómo a partir de un conjunto de instrucciones ocurre un determinado efecto en tiempo real.

Además, se destaca el hecho de que programar, o desarrollar actividades introductorias de programación, ayuda a los alumnos a practicar el razonamiento de tipo secuencial y lógico. Esto se debe a que quien programa sigue la secuencia de su idea y la traduce al papel o a la computadora en una especie de pseudocódigo, permitiendo que el diseño de solución que genera, una abstracción, se transforme en algo más concreto.

Existen muchas aplicaciones que se utilizan para enseñar a programar, como Greenfoot³⁰, Alice³¹, entre otras, pero son pocas las que incluyen RA como tecnología de soporte para aplicarlo.

Alice es un programa de animación interactiva en un entorno de visualización tridimensional donde los programadores que recién se están iniciando en el área, construyen películas animadas en 3D y juegos donde aprenden conceptos de programación orientada a objetos. El entorno de Alice utiliza el método de arrastrar y soltar (*drag&drop*) para evitar errores de sintaxis. El software se puede obtener desde el sitio web de manera gratuita y tiene las instrucciones para los docentes que quieran utilizarla.

Por otro lado, Greenfoot es un entorno de desarrollo educativo altamente especializado para el desarrollo de aplicaciones gráficas interactivas. Se basa en el lenguaje de programación Java donde los estudiantes que lo utilizan pueden desarrollar programas sobre juegos y simulaciones, de manera rápida y fácil mientras aprenden los conceptos fundamentales de programación.

GreenFoot y Alice son aplicaciones que si bien no incluyen RA, se permite su comparación con Scratch por la estructura que poseen del entorno para la enseñanza de programación, aunque varían en el rango de edades a los que se encuentran dirigidos. A continuación se presentará Scratch, ya que esta herramienta es utilizada para la enseñanza de programación e incluye una librería para trabajar con RA.

3.1. Scratch

En las siguientes subsecciones se describe Scratch desde su origen hasta la descripción de su entorno de desarrollo.

Incluye posibilidades de trabajar con RA a partir de una extensión de Scratch que es SPOT AR. Mantiene el mismo entorno que se describe a continuación y agrega la utilización de marcadores. Se describe en detalle en la subsección 3.1.5.

³⁰ GreenFoot: <http://www.greenfoot.org>

³¹ Alice: <http://www.alice.org>

3.1.1 Origen de Scratch

Scratch fue desarrollado por Lifelong Kindergarten³² del Laboratorio de Medios de MIT³³, en colaboración con investigadores de la universidad UCLA³⁴ y con la financiación de la National Science Foundation³⁵ y de la Fundación Intel³⁶, que se liberó al público en mayo de 2007. Es una herramienta simple cuyo objetivo es enseñarles a niños y adolescentes de entre 5 y 16 años cómo funcionan los lenguajes de programación, a través de animaciones e interactividad. Su nombre, Scratch, proviene de una técnica utilizada por los disk jockeys de hip-hop, que consiste en hacer girar un disco de vinilo y mezclarlo con trozos musicales de diferentes maneras. Asimismo, este software permite a los usuarios programar mezclando diferentes medios: gráficos, fotografías, música o sonidos.

En la figura 3.3 se observa una imagen del sitio web³⁷. El sitio se encuentra por defecto en idioma inglés, pero al final de la página tiene la opción para cambiar a otros idiomas, entre ellos, el español.



Figura 3.3: Sitio web de Scratch

³² Lifelong Kindergarten: <https://llk.media.mit.edu/>

³³ MIT: <http://llk.media.mit.edu>

³⁴ Universidad de California: <http://www.ucla.edu/>

³⁵ National Science Foundation: <http://www.nsf.gov/>

³⁶ Foundation Intel: <http://www.intel.la/content/www/xl/es/corporate-responsibility/intel-foundation.html>

³⁷ Scratch: <http://scratch.mit.edu/>

Desde su lanzamiento al público, el sitio web de Scratch se ha convertido en una comunidad online importante, integrada por personas que comparten, intercambian ideas y combinan programas propios con los de otros autores. Por día, se comparten alrededor de 1500 proyectos, la colección de proyectos del sitio es muy diversa e incluye videojuegos, boletines de noticias interactivos (RSS), simulaciones de ciencias, tours virtuales, tarjetas de cumpleaños, concursos de animaciones de bailes y tutoriales interactivos, todos programados en Scratch.

3.1.2 Características de Scratch

El lenguaje de programación Scratch, por un lado, se basa en Logo³⁸, en especial en sus primitivas, y presenta un entorno en el que múltiples objetos pueden interactuar y evolucionar. Por otro lado, está desarrollado en Squeak³⁹ que es un lenguaje cuyo modo de trabajo consiste en arrastrar y soltar bloques en lugar de escribirlos. Y, finalmente, como LogoBlocks⁴⁰, utiliza bloques que se encajan automáticamente, y que sólo se ajustan si son sintácticamente correctos, permitiendo al usuario centrar su atención en los algoritmos lógicos de programación, sin perder tiempo intentando entender el código lingüístico de los lenguajes de programación tradicionales.

3.1.3 Características del diseño de Scratch

Se pueden enumerar los aspectos de diseño de Scratch a partir de las siguientes características:

- **Metáfora de bloques de construcción:** los usuarios construyen procedimientos encajando bloques gráficos como ladrillos de Lego o piezas de un rompecabezas.
- **Manipulación de sonido, video e imágenes:** la manipulación de contenido multimedia permite el tratamiento de imágenes con filtros y control de los mismos desde un menú que brinda opciones muy completas.

³⁸ Logo: Lenguaje de programación de alto nivel. Creado con la finalidad de usarlo para enseñar programación y puede usarse para enseñar la mayoría de los principales conceptos de la programación, ya que proporciona soporte para manejo de listas, archivos y entrada/salida.

³⁹ Squeak: el lenguaje de programación Squeak es un dialecto de Smalltalk. Se caracteriza por ser orientado a objetos, basado en clases y reflexiva.

⁴⁰ Logoblocks: Lenguaje de programación gráfico desarrollado por MIT Media Lab.

- Portabilidad: brinda la posibilidad de compartir los proyectos a través de su plataforma en el sitio web y facilita el intercambio de gráficos (Sprites⁴¹) entre diferentes proyectos, autores e incluso, diferentes dispositivos.
- Vinculación con el mundo real: su propósito es lograr programar tanto objetos físicos como objetos virtuales en una pantalla con la utilización de sensores físicos, como la cámara, para poder controlar el comportamiento que se tiene sobre los objetos físicos y las creaciones virtuales mediante Scratch Board (Tablero de control).
- Soporte multilingüe: tal como sucede con el sitio web y se ha descrito anteriormente, los bloques de construcción utilizados para programar se pueden cambiar a diferentes idiomas, incluso en plena ejecución. Esto facilita su uso en diferentes entornos lingüísticos.

3.1.4 Entorno de programación

En la siguiente imagen, figura 3.4, se visualiza el entorno de programación de Scratch accesible desde la web.

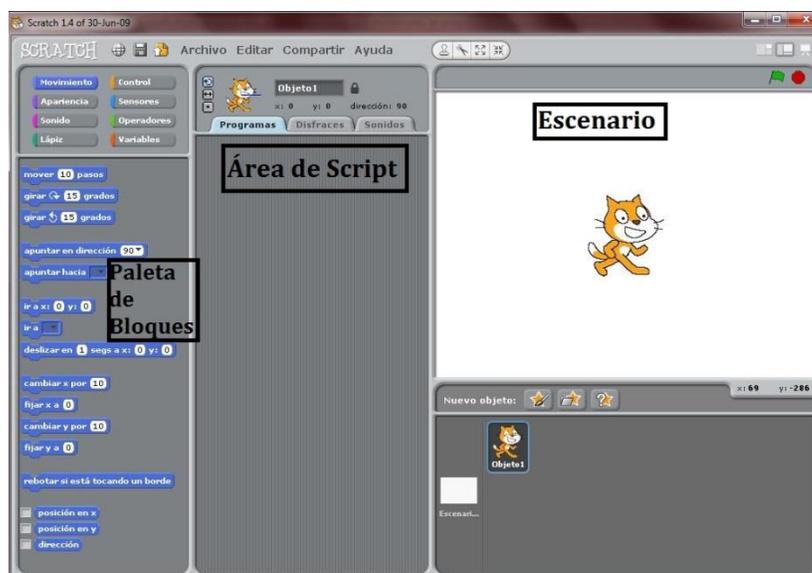


Figura 3.4: Escritorio de Scratch accesible desde la web

El escritorio de Scratch se estructura en tres secciones principales:

- Paleta de bloques, está ubicada a la izquierda de la pantalla, alberga los bloques de programación que mediante la técnica arrastrar y soltar se

⁴¹ Sprites: objetos que se pueden animar.

colocan en el área de scripts. Estos bloques están categorizados por colores y funcionalidad. En la siguiente figura 3.5 se muestran los bloques que cambian en función a la categoría seleccionada. En este caso se ejemplifica la categoría Movimiento y la categoría Control.

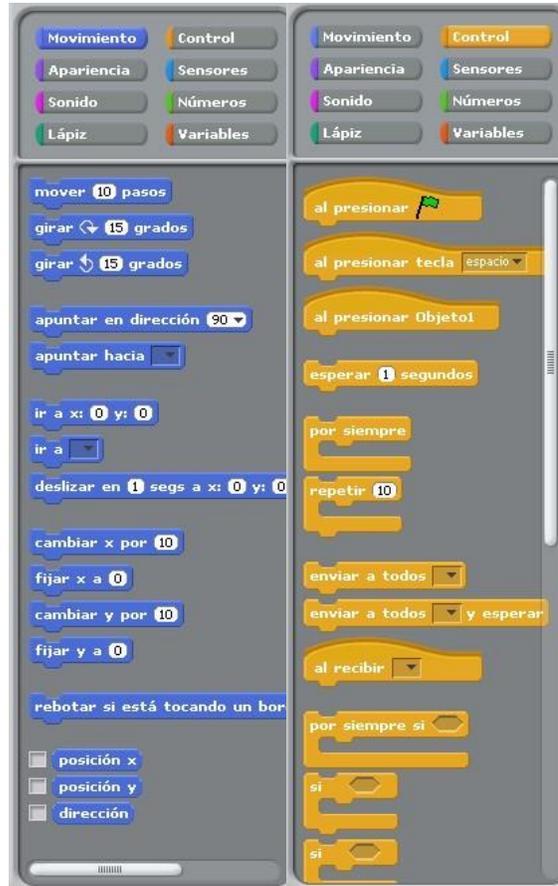


Figura 3.5: Paletas de bloques

- Área de Guiones o Scripts, ubicada en el centro de la pantalla, se puede examinar en las figura 3.6 y 3.7. En la imagen se destacan las pestañas que nos permiten modificar las características del objeto seleccionado. Si este objeto es un Sprite aparecen las opciones de Programas, Disfraces y Sonidos, en cambio si el objeto que se va a cambiar es el Escenario donde se desenvuelve el script, las opciones que aparecen son Programas, Fondos y Sonidos.



Figura 3.6: Área de Script para objeto Sprite



Figura 3.7: Área de Script para objeto Escenario

- Escenario, está situado a la derecha de la pantalla, y es el área de ejecución. En la figura 3.8 se muestra la paleta que presenta para interactuar con los elementos. Con la bandera verde, ejecuta la aplicación y con el hexágono rojo la detiene. Luego, se observan otros botones que permiten expandir a pantalla completa, por ejemplo.

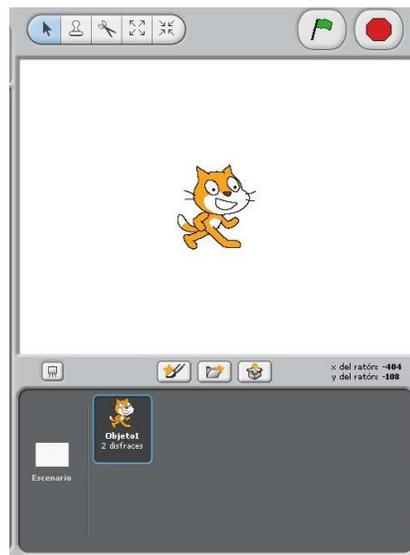


Figura 3.8: Descripción del escenario

La programación se desarrolla en tiempo real y todas las modificaciones que se realicen en el área en cuanto a los guiones de los objetos se incorporan de forma automática en su ejecución.

3.1.5 AR SPOT: Scratch + Realidad Aumentada

AR SPOT es una versión modificada del Proyecto Scratch implementada por Georgia Tech Research Corporation (GTRC)⁴². Se caracteriza por ser un ambiente de RA destinado principalmente a niños y jóvenes adolescentes, que les permite crear experiencias que mezclan elementos reales y virtuales. Los usuarios pueden visualizar objetos virtuales en la escena del mundo real a través de la cámara de video o webcam. Además, les permite tener el control del mundo virtual a través de la interacción con objetos físicos denominados marcadores.

Esta aplicación se puede obtener de manera gratuita desde el sitio web⁴³. Permite la instalación en los sistemas operativos Windows y Linux. En la siguiente figura 3.9 se muestra el ambiente AR SPOT.



Figura 3.9: Ambiente AR SPOT

El principal objetivo de este proyecto es dar más posibilidades de creatividad con la presentación de tecnología RA de forma de motivar aún más a la comunidad que Scratch ya posee.

Para la incorporación de RA, se realizó una investigación sobre la forma de conceptualización de RA en los niños y adolescentes de entre 5 y 16 años para darle

⁴² GTRC: <http://www.gtrc.gatech.edu/>

⁴³ Sitioweb: http://ael.gatech.edu/arspot/arSpotDistribution_2012Mar.zip

forma al ambiente de acuerdo a su conocimiento. Así es como la incorporación de RA involucra modificaciones sobre el ambiente que se detalló en la sección anterior 3.1.4.

La modificación del código fuente incluye la alimentación de la cámara y nuevas funciones que fueron agregadas a la librería de bloques de programación. La señal de video se procesa a través de una librería externa que detecta y reconoce objetos especiales del ambiente real. La información sobre los objetos reales se accede a través de los bloques de programación disponibles en la paleta de bloques descrita en la sección 3.1.4.

Los usuarios pueden interactuar a través de dos tipos de contenedores de marcadores: cartas y fichas. Estos marcadores están realizados con códigos QR⁴⁴ que se encuentran en las cartas y fichas, y permiten realizar el reconocimiento que detecte la posición y orientación del objeto. Cada uno de ellos tiene el nombre del color que representa: azul o verde y se obtienen desde la carpeta que se descarga de la aplicación. En la figura 3.10 se pueden ver estos objetos.

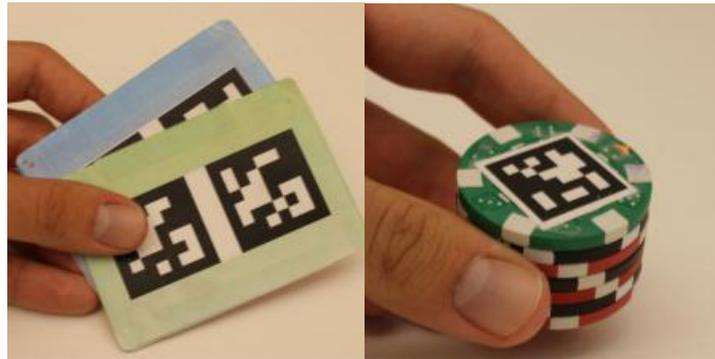


Figura 3.10: Marcadores SPOT AR: Cartas y Fichas

Los actores pueden representar en la escena física conservando la dimensión 2D del sistema que trae Scratch. Los actores que se agregan a la escena siguen la posición del objeto en la pantalla, es decir, si los objetos físicos (cartas o fichas) se mueven, los actores coinciden con la posición 2D del objeto en la pantalla, sin embargo, no cambian el tamaño o la orientación si los objetos están distanciados o rotados. Hay otros casos de interacción con objetos 3D donde el objeto se puede sentar o estar de pie sobre el objeto físico, y los cambios de apariencia siguen la posición 3D del objeto. En la siguiente imagen figura 3.11 se puede observar este comportamiento.

⁴⁴ Código QR: un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional

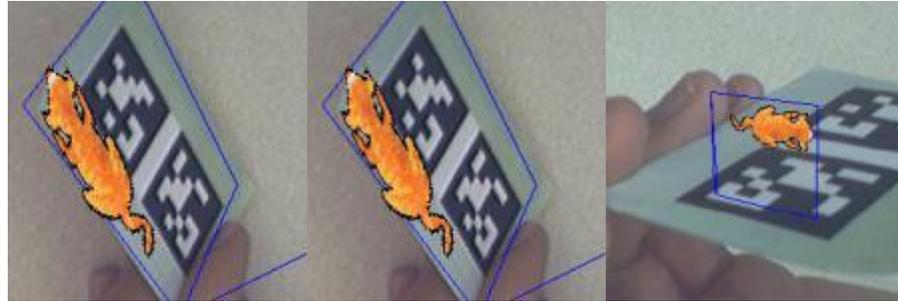


Figura 3.11: Representación de actores en el escenario

En este sentido, el cambio en los bloques de programación, que se refleja en la figura 3.12, muestra que cambiaron las condiciones para incluir el reconocimiento de los marcadores, antes descritos como carta azul o verde, para que los mismos tengan en cuenta el control de movimiento. Por ejemplo, el bloque “card blue is touching card green” permite controlar el movimiento de los objeto físicos agregados a la escena cuando la carta marcador azul se pone en contacto con la carta marcador verde.

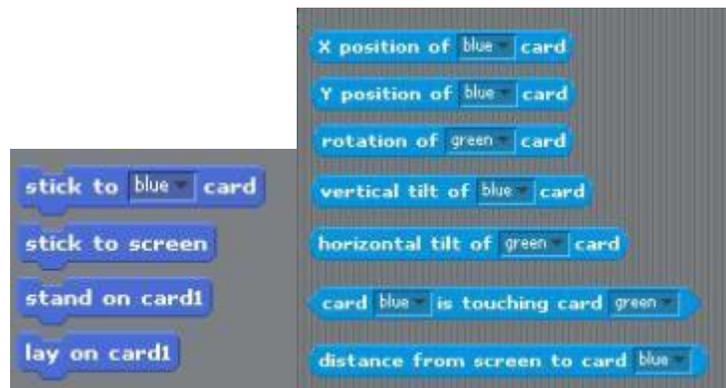


Figura 3.12: Cambio en los bloques de programación

Además, la carpeta cuenta con numerosos demos que permiten probar cómo trabajar con los diferentes comandos.

Así, la inclusión de RA en esta aplicación, ayuda a enseñar programación en un ambiente que mezcla el ámbito virtual con el real. Esto permite que los usuarios interactúen con la aplicación.

Esta revisión sobre Scratch se ha incluido para ejemplificar el uso de RA en relación a la enseñanza de la programación y sirve como antecedente para la propuesta de esta tesina.



4

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS Y MOTIVACIÓN

Capítulo 4: Presentación de una propuesta para la enseñanza de programación utilizando RA

1. Introducción

Este capítulo presenta, en primer lugar, las necesidades educativas que motivaron este trabajo y sus principales fundamentos. Para ello, se definen los conceptos teóricos tomados de las cátedras de Algoritmos, Datos y Programas de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática y Analista Programador Universitario, y Programación 1 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de informática de la Universidad Nacional de La Plata.

En la sección 3, se justifica el desarrollo del sitio web para la presentación de actividades basadas en Realidad Aumentada (RA) vinculadas al tema principal de esta tesina. Los tipos de actividades que se desarrollan serán abordados en la sección 4.

Para finalizar, la sección 5 detalla el alcance que tendrán las actividades en el ámbito de la enseñanza de Conceptos Básicos de Programación.

2. Planteo de la necesidad educativa que se vincula con esta tesina

Cada alumno llega a la universidad con un conjunto de conocimientos y saberes que se basan en experiencias relacionadas con el ambiente sociocultural y familiar en que vive, y condicionados por sus características personales. Esas experiencias constituyen el valor básico de cualquier aprendizaje, por este motivo los docentes universitarios deben tener en cuenta la diversidad de los procesos de aprendizaje, y la necesidad de que sus procesos de enseñanza, no sólo contemplen dicha diversidad sino que también la tomen como eje vertebrador de sus prácticas educativas (Coll, 1991).

Las universidades argentinas vienen enfrentando desde hace tiempo problemáticas preocupantes con respecto a la retención y la permanencia de los alumnos ingresantes a las carreras científico - tecnológicas. El estudiante se incorpora con gran dificultad a las cátedras de primer año, intentando adaptarse al Nivel Superior con las exigencias académicas que el mismo suscita. Investigaciones realizadas por diferentes universidades

nacionales manifiestan una marcada preocupación por esta problemática y se involucran en proyectos investigativos que se vinculan al esclarecimiento y el planteo de estrategias que permitan revertir los bajos índices de retención y permanencia (Formia, 2014) (Mac Gaul et al., 2012) (Maldonado et al., 2006)

Frente a estas problemáticas, donde las posibilidades del alumno que ingresa dependen, principalmente, de su formación previa y la capacidad que tenga de lograr una adaptación exitosa a las cátedras de primer año, se plantea la necesidad de reconocer las diferencias a la hora de diseñar nuevas estrategias didácticas para estas materias.

Es necesario entonces, referirse a la creación de nuevas propuestas pedagógicas orientadas a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje teniendo presente los aspectos cognitivos involucrados.

Actualmente cuando se habla de nuevas propuestas pedagógicas se debería discernir si se trata de cambios e innovaciones en términos de los procesos cognitivos que pondrán en juego los individuos y/o nuevos procedimientos, metodologías y modelos para promover la enseñanza y el aprendizaje, aprovechando los diversos recursos y/o estrategias que proporcionan las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

En esta tesina se propone incluir a la Realidad Aumentada como una estrategia complementaria que pueda ayudar al alumno a vivenciar conceptos abstractos que se abordan en el primer año de la carrera. Al mismo tiempo, se busca incentivar la motivación del alumno, y atender a la diversidad de estilos cognitivos, a partir de la utilización de diversos materiales de estudio y actividades. Para lograr esto, se ha planificado la realización de un material educativo complementario a los ya existentes (material impreso, guías de práctica, entornos de programación convencionales) que permita que el alumno se involucre con nuevos conceptos desde un ámbito más cercano a sus conocimientos previos y a su cotidianidad. De esta manera se espera que este material educativo pueda ser un punto de partida para mejorar su adaptación e inserción a la carrera. Si bien el material fue pensado para su utilización en el marco de las cátedras vinculadas a la enseñanza de Programación de primer año de la carrera. También podría ser adaptado para utilizarse en el curso de ingreso de las carreras en Informática.

3. Aporte propuesto para la tesina: desarrollo de un sitio web que presente actividades de RA

El aporte de la tesina se constituye en un material educativo complementario para la enseñanza de algunos conceptos básicos vinculados a la Programación.

El material educativo puede ser utilizado por los docentes durante el desarrollo teórico práctico del tema seleccionado (estructuras de control) y también por los alumnos de manera individual, con el fin de reforzar los conceptos trabajados en clase y explorar un material de estudio diferente, que le permita consolidar el concepto de estructura de control.

Este material educativo involucra una serie de actividades basadas en Realidad Aumentada que han sido diseñadas para:

- motivar al alumno a partir del carácter lúdico de las actividades diseñadas, y del uso de tecnologías que resultan innovadoras y que puedan despertar la curiosidad e interés del alumno
- Introducir varias de las estructuras de control abordadas en los cursos básicos de programación de una manera multimedial
- Vivenciar y experimentar el comportamiento de dichas estructuras de control a partir de situaciones reales y lúdicas
- Comparar el comportamiento de las estructuras de control, a partir de la visualización inmediata de los efectos que tiene elegir una u otra estructura de control para resolver un determinado problema
- Decidir qué estructura de control elegir con el fin de obtener un determinado efecto en una escena real a partir de la inclusión de objetos virtuales.

Así en esta tesina se desarrolla un sitio web que incluye contenido académico y actividades basadas en RA para la enseñanza y aprendizaje de Conceptos Básicos de Programación, en particular, para la enseñanza y aprendizaje de estructuras de control.

Este sitio se ha desarrollado bajo la autorización y supervisión de docentes de las cátedras Algoritmos, Datos y Programas de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática y Analista Programador Universitario, y Programación 1 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de informática de la Universidad Nacional de La Plata.

El diseño específico del material educativo diseñado y desarrollado será presentado en detalle en el capítulo 6, se vincula con las presentaciones que se utilizan en el dictado las teorías y con el material bibliográfico referenciado por estas cátedras. Sin embargo, las actividades desarrolladas difieren de las que normalmente se desarrollan para la enseñanza de estos temas, ya que normalmente el alumno luego de ver los conceptos teóricos, los pone en práctica a través de la escritura de programas inicialmente sencillos en un lenguaje de programación estructurado, que les permiten resolver problemas de baja complejidad.

El material educativo busca atender a la diversidad de estilos cognitivos y generar actividades intermedias previas a la realización de las prácticas tradicionales. Se enmarca en el área de Tecnología Informática Aplicada en Educación, y en particular en el paradigma de interacción persona-ordenador de Realidad Aumentada con el fin de enriquecer un escenario educativo en concreto.

4. Tipos de Actividades desarrolladas

Las actividades que se diseñaron se proponen como una estrategia didáctica alternativa a las ya presentes en los cursos de programación de los primeros años de las carreras en informática. En este caso ponen en juego los conocimientos teóricos referidos a estructuras de control. Sin embargo, estas actividades pueden extenderse a otros temas de estas materias.

Se plantea el desarrollo de tres tipos de actividades de RA que tienen diferentes objetivos: vivenciar nuevos conceptos, reforzar la comprensión de los temas involucrados, comparar y decidir acerca del uso de las estructuras de control.

Los tipos de actividades diseñadas en cuanto a su función didáctica son: Actividades de Exploración, Actividades de Repaso, y Actividad Integradora.

En la siguiente figura 4.1, se describe los tres tipos de actividades y su objetivo general.



Figura 4.1: Etapas de las actividades.

El material educativo presenta una descripción teórica de cada estructura de control a trabajar que refuerza los materiales que se abordan en las clases teóricas del curso. Luego, teniendo en cuenta los conocimientos previos y los nuevos conocimientos que posee el alumno, se le propone la realización de las actividades: primero las de exploración donde podrá vivenciar y experimentar esos nuevos conceptos que se busca aprender, segundo las de repaso, donde ya involucra operaciones cognitivas más complejas como la comparación de estas estructuras de control; y tercero, la actividad de integración en la que se le plantea un problema a resolver en etapas, donde deberá aplicar las estructuras de control que le permitan resolver el problema.

Así es como cada uno de estos tipos de actividades trata de reforzar el proceso de aprendizaje, considerando los diferentes estilos cognitivos de los alumnos y planteando un recorrido que involucra actividades cognitivas de menor a mayor complejidad. A continuación se describen los tres tipos de actividades de forma general, con el fin de detallar su función en cuanto a su objetivo didáctico.

4.1. Actividades exploratorias

Las actividades de exploración, en general, son utilizadas para generar nuevo conocimiento y aprendizaje, puede ser un nuevo concepto, fórmula, regla o nuevos saberes.

Principalmente, sitúan a los alumnos en la temática objeto de estudio, ya sea identificando el problema planteado y formulando sus propios puntos de vista, o bien reconociendo el punto de partida donde se sitúan. En este tipo de actividades se propone el análisis de situaciones muy simples y concretas, cercanas a las vivencias e intereses de los alumnos.

Así, Edwards y Mercer (1998) afirman que al analizar algunas interacciones entre alumnos y profesores y a partir de la formulación de preguntas desde un punto de vista de atención a la diversidad, las actividades de exploración pueden resultar importantes. Muchas veces sirven de diagnóstico de las situaciones de partida de cada alumno. El docente puede reconocer cuáles son los razonamientos verbalizados por los estudiantes, el uso de las palabras, sus dificultades o posibles obstáculos cognitivos, los aciertos e intuiciones que han de posibilitar la evolución de sus aprendizajes hacia nuevos temas de estudio, entre otro.

Las actividades de exploración incluidas dentro del material educativo diseñado para esta tesina, tienen el objetivo de que el alumno a través de la RA explore el comportamiento de las distintas estructuras de control explicadas en la sección de Conceptos Teóricos del mismo material, y trabajadas en los encuentros teóricos de las materias para las cuales se ha desarrollado. Generan un puente entre el abordaje teórico y el práctico de este tema. Permiten al alumno experimentar el uso de las estructuras de control, a partir de sencillas consignas, visualizan su efecto en una escena de RA, y juegan con ellas construyendo su propio aprendizaje.

4.2. Actividades de Repaso

Dentro del proceso de aprendizaje, las actividades de repaso consideran que el alumno ya ha realizado un recorrido previo por la sección de conceptos teóricos y la realización de las actividades de exploración.

Las actividades de repaso ayudan a reforzar lo aprendido, es por eso que en esta etapa el alumno debe recuperar sus conocimientos previos y aplicar nuevas operaciones cognitivas que se relacionan con la comparación de esos conocimientos de una forma aplicada.

Estas actividades permitirán también al alumno autoevaluarse en relación a su comprensión de las estructuras de control. Ofrecen retroalimentación para el alumno, en la que si indican si el alumno ha logrado resolver el problema planteado o no. Al mismo tiempo, la visualización de la escena aumentada también constituye una retroalimentación para la comprensión del tema.

Las actividades de repaso en el material educativo presentan diferentes comparaciones de las estructuras de control, especialmente, para determinar a partir de una situación planteada cuál es la estructura de control adecuada para resolver el problema. Así el

alumno a partir de los conocimientos previos toma una decisión y luego de la realización de la actividad se puede observar una devolución a partir de su elección.

4.3. Actividades de Integración

Las actividades de integración son aquellas donde el alumno es el principal actor, a partir del conocimiento ya aprendido será capaz de integrarlo, y por ejemplo, aplicarlo en la resolución de un problema de mayor complejidad. Es decir, están orientadas a que los alumnos pongan en juego los conocimientos adquiridos.

En este caso, es una actividad que propone, de manera lúdica, la resolución de una situación.

Se le plantean al alumno tres preguntas de carácter cerrado (respuesta si/no) sobre su persona, que luego, se tendrán en cuenta para la resolución de las tres etapas que involucra esta actividad. En cada etapa se propone un desafío que es la elección de la estructura de control correcta a partir de las respuestas dadas. Para pasar de una etapa a la siguiente debe contestar correctamente o se le propondrá realizar la etapa nuevamente.

Al finalizar cada etapa, se muestra una corrección que sirve como retroalimentación para el alumno. La actividad finaliza cuando realiza correctamente cada etapa. En este sentido la estructura de control o condición que elija depende de las respuestas de la persona en primera instancia, y varía entre una y otra persona haciendo que la actividad sea diferente para cada alumno que la realice.

5. Alcance de las actividades

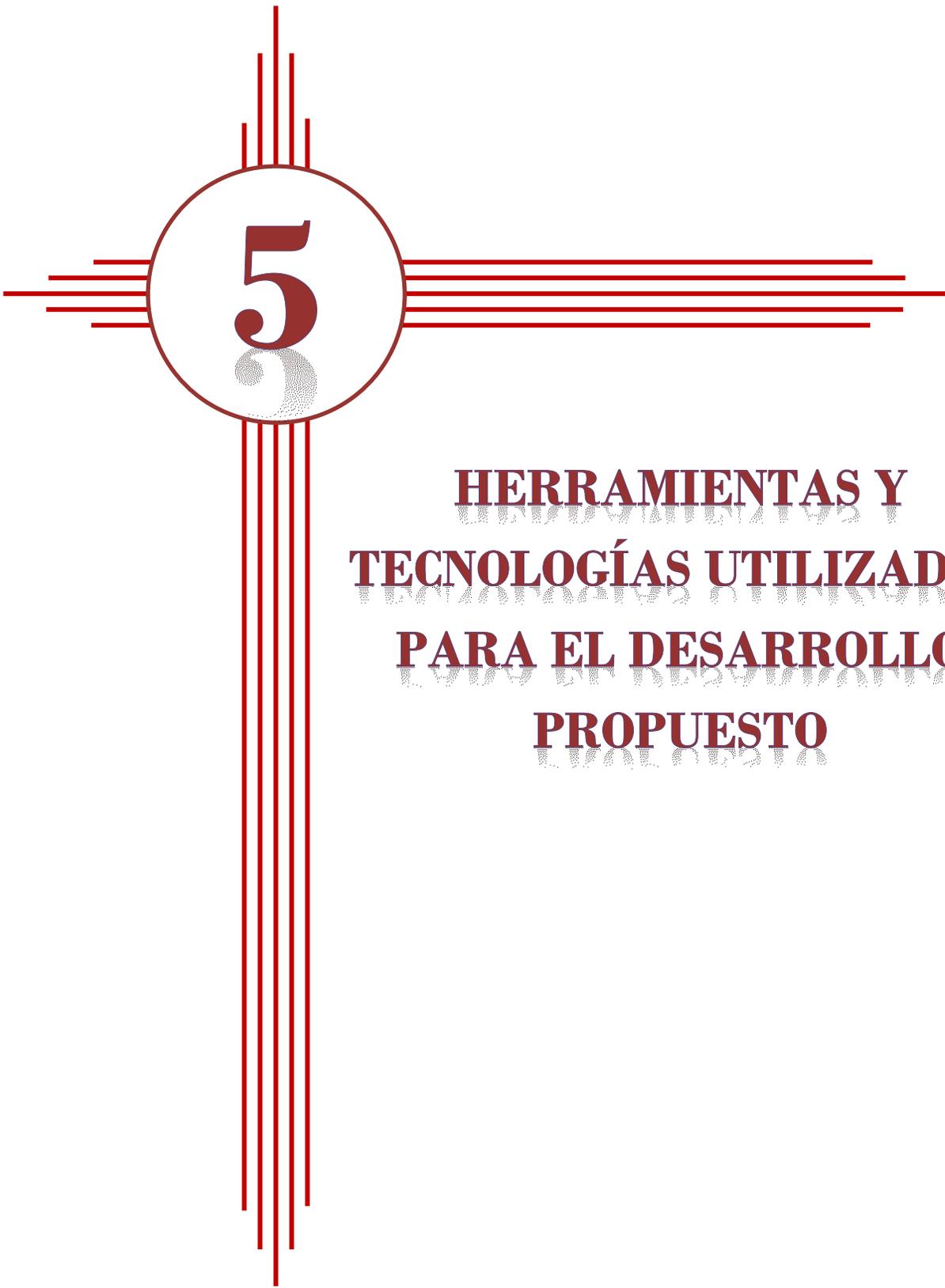
El objetivo de docentes y alumnos siempre es el logro de determinados aprendizajes, y la clave del éxito está en su motivación y en lograr que los alumnos puedan articular sus conocimientos previos con los nuevos conocimientos, en que se atiendan los diferentes estilos cognitivos de los alumnos, entre muchos otros factores.

El empleo de diferentes materiales educativos puede ayudar a lograr que los alumnos logren el objetivo de aprendizaje.

El material educativo presentado en esta tesina y sus actividades pueden ser utilizados por los alumnos de manera guiada con los docentes de la cátedra. También puede ser accedido

por los alumnos desde sus hogares u otros lugares de acceso, de manera tal que pueda abordar los contenidos y complementar lo trabajado en clase.

El material puede ser extendido para otros temas que se trabajan en las materias ya referidas.



5

**HERRAMIENTAS Y
TECNOLOGÍAS UTILIZADAS
PARA EL DESARROLLO
PROPUESTO**

Capítulo 5: Herramientas y tecnologías utilizadas para el desarrollo propuesto

1. Introducción

Este capítulo comienza con la investigación de las diferentes tecnologías que se analizaron con la finalidad de utilizarlas en el desarrollo de este trabajo. Además, se justifica la elección de las herramientas que finalmente intervienen en el desarrollo.

En la sección 3 se detallará la utilización de Flash Builder como entorno de desarrollo y en la sección 4 las librerías empleadas para desarrollar las actividades de Realidad Aumentada haciendo énfasis en aquellas librerías para el seguimiento facial o del rostro (Face Tracking) y el reconocimiento de marcadores.

2. Análisis de diversas tecnologías disponibles

Durante el proceso de investigación se realizó un recorrido por diferentes herramientas que utilizan RA como tecnología principal de desarrollo.

Como ya se ha mencionado existen muchas aplicaciones de RA que utilizan marcadores y particularmente algunas de ellas se han descrito en el capítulo 2. Sin embargo, no resulta sencillo encontrar variadas aplicaciones gratuitas que empleen la técnica de seguimiento del rostro así como tampoco que las mismas permitan modificaciones internas. Por este motivo, en la clasificación que se presenta a continuación se tuvo en cuenta la aplicación Metaio Creator y la plataforma y librería Beyond Reality Face que se describen en las siguientes subsecciones.

2.1. Metaio Creator

Metaio es una empresa que dispone de diversas aplicaciones de Realidad Aumentada orientadas a diferentes usuarios y con diferentes entornos. Posee un conjunto de Software Development Kit (SDK) orientados a distintos sectores. Ofrece un SDK para desarrollar aplicaciones orientadas a iOS y Android. Así como productos orientados al desarrollo de aplicaciones para Marketing, Ingeniería, Diseño Web, entre otros. El SDK para aplicaciones móviles da soporte para Realidad Aumentada basada en marcadores, geolocalización y

reconocimiento de formas. Aunque tiene ventajas por la facilidad y rapidez con la que se puede acceder y crear alguna aplicación, sus productos tienen un alto precio. Sin embargo, para este caso de estudio, la aplicación Metaio Creator tiene una aplicación que es gratuita y posee varias funcionalidades que si bien son limitadas permiten crear pequeñas aplicaciones sin la necesidad de tener grandes conocimientos de programación. Todas las características del entorno se han descrito en detalle en el capítulo 2.

Metaio Creator, es la aplicación que, entre otras funcionalidad posee Face Tracking. Sobre esta aplicación se realizaron diferentes experiencias para su uso en el desarrollo de las actividades ya presentadas, maneja un lenguaje de scripting llamado AREL que se basa en la combinación de JavaScript y XML estático para construir la API de Metaio SDK.

Ha sido especialmente probada para el desarrollo de las actividades propuestas en esta tesina, ya que mediante el uso de la técnica de visión artificial, permite utilizar la cabeza de una persona como marcador, implementando una clase de seguimiento del rostro.

Sin embargo, su utilización ha sido descartada ya que, si bien es muy fácil de usar y permite la creación de realidad aumentada sin grandes conocimientos de programación, no se puede realizar una modificación importante del comportamiento pre configurado que posee el ambiente.

2.2. Beyond Reality Face

Beyond Reality Face (BRF) es una plataforma y librería de face tracking que utiliza una API simple y pequeña y se puede obtener de manera gratuita desde el sitio web⁴⁵ aceptando términos y condiciones presentes en el sitio para evitar su comercialización. En la figura 5.1 se muestra una imagen del sitio web.

⁴⁵ Beyond Reality Face: <https://www.beyond-reality-face.com>



Figura 5.1: Sitio web de Beyond Reality Face.

Actualmente la versión disponible es la 3.0.16 que sólo funciona para Adobe flash⁴⁶ y Adobe Air⁴⁷ de escritorio y posee las características que se describen a continuación:

- Point Tracking: seguimiento de múltiples puntos a través de la webcam
- Face Detection: busca una cara enmarcada en un rectángulo a través de la webcam
- FaceShape Tracking: analiza una cara encontrada en detalle y utiliza formas morfológicas de 68 puntos.
- CandideShape Tracking: coloca objetos 3D sobre el rostro mediante la actualización de modelos Candide 3D.

Esta librería utiliza un tipo de Face tracking diferente al que finalmente se utilizó para el desarrollo de las actividades. El reconocimiento facial que utiliza para las aplicaciones de RA funciona de manera adecuada tanto con Flash como con HTML5 y JavaScript. Sin embargo, a la hora de diseñar las actividades y buscar fuentes de ayuda externa para el desarrollo, no poseen tantos ejemplos como lo que se han realizado en Flash a partir de la librería FLARToolKit que se explica en la próxima sección.

⁴⁶ Adobe Flash: aplicación de creación y manipulación de gráficos vectoriales con posibilidades de manejo de código mediante un lenguaje de scripting llamado ActionScript.

⁴⁷ Adobe Air: es un entorno de ejecución multiplataforma para la creación de aplicaciones RIA (Rich Internet Applications) que utilizan Adobe Flash, Adobe Flex, HTML y AJAX, para usarse como aplicaciones de escritorio.

3. Herramientas utilizadas

Las herramientas y librerías que se utilizaron para el desarrollo de las actividades involucraron contenido nuevo para el conocimiento del autor. Se propuso la utilización de contenido flash para el desarrollo de las actividades basadas en RA

3.1. Flash Builder

Flash Builder es un entorno de desarrollo integrado escrito en la plataforma Eclipse⁴⁸ destinado para el desarrollo de aplicaciones de Internet enriquecidas⁴⁹ (RIA) y aplicaciones de escritorio multiplataforma, particularmente para la plataforma de Adobe Flash. El soporte para aplicaciones de escritorio multiplataforma fue añadido en Flex Builder 3⁵⁰ con la introducción de Adobe AIR.

Para el desarrollo de las actividades se utilizó este entorno de desarrollo en su versión 4.7 Premium Trial de 64 bits modo de prueba por sesenta días que se renovó dos veces para su utilización, debido al tiempo empleado para la investigación y desarrollo de las actividades propuestas en esta tesina. Su descarga se permite desde el sitio web de Adobe⁵¹.

En la figura 5.2 se observa una imagen del entorno, en la parte izquierda se encuentra el área de proyectos donde aparecen las actividades desarrolladas en ActionScript3 (AS3)⁵².

⁴⁸ Eclipse: programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación de código abierto multiplataforma para desarrollar lo que el proyecto llama "Aplicaciones de Cliente Enriquecido", opuesto a las aplicaciones "Cliente-liviano" basadas en navegadores

⁴⁹ RIA: son aplicaciones web que tienen la mayoría de las características de las aplicaciones de escritorio tradicionales. Estas aplicaciones utilizan un navegador web estandarizado para ejecutarse y por medio de complementos o mediante una máquina virtual se agregan las características adicionales.

⁵⁰ Flex Builder 3: permite a los desarrolladores de aplicaciones web construir rápida y fácilmente Aplicaciones Enriquecidas de Internet, también llamadas RIA. En un modelo multi-capa, las aplicaciones Flex son el nivel de presentación. Esta versión se lanzó en el año 2008.

⁵¹ Flash Builder: <http://www.adobe.com/la/products/flash-builder.html>

⁵² AS3: lenguaje de programación de la plataforma Adobe Flash. permite mucha más eficiencia en las aplicaciones de la plataforma Flash para construir animaciones de todo tipo, desde simples a complejas, ricas en datos e interfaces interactivas. Su versión más extendida 3.0, que significó una mejora en el manejo de programación orientada a objetos al ajustarse mejor al estándar ECMA-262 y es utilizada en las últimas versiones de Adobe Flash y Flex

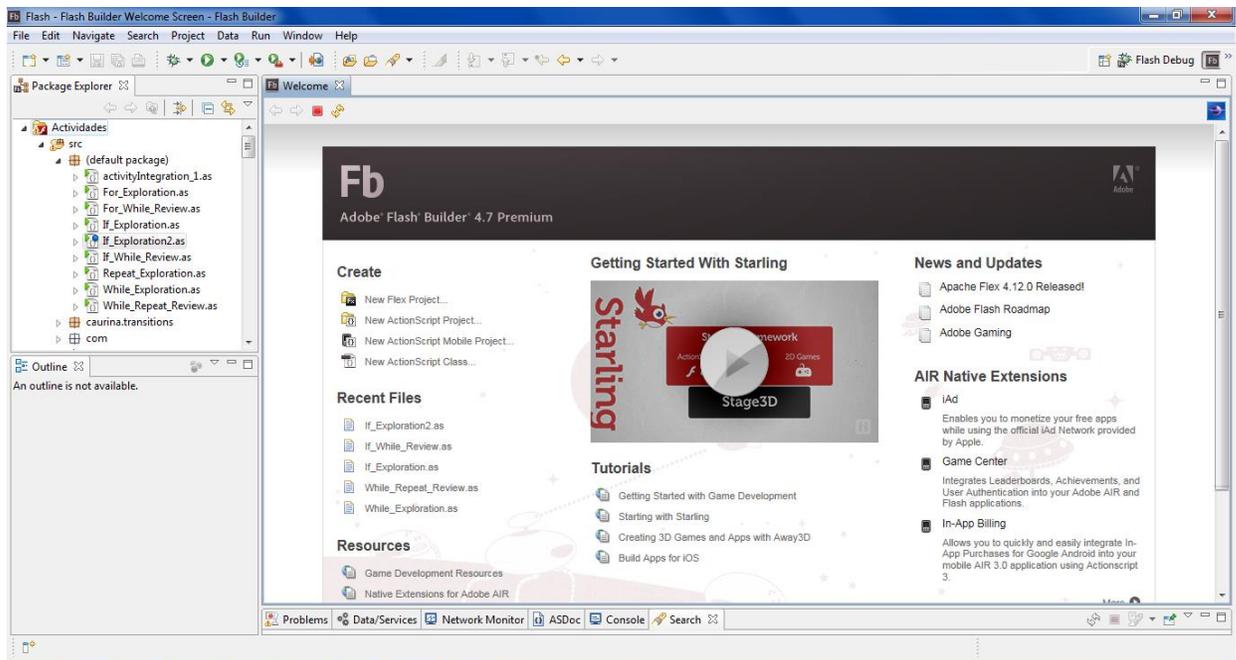


Figura 5.2: Entorno Flash Builder 4.7 Premium

4. Librerías utilizadas

En las siguientes subsecciones se describen las librerías FLARManager en la que se basa FLARToolkit, PaperVision3D, Marilena (para seguimiento del rostro) y la propia librería de Flash que se utilizan para abordar los diferentes aspectos involucrados en el desarrollo de las actividades propuestas.

4.1. FLARManager

FLARManager⁵³ es un framework liviano que hace más fácil la construcción de aplicaciones de Realidad Aumentada para Flash. Es compatible con una variedad de librerías de tracking y frameworks 3D que se enumeran más adelante. Además provee un sistema basado en eventos que resulta más robusto para la administración de la adición, modificación y remoción de marcadores.

Asimismo soporta la detección y administración de múltiples patrones y múltiples marcadores de un patrón dado.

Soporta las siguientes librerías de Tracking:

⁵³ FLARManager: <http://words.transmote.com/wp/wp-content/transmote/downloadForm.html>

- FLARToolkit
- flare*tracker
- flare*NFT

Soporta los siguientes frameworks 3D:

- Alternativa3D
- Away3D
- Away3D Lite
- Papervision3D
- Sandy3D

FLARToolKit es la versión ActionScript 3 de ARToolKit que se puede utilizar para desarrollar rápidamente experiencias de RA basadas en web. Es la librería basada en Flash de RA más ampliamente utilizada y cuenta con el soporte de una gran comunidad de desarrolladores y diversos sitios web con aplicaciones de ejemplo.

Esta librería reconoce un marcador visual desde una imagen y luego calcula la posición y orientación en el mundo 3D de la cámara y despliega gráficos virtuales en la imagen de video en vivo.

En las actividades desarrolladas se utilizan los marcadores de la figura 5.3 que se encuentran configurados en el archivo XML FLARconfig.

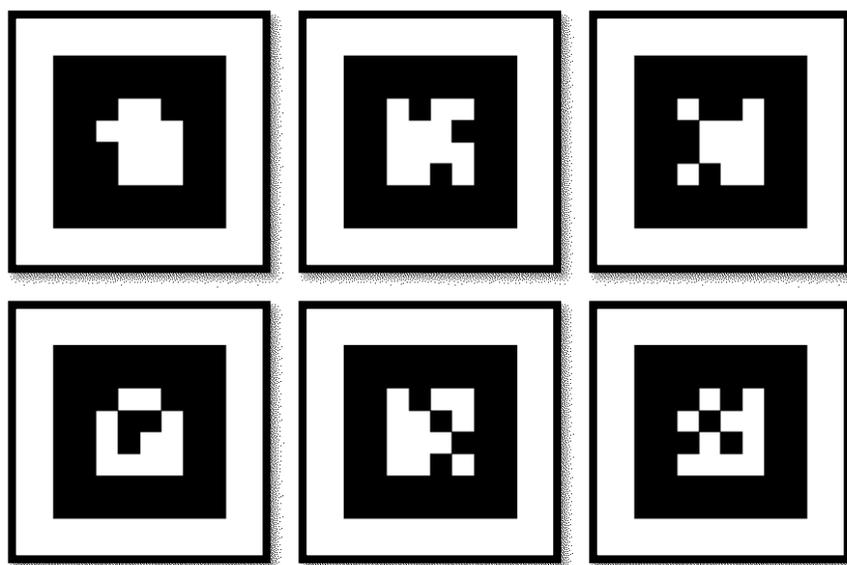


Figura 5.3: Marcadores utilizados en las actividades de RA

Por otro lado, FLARToolKit tiene soporte para la mayoría de los motores gráficos 3D para Flash (Papervision3D, Away3D, Sandy, Alternativa3D).

4.2. PaperVision3D

PaperVision3D⁵⁴ es un motor gráfico 3D de código abierto para el renderizado de contenido 3D, incluido en Adobe Flash Player y Adobe AIR.

A diferencia de motores 3D de Flash modernos como Away3D y Flare3D, Papervision3D no está hecho para Stage3D⁵⁵ y renderiza contenido 3D completamente en el CPU sin renderizado acelerado por GPU⁵⁶.

A continuación se describen los elementos que utiliza:

- **Viewport:** es el rectángulo bidimensional donde se proyecta la escena tridimensional. posee un ancho y un alto que indican el tamaño de la pantalla rectangular.
- **Scene:** es la escena tridimensional que se muestra y sobre la cual se va a trabajar. Es el lugar donde se encuentran los objetos 3D y contiene todo el entorno tridimensional donde se pueden añadir y quitar objetos, moverlos, transformarlos, cambiar el punto de vista de la escena, entre otras.
- **DisplayObject3D:** representa a una instancia de cualquier objeto que se encuentra en la escena tridimensional. Todos los objetos 3D que se observan en una escena descienden de esta clase.
- **Camera:** sirve para indicar un punto de vista desde cual se puede visualizar la escena. Existen diferentes tipos: cámara libre, cámara objetivo (siempre apunta a un objeto 3D).
- **Luces (LightObject3D, PointLight3D):** para iluminar el entorno tridimensional se tienen varias opciones como por ejemplo, las luces direccionales y las luces focales o de punto.
- **Materiales:** para que los objetos tridimensionales se vean, estos tienen que estar dotados de un material. Es el que tiene los datos sobre la apariencia de los objetos y dice de qué color son y cómo éstos se renderizan. Existe una

⁵⁴ PaperVision3D: <https://code.google.com/p/papervision3d/>

⁵⁵ Stage3D: API de Adobe Flash Player para renderizar gráficos 3D interactivos con la aceleración de GPU dentro de aplicaciones y juegos en Flash.

⁵⁶ GPU: es un coprocesador dedicado al procesamiento de gráficos u operaciones de coma flotante, para aligerar la carga de trabajo del procesador central en aplicaciones como los videojuegos o aplicaciones 3D interactivas.

extensa variedad de materiales de diversos tipos e incluso un mismo objeto puede contener distintos tipos de materiales (ColorMaterial, BitmapMaterial, MovieMaterial, VideoStreamMaterial).

- Motor de Render: es el que permite que todo funcione y se vea. Su función básica es traducir todos los datos tridimensionales que se han generado en la estructura de la escena al visor bidimensional.

Para las actividades en RA desarrolladas, no se utilizan específicamente gráficos 3D sino gráficos bidimensionales. Sin embargo, se utiliza esta librería para la ayuda en el reconocimiento de los marcadores. Cada vez que un marcador es reconocido por la cámara, se dibuja con el motor de gráficos un círculo de diferentes colores sobre los vértices del patrón que reconoce para ayudar al usuario, en este caso a los alumnos y docentes, a darse cuenta cuando el marcador es detectado y reconocido por la cámara y que como consecuencia se debería aplicar algún efecto de RA sobre la persona si es el marcador correcto para realizar una actividad determinada.

4.3 Face Tracking

La librería que se utiliza para la detección y seguimiento facial es una modificación del proyecto Marilena⁵⁷ de la librería LibsPark⁵⁸, desarrollada originalmente en Japón. Se basa en librerías de C y C++ que incluyen Flash y Realidad Aumentada en FLARToolKit.

Se basa en openCV, una librería de visión artificial desarrollada por Intel. Es una plataforma poderosa que se ha incorporado a Flash y es utilizada en ActionScript3 para la detección de objetos y reconocimiento facial considerando el procesamiento que requiere.

La utilización del proyecto Marilena ha sido extendida por Quasimondo⁵⁹ para optimizar y mejorar la performance de las aplicaciones que la utilicen, principalmente para no importar archivos externos, sino que se incluya todo en el mismo proyecto.

En cada una de las actividades, hay manejadores de eventos de esta librería que se disparan y se mantienen durante todo el proceso de ejecución. Luego de la

⁵⁷ Marilena: <http://www.libspark.org/wiki/mash/Marilena>

⁵⁸ LibSpark: <http://www.libspark.org/wiki/WikiStart/en>

⁵⁹ Quasimondo: <http://www.quasimondo.com/archives/000687.php>

detección de un marcador se dispara el evento que instancia el objeto o los objetos que aparecerán sobre la persona y mantienen su posición en función del rectángulo donde se coloca. Esta posición varía de acuerdo al movimiento que realiza la persona.

El código utilizado por parte de esta librería y el desarrollo de las actividades se anexa a los archivos de esta tesina.



6

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO Y LAS ACTIVIDAD DE RA

Capítulo 6: Diseño e implementación del material educativo y las actividades de RA

1. Introducción

En este capítulo se describe, de manera detallada, la implementación y descripción del material educativo (sitio web): “Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada”, donde se encuentran disponibles los contenidos referidos a los conceptos teóricos sobre estructuras de control, y el desarrollo de las actividades de Realidad Aumentada, detalladas en el capítulo 4.

En la sección 2 de este capítulo, se describe cómo se ha implementado el material educativo utilizando Wordpress, su organización y contenido, y en la sección 3 se especifican las actividades de RA desarrolladas con sus respectivas consignas, y forma de visualización.

2. Implementación del material educativo

El material educativo “Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada” se desarrolló en Wordpress⁶⁰ versión 4.1.1. Wordpress es una avanzada plataforma semántica de publicación personal orientada a la estética, los estándares web y la usabilidad. Se caracteriza por ser software libre y gratuito.

La dirección web del sitio es: <http://163.10.22.174/>

Se utilizó la plantilla Twenty - Thirteen, que brinda Wordpress, como tema de aplicación. En la siguiente figura 6.1 se observa la página de inicio del sitio Web.

⁶⁰ Wordpress: <https://es.wordpress.org/>



Figura 6.1: Página de inicio del Sitio Web

3. Descripción del material educativo

El material educativo se encuentra organizado en diferentes secciones contenidas en el menú principal, ubicado debajo del encabezado y que se detalla en la figura 6.2. Estas secciones son: 1. Contenidos Teóricos, 2. Actividades de RA, 3. Marcadores, 4. Tutoriales, 5. Encuestas, 6. Acerca de y 7. Mapa del sitio.



Figura 6.2: Menú principal del Sitio Web

En las siguientes secciones se describen todos los elementos del menú.

3.1. Inicio

En la página de inicio se describe el contexto y objetivo de este material educativo.

En la figura 6.3 se observa la descripción de la página de inicio con una bienvenida dirigida a los alumnos.

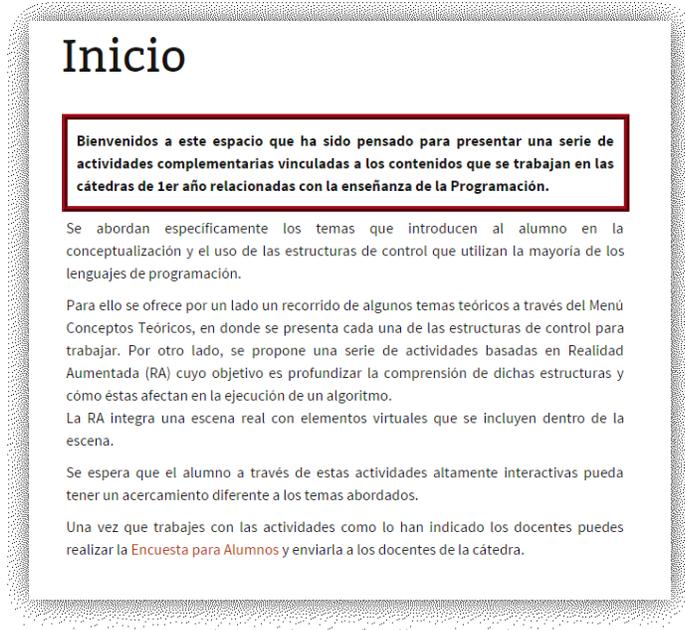


Figura 6.3: Menú principal del Sitio Web

3.2. Conceptos Teóricos

En la sección Conceptos Teóricos del material educativo se presentan de manera sintética los contenidos a trabajar. Resultan un complemento de lo trabajado sobre estructuras de control en las clases teóricas y en el material bibliográfico de las cátedras de Algoritmos, Datos y Programas de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática y Analista Programador Universitario, y Programación 1 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de informática de la Universidad Nacional de La Plata.

En la figura 6.4 se muestra la imagen de la página Conceptos Teóricos.

Conceptos Teóricos

Todos los lenguajes de programación tienen un conjunto mínimo de instrucciones que permiten especificar el flujo de ejecución del algoritmo que se desea implementar.

Las estructuras de control son instrucciones que permiten modificar el flujo de ejecución de un programa.

En el siguiente gráfico se muestra algunas estructuras de control que trabajaremos en este espacio.

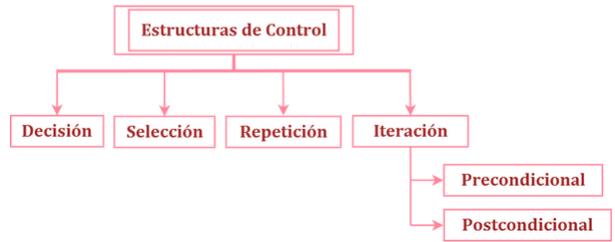


Figura 6.4: Conceptos Teóricos

Dentro de la opción de menú Contenidos Teóricos, se puede acceder a las siguientes secciones: Decisión, Selección, Repetición, e Iteración, que a su vez permite acceder a la Iteración Pre-condicional y Post-condicional. En las siguientes subsecciones se describen cada una de estas opciones.

3.2.1 Decisión

En esta sección se presenta la estructura de control decisión. En la figura 6.5 se visualiza la página donde se muestra un gráfico que describe la estructura de control Decisión y un texto explicativo.

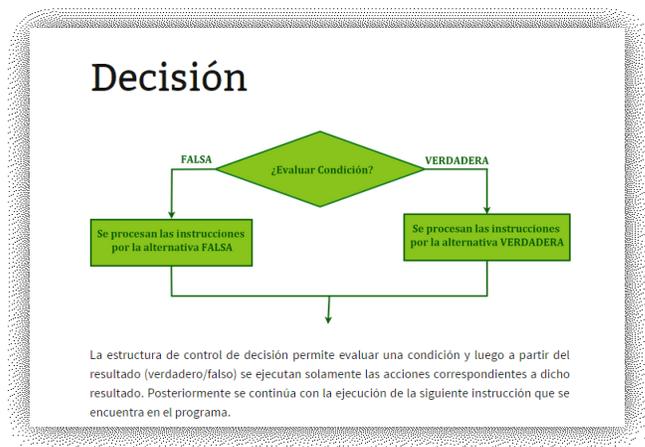


Figura 6. 5: Estructura de Control Decisión

Luego, se presenta la sintaxis de la estructura de control de decisión en Pascal:

- **IF – ELSE:** presenta la descripción de la estructura de control IF y describe la sintaxis de Pascal en la página que se muestra en la figura 6.6.

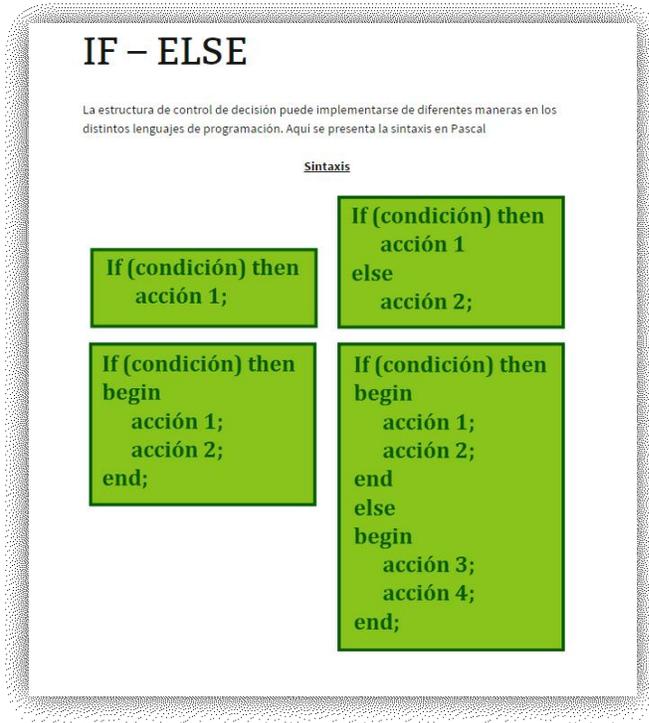


Figura 6.6: Estructura de Control IF - ELSE

3.2.2 Iteración

En esta sección se encuentra la descripción de la estructura de control iteración.

En la figura 6.7 se observa la página donde se presenta un gráfico que describe el comportamiento de la estructura de control iteración pre – condicional y la post-condicional.

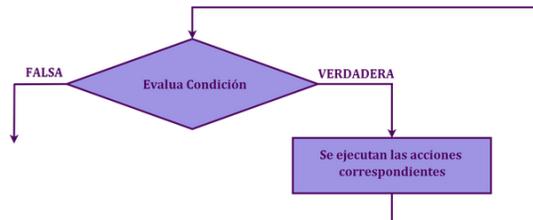
Iteración

Las estructuras de control iterativas permiten repetir un conjunto de acciones dependiendo de la evaluación de una condición. No se conoce a priori la cantidad de veces que se ejecutará el conjunto de acciones.

Estas estructuras se clasifican en **precondicionales** y **postcondicionales**.

Estructura de control Precondicional

Las estructuras de control precondicionales evalúan la condición y si es verdadera se ejecuta el bloque de acciones. Dicho bloque se pueda ejecutar 0, 1 ó más veces como indica el gráfico.



Estructura de control Postcondicional

Las estructuras de control postcondicionales, en cambio, ejecutan las acciones y luego evalúan la condición. Además las acciones se ejecutan hasta que la condición sea verdadera. Por lo tanto, el conjunto de acciones puede ejecutarse 1 o más veces.

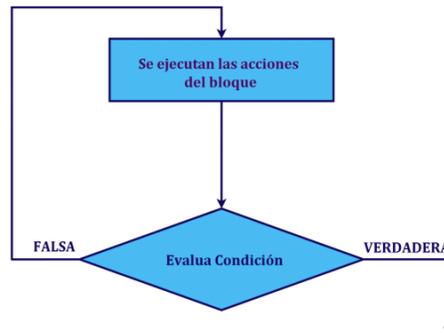


Figura 6.7: Estructura de Control Iteración

Luego se presenta su denominación en el lenguaje Pascal:

- **WHILE:** se presenta la descripción de la estructura de control precondicional WHILE y se describe la sintaxis de Pascal para esta estructura en la página que se muestra en la figura 6.8.

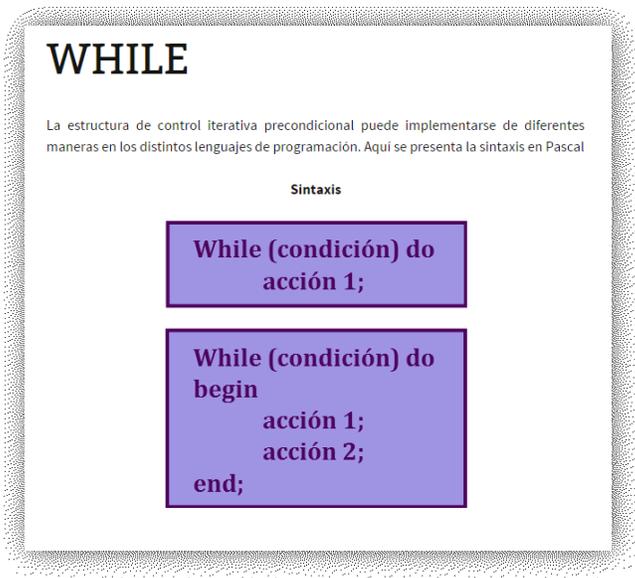


Figura 6.8: Estructura de Control WHILE

- **REPEAT – UNTIL:** se presenta la descripción de la estructura de control post-condicional REPEAT – UNTIL y se describe la sintaxis de Pascal en la página que se muestra en la figura 6.9.

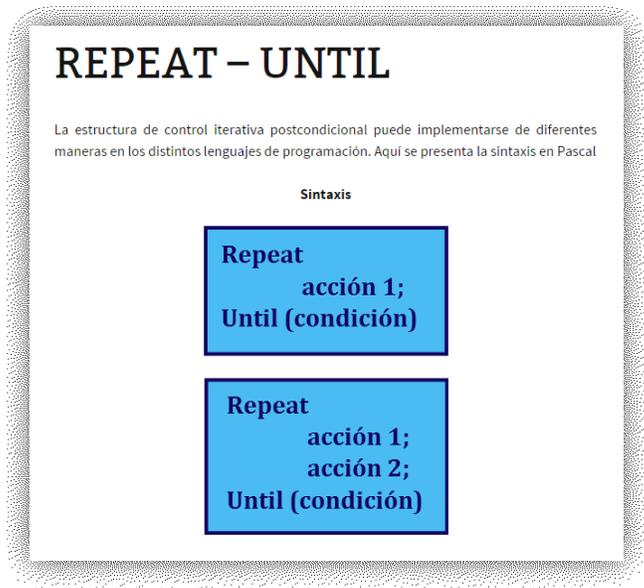


Figura 6.9: Estructura de Control REPEAT - UNTIL

3.2.3 Repetición

En esta sección se encuentra la descripción de la estructura de control repetición.

En la figura 6.10 se presenta un gráfico de la página donde se incluye un esquema del comportamiento de esta estructura de control junto con un texto explicativo.

Luego se describe la sintaxis de la repetición en el lenguaje Pascal.

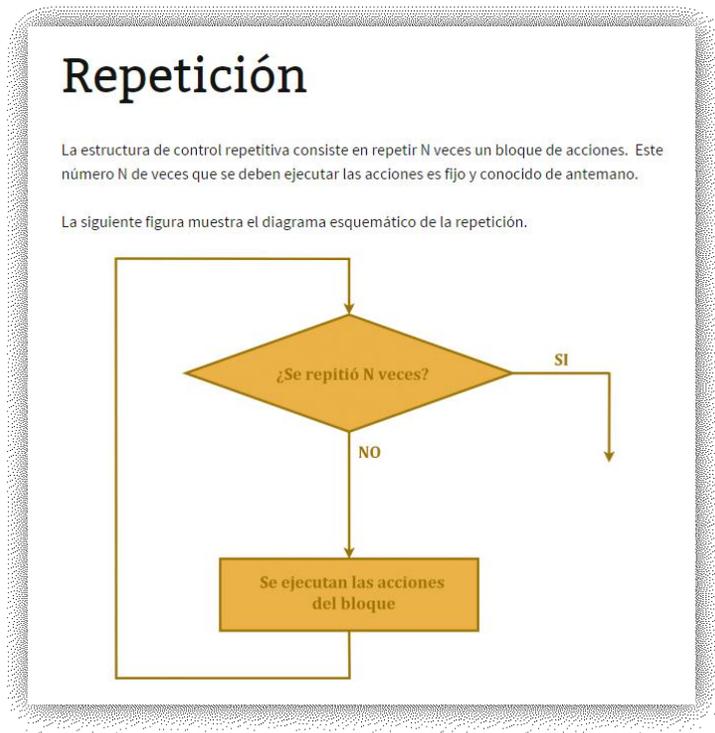


Figura 6. 10: Estructura de Control Repetición

- **FOR:** presenta la descripción de la estructura de control FOR en sus dos versiones para hacer las repeticiones con un valor inicial mayor al final, y viceversa, con un valor inicial menor al valor final. La figura 6.11 describe esta situación.

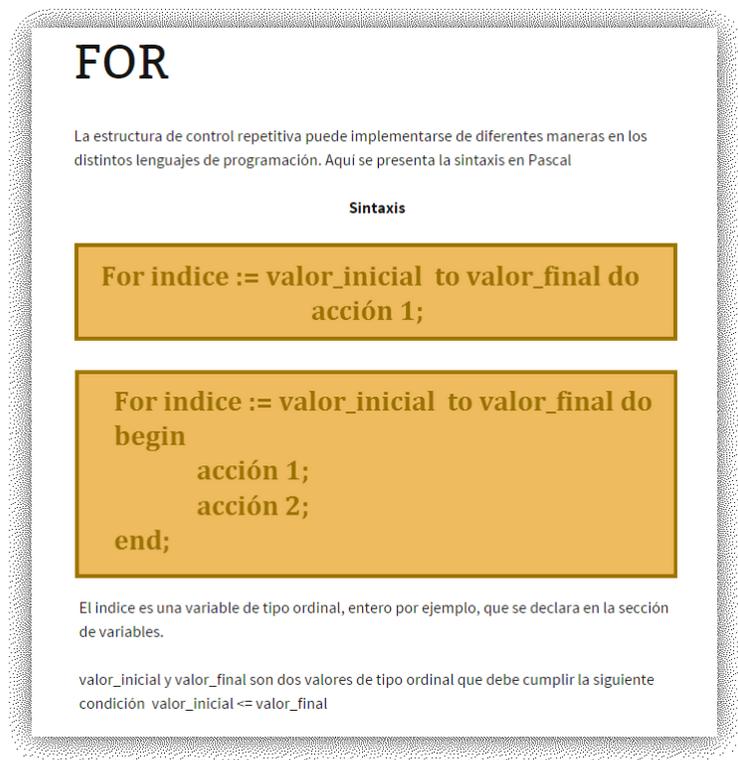


Figura 6.11: Estructura de Control FOR

2.3. Actividades de RA

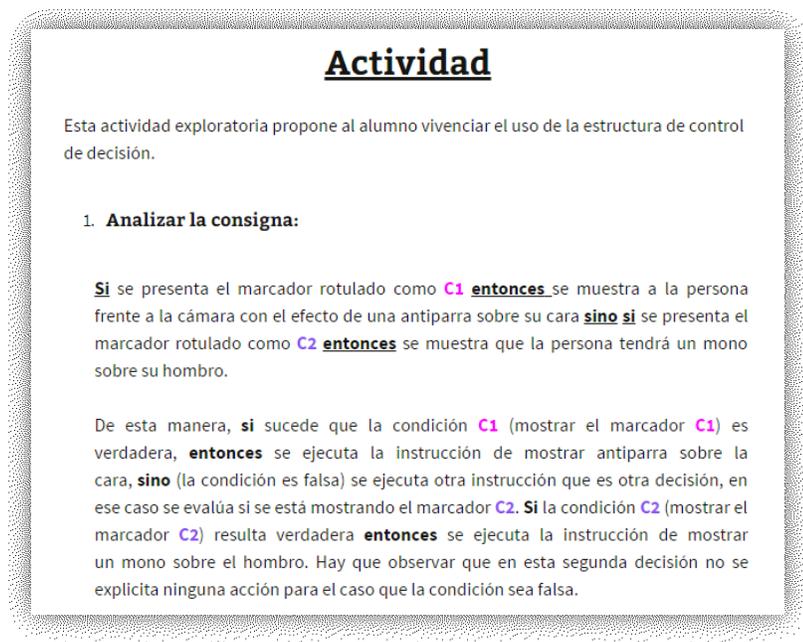
En la sección Actividades de RA del menú principal se encuentran las actividades basadas en RA. Las mismas se clasifican en Actividades de Exploración, Actividades de Repaso y Actividades de Integración. Además incorpora una sección de Pautas Generales donde se describen diferentes requerimientos que se deben tener en cuenta en la realización de todas las actividades. El detalle y análisis de implementación de cada actividad se describe en la sección 4.

3.3.1 Actividades de Exploración

A continuación se describen las actividades de exploración disponibles en el material educativo:

- **Actividad Exploratoria IF**
Como se observa en la figura 6.12, se presenta una introducción a la actividad y luego se le propone al alumno una consigna de trabajo específica, que le permitirá vivenciar el comportamiento del IF. A partir de

una actividad de RA el alumno verá que si presenta una determinada condición frente a la cámara (representada a través de un marcador), al ejecutarse el IF se evalúa esa condición y dependiendo de si es verdadera o falsa la escena aumentada será diferente. En caso que se muestre el marcador C1 (representando la condición C1), la condición se hará verdadera y se mostrará a la persona frente a la cámara con una antiparra. Ese el primer trabajo que deberá hacer el alumno. En cambio si no se presenta esta condición se ejecutará la instrucción que está por el ELSE (ver Fig. 6.12).



Actividad

Esta actividad exploratoria propone al alumno vivenciar el uso de la estructura de control de decisión.

1. **Analizar la consigna:**

Si se presenta el marcador rotulado como **C1 entonces** se muestra a la persona frente a la cámara con el efecto de una antiparra sobre su cara **sino si** se presenta el marcador rotulado como **C2 entonces** se muestra que la persona tendrá un mono sobre su hombro.

De esta manera, **si** sucede que la condición **C1** (mostrar el marcador **C1**) es verdadera, **entonces** se ejecuta la instrucción de mostrar antiparra sobre la cara, **sino** (la condición es falsa) se ejecuta otra instrucción que es otra decisión, en ese caso se evalúa si se está mostrando el marcador **C2**. **Si** la condición **C2** (mostrar el marcador **C2**) resulta verdadera **entonces** se ejecuta la instrucción de mostrar un mono sobre el hombro. Hay que observar que en esta segunda decisión no se explicita ninguna acción para el caso que la condición sea falsa.

Figura 6.12: Consigna de la actividad Exploratoria IF

Una vez que el alumno hace el análisis de la consigna, se presenta la instrucción IF que se ejecutará en la actividad de RA. Se muestra en la figura 6.13.

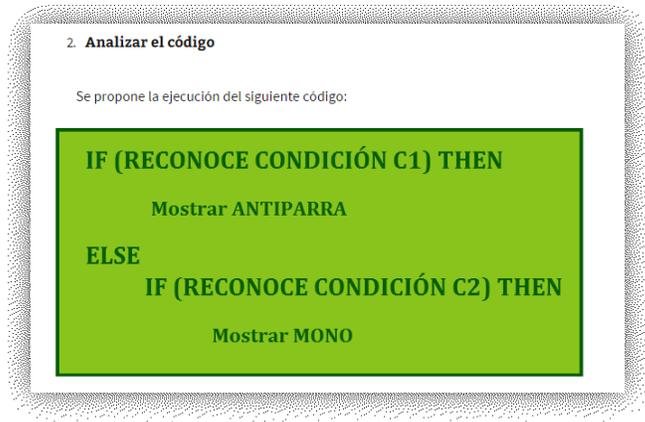


Figura 6.13: Código de la actividad Exploratoria IF

El tercer paso es común a todas las actividades (ver figura 6.14), se presenta el Reproductor Flash que contiene la actividad. Su funcionamiento se detalla luego en la sección 4.



Figura 6.14: Reproductor Flash que se encuentra en todas las actividades

- **Actividad Exploratoria WHILE**

Al igual que la actividad anterior se describe una introducción a la actividad y luego debe analizar la consigna que se presenta en la figura 6.15. Allí se indica al alumno que “mientras” muestre en la cámara el marcador rotulado como C3 que representa la condición C3, se ejecutará una determinada instrucción (mostrar un lunar en su cara). Es decir la

escena aumentada jugará con una modificación en el rostro de la persona. Esto dejará de ejecutarse (de agregar lunares) una vez que la condición se haga falsa (no se muestre más el marcador C3).

Actividad

Esta actividad exploratoria propone al alumno vivenciar el uso de la estructura de control de iteración precondicional.

1. **Analizar la consigna:**

Así **mientras** se presente el marcador rotulado como **C3** y el mismo se mantenga reconocido por la cámara, va a **hacer** lo siguiente: se muestra a la persona frente a la cámara el efecto de un nuevo lunar de color en un lugar aleatorio de la cara. Cuando el marcador condición **C3** no sea reconocido por la cámara dejará de iterar dentro de la estructura de control finalizando la actividad.

De esta manera, **mientras** sucede que la condición **C3** (muestra el marcador **C3** y mantiene el reconocimiento frente a la cámara) es verdadera va a **hacer** la instrucción de Mostrar Nuevo Lunar, cuando la cámara deje de reconocer el marcador condición **C3** (la condición es falsa) saldrá del bucle y dejará de ejecutar la instrucción de Mostrar Nuevo Lunar. Hay que observar que no aparecerán nuevos lunares sobre la cara sino permanecerán sobre ella los que de agregaron durante la iteración.

Figura 6.15: Consigna de la actividad Exploratoria WHILE

La figura 6.16 muestra la estructura de control WHILE que se ejecutará en esta actividad.

2. **Analizar el código**

Se propone la ejecución del siguiente código:

```
WHILE (RECONOZCA CONDICIÓN C3) DO  
Mostrar NUEVO LUNAR
```

Figura 6.16: Código de la actividad Exploratoria WHILE

- **Actividad Exploratoria REPEAT**

Se describe la introducción a la actividad y la consigna para analizar que se muestra en la figura 6.17. En ella se indica al alumno que se mostrará un nuevo lunar en su cara hasta que muestre el marcador rotulado como C4 (es decir hasta que se cumpla la condición C4). Aquí el alumno podrá probar que, aunque muestre el marcador C4 desde el inicio de la actividad, se le agregará a su cara un lunar, ya que la condición se evalúa después de ejecutar la instrucción Mostrar lunar (ver Figura 6.18)

Actividad

Esta actividad exploratoria propone al alumno vivenciar el uso de la estructura de control de iteración postcondicional.

1. Analizar la consigna:

Así se va a **repetir** el efecto de mostrar un nuevo lunar sobre la cara de la persona **hasta** que se muestre el marcador rotulado como **C4**. Cuando el marcador condición **C4** sea reconocido por la cámara dejará de iterar dentro de la estructura de control finalizando la actividad.

De esta manera, va a **repetir** la instrucción de Mostrar Nuevo Lunar **hasta** que sucede que la condición **C4** (mostrar el marcador **C4**) es verdadera. Hay que observar que aún si comienza la actividad con el reconocimiento del marcador **C4**, se mostrará un lunar sobre la cara ya que la condición se evalúa luego de la instrucción Mostrar Nuevo Lunar.

Figura 6.17: Consigna de la actividad Exploratoria REPEAT

2. Analizar el código

Se propone la ejecución del siguiente código:

REPEAT

Mostrar NUEVO LUNAR

UNTIL (RECONOCE CONDICIÓN C4)

Figura 6.18: Código de la actividad Exploratoria REPEAT

- **Actividad Exploratoria FOR**

Se describe aquí la introducción a la actividad y la consigna para analizar (ver figura 6.19). La consigna en este caso plantea que se experimentará el uso de la estructura de control de repetición, de la siguiente manera: se repetirá la instrucción de mostrar una mancha sobre la cara de la persona, tantas veces como lo indique el marcador que el alumno muestre sobre la cámara. El marcador en este caso representa el valor final de la estructura de control FOR.

Actividad

Esta actividad exploratoria propone al alumno vivenciar el uso de la estructura de control de repetición.

1. Analizar la consigna:

Así se va a **repetir** el efecto de Mostrar una Nueva Mancha sobre la cara de la persona la cantidad de veces que indique el marcador seleccionado. Los marcadores disponibles tienen valores asociados que lo indican en su nombre, por ejemplo en el Marcador Nro2, el 2 indica la cantidad de veces que va a repetir la instrucción. Por consiguiente, al mostrar el marcador rotulado como Nro2 va a **repetir** la instrucción de Mostrar Nueva Mancha sobre la cara de la persona 2 veces.

Figura 6. 19: Consigna de la actividad Exploratoria FOR

En la figura 6.20 se muestra la sintaxis de la instrucción FOR a experimentar en la actividad exploratoria y se presenta el significado de cada marcador.

2. Analizar el código

Se propone la ejecución del siguiente código:

```
FOR i := 1 TO Marcador NroN DO  
Mostrar NUEVA MANCHA
```

Figura 6. 20: Código de la actividad Exploratoria FOR

3.3.2 Actividades de Repaso

A continuación se describen las actividades de repaso disponibles en el material educativo, que a diferencia de las actividades de exploración, incluyen un feedback para el alumno y proponen una comparación entre estructuras de control, a partir de los resultados de cada actividad en relación a la elección del alumno.

- **Actividad de Repaso IF vs WHILE**

Aquí se propone al alumno un problema, en este caso el que se presenta en la figura 6.21. Debe lograr que sobre su cara aparezca un par de anteojos. Para ello se le ofrecen dos estructuras de control por las que optar un IF o WHILE.

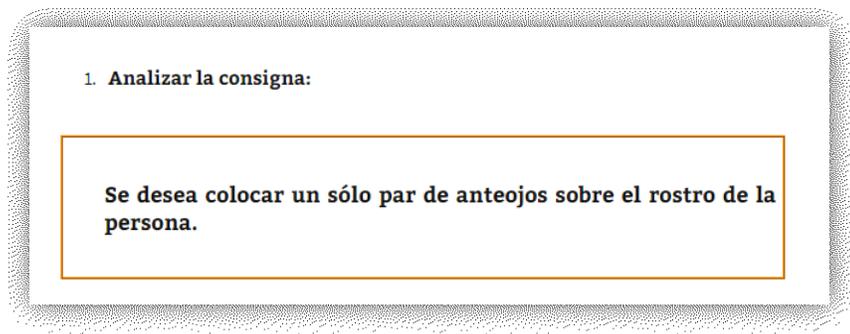


Figura 6. 21: Consigna de la actividad de Repaso IF vs WHILE

En la figura 6.22 se muestra los dos códigos por los que puede optar para lograr resolver el problema dado. La explicación más detallada de esta actividad se presenta en la sección 4.

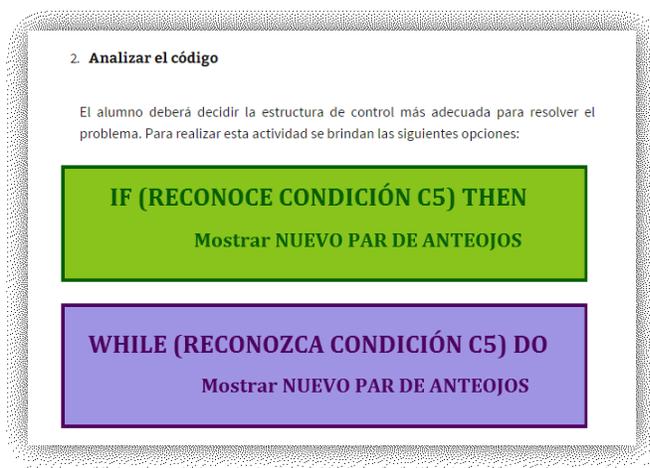


Figura 6. 22: Código de la actividad de Repaso IF vs WHILE

- **Actividad de Repaso WHILE vs REPEAT**

En esta actividad se busca que el alumno pueda comparar el uso de la estructura de control WHILE y la de REPEAT – UNTIL. La figura 6.23, se muestra la página donde se describe la consigna y el código que se propone para la ejecución de la actividad seleccionando la estructura de control WHILE.

1. **Analizar la consigna y el código**

En el primer caso te proponemos probar el código del While, para esto haremos que **no se muestre** el marcador en la cámara, y por lo tanto la condición del While será *falsa*.

WHILE (RECONOZCA CONDICIÓN C1) DO
Mostrar NUEVO LUNAR

Figura 6.23: Código y Consigna de la actividad de Repaso WHILE vs REPEAT

Se le pide al alumno que pruebe el WHILE sin mostrar el marcador representando a la condición C1. Luego se le presenta la consigna y el código para la estructura de control REPEAT en la figura 6.24. En este caso, también se le pide que no muestre el marcador que representa la condición C1. En el primer caso WHILE, el alumno no verá aumentada la escena, sin embargo, en el segundo, verá que la escena se aumenta agregando un lunar en la cara de la persona.

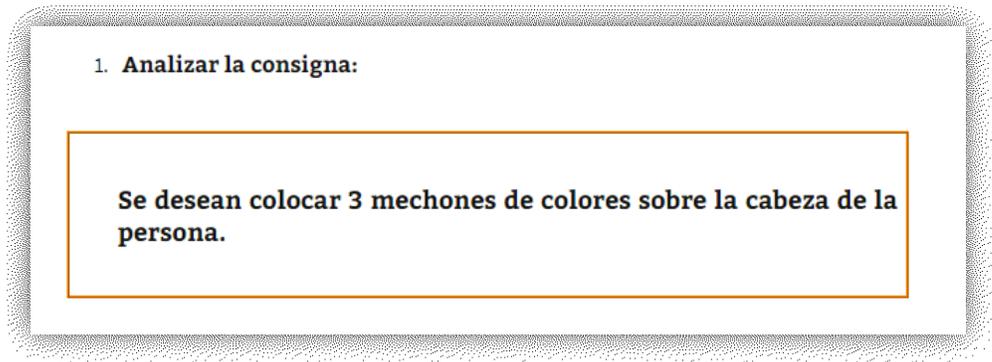
A continuación, en el segundo caso te proponemos probar el código del Repeat Until. Recordemos que el Repeat Until se ejecuta hasta que la condición se hace verdadera, es decir hasta que no se muestre el marcador que representa la condición **C1**. **No muestre** el marcador en ningún momento a la cámara. La ejecución durará 2 segundos y terminará.

REPEAT
Mostrar NUEVO LUNAR
UNTIL ~(RECONOCE CONDICIÓN C1)

Figura 6.24: Código y Consigna de la actividad de Repaso WHILE vs REPEAT

- **Actividad de Repaso FOR vs WHILE**

En esta actividad se propone al alumno comparar la estructura de control FOR versus el WHILE. La figura 6.25 muestra la consigna que se presenta como un problema que debe solucionar el alumno con la elección de una de las dos estructuras de control a comparar en esta actividad.



1. **Analizar la consigna:**

Se desean colocar 3 mechones de colores sobre la cabeza de la persona.

Figura 6.25: Consigna de la actividad de Repaso FOR vs WHILE

Luego, se propone analizar el código presentado para cada estructura de control que le permite la elección de la estructura de control más adecuada para resolver el problema en la figura 6.26.



2. **Analizar el código**

El alumno deberá decidir la estructura de control más adecuada para resolver el problema. Para realizar esta actividad se brindan las siguientes opciones:

FOR i := 1 TO Marcador C3 DO
Mostrar NUEVO MECHÓN

WHILE (RECONOZCA CONDICIÓN C3) DO
Mostrar NUEVO MECHÓN

Figura 6.26: Código de la actividad de Repaso FOR vs WHILE

3.3.3 Actividad de Integración

A continuación se describe las etapas de la actividad de integración que se ha diseñado. La actividad de integración presenta tres etapas por las que el alumno debe transitar. Antes de transitar por estas etapas debe responder a tres preguntas que permitirán personalizar la actividad para cada alumno. A continuación se presentan estas preguntas.

- **Preguntas**

Se realizan tres preguntas sobre la persona que realizará la actividad como se observa en la figura 6.27.

El formulario muestra tres preguntas con botones de respuesta 'SI' y 'NO'. Cada pregunta está en un recuadro azul con texto blanco. Las respuestas 'SI' están en botones amarillos con círculos amarillos, y 'NO' en botones azules con círculos blancos.

PREGUNTAS

1- ¿Tienes lunares en el rostro?

SI NO

2- ¿Tienes ojos claros?

SI NO

3- ¿Tienes pelo lacio?

SI NO

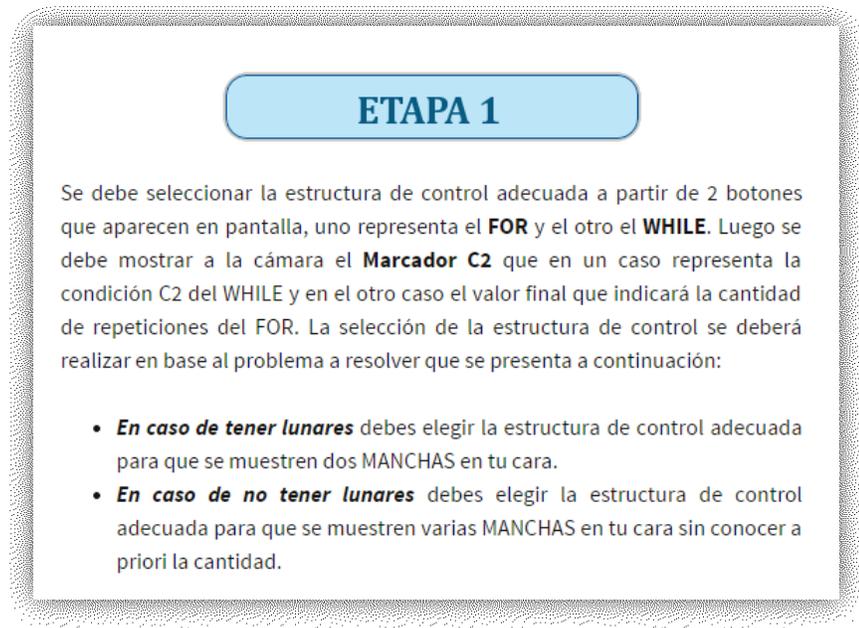
Figura 6.27: Preguntas de la Actividad de Integración

Luego, se inicia el recorrido de las tres etapas, que se detallan a continuación.

- **Etapa 1**

En esta etapa se realiza un análisis de la consigna para que el alumno elija la estructura de control adecuada entre el FOR y el WHILE utilizando el marcador Condición C2. La elección depende de la respuesta a la pregunta 1 que se realiza al principio. A continuación se presenta la descripción de esta etapa en la figura 6.28. Si tiene lunares en el rostro debe elegir la estructura de control adecuada para que se muestren dos manchas sobre su

rostro. En cambio, si dijo que no tenía lunares en su cara, el problema es otro, debe resolver mostrar varias manchas sobre su cara sin conocer a priori la cantidad.



ETAPA 1

Se debe seleccionar la estructura de control adecuada a partir de 2 botones que aparecen en pantalla, uno representa el **FOR** y el otro el **WHILE**. Luego se debe mostrar a la cámara el **Marcador C2** que en un caso representa la condición C2 del WHILE y en el otro caso el valor final que indicará la cantidad de repeticiones del FOR. La selección de la estructura de control se deberá realizar en base al problema a resolver que se presenta a continuación:

- **En caso de tener lunares** debes elegir la estructura de control adecuada para que se muestren dos MANCHAS en tu cara.
- **En caso de no tener lunares** debes elegir la estructura de control adecuada para que se muestren varias MANCHAS en tu cara sin conocer a priori la cantidad.

Figura 6.28: Etapa 1 de la Actividad de Integración

- **Etapa 2**

En esta etapa se realiza un análisis de la consigna para que elija la estructura de control adecuada entre el IF y el WHILE utilizando el marcador Condición C3. La elección depende de la respuesta a la pregunta 2 que se realiza al principio. A continuación se presenta la descripción de esta etapa en la figura 6.29. Si la persona indicó que tenía ojos claros se le dice que elegir la estructura de control para que al mostrar el marcador C3 en la cámara aparezca una burbuja de diálogo en la escena. En cambio si no tenía ojos claros, el problema a resolver es mostrar antifaces al permanecer frente a la cámara el marcador C3.

ETAPA 2

Se debe seleccionar la estructura de control adecuada a partir de 2 botones que aparecen en pantalla, uno representa el **IF** y el otro el **WHILE**. Luego se debe mostrar a la cámara el **Marcador C3** que en ambos casos representa una condición. La selección de la estructura de control se deberá realizar en base al problema a resolver que se presenta a continuación:

- **En caso de tener ojos claros** debes elegir la estructura de control adecuada para que en caso que se visualice el Marcador C3 se muestre una BURBUJA DE DIALOGO.
- **En caso de no tener ojos claros** debes elegir la estructura de control adecuada para que en caso de mostrar el Marcador C3 aparezcan varios ANTIFACES en tu cara.

Figura 6.29: Etapa 2 de la Actividad de Integración

- **Etapa 3**

En esta etapa se le propone al alumno realizar un análisis de la consigna para que elija el marcador adecuado para la estructura de control IF a partir de un código que se presenta en la figura 6.30. Utiliza los marcadores condición C4 y C5 y la elección depende de la respuesta a la pregunta 3 que se realiza al principio. Ver la figura 6.30 para leer la consigna completa.

Los detalles de esta actividad se dan en la sección 4.

ETAPA 3

Se debe seleccionar el marcador condición adecuado entre los **Marcadores C4 y C5** para la estructura de control **IF**. Luego de presionar el botón **IF** que aparece en el centro de la pantalla debe mostrar a la cámara el marcador en base al problema a resolver que se presenta a continuación:

- **En caso de tener pelo lacio** debe colocar sobre su cabeza el GORRO DE CHEF.
- **En caso de no tener pelo lacio** debe colocar sobre su cabeza el SOMBRERO DE PIRATA

El código para resolver este problema se presenta a continuación:

```
IF (RECONOCE CONDICIÓN C4) THEN
    Mostrar GORRO DE CHEF
ELSE
    IF (RECONOCE CONDICIÓN C5) THEN
        Mostrar SOMBRERO DE PIRATA
```

Figura 6.30: Etapa 1de la Actividad de Integración

3.3.4 Pautas Generales

En esta sección se describen los requisitos necesarios para realizar las actividades tomando en cuenta detalles del hardware y software necesario, así como también la descripción del ambiente que puede afectar el normal desarrollo de las actividades.

Estas se describen a continuación:

Tenga en cuenta los siguientes pasos antes de realizar cualquier actividad

1. Disponer de una cámara web integrada o externa para poder realizar las actividades.
2. Se puede utilizar cualquier navegador. Sin embargo es preferible que sea Google Chrome con el plugin de Flash habilitado. Los navegadores Mozilla Firefox e Internet Explorer

han sido probados y también necesitan el plugin de Flash habilitado.

3. Imprimir los marcadores correspondientes a cada actividad desde la sección **Marcadores**.
4. Cuando se utiliza el Reproductor Flash en cada actividad seleccionar la opción “**Iniciar**” y luego, en caso de ser necesario, seleccionar la opción “**Permitir**” sobre el Reproductor Flash para la utilización de la cámara. Sólo la primera vez el navegador que utilice le pedirá permiso de acceso a la cámara. Una vez que acepte ambas opciones puede comenzar a desarrollar la actividad.
5. Colocarse de frente a la cámara y tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - La iluminación del lugar donde se desarrollará la actividad puede afectar el reconocimiento de los marcadores.
 - Se recomienda evitar luz intensa sobre la cámara que captará la escena. La posición de la persona frente a la cámara debe estar a una distancia mínima de 50 cm para que se pueda visualizar la escena completa que se observa en la imagen de la figura 6.31.

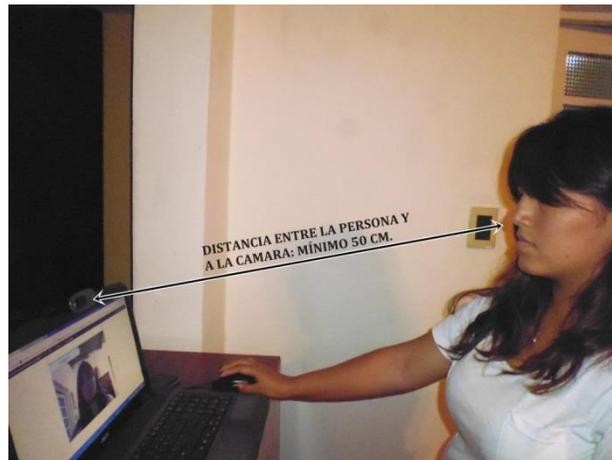


Figura 6.31: Distancia entre la cámara y la persona

2.4. Marcadores

En esta sección se encuentran todos los marcadores clasificados de la misma forma que en las actividades. Los marcadores para cada actividad tienen la posibilidad de imprimirse o exportarse a un archivo PDF utilizando un plugin de Wordpress llamando PrintFriendly.

3.4.1 Marcadores de Actividades de Exploración

- **Marcadores de la Actividad Exploratoria IF**



- **Marcadores de la Actividad Exploratoria WHILE**



- **Marcadores de la Actividad Exploratoria REPEAT**

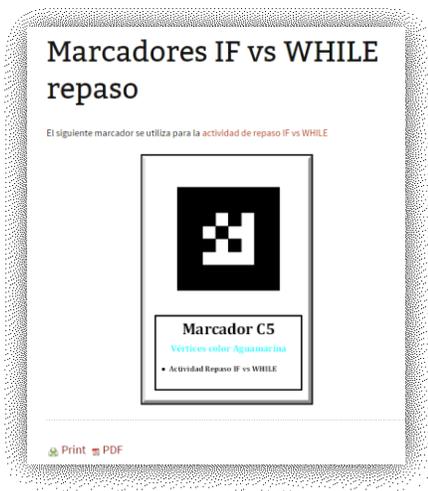


- **Marcadores de la Actividad Exploratoria FOR**



3.4.2 Marcadores de Actividades de Repaso

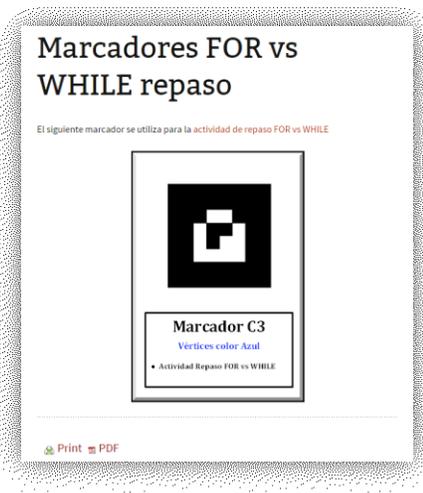
- **Marcadores de la Actividad de Repaso IF vs WHILE**



- **Marcadores de la Actividad de Repaso WHILE vs REPEAT**



- **Marcadores de la Actividad de Repaso FOR vs WHILE**



3.4.3 Marcadores de la Actividades de Integración 1



2.5. Tutoriales

Los tutoriales que se encuentran en esta sección fueron realizados con una introducción detallada sobre los requerimientos y una grabación de pantalla de cada actividad. Para su disponibilidad en el sitio web se subieron a YouTube en un nuevo canal creado especialmente para este sitio llamado “Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada”.

La clasificación en este menú se realiza de la misma forma que las actividades. Además, dentro de la sección de Actividades de RA, en cada actividad hay un enlace al tutorial que le corresponda para que tenga acceso ante cualquier duda o consulta.

2.6. Encuestas

Las encuestas han sido realizadas utilizando la herramienta formularios de Google⁶¹ que se asocia a una cuenta de Gmail y sobre la cual se puede personalizar para cada tipo de destinatario. Las respuestas realizadas en la encuesta se plasman en las hojas de cálculo de Google Drive asociadas a la misma cuenta.

Se diseñaron dos encuestas: una para docentes y otra para alumnos con el objetivo de evaluar el material educativo. En el capítulo 7 se describe la forma en que se realizó la evaluación y los resultados obtenidos mediante estas encuestas realizadas a diferentes docentes y alumnos de la Facultad de Informática – UNLP.

Ambas encuestas describen tres grandes aspectos:

- **Perfil:** Se realizan preguntas sobre el perfil del docente en la encuesta para docentes y Perfil del alumno en la encuesta para alumnos. En esta sección se obtiene información del alumno o docente que realizó las experiencias con el material educativo. Principalmente, para determinar la relación con las cátedras de primer año y el estado actual de los alumnos durante la cursada. Además del conocimiento previo que pueden tener sobre Realidad Aumentada.

⁶¹ Formularios de google: <https://docs.google.com/forms/>

- **Sobre las actividades.** En esta sección se indaga sobre la experiencia que tuvieron al realizar las actividades y la opinión que puede tener acerca de sus beneficios en la comprensión de las estructuras de control.
- **Sobre el material educativo:** se presenta una serie de afirmaciones a ser calificadas utilizando la escala de Lickert⁶² sobre el aspecto y contenido del sitio web.

2.7. Acerca De

En esta sección se describe el contexto en el que se realiza este material educativo.

2.8. Mapa de Sitio

El mapa de sitio utiliza el plugin de Wordpress SiteMap que permite indexar automáticamente todas las páginas que se encuentran en el sitio web y las ordena alfabéticamente. En la figura 6.39 se muestra el Mapa de Sitio que ha sido pensado para que el alumno pueda tener la visión macro de los contenidos aquí presentados.



Figura 6.32: Mapa de Sitio

⁶² Escala de Lickert: Es una escala psicométrica comúnmente utilizada en cuestionarios y es la escala de uso más amplio en encuestas para la investigación, principalmente en ciencias sociales. Al responder a una pregunta de un cuestionario elaborado con la técnica de Likert, se especifica el nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración

4. Actividades de RA

4.1. Diseño de las Actividades

Se describe a continuación el diseño de las actividades de exploración, repaso e integración. Esta clasificación se explicó y describió detalladamente en el capítulo 4, aquí se busca presentar un detalle más técnico en relación a dichas actividades.

Cada una de las actividades ha sido pensada ya sea para vivenciar o comparar el comportamiento de las estructuras de control a trabajar en este material educativo y también aplicarlas en un ejercicio de integración. Con la utilización de RA como tecnología de soporte lo primero que se realizó fue establecer los siguientes puntos en común para todas las actividades:

- Cada actividad se divide en una secuencia de tres pasos para su adecuada ejecución.
 1. Análisis de la consigna donde se describe el objetivo de cada actividad.
 2. Análisis del código que ejecutará cada actividad.
 3. Realización de la actividad ejecutando el Reproductor Flash.
- Se determinó la utilización de los marcadores como condición en las estructuras de control IF, WHILE y REPEAT - UNTIL y como valor final que indica la cantidad de repeticiones que se deben realizar en la estructura de control FOR.
- Las actividades de Repaso e Integración poseen feedback para el alumno, al finalizar cada una.

4.2. Descripción de las actividades

En esta sección se realiza la descripción detallada de cada una de las actividades con capturas de pantalla que muestran la utilización de RA en cada actividad donde se muestra la interacción con los marcadores realizados por la autora.

4.2.1 Actividades de exploración

• Actividad Exploratoria IF

Esta actividad describe el comportamiento de la estructura de control IF. A partir del siguiente código:

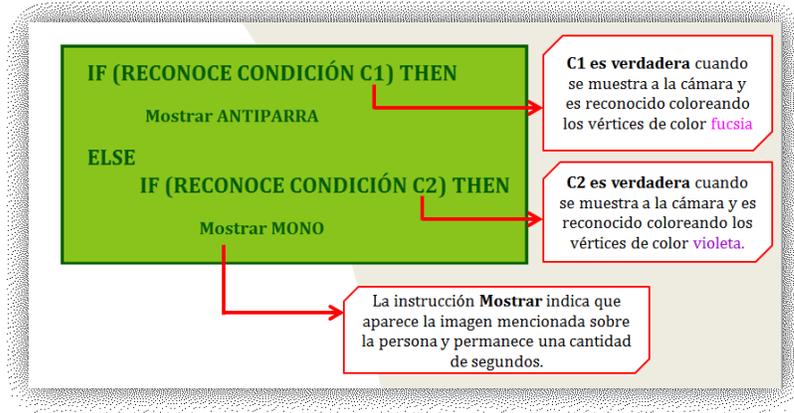


Figura 6.33: Explicación del código de la actividad exploratoria IF

A continuación, se presentan los ejemplos realizados por la autora en las figuras 6.34 y 6.35:

❖ Caso 1: Secuencia de imágenes para el caso que se muestra el marcador C1.



Figura 6.34: Caso 1 – Prueba con marcador C1

❖ Caso 2: Secuencia de imágenes para el caso en que muestra el marcador C2.



Figura 6.35: Caso 2 – Prueba con marcador C2

Las conclusiones que se obtienen para cada caso:

- En el caso 1 se observa que al mostrar el marcador C1 colorea los vértices de color fucsia cuando reconoce el marcador y aparece la antiparra como efecto sobre el rostro.
- En el caso 2 se observa que al mostrar el marcador C2 colorea los vértices de violeta cuando reconoce el marcador y aparece el mono como efecto sobre el hombro.
- **Actividad Exploratoria WHILE**

Esta actividad describe el comportamiento de la estructura de control WHILE. A partir del siguiente código:

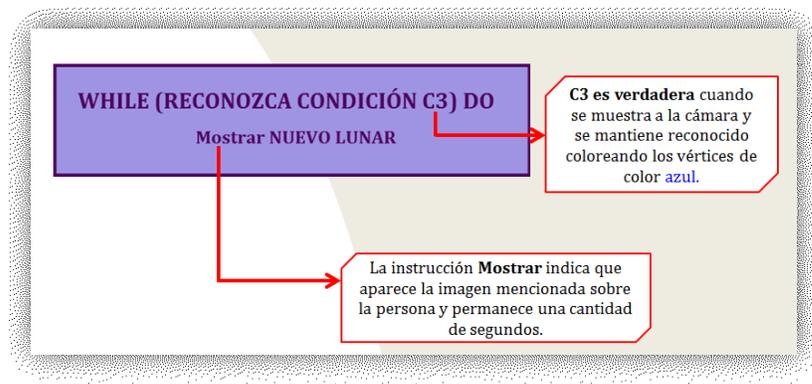


Figura 6.36: Explicación del código de la actividad exploratoria WHILE

A continuación se observa el ejemplo realizado por la autora en la figura 6.37 donde se utiliza el marcador C3.

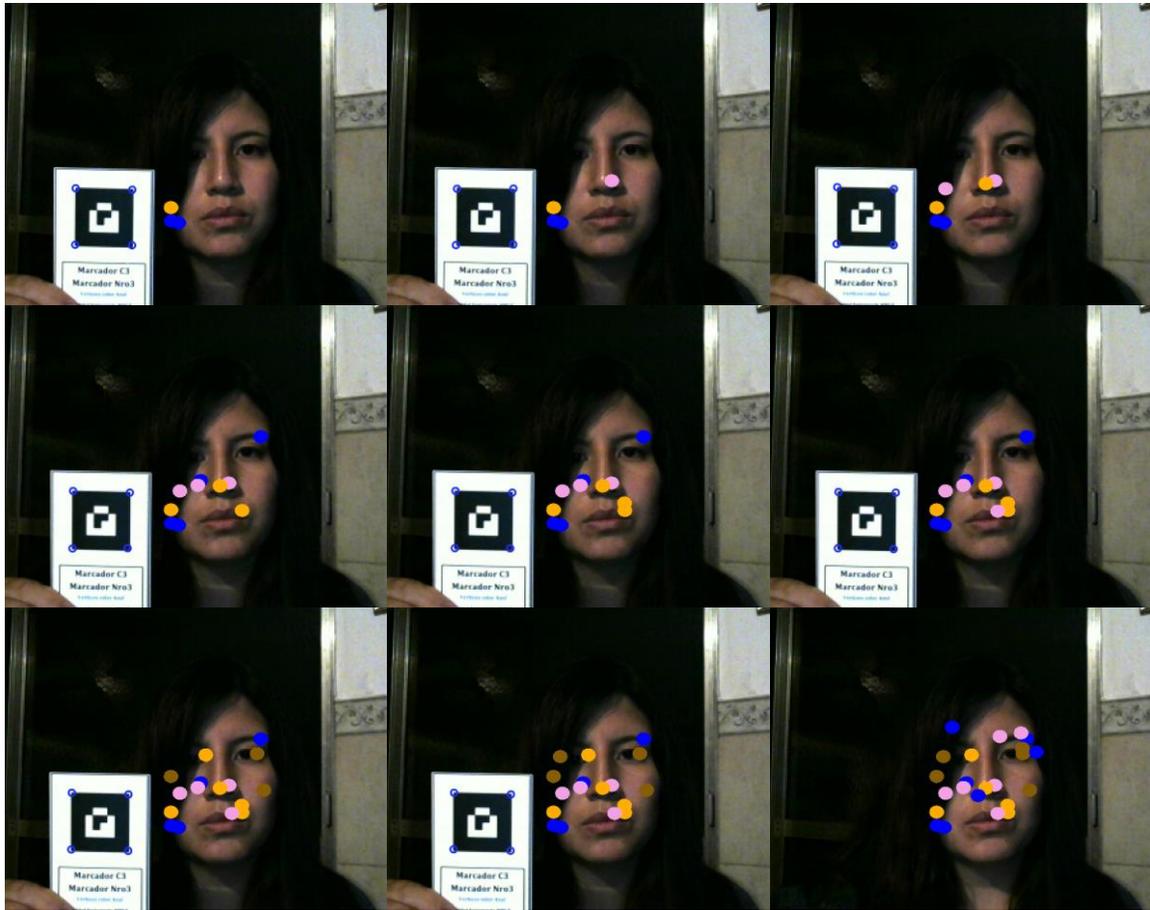


Figura 6.37: Prueba de la actividad exploratoria WHILE

El alumno observará que durante el tiempo que el marcador se mantenga reconocido y los vértices estén de color azul se mostrarán nuevos lunares. Esto sucede hasta el momento que deje de reconocer el marcador, haciendo que la condición del WHILE sea falsa.

- **Actividad Exploratoria REPEAT**

Esta actividad describe el comportamiento de la estructura de control REPEAT - UNTIL.

A partir del siguiente código:

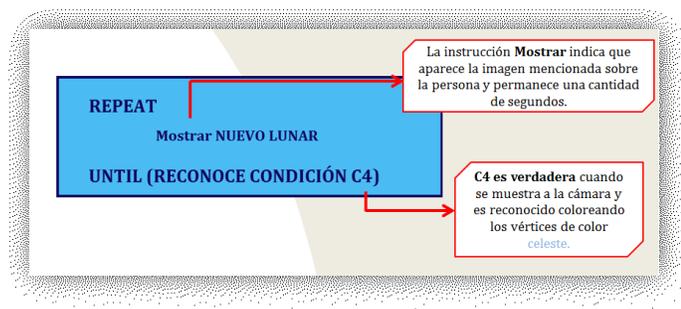


Figura 6.38: Explicación del código de la actividad exploratoria REPEAT

Ejemplo realizado por la autora en la siguiente figura 6.39 donde se utiliza el marcador C4:

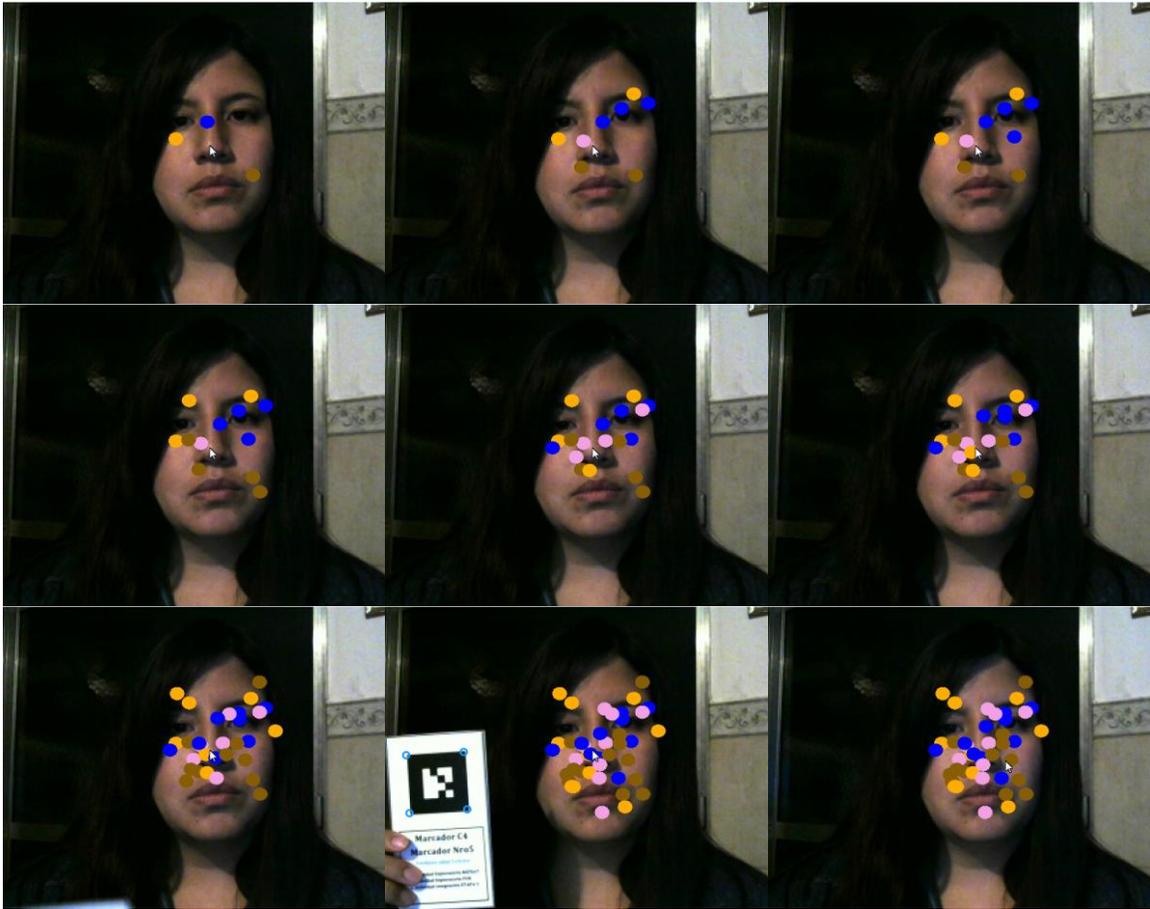


Figura 6.39: Prueba de la actividad exploratoria REPEAT

Para el caso de la estructura de control REPEAT, esta actividad comienza mostrando un nuevo Lunar hasta el momento que reconoce el marcador C4 que se observa en la imagen cuando colorea de celeste los vértices del marcador. En este caso hace verdadera la condición y termina la ejecución.

- **Actividad Exploratoria FOR**

Esta actividad describe el comportamiento de la estructura de control FOR. A partir del siguiente código:



Figura 6.40: Explicación del código de la Actividad Exploratoria FOR

Los ejemplos realizados por la autora se observan en las figuras 6.41, 6.42 y 6.43 donde se prueban diferentes casos de acuerdo a los marcadores que se utilicen como valor final del FOR.

❖ **Caso 1:** Prueba de la actividad utilizando el marcador Nro1

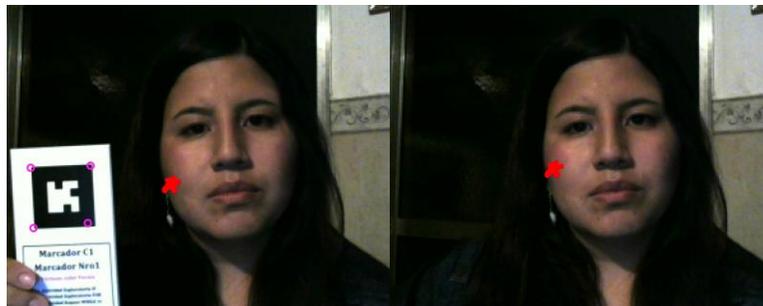


Figura 6.41: Caso 1 - Prueba de la actividad exploratoria FOR con marcador Nro1

❖ **Caso 2:** Prueba de la actividad utilizando el marcador Nro3

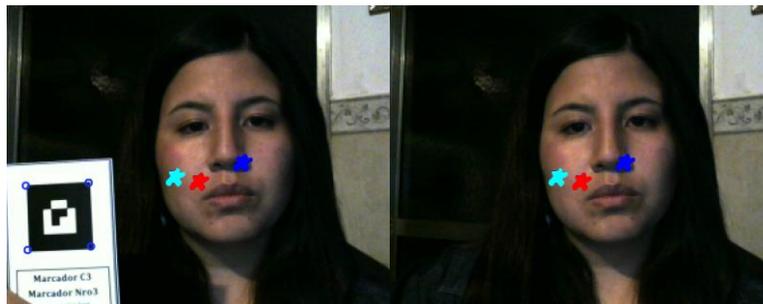


Figura 6.42: Caso 2 - Prueba de la actividad exploratoria FOR con marcador Nro3

❖ **Caso 3:** Prueba de la actividad utilizando el marcador Nro10

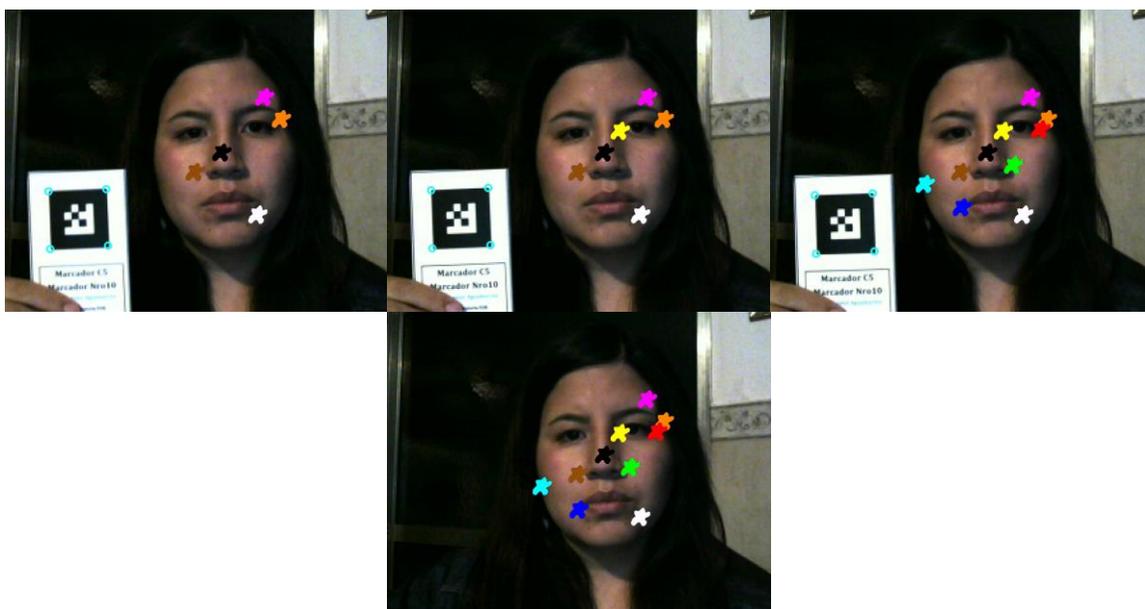


Figura 6.43: Caso 3 - Prueba de la actividad exploratoria FOR con marcador Nro10

Las observaciones para que realice en el alumno para cada caso se describen a continuación:

- En el caso 1 se agrega una nueva mancha cuando reconoce el marcador Nro1 y colorea los vértices con fucsia. La mancha permanece unos segundos después de que reconoce el marcador.
- En el caso 2 se agregan 3 nuevas manchas cuando reconoce el marcador Nro3 y colorea los vértices con azul. El marcador indica en este caso como valor final 3, y lo que se ejecuta en cada pasada de la repetición es mostrar una mancha.
- Finalmente, en el caso 3 se muestran 10 nuevas manchas una por cada pasada de la repetición, cuyo valor final es 10, y está dada por el marcador Nro10.

Se debe observar que es diferente la ejecución para el marcador Nro0 ya que no muestra ninguna mancha ya que este caso del FOR TO tiene un valor inicial mayor que el final y por lo tanto no se ejecuta.

4.2.2 Actividades de Repaso

Las actividades de repaso que se describen a continuación resuelven un problema o situación de comparación entre las estructuras de control.

• Actividad de Repaso IF vs WHILE

Esta actividad debe resolver el problema de colocar un solo par de anteojos como efecto sobre el rostro de la persona. Para ello analiza los siguientes códigos:

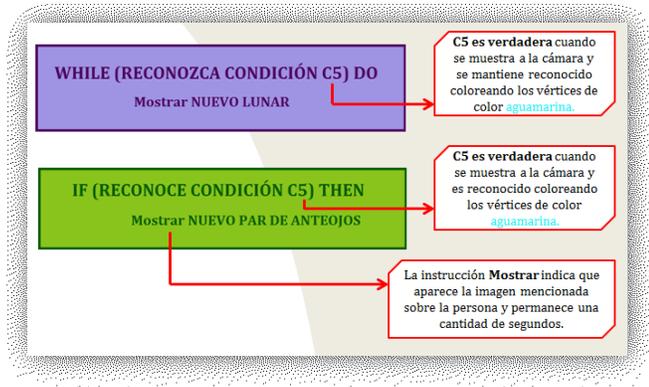


Figura 6.44: Explicación del código de la Actividad de Repaso IF vs WHILE

El ejemplo realizado por la autora en las figuras 6.45 y 6.46 prueban los casos para la elección de la estructura de control WHILE y de la estructura de control IF con el marcador condición C5:

❖ Caso 1: Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control WHILE



Figura 6.45: Caso 1 - Prueba de la actividad de Repaso IF vs WHILE con la elección de la estructura de control WHILE

❖ **Caso 2:** Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control IF



Figura 6.46: Caso 2 - Prueba de la actividad de Repaso IF vs WHILE con la elección de la estructura de control IF

Las conclusiones para cada caso se describen a continuación:

- En el caso 1 se selecciona la estructura de control WHILE y durante el tiempo que el marcador se mantenga reconocido y los vértices estén de color aguamarina se mostrarán nuevos pares de anteojos. Esto sucede hasta el momento que deje de reconocer el marcador. Como no resuelve el problema planteado en la consigna, al finalizar se da una devolución al alumno indicándole que intente nuevamente.

 **Intentar de nuevo**

- En el caso 2 se selecciona la estructura de control IF. Cuando reconoce el marcador condición C3 aparece un nuevo par de anteojos como efecto sobre el rostro de la persona y termina la actividad. Este efecto resuelve correctamente el problema, por lo tanto al finalizar aparece el feedback de la actividad indicando que se realizó de manera correcta.

 **¡Bien hecho!**

• Actividad de Repaso WHILE vs REPEAT

Esta actividad debe realizar la comparación de las estructuras de control WHILE y REPEAT, para ello se propone una determinada ejecución de la actividad para cada estructura de control y así poder notar la diferencia entre ellas. Se analizan los siguientes códigos:

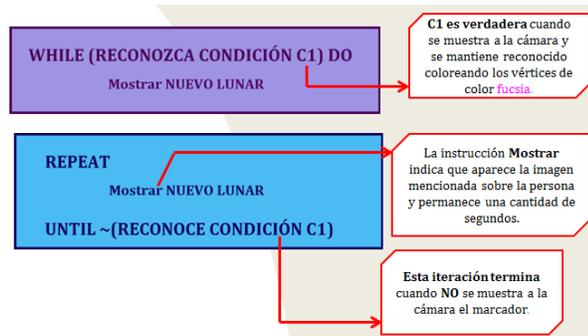


Figura 6.47: Explicación del código de la Actividad de Repaso IF vs WHILE

Los ejemplos realizados por la autora en las figuras 6.48 y 6.49 donde se prueba el caso de elección de la estructura de control WHILE y el caso de elección de la estructura de control REPEAT utilizando el marcador condición C1:

- ❖ **Caso 1:** Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control WHILE donde se propone no mostrar el marcador condición C1.



Figura 6.48: Caso 1 - Prueba de la actividad de Repaso WHILE vs REPEAT con la elección de la estructura de control WHILE.

- ❖ **Caso 2:** Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control REPEAT donde se propone no mostrar el marcador condición C1.



Figura 6.49: Caso 2 - Prueba de la actividad de Repaso WHILE vs REPEAT con la elección de la estructura de control REPEAT.

En ambos casos se observaron resultados diferentes solo ejecutando la aplicación y no mostrando el marcador C1 correspondiente a esta actividad.

El objetivo de esta comparación es que los alumnos analicen las diferencias en ambas ejecuciones y puedan determinar el motivo de las mismas a través de dos preguntas que se les realiza luego de la experiencia.

- **Actividad de Repaso FOR vs WHILE**

Esta actividad debe resolver el problema de colocar tres nuevos mechones de colores sobre la cabeza de la persona. Para ello analiza los siguientes códigos:

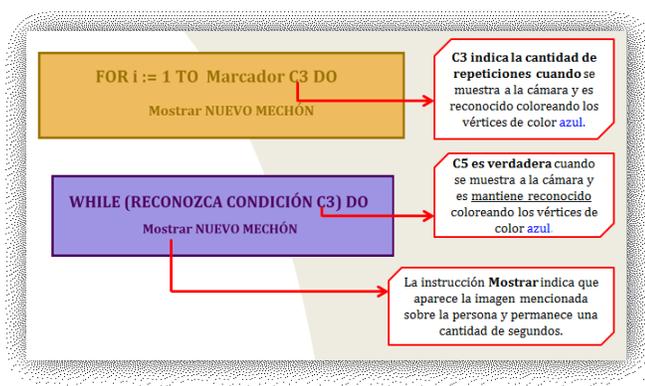


Figura 6.50: Explicación del código de la Actividad de Repaso FOR vs WHILE

Los ejemplos realizados por la autora en las siguientes figuras 6.51 y 6.52 prueban el caso de elección de la estructura de control WHILE y el caso de elección de la estructura de control FOR utilizando el marcador condición C3:

❖ **Caso 1:** Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control WHILE

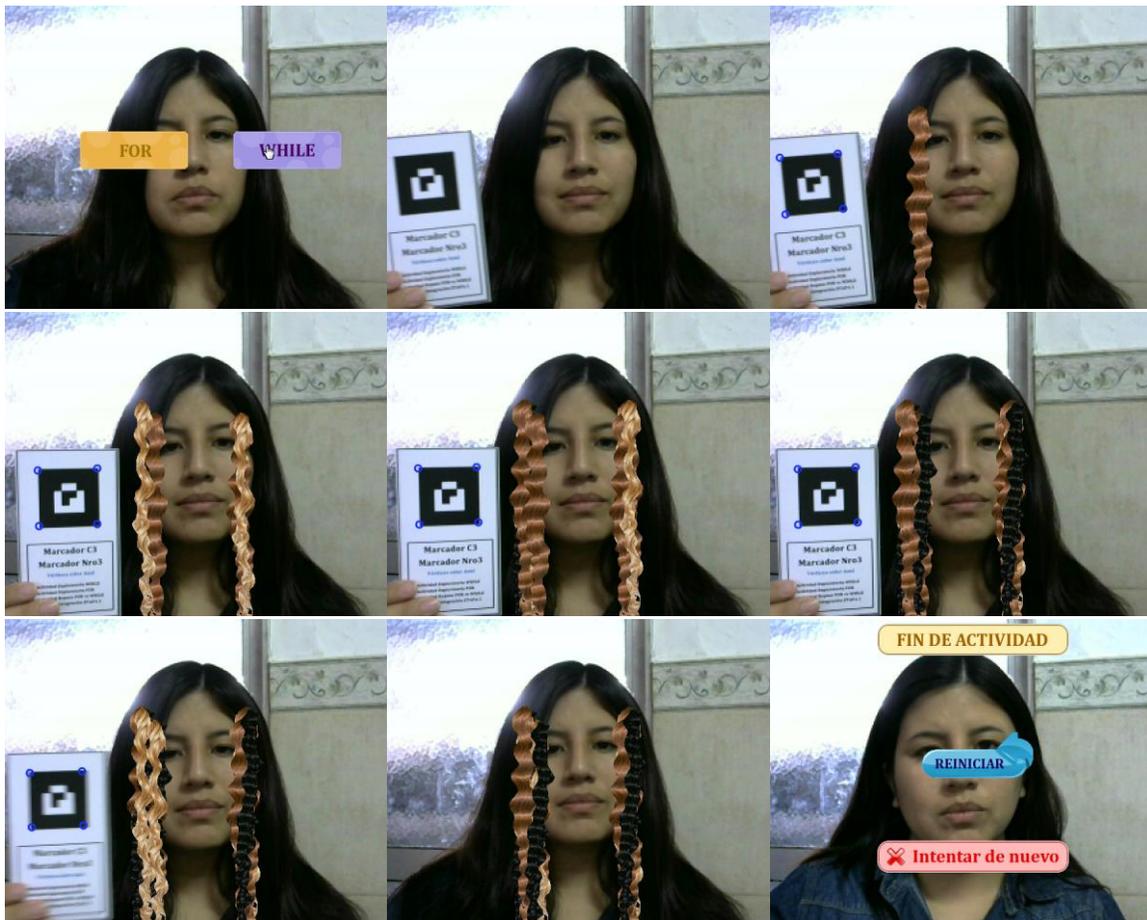


Figura 6.51: Caso 1 - Prueba de la actividad de Repaso FOR vs WHILE con la elección de la estructura de control WHILE

❖ **Caso 2:** Prueba de la actividad con la elección de la estructura de control FOR

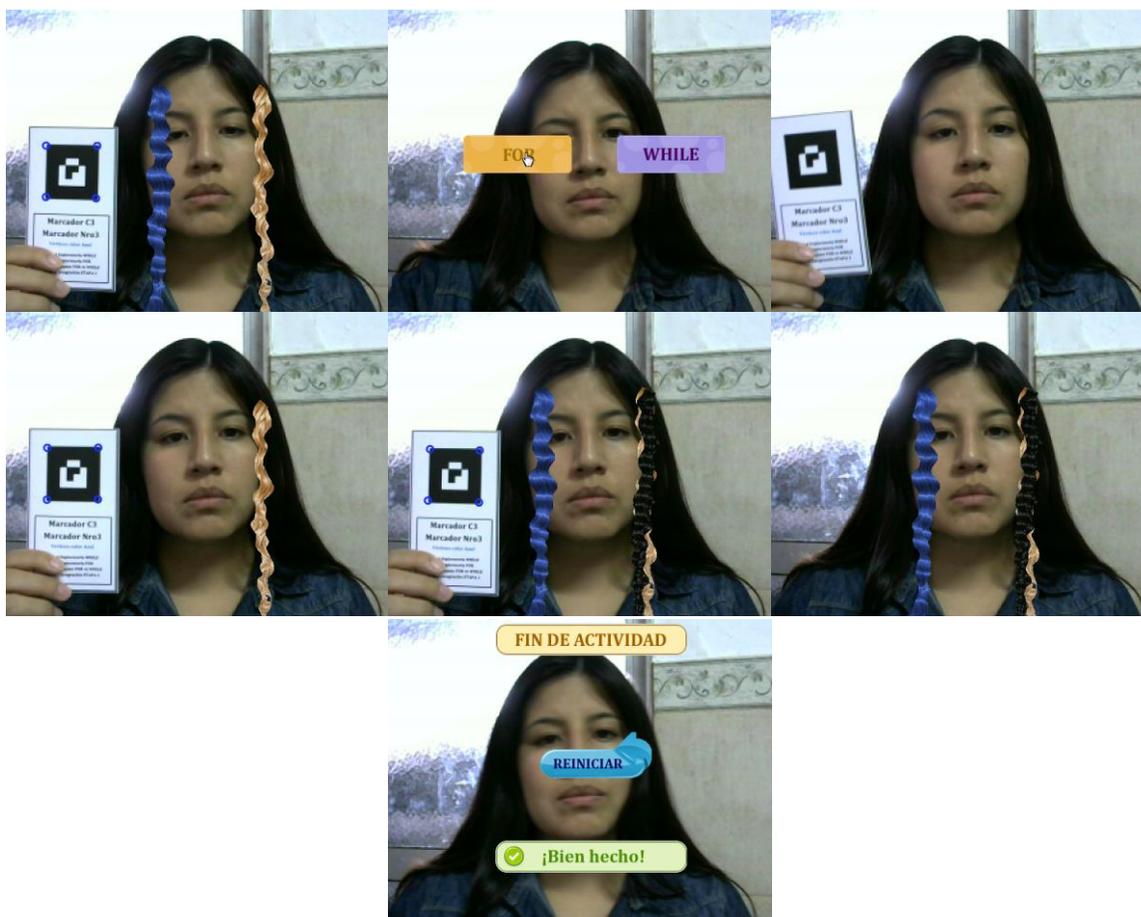


Figura 6.52: Caso 2 - Prueba de la actividad de Repaso FOR vs WHILE con la elección de la estructura de control FOR

Las observaciones que podrán realizar los alumnos se presentan a continuación:

- En el caso 1 se selecciona la estructura de control WHILE y durante el tiempo que el marcador C3 se mantenga reconocido y los vértices estén de color azul se mostrarán nuevos mechones de colores. Esto sucede hasta el momento que deje de reconocer el marcador. Como no resuelve el problema planteado en la consigna, al finalizar se indica el feedback de la actividad con el cartel Intentar de nuevo.
- En el caso 2 se selecciona la estructura de control FOR y cuando se reconoce el marcador condición C3 aparecen los tres mechones de colores como efecto sobre la cabeza. Como resuelve el problema planteado, al finalizar aparece el feedback de la actividad con el cartel Bien hecho.

4.2.3 Actividades de Integración 1

La actividad de integración consta de una primera parte en la que se responden tres preguntas sobre la persona que desarrolla la actividad y luego tiene tres etapas que se basan en las respuestas dadas estas preguntas.

Se prueban dos casos para la actividad de integración 1 y en base a las respuestas de cada caso se analizarán las elecciones de estructuras de control y de marcadores según corresponda a cada etapa.

❖ **Caso 1:** Se responden las preguntas de la siguiente manera

1. ¿Tienes lunares en el Rostro? SI
2. ¿Tienes ojos claros? NO
3. ¿Tienes el pelo lacio? SI



Figura 6.53: Caso 1 - Preguntas de la actividad de Integración1

Etapa 1: se selecciona la estructura de control FOR

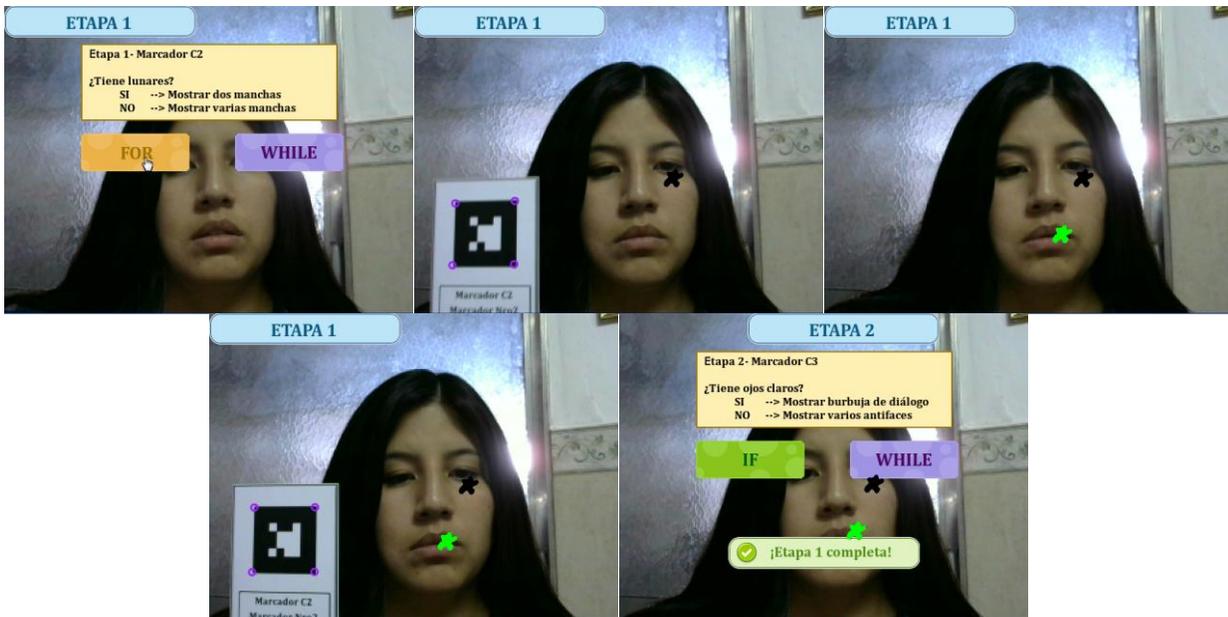


Figura 6.54: Caso 1 - Etapa 1 de la actividad de Integración1

Etapa 2: se selecciona la estructura de control WHILE

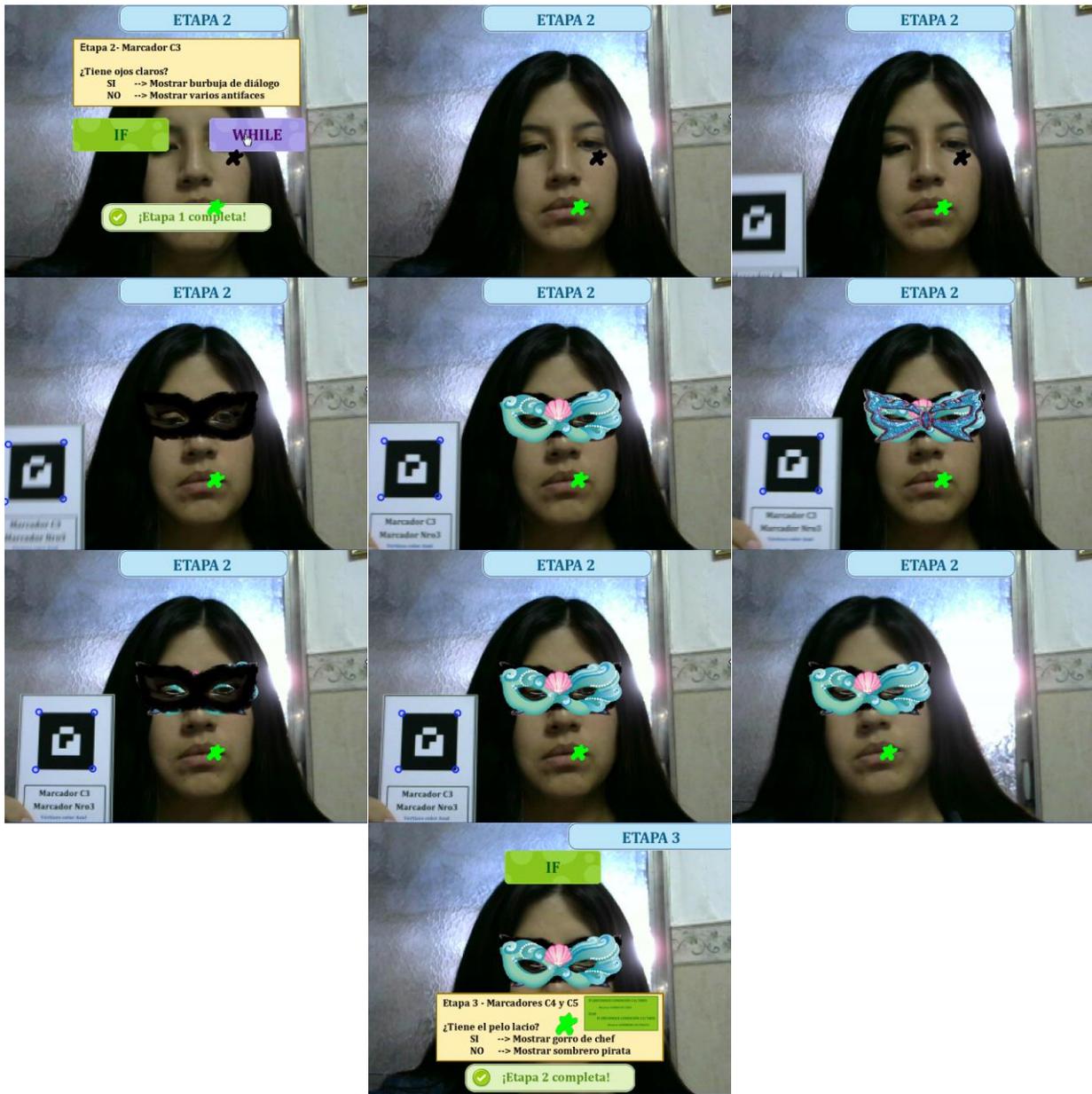


Figura 6.55: Caso 1 - Etapa 2 de la actividad de Integración1

Etapa 3: Se selecciona el boton IF con el marcador C4



Figura 6.56: Caso 1 - Etapa 3 de la actividad de Integración1

❖ **Caso 2:** Se responden las preguntas de la siguiente manera

1. ¿Tienes lunares en el Rostro? NO
2. ¿Tienes ojos claros? SI
3. ¿Tienes el pelo lacio? NO



Figura 6.57: Caso 2 - Preguntas de la actividad de Integración1

Etapa 1: Se selecciona el botón WHILE



Figura 6.58: Caso 2 - Etapa 1 de la actividad de Integración1

Etapa 2: Se selecciona el botón IF



Figura 6.59: Caso 2 - Etapa 2 de la actividad de Integración1

Etapa 3: Se selecciona el boton IF con el marcador C5



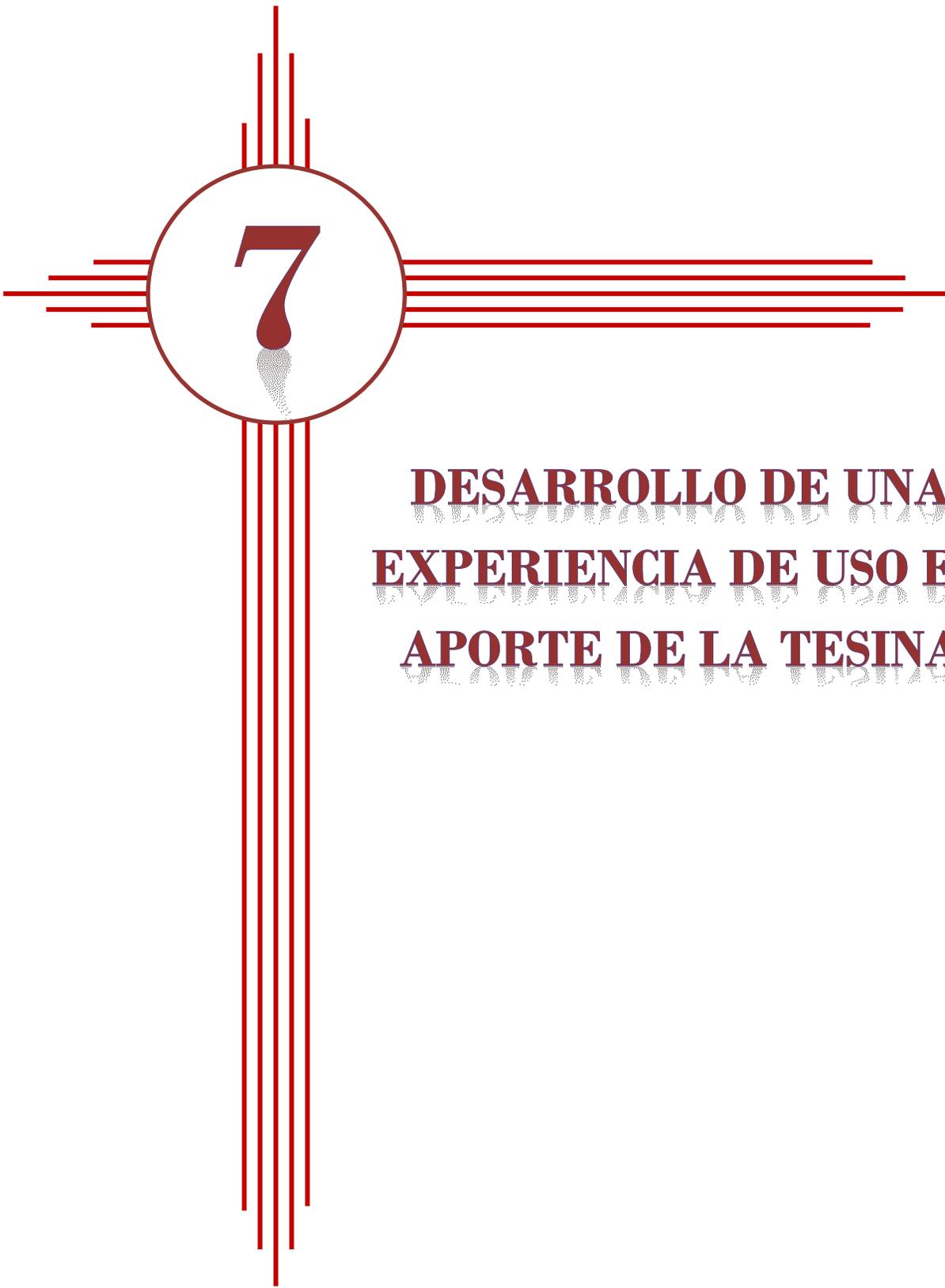
Figura 6.60: Caso 3 - Etapa 3 de la actividad de Integración1

Resultados que el alumno observará para cada caso:

En el caso 1 se observa que la persona termina la actividad cuando sobre su persona aparecen los efectos de dos manchas en la Etapa 1 seleccionando FOR como estructura de control; con varios antifaces en la Etapa 2 seleccionando WHILE como estructura de control y el gorro de Chef en la Etapa 3 seleccionando el marcador C4. La elección incorrecta en alguna de las etapas, sólo reiniciará la etapa en la que se cometió el error.

En el caso 2 se observa que la persona termina la actividad cuando sobre su persona aparecen los efectos de varias manchas en la Etapa 1 seleccionando la estructura de control WHILE, una burbuja de dialogo en la Etapa 2 seleccionando la estructura de control IF y el sombrero de pirata en la etapa 3 mostrando el marcador Condición C5.

Se pueden realizar distintas combinaciones en función a las respuestas dadas en la parte de preguntas, permitiendo que cada persona que lo realice pueda tener diferentes resultados con un total de ocho combinaciones posibles.



7

**DESARROLLO DE UNA
EXPERIENCIA DE USO EN
APORTE DE LA TESINA**

Capítulo 7: Desarrollo de una experiencia de uso del aporte de la tesina

1. Introducción

En este capítulo se describen los resultados obtenidos a partir de las sesiones realizadas con docentes y alumnos. En la sección 2 se plantean los criterios que se evalúan en las experiencias y en la sección 3 se muestra el desarrollo de cada sesión de evaluación con los aportes realizados por cada docente y alumno. Finalmente, se concluye en la sección 4 con el análisis de los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la entrevista realizada con cada evaluador durante cada sesión y las encuestas que completaron.

2. Criterios de evaluación

Para la realización de las experiencias se establecieron los pasos a seguir por los participantes. Además contaron con la presencia de la tesista y la participación de las directoras de la tesina que observaron y guiaron las diferentes sesiones. Los pasos pautados fueron los siguientes:

1. Presentar el material educativo y la organización de su contenido.
2. Proponer al participante de la experiencia que realice un recorrido por las actividades de exploración guiado por la tesista para indicar qué tareas realizar como parte de la sesión. Al mismo tiempo observar el comportamiento del participante en relación al manejo de los marcadores y cuáles eran las dificultades encontradas en el desarrollo de cada actividad.
3. Proponer al participante que realice las actividades de Repaso donde se promueve un espacio para el análisis y reflexión de las consignas presentadas al alumno. Al mismo tiempo, llevar un registro de los pasos dados para desarrollar cada una de las actividades y los aportes planteados por el participante en relación a la comprensión de las consignas y actividades.
4. Proponer al participante que realice la actividad de integración en la cual, en primer lugar debe analizar la consigna. La misma se puede leer de la sección Consigna de integración 1 o bien se puede observar a través de un video tutorial que la explica (se observa qué opta cada participante). Permitir que el participante elija realizar la actividad una o más veces de acuerdo a lo que quieran explorar.

5. Completar una encuesta final. Una vez finalizado el recorrido de las diferentes actividades, se le propone a cada participante realizar una encuesta final que está orientada a un docente o a un alumno, según corresponda. Durante el tiempo que completa la encuesta, la tesista acompaña al participante para responder preguntas o dudas que puedan surgir en el momento. y de esta manera, también evaluar la presentación de la encuesta para su posterior corrección.
6. Realizar dos preguntas finales, como parte de una entrevista, que se registran y analizan en la sección 4 de resultados obtenidos de este capítulo. Estas preguntas están vinculadas al material educativo desarrollado y se solicita al participante que destaque dos puntos fuertes y dos puntos débiles que a su juicio presenta el material educativo.

Todas las sesiones han sido grabadas en video para su posterior análisis, de manera de reforzar la observación de las emociones del usuario a medida que utilizaba el material educativo, las dificultades y las posibilidades encontradas, en cada caso.

3. Sesiones experimentales realizadas

Cada una de las sesiones realizadas se filmó con cámaras fotográficas externas y en algunas de las experiencias se utilizó grabación de pantalla. Se puede acceder a un video donde se han compilado parte de las experiencias realizadas. El mismo se encuentra anexo a los archivos de la tesina.

Cada una de las sesiones duró aproximadamente 30 minutos y se llevaron a cabo utilizando dos equipos diferentes: una PC de escritorio con una cámara web externa y una notebook con cámara web integrada.

Las sesiones en su mayoría fueron individuales, sin embargo algunas de ellas fueron realizadas por dos docentes simultáneamente (desde diferentes computadoras), y se filmaron por separado. En cada una de las sesiones se acompañó a los participantes para realizar una observación participante.

Las experiencias se realizaron con nueve docentes de las cátedras de Algoritmos, Datos y Programas, Programación 1, Programación 2 y del módulo Expresión de Problemas y Algoritmos del curso de Ingreso y dos alumnos de Programación 1:

- 2 Profesores
- 5 Jefe de Trabajos Prácticos:
- 1 Ayudantes Diplomados
- 1 Profesor del Ingreso de Expresión de Problemas y Algoritmos

- 2 Alumnos de Programación 1 cursada 2015 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de Informática – UNLP.

3.1. Descripción de las sesiones con docentes

Las sesiones con docentes cumplieron los pasos descritos en la sección 2. A continuación se presenta una síntesis de las sesiones desarrolladas y se indican los pasos realizados por cada participante y los puntos fuertes y débiles observados en cada caso en relación al material educativo:

- ❖ Sesión 1. 1 participante docente. Se realizó un recorrido guiado por todo el material educativo, y luego se le pidió al docente realizar las actividades de exploración, repaso e integración propuestas.



Una vez que concluyó con las actividades y la encuesta se le pidió a la docente responder a las dos preguntas finales. Se transcriben a continuación las respuestas dadas:

Dos puntos fuertes del sitio web:

- *La presentación, la visualización en pantalla y los colores que presenta el material educativo resultan amenos y adecuados para la lectura.*
- *Las consignas y la ubicación de los contenidos son claros si los analizas con tiempo. No surgen dudas.*

Dos puntos débiles del sitio web:

- *Para un docente no familiarizado con la herramienta podría necesitar tiempo adicional o información adicional presente mientras se realiza las actividades.*

En adelante, para cada sesión se transcriben las respuestas dadas en cada caso. Los pasos realizados siempre han sido los mismos.

- ❖ Sesión 2. 1 participante docente. Realizó la experiencia guiada por la autora.



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

- *La actividad que se propone resulta buena, la forma en que se presentan las actividades resulta buena para la motivación.*

Puntos débiles del material educativo:

- *La forma en que está distribuida la información sobre las consignas es muy extensa y puede generar que no se recuerde a la hora de realizar la actividad.*

- ❖ Sesión 3. 2 docentes participantes en simultáneo con diferentes computadoras. Se realizó la experiencia guiada por la autora y co-directora.



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

Docente 1:

- *Principalmente la motivación para los alumnos que aprenden este tema de una forma innovadora con Realidad Aumentada.*

- *Puede trabajar de una forma más interactiva y le puede resultar más fácil.*

Docente 2:

- *Considero que hay muchos puntos fuertes, sirve para los alumnos que recién comienzan con este tema y lo pueden ver de una forma más entretenida.*

Puntos débiles del material educativo:

- *Que aparezcan ayudas cuando tiene que volver a intentar la actividad de repaso o de integración para que lo vuelva a intentar de otra forma.*
- *A veces tarda en detectar el marcador. Luego de detectar el marcador y mostrar la escena aumentada aparece muy rápido el botón reiniciar y no se llega a comprender lo que sucedió.*

- ❖ **Sesión 4. 1 Ayudante Diplomado de Programación 1. Realizó la experiencia guiada por la autora, directora y codirectora de esta tesina.**



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

- *Las actividades de repaso y de integración resultan satisfactorias por ser auto guiadas y con correcciones.*

Puntos débiles del material educativo:

- *Las consignas no se ven claramente, quedan perdidas porque hay mucha información.*
- *Imprimir los marcadores puede resultar complicado ya que muchos alumnos pueden no poseer impresora.*

- ❖ Sesión 5. 1 Profesor del curso de Ingreso de Expresión de Problemas y Algoritmos. Realizó la experiencia guiada por la autora.



Respuestas dadas en la entrevista

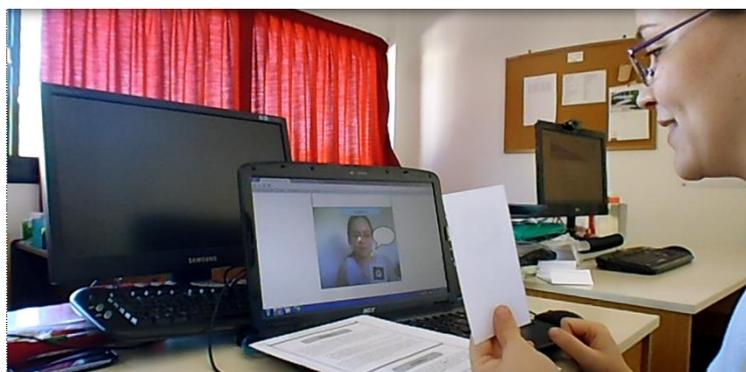
Puntos fuertes del material educativo:

- *La utilización de la RA.*
- *Puede ser útil para la comprensión y la diferenciación de las estructuras de control que los alumnos confunden mucho en el curso de ingreso.*

Puntos débiles del material educativo:

- *Las consignas de las actividades deberían ser más claras y concisas; y también más llamativas o que se resalten para cada actividad.*

- ❖ Sesión 6. 1 Jefe de Trabajos Prácticos de Programación 2 (Redictado). Se realizó la experiencia guiada por la autora.



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

- *El sitio está redactado correctamente y bien organizado. El menú permite ver todas las opciones y se observa una completa accesibilidad.*

Puntos débiles del material educativo:

- *Incluir las consignas antes de cada una de las etapas de la actividad integradora.*

- ❖ Sesión 7. 1 Jefe de Trabajos Prácticos de Programación 1. Realizó la experiencia guiada por la autora.



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

- *Resulta interesante como una estrategia diferente por parte de los docentes para tratar de llegar a los alumnos, que es una situación que se plantea a través de los años.*

Puntos débiles del material educativo:

- *No me resultó intuitivo, tuve que ver cómo funcionaba.*
- *En algunas actividades, no me daba cuenta qué debía resolver y qué marcadores utilizar.*

- ❖ Sesión 8. 1 Jefe de Trabajos Prácticos de Algoritmos, Datos y Programas. Se realizó la experiencia guiada por la autora.



Respuestas dadas en la entrevista

Puntos fuertes del material educativo:

- *Resulta muy amigable para la comprensión del tema. Una forma diferente de acercarse a los alumnos*

Puntos débiles del material educativo:

- *El video sobre la consigna de integración es muy largo y quizá es necesario verlo por etapas y tener la consigna accesible durante el desarrollo de la actividad.*

Observación: No se registra encuesta para este docente.

3.2 Descripción de las sesiones con alumnos

La sesión se realizó de manera conjunta con los dos alumnos de Programación 1. Estos alumnos han cumplido con el curso de ingreso y llevan dos semanas en el curso de Programación 1.

Se les presentó el contexto en el que se desarrolla este material educativo, teniendo en cuenta que es un contenido recientemente visto, dado que se utiliza Pascal y los alumnos no lo han trabajado en el curso de ingreso. Además, se realizó una explicación sobre qué es la Realidad Aumentada, ya que los alumnos no la conocían.

La experiencia comenzó realizando un recorrido por la sección de Conceptos Teóricos del sitio y continuando por las otras secciones: Marcadores, Tutoriales, Mapa de Sitio, Acerca De, hasta llegar finalmente a las actividades basadas en RA.

Los alumnos realizaron las actividades propuestas con la tesista como guía, a través de todo el recorrido para asistirlos en el desarrollo de cada actividad.

Una vez cumplidas las actividades de exploración, se les presentaron las actividades de repaso y de integración para que las desarrollen individualmente y puedan observar los diferentes resultados.



Luego de realizada la experiencia se le propuso a cada participante completar la encuesta (vía mail) y como resultado se registraron los siguientes aportes de las experiencias:

- *Permite ver las funcionalidades de las estructuras de control de una forma más concreta*
- *Resulta entretenido probar los diferentes casos que surgen en la actividad de integración.*
- *Es interesante poder tenerlo accesible desde los hogares.*

La encuesta realizada a los alumnos no arroja resultados significativos dado que son dos alumnos que no han realizado un recorrido previo ni han dispuesto de un tiempo adicional (más allá del tiempo específico dedicado a la sesión) para comprender los aspectos novedosos o aportes significativos de la tecnología RA. Sin embargo, en ambas encuestas se destaca la funcionalidad de las actividades porque a su entender, les permite ver reflejado lo que ellos normalmente imaginan al realizar una práctica escrita en papel.

4. Resultados obtenidos en las encuestas a docentes

En esta sección se agrupan los resultados obtenidos de las experiencias realizadas a partir de los resultados de las encuestas efectuadas a los participantes generando así conclusiones respecto a las diferentes características del material educativo presentado en relación a su contenido, usabilidad, disponibilidad, etc. Las encuestas pueden ser accedidas desde el material educativo para su consulta (allí pueden verse los distintos aspectos sobre los que se indagó).

4.1. Resultados de las Encuestas

Los resultados de las encuestas se almacenaron en una hoja de cálculo que exporta el formulario de Google automáticamente. Se realizó el análisis de cada una de las respuestas de acuerdo al porcentaje asociado de respuestas en cada caso, y que se describe a continuación. En este análisis se consideran las opiniones de los participantes docentes y se registran los siguientes resultados:

Cantidad de Encuestados: 8 docentes

Sección Perfil Docente

1. ¿Realiza tareas docentes en alguna materia de primer año?
Si: 87,5 % (7)
No: 12,5% (1) Realiza tareas en el curso de ingreso.
2. En caso de ser docente de Primer Año: ¿Qué cargo desempeña en la materia?
Profesor: 25% (2)
Ayudante: 12,5% (1)
JTP: 50% (4)
Profesor del Curso de Ingreso: 12,5% (1)
3. ¿Ha utilizado alguna aplicación de Realidad Aumentada (RA)?
Si: 62,5 % (5)
No: 37,5% (3)

4. En caso de haber utilizado una aplicación RA: ¿Ésta formó parte de alguna experiencia educativa?

No: 62,5 % (5)

NS/NC: 37,5% (3)

5. Descripciones sobre experiencias previas:

El 37,5% (3) de los participantes describió sus experiencias previas utilizando RA. Dos de ellos, confundieron la consigna y describieron la experiencia que acababan de realizar mientras que uno solo describió una experiencia previa, destacando el uso de marcadores en aplicaciones RA simples tanto en PC como en dispositivos móviles.

Sección Actividades

6. ¿Cree que las actividades realizadas resultaron de utilidad para la comprensión de las Estructuras de Control?

Si: 100% (8)

7. ¿Qué cree que aporta este tipo de actividades a los alumnos?

Motivación: 100% (8)

Interacción con los contenidos: 75% (6)

Profundización de conocimientos previos: 37,5% (3)

Ejercitación en el uso de las Estructuras de control: 62,5% (5)

Acceso a conocimiento nuevo: 25% (2)

Análisis comparativo entre las Estructuras de Control: 62,5% (5)

8. En una escala de 1 a 5: ¿Cuánto cree que ayudan las actividades de exploración?

3: 12,5% (1)

4: 50% (4)

5: 37,5% (3)

9. En una escala de 1 a 5: ¿Cuánto cree que ayudan las actividades de repaso?

3:25% (2)

4: 25% (2)

5: 50% (4)

10. En una escala de 1 a 5: ¿Cuánto cree que ayuda la actividad de integración?

3: 25% (2)

4: 12,5% (1)

5: 62,5% (5)

Sección Sitio Web

11. La forma de organización de los contenidos es adecuada e intuitiva.

Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 12,5% (1)

De acuerdo: 50% (4)

Totalmente de acuerdo: 37,5% (3)

12. La tipografía que se utiliza en el material educativo es clara y contrasta adecuadamente con los colores.

En desacuerdo: 12,5% (1)

De acuerdo: 50% (4)

Totalmente de acuerdo: 37,5% (3)

13. Las consignas de las actividades tienen una redacción clara y específica para cada una.

En desacuerdo: 12,5% (1)

Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 12,5% (1)

De acuerdo: 37,5% (3)

Totalmente de acuerdo: 37,5% (3)

14. Las imágenes que se presentan en las distintas secciones tienen el tamaño adecuado y coinciden con la consigna presentada

De acuerdo: 50% (4)

Totalmente de acuerdo: 50% (4)

15. Los videos tutoriales son claros, completos y resultan de ayuda para realizar las actividades

Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 12,5% (1)

De acuerdo: 50% (4)

Totalmente de acuerdo: 37,5% (3)

16. La forma de obtener los marcadores es sencilla e intuitiva.

Ni de acuerdo ni en desacuerdo: 12,5% (1)

De acuerdo: 37,5% (3)

Totalmente de acuerdo: 50% (4)

17. El mapa de sitio muestra los contenidos de forma organizada

De acuerdo: 25% (2)

Totalmente de acuerdo: 75% (6)

18. ¿Le resultó satisfactoria la experiencia con las actividades?

3: 12,5% (1)

4: 25% (2)

5: 62,5% (5)

19. ¿Encontró dificultades en la realización de las actividades?

Si: 62,5 % (5)

No: 37,5% (3)

20. En caso de haber encontrado dificultades ¿Puede describirlas?

(Se transcriben algunas de las dificultades descriptas)

- Detección de los marcadores, a veces tardan un poco.
- Principalmente el tema de los enunciados, deberían ser más cortos y concisos, y deberían estar presentes mientras se hace la actividad.
- El reconocimiento de algunos marcadores por parte del software.
- Probablemente sería de utilidad una ayuda (como tips) que aparezca mientras uno transita una actividad a modo de orientación.

- La primera vez que vi el cartel "Volver a intentar" pensé que era un botón. Probablemente cambiando el texto eso no ocurriría. Creo que una opción podría ser: "Deberías volver a intentarlo"
- Tuve dificultad en recordar algunas condiciones. También tuve dificultad en recordar que marcador estaba asociado a qué condición. El esfuerzo requerido en estas acciones me hizo perder varias veces la atención en la tarea que tenía que realizar.

21. ¿Qué otros usos piensa que puede tener este material educativo?

(Se transcriben algunos de los usos descriptos)

- En cualquier contenido nuevo para que el alumno vea si entendió bien ese nuevo concepto.
- Para enseñar estructuras de datos.
- Se podría incorporar estas condiciones a un lenguaje de programación de manera que sea más interactiva la ejecución de los programas que el mismo alumno desarrolla.
- En el curso de ingreso
- Puede utilizarse desde el curso de ingreso
- Que los marcadores puedan ser utilizados en bloques de código, donde cada uno represente una estructura de control o una inicialización de variable, etc.
- El material por su carácter motivador podría ser de utilidad en las escuelas secundarias donde se enseña programación. Además (adaptando la sintaxis) podría utilizarse como material complementario para los cursos de ingreso y pre-ingreso a la Facultad de Informática. Por otro lado, podría adaptarse a la enseñanza de estructuras de datos, jugando con sus modificaciones a través de distintas operaciones

22. ¿Cuáles son las barreras o limitaciones que encuentra para su uso?

(Se transcriben algunas de las barreras/limitaciones descriptas)

- Para mí si la persona lo quiere usar no presenta dificultades.
- No contar con internet o una cámara web instalada.
- Falta de impresora, se podrían usar elementos más comunes en lugar de marcadores?
- Imprimir los marcadores. Conocimientos sobre el uso de webcam

- Una limitación podría ser la forma en que se muestra el enunciado de la actividad. Podría mostrarse de manera más compacta.
- Que deberíamos disponer de una pc con cámara para cada alumno o para grupos reducidos. Pero me resulta muy interesante a la hora de que los alumnos trabajen en sus casas, por ejemplo. Para que tengan alguna forma de autoevaluación.
- La única barrera que encuentro para el uso del material, es la falta de acceso a los materiales básicos como son una cámara web y una impresora para imprimir los marcadores.
- En mi caso particular me gustaría no tener que usar marcadores. Si es necesario utilizar marcadores, preferiría que fueran 2 así no tendría que estar pendiente de recordar y encontrar el marcador adecuado. Si tuviera que utilizar más de 2 marcadores, creo que sería bueno tener iconos u otro mecanismo que permita identificarlos más fácilmente (no por los nombres C1, C2, C3, etc.).
- Las consignas de las actividades están bien detalladas, pero a veces son algo largas. Me pregunto: ¿Cuánto afecta el interés de los estudiantes? ¿estarán dispuestos a leerlas sin abandonarlas o cuantas harían?
- Creo que la experiencia de RA de cada actividad es algo breve. Me hubiera gustado poder "jugar" más.

23. ¿Usaría este material en su clase?

Si: 87,5 % (7)

No: 12,5% (1)

24. ¿Recomendaría el uso de este material educativo a otros docentes?

Si: 100 % (8)

4.2.Conclusiones

De acuerdo a los resultados de las encuestas detallados en la sección anterior y las descripciones de los puntos débiles y los puntos fuertes registrados durante la entrevista se arriba a las siguientes conclusiones en relación al material educativo:

- ❖ Sobre el Contenido Educativo

- Las actividades realizadas resultaron de utilidad para la comprensión de las Estructuras de Control a todos los docentes que intervinieron en la experiencia
- Este tipo de actividades aporta principalmente motivación, posibilidades de ejercitación y realización de análisis comparativo entre las estructuras de control
- Las actividades de integración son las que más ayudan en comparación con las actividades de repaso y de exploración, resultando también puntos fuertes para la comprensión de las estructuras de control.
- La mayoría de los docentes utilizaría este material en su clase y todos lo recomendarían a otros docentes para su uso.
- ❖ Sobre el diseño del Material educativo
 - La organización de los contenidos puede mejorarse.
 - Los videos tutoriales pueden resultar largos pero son de ayuda para la realización de las actividades
- ❖ Sobre la Usabilidad
 - Las consignas deben estar más accesibles al momento de realizar la actividad, deben resaltarse y acortarse el texto presentado antes de cada actividad.
 - El acceso a los marcadores es fácil aunque su utilización en cada actividad puede resultar confusa si no se ha realizado un recorrido previo por las actividades de exploración.
 - Las experiencias en la mayoría de las actividades resultaron breves luego de mostrar el marcador. Es posible que se pueda extender la cantidad de segundos que dura la escena aumentada sobre la persona para que pueda observarlo más detenidamente.
 - La mayoría de los participantes manifestó haber realizado una experiencia muy satisfactoria en relación a las actividades, sin embargo, varios tuvieron alguna dificultad respecto del largo de las consignas y que se manifiesta en las diversas encuestas. También hay algunas opiniones en relación al reconocimiento de los marcadores y la cantidad de diferentes marcadores.
- ❖ Problemas encontrados

- Problema en la detección de los marcadores que puede deberse al ambiente, el hardware de la cámara web o a factores externos como la calidad del marcador que se presenta a la cámara.
- Las consignas no son cortas y tienden a no ser leídas en su totalidad, esto complica la realización de las actividades por el escaso tiempo dedicado a su análisis durante las sesiones. Se propone hacer consignas más cortas y tener recordatorios dentro de las actividades de RA o bien que estén presentes cuando se realiza la actividad.
- Se proponen cambios en el texto de algunos carteles que se pueden confundir con botones utilizados para otros fines. Si bien los requisitos necesarios para la realización de las actividades se detallan en la sección Pautas Generales, se puede agregar información adicional que indique que puede faltar algún recorrido particular por el sitio para la realización de una actividad particular.

Todos estos resultados han sido tenidos en cuenta y se ha comenzado con las mejoras pertinentes acorde a las recomendaciones dadas.



8

**CONCLUSIONES Y TRABAJOS
FUTUROS**

Capítulo 8: Conclusiones y trabajos futuros

1. Introducción

Este capítulo tiene como objetivo presentar las conclusiones del trabajo realizado y las líneas de trabajo futuro.

2. Resultados principales y Conclusiones de la tesina

En la presente tesina, se ha desarrollado un material educativo con la utilización de Realidad Aumentada para el desarrollo de una serie de actividades con diferentes intenciones didácticas. El material educativo es un sitio web llamado “Enseñando Programación Básica con Realidad Aumentada”, accesible desde la url: <http://163.10.22.174>

El objetivo general planteado para esta tesina es reforzar los procesos educativos vinculados a la enseñanza de los conceptos básicos de la Programación en el nivel de grado.

Para poder lograr el alcance del objetivo general se abordó una serie de objetivos específicos. Respecto de los dos primeros de ellos, referido a la conceptualización del paradigma de Realidad Aumentada y el análisis de los antecedentes en el ámbito educativo, han sido abordados detalladamente en los capítulos dos y tres, en donde se trabajó sobre el concepto de realidad aumentada a partir de la visión de diferentes autores. También se realizó una investigación de diferentes aplicaciones de Realidad Aumentada utilizadas en el ámbito educativo, y se focalizó en las posibilidades Scratch con RA para la enseñanza de programación. Lo mismo ocurrió respecto del cumplimiento del objetivo específico concerniente al desarrollo del caso de estudio donde se propone el desarrollo de actividades educativas para la enseñanza de los conceptos básicos de Programación basadas en el paradigma de RA. En este caso, se realizó un análisis de las necesidades educativas vinculadas a la enseñanza de programación en los primeros años de las carreras de Ciencias de la Computación, especialmente las diferencias que tiene cada alumno por el conjunto de conocimientos y saberes que se basan en experiencias relacionadas con el ambiente sociocultural y familiar en que vive, y condicionados por sus características personales. Por este motivo se plantea la creación de nuevas propuestas pedagógicas orientadas a mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje teniendo en cuenta diferentes estilos cognitivos de estos alumnos.

Los últimos dos objetivos específicos fueron abordados para poder determinar las posibilidades y limitaciones del material educativo desarrollado. El cumplimiento de estos objetivos se logró en las experiencias realizadas por los docentes que se describen en el capítulo 7.

Como conclusiones se puede decir que:

- Las actividades de Realidad Aumentada resultan atractivas y novedosas tanto para los docentes como para los alumnos. Así el caso de estudio propuesto cumple con uno de sus objetivos principales que es el de contribuir a la motivación de los alumnos de las carreras de la Facultad, en particular para la enseñanza de conceptos básicos de programación.
- Las actividades de Realidad Aumentada desarrolladas han sido consideradas (luego de la evaluación) de interés para los docentes para complementar las estrategias de enseñanza actuales. Al mismo tiempo, han sido consideradas también para el trabajo individual del alumno de manera tal de explorar y experimentar el uso de las diferentes estructuras de control trabajadas en el material educativo desarrollado en la tesina.
- El material educativo desarrollado tuvo aceptación entre los docentes y alumnos participantes en las sesiones. Todos los docentes recomendaría a otro docente su utilización. Al mismo tiempo, se recomendó trabajar sobre la forma de presentación de las consignas para que sean más visibles antes de comenzar la actividad. Esto ya está siendo modificado.

3. Líneas de trabajo futuro

En el capítulo 7 se describieron algunos detalles que han sido modificados en el material educativo y otros que quedan pendientes para su desarrollo.

Se finalizarán las mejoras propuestas durante la evaluación del material educativo. Al mismo tiempo, se llevarán a cabo una serie de sesiones de prueba con diferentes grupos de alumnos para poder recabar información sobre la usabilidad de este material educativo, su impacto en la comprensión de los temas trabajados y las limitaciones encontradas por los alumnos. Se les pedirá a los alumnos que completen la encuesta ya diseñada, y se realizarán entrevistas en profundidad.

Principalmente, se pretende extender el desarrollo de las actividades a otros conceptos que se ven en las materias de los primeros años. Se puede realizar con la misma metodología y también aplicar diferentes métodos al utilizar el paradigma de Realidad Aumentada. Se plantea continuar con el desarrollo de actividades en la utilización de estructuras de datos

Arreglo y Listas, por ejemplo. Desde esta perspectiva, se tratará de usar métodos de reconocimiento de otras partes de cuerpo, como la mano, para que a partir de allí se puedan implementar las actividades de RA.

Por otro lado se propone extender el desarrollo de las actividades, para que se diseñen plantillas con el fin de que los docentes puedan configurar y diseñar sus propias actividades basadas en RA para la enseñanza de Informática, esto se vincula con una tesis de maestría ya en desarrollo y que forma parte de una de las líneas de I+D del III LIDI.

Este material educativo está actualmente disponible solo para el uso de PC, el siguiente paso será adaptarla para poder ser utilizada en dispositivos móviles en sus diferentes sistemas operativos.

Se espera poder difundir luego de su evaluación con alumnos a diferentes instituciones educativas que consideren oportuna su utilización.

Bibliografía

- Azuma R. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 6, 4 agosto 1997, 355-385.
- Azuma R. (2001). *Augmented Reality: Approaches and Technical Challenges, Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, W. Barfield, Th. Caudell (eds.), Mahwah, New Jersey, 2001, 27-63.
- Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., Olabe, J.C. (2007). *Realidad Aumentada en la Educación: una Tecnología Emergente*. Libro de Actas ONLINE EDUCA MADRID 2007. 7ª Conferencia Internacional de la Educación y Formación basada en las Tecnologías, pp. 24-29, Madrid, 7-9 Mayo 2007. ISBN: 3-9810562-5-6.
- Barfield, W., Caudell, T. (2001). *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*. NJ: Lawrence Erlbaum. Mahwah, EE.UU.
- Barrilleaux, J. (2012) *Experiences and Observations in Applying Augmented Reality to Live Training*. Oakland, EE.UU.
- Bayonet Robles, L., Patiño Matos, A., Willmore Lopez, A. (2011). *Realidad aumentada en el Ámbito Universitario Universidad Iberoamericana Santo Domingo, República Dominicana*, Junio del 2011.
- Bimble O., Raskar R. (2005). *Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds*. A K Peters, Ltd.
- Bonín, J., Cabezas, S. (2013). *La Realidad Aumentada y las Pizarras Digitales Interactivas CSEU La Salle. España. XVIII Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento y V de Pizarra Digital: Interculturalidad, Estrategias y Tecnologías*. InterESTRATIC, Madrid España.
- Buchmann, V., Violich, S., Billingham, M., Cockburn, M. (2004). *FingARTips: gesture based direct manipulation in augmented reality*. In *GRAPHITE '04: Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia*, p. 212–221, Nueva York, NY, USA, 2004. ACM.
- Carracedo J., Martínez Méndez C. (2012). *Realidad Aumentada: Una alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense*. Procediente de IEEE-RITA Vol. 7, Núm. 2, Mayo 2012.
- Choi, Y., Seo, Y. (2007). *The user interface of button type for stereo video-see-through device*. In *5th International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality*, Julio 2007.

- Choi, Y., Mizuchi, Y., Hagiwara, Y.; Suzuki, A., Imamura, H. (2013). Monocular 3D palm posture estimation based on feature-points robust against finger motion, Control, Automation and Systems (ICCAS), 2013 13th International Conference, Páginas: 1014 – 1019.
- Coll, C., (1991), Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento. España: Paidós. Psicología de la Educación. Madrid: Alianza.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., Meier, R. (2012). Control of a remote laboratory by augmented reality. Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), 2012 IEEE International Conference on, W2B-11-W2B-15.
- Cubillo, J., Martín, S., Castro, M., Colmenar, A. (2014). Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada. RIED v. 17: 2, 2014, páginas 241-274. I.S.S.N.: 1138-2783.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., Beale, R. (2005). Human Computer interaction. 3ra edición.
- Duke-Bedoya, E. (2014). Usando realidad aumentada para motivar las competencias informacionales: experiencias en clase. Centro de Tecnologías para la Academia (Conferencia). Universidad de La Sabana, Colombia.
- Edwards, D., Mercer, N. (1988). El conocimiento compartido en el aula. El desarrollo de la comprensión en el aula. Madrid: Paidós.
- Enseñar a programar a los niños. Una brevísima introducción al acto de programar (o a los mecanismos de pensamiento necesarios para programar), febrero 2014. Disponible en: <http://documotion.com.ar/ensinar-a-programar-a-los-ninos-una-brevisima-introduccion-al-acto-de-programar-o-a-los-mecanismos-de-pensamiento-necesarios-para-programar/>
- Esteban, P., Restrepo, J., Trefftz, H., Jaramillo, J. E., Álvarez, N. (2006). Augmented Reality for Teaching Multi- Variate Calculus. The Fifth IASTED International Conference on web-based education, Puerto Vallarta, México.
- Flores, D., Castro, S., Martig S. (2010). Realidad Aumentada en Visualización. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación Universidad Nacional del SurWICC 2010 - XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Formia, S. (2014). “La deserción en cursos universitarios. Construcción de modelos sobre datos de la Universidad Nacional de Río Negro usando técnicas de Extracción de Conocimiento.” Directora: Prof. Lic. Laura Lanzarini. Asesor: Dr. Waldo Hasperué. Tesis de Magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación – Facultad de Informática – UNLP. Marzo de 2014.

- Freitas, R.; Campos, P. (2008). SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2nd grade students. 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction-Volume 2 (27-30).
- García Cabezas, S. (2013). Augmented Learning Enviroments to enrich the classroom. Presentado en BETT Show 2013, Londres.
- Haller M. (2007). Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design. Idea Group Publishing.
- Heidemann, G., Bax, I., Bekel, H. (2004). Multimodal interaction in an augmented reality scenario. In ICMI 04 Nueva York, NY, USA. ACM.
- Henrysson, A., Billinghamurst, M., Ollila, M. (2006). Ar tennis. In SIGGRAPH '06: ACM SIGGRAPH 2006 Sketches, p. 13, Nueva York, NY, USA, 2006. ACM.
- Horizon Report (ID: HR2011). (Febrero 08, 2011). Obtenido en Abril 2011, de EDUCAUSE: <http://www.educause.edu/Resources/2011HorizonReport/223122>
- Horizon Report (ID: HR2013). (Febrero 04, 2013). Obtenido en Abril 2013, de EDUCAUSE: <http://www.educause.edu/library/resources/2013-horizon-report>
- Hosoya, I., Kitabata, M., Sato, H., Harada, I., Nojima, H., Morisawa, F., Mutoh, S., Onozawa, A. (2003). A mirror metaphor interaction system: Touching remote real objects in an augmented reality environment. In ISMAR '03: Proceedings of the The 2nd IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, página 350, Washington, DC, USA, 2003. IEEE Computer Society.
- Información de Realidad Aumentada desde el portar educativo Del Estado Argentino. Disponible desde <http://recursos.educ.ar/aprendizajeabierto/realidad-aumentada/>.
- Ishii H., Ullmer B. (1997). Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In ACM CHI'97, pp. 234-241.
- Ishii H. (2006). Tangible User Interfaces. Chile 2006 Workshop.
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., Stone, S. (2010). The 2010 Horizon Report: Edición en español. (Xavier Canals, Eva Durall, Translation.) Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Juan, C.; Beatrice, F.; Cano, J. (2008). An Augmented Reality System for Learning the Interior of the Human Body. IEEE Computer Society Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, (186-189).
- Kaufmann, H.; Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. Computers & Graphics, 27 (3), (339-345).

- Kerawalla, L.; Luckin, R.; Seljeflot, S.; Woolard, A. (2006). Making it real: exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10 (3-4), (163- 174).
- Kölsch, M., Turk, M. (2004). Fast 2D hand tracking with flocks of features and multi-cue integration. In *Vision for Human-Computer Interaction*, página 158.
- Lang, P., Kusej, A., Pinz, A., Brasseur, G. (2002). Inertial Tracking for Mobile Augmented Reality. *IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Anchorage, AK, USA, 21-23 Mayo 2002*.
- Lang, U.; Wössner, U. (2004). Virtual and Augmented Reality Developments for Engineering Applications. *European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS 2004, Jyväskylä*.
- Lee, G., Billinghamurst, M., Jounghyun, G. (2004). Occlusion based interaction methods for tangible augmented reality environments. In *VRCAI '04: Nueva York, NY, USA. ACM*.
- Liarakapis, F.; Anderson, E. (2010). Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education. *Proc of the 31st Annual Conference of the European Association for Computer Graphics (Eurographics 2010), Education Program, Norrköping, Sweden*.
- Lin, T.; Duh, H.B.; Li, N.; Wang, H.; Tsai, C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, (314 -321).
- Looser, J., Grasset, R., Seichter, H., Billinghamurst M. (2006). OSGART - A pragmatic approach to MR. *ISMAR*.
- López, H. (2009). Análisis y Desarrollo de sistemas de realidad aumentada. *Master Tesis. Universidad Complutense de Madrid*.
- Mac Gaul, M., López, M., Del Olmo, P. (2012). Articulación entre el Nivel Medio y carreras universitarias de Ciencias Exactas: un Modelo de Seguimiento de alumnos ingresantes. *Revista Contemporaneidad Educación y Tecnología. Consejo de Investigación de la U.N.Sa. Universidad Nacional de Salta Argentina. Revista Cet, vol. 01, n° 02, abril/2012*.
- Maldonado, A., Giandini, V. Carterbetti, N., Salerno, M., Sanz, C., Zangara, A., Gonzalez, A. (2006). A proposal to “shorten distances between High School and University” incorporating a virtual educative environment. *Reunión: 22nd. World Conference on Distance Education. ICDE. Rio de Janeiro, Brasil. Lugar: Río de Janeiro, Brasil. Fecha Reunión: Septiembre de 2006*.

- Martens, J-B., Qi, W., Aliakseyeu, D., Kok, A.F.J., Van Liere, J. (2004). Experiencing 3d interactions in virtual reality and augmented reality. In EUSAI '04: Proceedings of the 2nd European Union symposium on Ambient intelligence, p. 25–28, Nueva York, NY, USA, 2004. ACM.
- Martín Gutiérrez, J., Navarro, R. E., Acosta González, M. (2011). Mixed Reality for Development of Spatial Skills of First-Year Engineering Students. Proceeding of the IEEE 2011 Frontiers in Education Conference. Rapid City, South Dakota, octubre 12-15.
- Mazen Abdulmuslih alsirhani (2012). “Análisis de sistemas de realidad aumentada y metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas”. Universidad Rey Juan Carlos. 2012.<http://ciencia.urjc.es/bitstream/10115/7805/1/1112-MIIM-TFM-MazenAbdulmushliAlsirhani.pdf>
- Minguell M.; Ferrés Font J., Cornellà Canals P., Codina Regàs D. (2012). “Realidad Aumentada y códigos QR en Educación“. Tendencias emergentes en educación con TIC, pags 135-155. Barcelona, 2012. ISBN: 978-84-616-0448-7.
- Milgram Kishino, P.; Takemura, H.; Utsumi, A.; y Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292.
- Moralejo, L. (2014). Análisis comparativo de Herramientas de Autor para la creación de actividades de Realidad aumentada. Estudio de sus características específicas para el escenario educativo. Trabajo Final presentado para obtener el grado de Especialista en “Tecnología Informática Aplicada en Educación”. Directora: Cecilia Sanz. Codirectora: Patricia Pesado. Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Octubre 2014.
- Nickels S.; Sminia H.; Mueller S.C.; Kools B.; Dehof A.K.; Lenhof H.; Hildebrandt, A. (2012). "ProteinScanAR - An Augmented Reality Web Application for High School Education in Biomolecular Life Sciences". ISBN: 978-1-4673-2260-7, p. 578 – 583.
- Oviatt S. (1999). Ten myths of multimodal interaction. *Commun. ACM*, 42(11):74–81, 1999.
- Owen M., Owen S., Barajas M., Trifonova A. (2011). Pedagogic Issues and Questions from the Science Center to Go, Augmented Reality, Project Implementation. Augmented Reality in Education Proceedings of the “Science Center To Go” Workshops EDEN - 2011 Open Classroom Conference October 27 - 29, 2011 Ellinogermaniki Agogi, Athens, Greece.
- Paskan, W. y Woodward, C. (2003). Implementation of an Augmented Reality System on a PDA. In *Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings. The Second IEEE and ACM International Symposium on*, 276-277.

- Portalés, C. (2008) Entornos multimedia de realidad aumentada en el campo del arte. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Prensky, M. (2011). Enseñar a nativos digitales. Madrid: Ediciones SM, Biblioteca innovación educativa.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., y Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All, noviembre 2009, vol. 52, número. 11, communications of the ACM.
- Rojas, L., Archila Díaz, J. (2012). Tareas fundamentales en la realidad aumentada, un nuevo enfoque. Universidad Industrial de Santander Grupo de Investigación en Robótica de Servicio y Diseño Industrial – GIROD Universidad de Pamplona I. I. D. T. A. Colombia. ISSN: 1692-7257 - Volumen 1 - Número 19 - Año 2012.
- Rodríguez Lomuscio J.P. (2011). Realidad Aumentada para el aprendizaje de Ciencias en niños de Educación General Básica. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-rodriiguez_jl/pdfAmont/cf-rodriiguez_jl.pdf. Recuperado en 2013.
- Schmalstieg, D., Langlotz, T. y Billinghurst, M. Augmented Reality 2.0 Chapter 2. Coquillart S., Brunnett G., Welch G. (2011). Virtual Reality. XII, 251 p., Softcover ISBN: 978-3-211-99177-0.
- Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching Earth- Sun relationships to undergraduate geography students. Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop.
- Sidharta, R., Oliver, J., Sannier, A. (2006). Augmented reality tangible interface for distributed design review. In CGIV '06: Proceedings of the International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualization, p. 464–470, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society.
- State, A., Hirota G., Che, D.T., Garret, W.F., Livingstone, M. A. (1996). Superior Augmented Reality Registration by Integrating Landmark Tracking and Magnetic Tracking. Department of Computer Science University of North Carolina at Chapel Hill. In Proc. SIGGRAPH, p. 429-438, Nueva Orleans, Agosto 4-9, 1996, ACM.
- Taehee, L. , Hollerer, T. (2007). Handy AR: Markerless Inspection of Augmented Reality Objects Using Fingertip Tracking Wearable Computers. 11th IEEE International Symposium on 2007.
- Teorías y material bibliográfico de las cátedras Algoritmos, Datos y Programas de las carreras de Licenciatura en Sistemas, Licenciatura en Informática y Analista Programador

Universitario, y Programación 1 de la carrera Ingeniería en Computación de la Facultad de informática de la Universidad Nacional de La Plata (2014).

- Vian, K. (2009). Blended Reality: Superstructuring Reality, Superstructuring Selves. 2009. Recuperado el 20 de mayo de 2011 de: <http://www.iff.org/node/2598>
- Virvou, M.; Alepis, E. (2005). Mobile educational features in authoring tools for personalised tutoring. *Computers & Education*, 44 (1), (53-68).
- Wagner D., Schmalstieg, D. (2007) ARToolKitPlus for Pose Tracking on Mobile Devices. Graz Technical University. Computer Vision Winter Workshop, St. Lambrecht, Austria, Febrero 2007.
- Waldner, M., Hauber, J., Zauner, J., Haller, M., Billinghamurst, M. (2006). Tangible tiles: design and evaluation of a tangible user interface in a collaborative tabletop setup. In OZCHI '06: Proceedings of the 20th conference of the computer-human interaction special interest group (CHISIG) of Australia on Computer-human interaction: design: activities, artefacts and environments, p. 151–158, Nueva York, NY, USA, 2006. ACM.
- Wu, H.; Lee, S.W.; Chang, H.; Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, (41 -49).
- Ying, L. (2010). Augmented Reality for remote education. *Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE)*, 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering, 3 (3), (187-191).
- Zavahra B., Urbina C., Eslava Y., Hernández M., Gallo S. (2013) Posibilidades de aplicación de la Realidad Aumentada en la actividad docente de los Expertos en procesos E-learning.
- Zhou, Z., Cheok, A. D., Pan, J., Li, Y. (2004). Magic story cube: an interactive tangible interface for storytelling. In ACE '04: Proceedings of the 2004 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology, p.364–365, Nueva York, NY, USA, 2004. ACM.
- Zhou F., Been-Lirn Duh, H., Billinghamurst, M. (2008). Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR

