



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS .NET Y FLASH EN
APLICACIONES CON REALIDAD AUMENTADA; CASO PRACTICO:
ITES”JUAN DE VELASCO””

TESIS DE GRADO

**Previa la obtención del título de
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Presentado por:

Cristhian Michael Peralta Villacrés
Carlos Eduardo García Guanga

Riobamba – Ecuador

2012

Nuestros sinceros agradecimientos, primero a Dios por darnos la oportunidad de concluir nuestros estudios, a todos y cada uno de nuestros familiares que con su apoyo diario nos han dirigido hacia la conclusión de nuestra investigación, a todos nuestros maestros que cada día con sus enseñanzas y experiencias nos han encaminado hacia un futuro lleno de oportunidades; y finalmente, de manera especial al Doctor Geovanny Vallejo y al Ingeniero Danilo Pastor quienes nos ofrecieron todas las facilidades para iniciar y finalizar con éxito el presente trabajo.

Es muy grato para nosotros dedicar de todo corazón el presente trabajo de investigación a nuestros queridos padres y hermanos, quienes siempre han estado en los momentos más difíciles apoyándonos y dándonos ánimos cuando mas lo necesitamos.

CRISTHIAN PERALTA V.
CARLOS GARCIA G.

FIRMAS RESPONSABLES Y NOTAS

NOMBRES

FIRMAS

FECHA

Ing. Iván Menes

DECANO DE LA FACULTAD

DE INFORMATICA Y ELECTRONICA

Ing. Raúl Rosero

DIRECTOR DE ESCUELA DE

INGENIERIA EN SISTEMAS

Dr. Geovanny Vallejo

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Danilo Pastor

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lic. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DEL CENTRO

DE DOCUMENTACION

NOTA DE LA TESIS: _____

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

“Nosotros, Cristhian Michael Peralta Villacrés y Carlos Eduardo García Guanga, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Investigación; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Cristhian Michael Peralta Villacrés

Carlos Eduardo García Guanga

INDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS RESPONSABLES

RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES

INDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	19
1.1 PROBLEMATIZACIÓN	19
1.1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1.3 SISTEMATIZACIÓN	21
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS	22
1.2.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	22
1.2.2 JUSTIFICACIÓN APLICATIVA	22
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	23
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
1.4 HIPÓTESIS	23
1.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS	24
1.5.1 MÉTODOS.....	24
1.5.2 TÉCNICAS.....	24

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	25
2.1 INTRODUCCIÓN	25
2.2 REALIDAD AUMENTADA	26
2.2.1 CONCEPTO.....	26
2.2.2 COMPONENTES NECESARIOS PARA REALIDAD AUMENTADA.....	28

2.2.3	CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA	29
2.2.3.1	Educación	31
2.2.3.2	Medicina	33
2.2.3.3	Industria.....	33
2.2.3.4	Entretenimiento	34
2.2.3.5	Marketing.....	35
2.2.3.6	Movilidad y Orientación	37
2.3	SISTEMAS DE REALIDAD AUMENTADA	39
2.3.1	CAPTACIÓN DE LA ESCENA	40
2.3.1.1	Head-mounted Display (Display en la Cabeza).....	40
2.3.1.2	Handheld Displays (Display de Mano).....	41
2.3.1.3	Spatial Augmented Reality Displays (Display Espacial)	41
2.3.2	IDENTIFICACIÓN DE LA ESCENA	42
2.3.2.1	Reconocimiento por Marcadores	42
2.3.2.2	Reconocimiento sin Marcadores	44
2.3.3	MEZCLADO DE REALIDAD Y AUMENTO	44
2.3.3.1	Fundamentos Dimensionales	45
2.3.3.2	Librerías de Aumento	46
2.3.3.3	OpenGL.....	47
2.3.4	VISUALIZACIÓN	47
2.3.4.1	Sistemas de Bajo Coste	48
2.3.4.2	Sistemas de Alto Coste	48
2.3.5	SISTEMAS ACTUALES DE REALIDAD AUMENTADA	50
2.4	METODOLOGÍAS DE USABILIDAD.....	54
2.5	EDUCACIÓN INTERACTIVA.....	55
2.5.1	EDUCACIÓN Y LAS TICs	55
2.5.1.1	Educación	55
2.5.1.2	Evolución de la Educación	56
2.5.1.3	Educación y las TICs.....	58
2.5.2	EDUCACIÓN Y MULTIMEDIA	59
2.5.2.1	Evolución de la Multimedia	59
2.5.2.1.1	Inicio de la Multimedia en las Computadoras	60
2.5.2.1.2	Multimedia Actual	61
2.5.2.2	Categorización de la Multimedia	61
2.5.2.2.1	Multimedia Lineal.....	62
2.5.2.2.2	Multimedia No Lineal	62
2.5.2.2.3	Hipertexto	63
2.5.2.3	Características de la Multimedia.....	63
2.5.2.4	Herramientas del Desarrollo Multimedial	64
2.5.2.5	Campos de Uso de la Multimedia	65
2.5.2.5.1	Formas de Aplicación y Usos Alternativos de la Multimedia	66
2.5.2.6	Enseñanza y Multimedia	68
2.5.2.7	Ventajas del Uso de Multimedia en la Educación	69
2.5.2.8	Desventajas del Uso de Multimedia en la Educación.....	70

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS .NET Y FLASH EN APLICACIONES CON REALIDAD AUMENTADA	71
----	---	----

3.1	INTRODUCCIÓN	71
3.2	MICROSOFT .NET	71
3.2.1	.NET FRAMEWORK	73
3.2.1.1	.NET Framework 4.....	74
3.2.1.1.1	Requisitos de Hardware y Software de .NET Framework 4.....	75
3.2.2	MICROSOFT VISUAL STUDIO.....	77
3.2.2.1	Microsoft Visual Studio 2010	77
3.2.2.1.1	El IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) de Visual Studio 2010.....	78
3.2.2.1.2	Principales Lenguajes de Programación en Visual Studio 2010	79
3.2.3	EXPRESSION STUDIO	80
3.2.3.1	Programas Independientes	80
3.2.3.2	Microsoft Expression Blend 4	80
3.2.4	MICROSOFT SILVERLIGHT.....	81
3.2.4.1	Características de Silverlight.....	82
3.2.4.2	Versiones de Silverlight	82
3.2.4.2.1	Silverlight 1.0	82
3.2.4.2.2	Silverlight 2.0	83
3.2.4.2.3	Silverlight 3.0	84
3.2.4.2.4	Silverlight 4.0	84
3.2.4.2.5	Silverlight 5.0	84
3.2.4.3	Navegadores y Sistemas Operativos Compatibles	85
3.2.4.4	Microsoft Silverlight 4.....	85
3.2.4.4.1	Características de Silverlight 4	86
3.2.4.4.2	Arquitectura de Silverlight 4.....	87
3.2.4.4.2.1	Componentes de Presentación Básicos.....	88
3.2.4.4.2.2	Componentes de .NET Framework para Silverlight.....	89
3.2.4.5	XAML (Extensible Application Markup Language).....	91
3.2.4.5.1	Rol de XAML en Silverlight	91
3.3	ADOBE CREATIVE SUITE.....	92
3.3.1	SUITES DE ADOBE CREATIVE SUITE.....	93
3.3.2	VERSIONES DE CREATIVE SUITE.....	94
3.3.3	ADOBE INTEGRATED RUNTIME (AIR)	94
3.3.3.1	Requisitos del Sistema.....	94
3.3.3.2	Versiones de AIR.....	95
3.3.4	ADOBE FLASH PROFESSIONAL	96
3.3.4.1	Adobe Flash CS4.....	97
3.3.4.1.1	Características de Adobe Flash CS4.....	98
3.3.4.1.2	Ventajas y Desventajas	99
3.3.4.2	ActionScript.....	100
3.3.4.2.1	ActionScript 3.0.....	101
3.3.4.2.1.1	Ventajas de ActionScript 3.0	101
3.4	LIBRERÍA ARTOOLKIT	102
3.4.1	CARACTERÍSTICAS	102
3.4.2	FUNCIONAMIENTO	103
3.4.3	PASOS INTERNOS EN ARTOOLKIT.....	105
3.4.4	LIMITACIONES	106
3.4.5	VARIANTES	109
3.4.6	FLARTOOLKIT.....	111
3.4.6.1	Versiones	111
3.4.6.2	Licencia	112

3.4.7	FLARMANAGER.....	112
3.4.7.1	Licenciamiento	113
3.4.7.2	Características.....	113
3.4.8	SLARTOOLKIT.....	114
3.4.8.1	Características.....	114
3.5	PROTOTIPOS PARA PRUEBAS.....	115
3.5.1	DESCRIPCIÓN DE LOS PROTOTIPOS PARA PRUEBAS.....	115
3.5.1.1	PROTOTIPO 1: MANEJO DE IMÁGENES Y ANIMACIONES.....	115
3.5.1.2	PROTOTIPO 2: MANEJO DE SONIDO Y VIDEO.....	116
3.5.1.3	PROTOTIPO 3: MANEJO DE MODELOS EN 3D	116
3.5.2	DESARROLLO DE LOS PROTOTIPOS PARA PRUEBAS	117
3.5.2.1	DESARROLLO EN ADOBE FLASH CS4.....	117
3.5.2.1.1	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 1	118
3.5.2.1.2	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 2	118
3.5.2.1.3	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 3	119
3.5.2.2	DESARROLLO EN MICROSOFT SILVERLIGHT 4.....	120
3.5.2.2.1	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 1	121
3.5.2.2.2	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 2	121
3.5.2.2.3	DESARROLLO DEL PROTOTIPO 3	122
3.6	ANÁLISIS COMPARATIVO	123
3.6.1	FASE 1: TECNOLOGÍAS A EVALUAR	123
3.6.2	FASE 2: VARIABLES A EVALUAR.....	123
3.6.3	FASE 3: CUANTIFICACIÓN DE RESULTADOS	128
3.6.4	FASE 4: EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES	131
3.6.4.1	Indicador 1: Interoperabilidad	131
3.6.4.1.1	Flexibilidad	131
3.6.4.1.2	Usabilidad.....	135
3.6.4.1.3	Resultados del Indicador Interoperabilidad	138
3.6.4.2	Indicador 2: Compatibilidad.....	141
3.6.4.2.1	Sistemas Operativos.....	141
3.6.4.2.2	Navegadores Web.....	143
3.6.4.2.3	Resultados del Indicador Compatibilidad.....	147
3.6.4.3	Indicador 3: Escalabilidad	150
3.6.4.3.1	Productividad.....	150
3.6.4.3.2	Rendimiento.....	153
3.6.4.3.3	Resultados para el Indicador Escalabilidad.....	160
3.6.4.4	Indicador 4: Acceso a Datos	163
3.6.4.4.1	Manipulación de Datos.....	163
3.6.4.4.2	Tecnologías de Acceso a Datos	166
3.6.4.4.3	Resultados para el Indicador Acceso a Datos.....	168
3.6.4.5	Indicador 5: Programación.....	171
3.6.4.5.1	Lenguajes de Programación.....	172
3.6.4.5.2	Manejo de Eventos.....	175
3.6.4.5.3	Compilación	177
3.6.4.5.4	Librerías para Realidad Aumentada	181
3.6.4.5.5	Manejo de Imágenes y Animaciones.....	184
3.6.4.5.6	Manejo de Sonido y Video.....	187
3.6.4.5.7	Manejo de Modelos 3D.....	190
3.6.4.5.8	Resultados para el Indicador Programación.....	192
3.6.4.6	DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS	201

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INTERACTIVA CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL ITES “JUAN DE VELASCO”	203
4.1 INTRODUCCIÓN	203
4.2 ITES “JUAN DE VELASCO”	203
4.2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS	204
4.2.2 MISIÓN	205
4.2.3 VISIÓN	205
4.2.4 VALORES INSTITUCIONALES	205
4.2.5 ESTRUCTURA ORGÁNICA – FUNCIONAL	205
4.2.6 ANTECEDENTES TECNOLÓGICOS	207
4.3 ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	208
4.3.1 PROPÓSITO	208
4.3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	208
4.3.3 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	209
4.3.4 DESCRIPCIÓN GENERAL	209
4.3.5 FUNCIONES DEL SISTEMA	209
4.3.6 REQUISITOS DE INTERFACES EXTERNAS	210
4.3.6.1 Interfaces de Usuario	210
4.3.6.2 Interfaces Software	210
4.4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	210
4.4.1 FACTIBILIDAD ECONÓMICA	210
4.4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA	210
4.4.3 FACTIBILIDAD OPERATIVA	211
4.4.4 FACTIBILIDAD LEGAL	211
4.4.5 PLANIFICACIÓN INICIAL	212
4.5 DESARROLLO DEL SISTEMA	212
4.5.1 VISIÓN Y PLANIFICACIÓN	212
4.5.2 ANÁLISIS Y DISEÑO	213
4.5.2.1 DEFINICIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA	213
4.5.2.2 ANÁLISIS DEL SISTEMA	214
4.5.2.2.1 CASOS DE USO	214
4.5.2.2.2 DIAGRAMAS DE SECUENCIA	218
4.5.2.2.3 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	220
4.5.3 CICLOS DE DESARROLLO - SCRUM	221
4.5.3.1 ITERACIÓN 0 – INVESTIGACIÓN	221
4.5.3.2 ITERACIÓN 1 – REALIDAD AUMENTADA	221
4.5.3.3 ITERACIÓN 2 – GESTURIZACIÓN	222
4.5.3.4 ITERACIÓN 3 – APLICACIÓN	223

BIBLIOGRAFÍA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO DE TÉRMINOS

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

INDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

A

AS ActionScript

ASP Active Server Pages (Páginas de Servidor Activas)

B

BD Base de Datos

C

CGI Common Gateway Interface (Interfaz Externa Comun)

CLR Common Lenguaje Runtime (Lenguaje Común de Tiempos de Ejecución)

CS Creative Suite (Suite de Creación)

D

DOM Document Object Model (Modelo de Objetos del Documento)

E

ESPOCH Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

F

FPS Frames Per Second (Imágenes por Segundo)

G

GPL General Public License (Licencia Pública General)

GUI Graphic User Interface (Interfaz Gráfica de Usuario)

H

HMD Head-Mounted Display

HTML HiperText Markup Lenguaje (Lenguaje de Marcado de Hipertexto)

HTTP HiperText Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hipertexto)

HW Hardware

I

IDE Integrated Development Environment (Ambiente de Desarrollo Integrado)

IEEE Instituto de Ingenieros de Electricidad y Electrónica

IIS Internet Information Services (Servicios de Información de Internet)

IP Internet Protocol (Protocolo de Internet)

ISO	International Estándar Organization (Organización Internacional de Normalización)
L	
LINQ	Lenguaje Integrated Query (Lenguaje Integrado de Consulta)
M	
MSF	Microsoft Solution Framework
O	
ORM	Object-Relational Mapping (Mapeo Objeto-Relacional)
P	
POO	Programación Orientada a Objetos
PHP	Hypertext Preprocessor
R	
RA	Realidad Aumentada
RIA	Rich Internet Applications (Aplicaciones Ricas de Internet)
S	
SQL	Structure Query Lenguaje (Lenguaje de Consultas Estructurado)
SW	Software
T	
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
U	
URL	Uniform Resource Locutor (Localizador Uniforme de Recurso)
UML	Unified Modeling Lenguaje (Lenguaje Unificado de Modelado)
V	
VA	Virtualidad Aumentada
W	
WWW	World Wide Web
X	
XML	Extended Markup Language (Lenguaje de Marcas Extensible)
XP	eXtreme Programming (Programación Extrema)

INDICE DE TABLAS

TABLA II. I - Sistemas de estudio de Bernd Brügge	52
TABLA II. II - Comparación de los modelos de enseñanza-aprendizaje (Basado en Fernández Muñoz - 2003)	57
TABLA II. III - Formas de Aplicación y Usos Alternativos de Multimedia	66
TABLA III. IV - Requisitos de Hardware de .NET Framework 4	76
TABLA III. V - Requisitos de Software de .NET Framework 4.....	76
TABLA III. VI - Componentes de Presentación Básicos de Silverlight 4.....	88
TABLA III. VII - Componentes de .NET Framework para Silverlight 4.....	89
TABLA III. VIII - Llamada a funciones en ARToolkit.....	105
TABLA III. IX - Rastreo de rangos para marcadores de diferentes tamaños.....	107
TABLA III. X - Librerías derivadas de ARToolkit	109
TABLA III. XI – Indicadores y Parámetros	123
TABLA III. XII - Equivalencias para la cuantificación de resultados	129
TABLA III. XIII - Rango de Calificaciones	131
TABLA III. XIV – Parámetros de valoración para el índice Múltiples Lenguajes de Programación.....	132
TABLA III. XV – Parámetros de valoración para el índice Tecnologías de Acceso a Datos.....	132
TABLA III. XVI - Evaluación de los Índices del Parámetro Flexibilidad.....	133
TABLA III. XVII – Parámetros de valoración para el índice Usabilidad.....	135
TABLA III. XVIII – Parámetros de valoración para el índice Acceso a las Propiedades de los Objetos	136
TABLA III. XIX - Evaluación de los Índices del Parámetro Usabilidad.....	136
TABLA III. XX – Valoración para el Indicador Interoperabilidad	138
TABLA III. XXI - Evaluación del Indicador Interoperabilidad	139
TABLA III. XXII – Parámetros de valoración para el Índice Sistemas Operativos	141
TABLA III. XXIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Sistemas Operativos.....	142
TABLA III. XXIV – Parámetros de valoración para el Índice Sistemas Operativos	144
TABLA III. XXV - Evaluación de los Índices del Parámetro Navegadores Web.....	145
TABLA III. XXVI - Navegadores Web compatibles con Silverlight 4	145
TABLA III. XXVII – Valoración para el Indicador Compatibilidad.....	147
TABLA III. XXVIII - Resultados para el Indicador Compatibilidad.....	148
TABLA III. XXIX – Valoración para Acceso rápido a propiedades y eventos	150
TABLA III. XXX - Evaluación de los Índices del Parámetro Productividad	151
TABLA III. XXXI – Valoración del parámetro Rendimiento.....	153
TABLA III. XXXII - Rangos para medir el consumo de memoria RAM	154
TABLA III. XXXIII - Rangos para medir el consumo procesador (CPU)	155
TABLA III. XXXIV - Rangos para valorar el espacio en Disco Duro	155
TABLA III. XXXV - Rangos para valorar el FPS (Frames Per Second)	156
TABLA III. XXXVI - Resultados de las pruebas de rendimiento sobre los Prototipos	156
TABLA III. XXXVII - Evaluación de los Índices del Parámetro Rendimiento.....	159
TABLA III. XXXVIII – Valoración para el Indicador Escalabilidad	160
TABLA III. XXXIX - Resultados para el Indicador Escalabilidad.....	162
TABLA III. XL – Valoración para el Índice Objetos de Interfaz Grafica.....	164
TABLA III. XLI - Evaluación de los Índices del Parámetro Manipulación de Datos...	164
TABLA III. XLII - Evaluación de los Índices del Parámetro Tecnologías de Acceso a Datos.....	167
TABLA III. XLIII – Valoración para el Indicador Acceso a Datos	169
TABLA III. XLIV - Evaluación del Indicador Acceso a Datos.....	170

TABLA III. XLV - Valoraciones para el Índice Lenguajes de Programación	172
TABLA III. XLVI - Valoraciones para el Índice Utilización del Lenguaje	173
TABLA III. XLII - Valoraciones para el Índice Facilidad de Programación.....	173
TABLA III. XLIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Lenguajes de Programación.....	173
TABLA III. XLIX - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Eventos.....	176
TABLA III. L – Valoración para el Índice Tiempo de Compilación	178
TABLA III. LI - Resultados del tiempo de compilación sobre los Prototipos	179
TABLA III. LII - Evaluación de los Índices del Parámetro Compilación	180
TABLA III. LIII – Valoración para el Índice Funcionalidad de la Librería para RA.....	182
TABLA III. LIV - Evaluación de los Índices del Parámetro Librerías para RA.....	183
TABLA III. LV - Valoraciones para el Índice Formatos de Imágenes soportados	184
TABLA III. LVI - Valoraciones para el Índice Visualización de Imágenes en RA	185
TABLA III. LVII - Valoraciones para el Índice Visualización de Animaciones en RA	185
TABLA III. LVIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Imágenes y Animaciones.....	186
TABLA III. LIX - Valoraciones para el Índice Visualización de Video en RA.....	188
TABLA III. LX - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Sonido y Video	188
TABLA III. LXI - Valoraciones para el Índice Modelos 3D admitidos	190
TABLA III. LXII - Valoraciones para el Índice Visualización de Modelos 3D en RA.	191
TABLA III. LXIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Modelos 3D	191
TABLA III. LXIV – Valoración para el Indicador Programación	192
TABLA III. LXV - Evaluación del Indicador Programación.....	195
TABLA III. LXVI - Resumen del Análisis Comparativo entre las Tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	198
TABLA III. LXVII - Planificación de Interacciones	213
TABLA III. LXVIII - Personas y uso del sistema.....	214

INDICE DE FIGURAS

FIGURA II. 1 - Milgram's Reality-Virtuality Continuum [30].	26
FIGURA II. 2 - Ejemplo de Virtualidad Aumentada: (A) Conductora del programa posa delante de un fondo azul; (B) Resultado que es transmitido por televisión.	27
FIGURA II. 3 - Ejemplo de Realidad Aumentada.	28
FIGURA II. 4 - Componentes para Realidad Aumentada	29
FIGURA II. 5 - Modelos de negocio que utilizan RA [41].	30
FIGURA II. 6 - Captura de pantalla de Augmented Chemistry.	31
FIGURA II. 7 - Estudiantes trabajando con Construct3D.	32
FIGURA II. 8 - Entrenamiento en Anatomía Quirúrgicos.	33
FIGURA II. 9 - Procedimientos Quirúrgicos.	33
FIGURA II. 10 - Volkswagen, verificación de partes en un modelo.	34
FIGURA II. 11 - Captura de pantalla de EyePet.	35
FIGURA II. 12 - Portada de la revista Esquire. (El hombre que aparece ahí se encuentra sentado en uno de los marcadores que pueden ser utilizados en el sitio web de la revista.)	36
FIGURA II. 13 - Utilización de RA para disminuir accidentes de tránsito.	37
FIGURA II. 14 - Captura de pantalla de Layar.	38
FIGURA II. 15 - Esquema de funcionamiento de un sistema de realidad aumentada típico.	39
FIGURA II. 16 - Ejemplos de HMDs. (A) Dispositivo basado en video; (B) Dispositivo óptico.	40
FIGURA II. 17 - Ejemplo de un Handheld display.	41
FIGURA II. 18 - Ejemplos de Spatial Augmented Reality displays: (A) Uso de un monitor de escritorio; (B) Sistema que incluye dispositivo háptico para manipular objetos; (C) El mismo sistema pero ahora los objetos virtuales son desplegados sobre este gracias a un proyector.	42
FIGURA II. 19 - Ejemplo de aplicación de marcador en Realidad Aumentada.	43
FIGURA II. 20 - Proyección de un punto 3D (x, y, z) en un plano 2D (u, v).	46
FIGURA II. 21 - Pipeline de OpenGL [32].	47
FIGURA II. 22 - Holograma interactivo que responde al tacto.	49
FIGURA II. 23 - Arquitectura de referencia de Brügger	50
FIGURA III. 24 - Contexto de .NET Framework	74
FIGURA III. 25 - Microsoft .NET Framework 4	75
FIGURA III. 26 - IDE de Visual Studio 2010	78
FIGURA III. 27 - Entorno de Microsoft Expression Blend 4	81
FIGURA III. 28 - Arquitectura de la versión 1.1 de Silverlight	83
FIGURA III. 29 - Arquitectura de Microsoft Silverlight	87
FIGURA III. 30 - Logo de Adobe Flash CS4	98
FIGURA III. 31 - Ejemplo de marcador utilizado por ARToolKit.	103
FIGURA III. 32 - Ejemplo de Umbralización (A) Imagen original (B) Imagen umbralizada.	104
FIGURA III. 33 - Pasos que se realizan en la librería ARToolkit	105
FIGURA III. 34 - Logo de FLARManager [17].	112
FIGURA III. 35 - estructura de los prototipos desarrollados en Adobe Flash CS4	117
FIGURA III. 36 - Prototipo 1: carga de Imágenes y Animaciones en Adobe Flash CS4	118
FIGURA III. 37 - Prototipo 2: carga de Sonido y Video en Adobe Flash CS4	119
FIGURA III. 38 - Prototipo 3: carga de Modelos 3D en Adobe Flash CS4	119
FIGURA III. 39 - estructura de los prototipos desarrollados en Microsoft Silverlight 4	120

FIGURA III. 40 - Prototipo 1: carga de Imágenes y Animaciones en Microsoft Silverlight 4	121
FIGURA III. 41 - Prototipo 2: carga de Sonido y Video en Microsoft Silverlight 4	122
FIGURA III. 42 - Prototipo 3: carga de Modelos 3D en Microsoft Silverlight 4	122
FIGURA III. 43 - Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Interoperabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4.....	140
FIGURA III. 44 - Grafico estadístico del promedio del Indicador Interoperabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	141
FIGURA III. 45 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Compatibilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4.....	149
FIGURA III. 46 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Compatibilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	149
FIGURA III. 47 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al Indicador Escalabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	162
FIGURA III. 48 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Escalabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4.....	163
FIGURA III. 49 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al Indicador Acceso a Datos, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	171
FIGURA III. 50 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Acceso a Datos, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	171
FIGURA III. 51 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Programación, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	196
FIGURA III. 52 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Programación, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4.....	197
FIGURA III. 53 – Grafico estadístico del porcentaje de cada uno de los indicadores analizados, en las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4.....	200
FIGURA III. 54 – Grafico estadístico del resultado final de la comparación entre las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	201
FIGURA III. 55 – Grafico estadístico del resultado final de la comparación entre las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4	202
FIGURA IV. 56 – Estructura Orgánica-Funcional del ITES “Juan de Velasco”	207
FIGURA IV. 57 – Diagrama de Caso de Uso: Acceso a la Aplicación	215
FIGURA IV. 58 – Diagrama de Caso de Uso: Navegación entre contenidos Multimediales mediante Gestos.....	216
FIGURA IV. 59 – Diagrama de Caso de Uso: Manejo de Recursos Multimediales con Realidad Aumentada.....	217
FIGURA IV. 60 – Diagrama de Secuencia 1: Acceso a la Aplicación	218
FIGURA IV. 61 – Diagrama de Secuencia 2: Navegación entre Contenidos Multimediales.	219
FIGURA IV. 62 – Diagrama de Secuencia 3: Manejo de Contenido Multimedial con Realidad Aumentada.....	219
FIGURA IV. 63 – Diagrama de Actividades del Sistema Interactivo ARPoint	220

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata sobre el **Análisis comparativo de las Tecnologías .NET y Flash en aplicaciones con Realidad Aumentada**, y el posterior desarrollo de una aplicación interactiva para la materia Mantenimiento de Equipos, que se dicta en la Sección Superior del ITES “Juan de Velasco”, entendiéndose como Realidad Aumentada al término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Esta combinación con elementos virtuales multimediales como: textos, gráficos, animaciones, videos, sonidos, objetos 3D, etc., permite la creación de presentaciones totalmente interactivas e inmersivas; mejorando de esta manera el proceso de enseñanza-aprendizaje entre profesores y estudiantes.

Para realizar un correcto proceso de investigación del tema planteado, es necesario primero analizar sus causas: una de ellas y se podría decir que la principal, es que en la actualidad en una clase normal un docente utiliza en sus presentaciones recursos multimediales muy limitados, ya que lo único que los alumnos pueden visualizar son objetos virtuales en ambientes virtuales.

En base a lo expuesto anteriormente, en el capítulo 1 se trata el Marco Referencial, así se tiene la problematización, justificación del proyecto de tesis, objetivos, hipótesis y los métodos y técnicas utilizados. En el capítulo 2 se detalla el Marco Teórico, definiendo todo lo relacionado a la Realidad Aumentada: concepto, componentes, campos de aplicación y Sistemas de RA, además se hace referencia a la Educación Interactiva, tomando en cuenta la educación y las TICs, educación y la Multimedia. En el capítulo 3 se hace el Análisis Comparativo entre las dos tecnologías propuestas, detallando todo lo referente a Microsoft .NET y Adobe Flash CS4, así como también las librerías de RA que se utilizan en cada tecnología, teniendo de esta manera al final de este capítulo el Análisis Comparativo, definiendo cada variable con sus respectivos indicadores y parámetros. En el capítulo 4 se estudia brevemente lo referente a la institución donde se va a implantar el sistema de RA, y posterior a esto se hace al Análisis de Requerimientos y se detalla las tareas involucradas en los procesos de Documentación y Evaluación del Sistema propuesto. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Problemática

1.1.1 Planteamiento del Problema

La Realidad Aumentada (en adelante RA) adquiere presencia en el mundo científico a principios de los años 1990 cuando la tecnología basada en ordenadores de procesamiento rápido, técnicas de *renderizado*¹ de gráficos en tiempo real [37], y sistemas de seguimiento de precisión portables, permiten implementar la combinación de imágenes generadas por el ordenador sobre la visión del mundo real que tiene el usuario. La RA 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 algún dispositivo con capacidad computacional. Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son entre otras la medicina, turismo, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista [14] y guías de museos.

El impacto potencial de la Realidad Aumentada en distintas disciplinas y perfiles profesionales hace que el abordaje en el ámbito de la educación superior vaya más

¹ *Renderizado* – proceso de generar una imagen desde un modelo.

allá de la creación de entornos y recursos educativos. Exige innovar en la oferta y en el currículo y también abre un campo nuevo de exploración en distintas áreas de investigación aplicada.

A continuación una muestra de aplicaciones de RA aplicada en distintas disciplinas y campos de educación superior:

- **Arquitectura.** En la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, en una experiencia académica se implementa un sistema de RA para visualizar proyectos arquitectónicos propuestos por los estudiantes a fin de someterlos a exposición pública mediante un taller colaborativo en línea que permite la tele presencia sincrónica [40].
- **Dibujo técnico.** Existen diversas iniciativas en universidades iberoamericanas de utilización de *Google SketchUp*² en combinación con el plugin AR-media para diseñar piezas y levantarlas en 3D mediante RA.
- **Laboratorios de Ingeniería.** En la Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU de la Universidad del País Vasco, han trabajado la aplicación de la RA en laboratorios de asignaturas de ingeniería. En estos laboratorios, los estudiantes pueden experimentar con dispositivos eléctricos o mecánicos reales, como son las máquinas eléctricas, circuitos electrónicos, modelos a escala, actuadores neumáticos, motores, etc.
- **Matemáticas.** En la Universidad EAFIT de Colombia se utiliza la RA en la enseñanza del cálculo de varias variables en combinación con planteamientos pedagógicos de la enseñanza para la comprensión, con el fin de potenciar en los estudiantes la comprensión de los conceptos propios de esta materia.

Un gran paso que se ha dado para permitir crear aplicaciones con RA es desarrollar la librería ARToolKit [8], de la cual se han derivado algunas más como: SLARToolKit [38], FLARToolKit [16], etc., las cuales son utilizadas en plataformas como .NET, Flash, Java, Android, etc. Existen en el mercado muchas aplicaciones con RA y

² *Google SketchUp* – programa de diseño en tres dimensiones (3D) basado en caras.

preferentemente se han utilizado las plataformas FLASH y .NET para desarrollarlas, pero no se tiene estudios comparativos detallados entre estas dos para determinar cuál es la mejor para desarrollar aplicaciones con RA.

Actualmente el ITES “Juan de Velasco” posee infraestructura tecnológica apropiada como Pizarras Electrónicas, proyectores, etc. los cuales no están siendo utilizados de manera adecuada, ya que no se cuenta con un software apropiado que optimice el proceso de enseñanza-aprendizaje entre profesor y estudiantes en la materia Mantenimiento de Equipos que requiere de exhibiciones de materiales y/o herramientas, permitiendo que el docente pueda estructurar sus clases con medios multimediales para lograr una mejor comprensión de la clase dictada. Como resultado de la tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGIAS .NET Y FLASH EN APLICACIONES CON REALIDAD AUMENTADA; CASO PRACTICO: ITES ”JUAN DE VELASCO”” se desarrollará dicha aplicación.

1.1.2 Formulación del Problema

¿Entre las plataformas FLASH y .NET cual es la mejor para desarrollar una aplicación que permita estructurar clases interactivas que hagan uso de Realidad Aumentada?

1.1.3 Sistematización

- ¿Cómo trabaja una aplicación desarrollada en la plataforma .NET a diferencia de una desarrollada en FLASH que utilicen Realidad Aumentada?
- ¿Cuáles son los factores a tomar en cuenta en cada plataforma (.NET y FLASH) al momento de desarrollar una aplicación que haga uso de Realidad Aumentada?
- ¿Cuáles son los resultados visibles al aplicar Realidad Aumentada en aplicaciones desarrolladas en las plataformas .NET y FLASH destinadas a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje?

1.2 Justificación del Proyecto de Tesis

1.2.1 Justificación Teórica

La Realidad Aumentada se proyecta en el campo educativo como una tecnología capaz de aportar transformaciones significativas en la forma en que los estudiantes perciben y acceden a la realidad física, entendida esta en tanto que espacios, procesos u objetos, proporcionando así experiencias de aprendizaje más ricas e inmersivas.

Representa un salto cualitativo en la forma de entender los contenidos de aprendizaje, puesto que aporta nuevas formas de interacción con lo real (físico) a través de capas digitales de información que amplían, completan y transforman en cierto modo la información inicial.

La RA nació con la implementación en C++ de la librería ARToolKit, de la cual se han ido derivando muchas librerías que dan soporte a ciertos lenguajes de programación tales como: C#, ActionScript, Java, etc. utilizados en varias plataformas como: Java, Android, iOS, etc., y preferentemente .NET y Flash. Así como se han implementado complementos para ciertas herramientas como 3DMax, Layar, Google SketchUp, etc.

La RA puede facilitar la comprensión de fenómenos complejos, posibilitando una visualización del entorno y los objetos desde diferentes ángulos, más comprensiva y rica, detallada y complementada mediante datos añadidos.

1.2.2 Justificación Aplicativa

Actualmente en la materia Mantenimiento de Equipos dictada en el ITES “Juan de Velasco”, solo se toma en cuenta la parte teórica de las clases, mediante la investigación propuesta se desarrollará una aplicación que permita que el docente pueda estructurar sus clases con recursos y contenidos multimediales interactivos. Para esto se van a desarrollar diferentes prototipos, tales como para: el reconocimiento de patrones para la carga de imágenes, videos y modelos en tercera dimensión (3D); en los cuales se evaluarán los parámetros propuestos más adelante en la investigación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo entre las tecnologías .NET y FLASH mediante una aplicación que haga uso de Realidad Aumentada.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudiar cómo se desarrolla la programación de aplicaciones con Realidad Aumentada en .NET y en FLASH.
- Determinar los parámetros y pruebas necesarias para realizar el análisis comparativo entre los distintos prototipos con Realidad Aumentada desarrolladas en cada plataforma (.NET y FLASH).
- Desarrollar y analizar el comportamiento de los prototipos desarrollados tanto en la plataforma .NET como en FLASH, que hagan uso de Realidad Aumentada.
- Desarrollar la aplicación en la tecnología más óptima que haga uso de RA y sea utilizada como apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje entre docentes y estudiantes.

1.4 Hipótesis

La plataforma .NET es la tecnología más óptima para desarrollar una aplicación de Realidad Aumentada.

1.5 Métodos y Técnicas

1.5.1 Métodos

El método utilizado como guía para la presente investigación es el Método Analítico [2], el cual contempla los siguientes puntos:

- ✓ El planteamiento del problema que en este caso es el análisis de la programación en .NET y FLASH para aplicaciones que hagan uso de Realidad Aumentada.
- ✓ El apoyo del proceso previo a la formulación de la Hipótesis.
- ✓ Levantamiento de información necesaria.
- ✓ Análisis e interpretación de Resultados.
- ✓ Proceso de Comprobación de la Hipótesis.

1.5.2 Técnicas

Para la recopilación de la información necesaria que sustente el presente trabajo de investigación, se ha establecido como técnicas las siguientes:

- ✓ Revisión de Libros referentes a Realidad Aumentada para aplicaciones desarrolladas en las plataformas .NET y FLASH.
- ✓ Revisión de Artículos Científicos acerca de Realidad Aumentada en aplicaciones educativas.
- ✓ Observación
- ✓ Técnicas de Comprobación de hipótesis.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

En este capítulo se hace referencia a todo lo investigado acerca de la tecnología Realidad Aumentada (RA): historia, conceptos, evolución, clasificación, componentes requeridos para poder ejecutar correctamente una aplicación de RA, campos de aplicación concreta de la RA en varios aspectos, como por ejemplo: educación, industria, marketing, entrenamiento, movilidad y orientación, etc. Además, brevemente también se toma en cuenta las Metodologías de Usabilidad, la Educación y las TICs, así como también la Educación y la Multimedia.

La tecnología RA fue utilizada por primera vez hace algunos años, pero es en estos últimos que ha ido tomando fuerza, ya que se la está utilizando en nuestra vida cotidiana para nuestro beneficio; por tal motivo podríamos decir que es una tecnología nueva y esto implica que no se cuenten con muchos recursos bibliográficos como por ejemplo libros o folletos, por tal motivo para abordar todo lo inmerso en esta tecnología se utilizaron recursos de investigación digitales como páginas web, Artículos Científicos o *PAPERS*³, tesis realizadas, memorias publicadas, blogs, etc.

³ *PAPER* – llamado también Artículo Científico, es un trabajo relativamente breve destinado a la publicación en revistas especializadas.

2.2 Realidad Aumentada

2.2.1 Concepto

Según Wikipedia, **Realidad Aumentada** (RA) [34] es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que superimprime los datos informáticos al mundo real.

Para una mejor comprensión del concepto de RA, se ha considerado necesario detallar a continuación cronológicamente la evolución del término Realidad Aumentada desde sus inicios:

En el año 1994 Paul Milgram y Fumio Kishino definen el concepto de Milgram's Reality-Virtuality Continuum [30]. Este consiste en la existencia de un continuo que va desde un "Entorno Real" a un "Entorno Virtual". Entre medio surge lo denominado como Mixed Reality que abarca la Virtualidad Aumentada [42] (VA) y Realidad Aumentada (RA), como aparece en la Figura 1.



FIGURA II. 1 - Milgram's Reality-Virtuality Continuum [30].

La VA busca integrar objetos del entorno real dentro de un entorno virtual. Un ejemplo de esto puede encontrarse en programas de televisión en los cuales los conductores posan delante de una pantalla de color verde o azul donde, en tiempo real y como aparece en la Figura 2, es remplazada por un escenario virtual generado por computador.

La RA busca introducir al usuario en una simulación que busca combinar el mundo real con elementos virtuales generados por computador. Buscando formalizar este concepto y así definir cuando un sistema realmente utiliza RA. Ronald Azuma [33] en 1997 define que estos sistemas deben cumplir con las siguientes propiedades:

- Combina objetos reales y virtuales en un entorno real.
- Se ejecuta de forma interactiva y en tiempo real.
- Registra y alinea objetos reales y virtuales.



FIGURA II. 2 - Ejemplo de Virtualidad Aumentada: **(A)** Conductora del programa posa delante de un fondo azul; **(B)** Resultado que es transmitido por televisión.

En lo que se refiere a objetos virtuales, estos pueden ser modelos 3D, imágenes, textos o sonido especializado los cuales se superponen en tiempo real sobre la percepción que el usuario tiene del mundo real, y que pueden conseguir de manera directa o indirecta un aumento en el conocimiento que el usuario tiene sobre su entorno.



FIGURA II. 3 - Ejemplo de Realidad Aumentada.

La Figura 3 muestra una aplicación que utiliza RA. A través del uso de un dispositivo de captura de video se registra el entorno real, y sobre este, de manera correctamente alineada y escalada se introduce un modelo virtual 3D. En este caso en particular, para lograr el efecto se utiliza un marcador especial como referencia y sobre este se calculan las dimensiones y orientación.

2.2.2 Componentes Necesarios para Realidad Aumentada

Para aprovechar y disfrutar de las bondades que la tecnología Realidad Aumentada nos provee, son necesarios los siguientes componentes:

- ✓ **Dispositivo:** es necesario contar con cualquier dispositivo con capacidad de procesamiento y en el cual se pueda instalar y/o ejecutar algún software de Realidad Aumentada, por ejemplo: computador, tableta, celular inteligente, etc.
- ✓ **Pantalla o Display:** instrumento donde se vera reflejado la suma de lo real y lo virtual que conforma la realidad aumentada.
- ✓ **Cámara Web:** dispositivo que toma la información del mundo real y la transmite al software de realidad aumentada.

- ✓ **Software:** programa capaz de tomar los datos reales, interpretarlos y provocar una salida de datos transformados en realidad aumentada.
- ✓ **Marcadores:** los marcadores básicamente son símbolos, generalmente en blanco y negro, que el software identifica y de acuerdo a un marcador específico se interpreta una respuesta específica (realizar alguna acción o mostrar cualquier objeto multimedial: imagen, video, animación, modelo 3D, etc.)



FIGURA II. 4 - Componentes para Realidad Aumentada

2.2.3 Campos de Aplicación de la Realidad Aumentada

El uso de RA se ha extendido a distintas áreas. Un ejemplo de esto es lo que propone Gary Hayes en su sitio Web [41], quién diseñó un gráfico, el cual corresponde a la Figura 7, donde busca categorizar los tipos de negocios orientados a sistemas que involucren el uso de RA para poder identificar su oportunidad.

En el gráfico existen 16 modelos que han sido dispuestos según el eje de valor comercial (ingresos probables o comercialización potencial) vs adopción (escala de

popularidad frente a un nicho, el cliente de base de usuarios). Según éste, las aplicaciones con mayor futuro comercial son las asociadas a entrenamiento, en donde por ejemplo se puede ir entregando información visual en tiempo real al operario de alguna maquinaria compleja.

Sumado a lo anterior Kroeker publica en un artículo de *Communications of the ACM*, que el enfoque que debe perseguir el uso de RA va de la mano con hacer que la tecnología involucrada para poder llevarla a cabo sea ubicua, además de crear estándares que permitan que cualquier persona, compañía u organización pueda hacer uso de ésta, creando sus propios sistemas y contenidos.

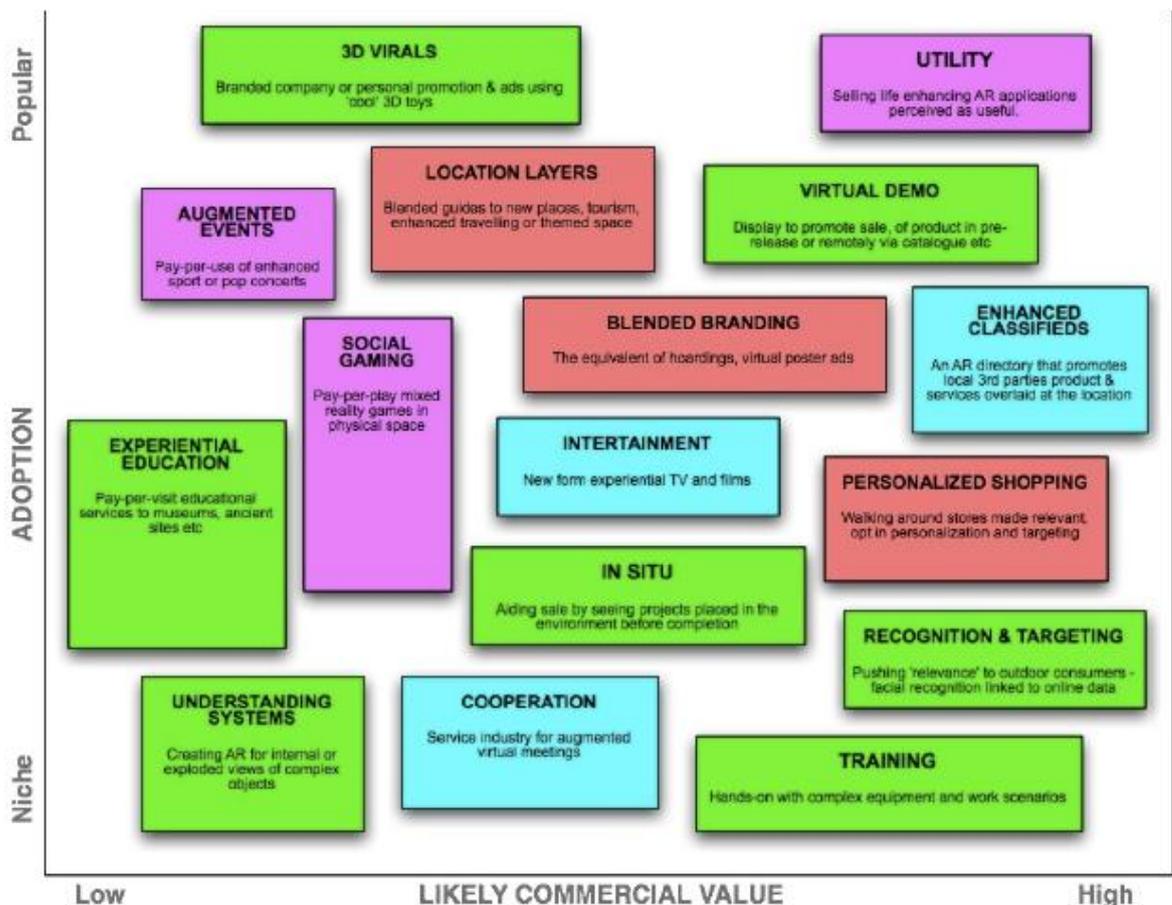


FIGURA II. 5 - Modelos de negocio que utilizan RA [41].

A continuación se profundizará en áreas como la educación, industria, entretenimiento, marketing y M&O (Movilidad y Orientación), mostrando ejemplos de sistemas que utilizan RA.

2.2.3.1 Educación

En el caso de la educación ha permitido un nuevo enfoque a problemas donde el alumno requiere cierto nivel de abstracción para poder entender una materia en particular. Esto es gracias a los modelos tridimensionales y la interacción que permite el uso de RA. Un ejemplo en esta área es su uso para la enseñanza de Química Orgánica en estudiantes de secundaria. Este sistema, llamado Augmented Chemistry, permite a los estudiantes aprender sobre relaciones espaciales, adquiriendo rápidamente habilidades de abstracción, ya que pueden manipular modelos 3D de estructuras moleculares de forma sencilla. Las estructuras moleculares son visualizadas mediante RA como si se encontraran sobre el escritorio, donde el usuario utilizando marcadores especiales puede manipularlas (ver Figura 8). Los usuarios de este sistema encontraron que la forma de interacción que ofrece Augmented Chemistry les permitió utilizarlo con facilidad.

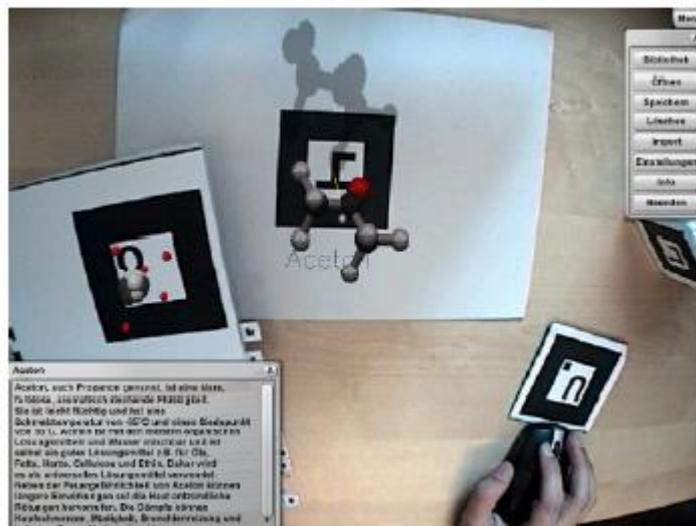


FIGURA II. 6 - Captura de pantalla de Augmented Chemistry.

Enfocado a problemas asociados a las Matemáticas, un grupo de investigadores han desarrollado un sistema llamado Construct3D, un sistema de RA móvil y colaborativo para la construcción de volúmenes geométricos especialmente diseñado para matemáticos y enfocado a la enseñanza de la geometría. La idea de este software es incrementar las habilidades espaciales de los usuarios. En la Figura 9 se aprecia el sistema desde la perspectiva que tendría una tercera persona, utilizando un HMD, mientras ve como dos de sus compañeros interactúan con volúmenes virtuales.

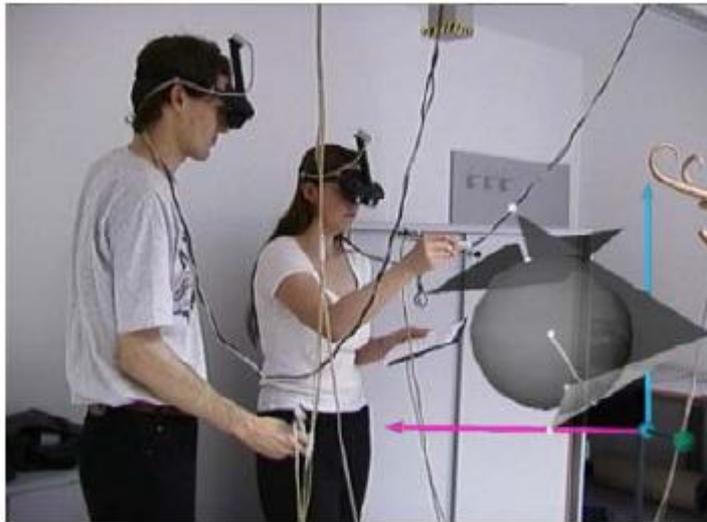


FIGURA II. 7 - Estudiantes trabajando con Construct3D.

Si bien Construct 3D cumple el objetivo planteado, esto es, incrementar las habilidades espaciales de los usuarios, sólo fue testado en laboratorio, faltando así una prueba real que permita obtener resultados cuantificables.

De los ejemplos anteriores se puede apreciar que el potencial que posee el uso de RA va enfocado a la representación e interacción por parte de los usuarios.

2.2.3.2 Medicina

En Medicina existen soluciones de realidad aumentada enfocadas a varias áreas para la visualización, dentro de las que sobresalen las de análisis de imágenes biomédicas, simulación de sistemas fisiológicos, entrenamiento en anatomía (Figura 3), y visualización de procedimientos quirúrgicos (Figura 4), desde donde las diferentes especialidades médicas han encontrado una herramienta poderosa para su aplicación y uso.



FIGURA II. 8 - Entrenamiento en Anatomía



FIGURA II. 9 - Procedimientos Quirúrgicos

2.2.3.3 Industria

En el área de la industria, el uso de RA busca asistir a operarios de maquinaria y técnicos en sus tareas, agregando información visual a lo que ellos ven mediante el uso de HMD.

La empresa BMW se encuentra realizando investigación sobre RA y su uso para apoyar procesos dentro de la industria automotriz. Su equipo de investigación ha desarrollado la manera de ayudar a los técnicos mostrándoles la información necesaria para montar o desmontar partes de un automóvil [11] evitando así tener que buscarla de forma anexa en manuales técnicos.

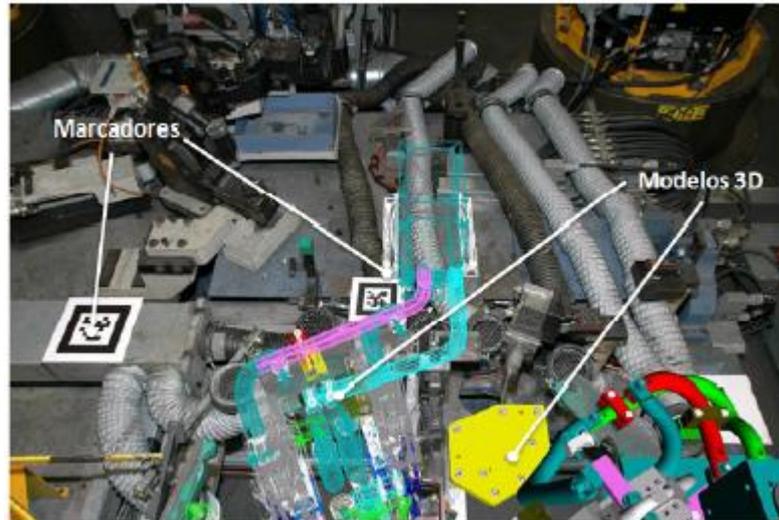


FIGURA II. 10 - Volkswagen, verificación de partes en un modelo.

Volkswagen ha desarrollado prototipos de herramientas que utilizan RA, las cuales cubren todas las partes del proceso de creación de un producto, involucrando diseño, planeamiento, producción, servicio y mantenimiento. En particular, en la Figura 10 se puede ver como esta empresa ocupa RA para comprobar los componentes que restan por instalar en un armazón, mostrándolas traslucidas sobre las piezas ya instaladas, así los operarios se enfocan en las tareas que restan por realizar. Los marcadores son ocupados como puntos de referencia en el armazón, permitiendo que los modelos 3D no necesariamente se tengan que mostrar sobre ellos, sino que de forma desplazada.

2.2.3.4 Entretenimiento

Lo atractivo del uso de RA ha hecho que se incluya también en el desarrollo de videojuegos, cambiando totalmente el paradigma de interacción por parte del usuario.

En el E3 que se realizó en junio de 2009, la empresa London Studio presentó oficialmente un videojuego para PlayStation 3, llamado EyePet, el cual integra el uso de RA. El juego utiliza la cámara PlayStation Eye (la cual no tiene ninguna característica en especial, salvo que es compatible con el PlayStation) para permitir que una mascota virtual pueda interactuar con personas y objetos capturados del

entorno real [39]. En la Figura 11 se puede ver al personaje principal del juego, el cual parece ser consciente del entorno, pudiendo reaccionar a éste. El jugador puede colocar objetos delante del personaje y este es capaz de interactuar con éstos. Por ejemplo, si el jugador lanza una pelota hacia él, saltará fuera del camino para evitar ser lastimado, también reaccionará a las acciones del jugador, como al hacerle cosquillas o al aplaudir sus manos para asustarlo.



FIGURA II. 11 - Captura de pantalla de EyePet.

Otro juego, pero que no salió al comercio siendo solo un prototipo, es ARQuake. Este juego, basado en el juego Quake de idSoftware, permite al jugador visualizar los enemigos de Quake en un entorno real *outdoor* y utilizando RA. El jugador debe usar un HMD que le permite visualizar tanto los objetos reales como los virtuales, para ello el HMD es capaz de saber la orientación y posición de la cabeza para luego calcular la posición de los objetos virtuales.

2.2.3.5 Marketing

Muchas empresas de publicidad [19] ven la RA como una forma de llamar la atención de posibles clientes. La revista brasileña Estadão [20] ha experimentando con RA buscando revolucionar el sector del marketing y la comunicación. Los nuevos anuncios

publicitarios basados en RA presentan múltiples posibilidades de aplicación en los medios más diversos. Asimismo, presentaciones, eventos, *packaging*⁴ e información al consumidor en punto de venta son otras posibilidades en las que la utilización de RA puede enriquecer exponencialmente el mensaje publicitario.



FIGURA II. 12 - Portada de la revista Esquire. (El hombre que aparece ahí se encuentra sentado en uno de los marcadores que pueden ser utilizados en el sitio web de la revista.)

La revista Esquire, cuya portada se muestra en la Figura 12, presentó una edición especial en donde se integraron marcadores especiales en toda la revista. Cuando se acercaban estos marcadores a una webcam, y se estaba dentro del sitio web de la revista, una aplicación desarrollada por ellos identificaba los marcadores y sobreponía contenido multimedia en la revista. [36]. La misma idea la implementó la revista chilena Paula [35], utilizando el mismo principio de adjuntar un marcador en su portada.

⁴ *Packaging* – se refiere al proceso de diseño, evaluación y producción de paquetes.

2.2.3.6 Movilidad y Orientación

La RA es utilizada también para ayudar en tareas de Movilidad y Orientación [31], entregando información extra al usuario sobre su entorno. Un ejemplo de esto lo protagonizan los investigadores de Carnegie Mellon, quienes desarrollaron una tecnología capaz de sincronizar dos cámaras, una fija que transmite un *streaming*⁵ y otra dentro de un automóvil que comunica a un computador a bordo del ángulo de visión relacionado con la cámara fija. Un software especial relaciona la visión de ambas cámaras y añade a la primera lo que la cámara fija puede ver y la de a bordo no. El ejemplo de lo que observaría el usuario a bordo del automóvil se puede ver en la Figura 13.



FIGURA II. 13 - Utilización de RA para disminuir accidentes de tránsito.

Como se puede ver, las aplicaciones de RA son diversas, y el rol de esta tecnología es la de agregar información en tiempo real al contexto real, además de cambiar la forma de cómo el usuario interactúa con una aplicación.

⁵ *Streaming* – consiste en la distribución de audio o video por Internet. Este tipo de tecnología permite que se almacenen en un búfer lo que se va escuchando o viendo.

Otro ejemplo es Layar [10], su navegador de RA que utiliza como *Handheld displays* teléfonos con sistema Android o iPhone OS. Layar, utiliza el receptor GPS para determinar su posición y la brújula de los teléfonos para determinar su orientación o hacia dónde están mirando. El sensor de movimiento se utiliza para conocer el ángulo de inclinación del teléfono. La cámara del teléfono recoge el entorno y reproduce la imagen en la pantalla del teléfono, mientras que el software superpone sobre la imagen información relativa a lo que aparece en pantalla como aparece en la Figura 14.



FIGURA II. 14 - Captura de pantalla de Layar.

Si, por ejemplo, la cámara del teléfono se dirige hacia un edificio histórico, Layar puede superponer sobre la imagen de éste, en pantalla, información histórica o arquitectónica o relacionada con la construcción visualizada. Layar dispone de diversas capas de datos con diferentes contenidos a elección del usuario. Pudiendo señalar la posición de lugares tales como cafeterías, restaurantes, gasolineras, centros comerciales o, cines.

Como se puede ver, las aplicaciones de RA son diversas, y el rol de esta tecnología es la de agregar información en tiempo real al contexto real, además de cambiar la forma de cómo el usuario interactúa con una aplicación.

2.3 Sistemas de Realidad Aumentada

Se podría definir a un Sistema de Realidad Aumentada como un Sistema Informático que mezcla información virtual de cualquier tipo, desde imágenes 2D, texto, videos y/o modelos 3D, con un escenario físico real.

En cualquier Sistema de RA se requieren dispositivos que identifiquen el escenario real y lo clasifiquen, así como que se visualicen tanto el entorno real como la información digital.

Por otro lado, en todo Sistema de RA son necesarias, por lo menos cuatro tareas fundamentales para poder llevar a cabo el proceso de aumento (este proceso se puede ver de forma esquemática en la figura 2.1). Estas tareas son las siguientes:

1. Captación de la Escena,
2. Identificación de la Escena,
3. Mezclado de Realidad y Aumento, y
4. Visualización.

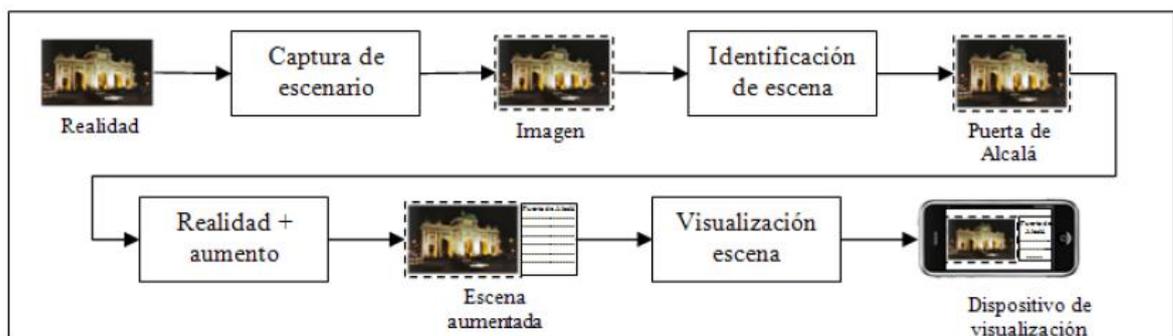


FIGURA II. 15 - Esquema de funcionamiento de un sistema de realidad aumentada típico.

A continuación se describen estas cuatro tareas necesarias, presentes en todo Sistema de RA:

2.3.1 Captación de la Escena

Una de las tareas más importantes en cualquier sistema de realidad aumentada es la de identificar el escenario que se desea aumentar. En el caso de los sistemas que utilicen reconocimiento visual, es indispensable contar con algún mecanismo que permite recoger la escena para que pueda ser posteriormente procesada por algún Sistema de RA. En esta sección se analizan los diferentes tipos de dispositivos físicos que permiten captar dicho escenario.

Los dispositivos de captura de imágenes son dispositivos físicos que recogen la realidad que deberá ser aumentada. A continuación se realiza una breve descripción de los mismos: Los *Head-Mounted displays*, *Handheld displays* y *Spatial Augmented Reality displays*.

2.3.1.1 Head-mounted Display (Display en la Cabeza)

Un *Head-mounted display* (HMD) es un dispositivo el cual se monta en la cabeza del usuario y que provee imágenes justo delante de sus ojos. Existen 2 tipos de HMDs: los basados en video y los ópticos. El primero utiliza un dispositivo de captura de video que capta el entorno real, el cual será utilizado como fondo para los objetos virtuales que se agregarán. Todo esto es desplegado en un par de monitores. El segundo usa un par de lentes traslucidos que dejan pasar la luz que refleja el mundo real y sobre esta lente un monitor refleja los objetos virtuales (ver Figura 4)

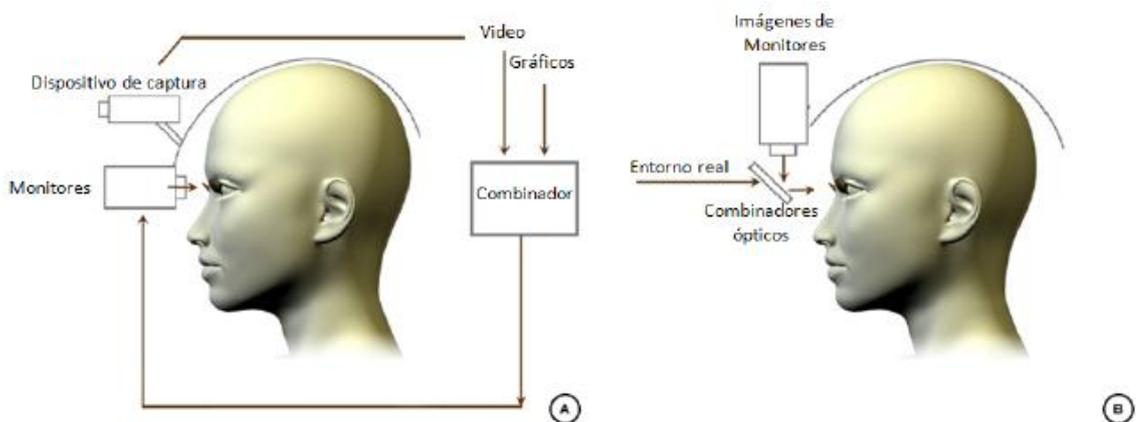


FIGURA II. 16 - Ejemplos de HMDs. **(A)** Dispositivo basado en video; **(B)** Dispositivo óptico.

2.3.1.2 Handheld Displays (Display de Mano)

Algunos sistemas de RA usan un dispositivo **Handheld**, el cual cuenta con una pantalla y un dispositivo de captura de video para ofrecer un funcionamiento similar al que ofrecería un dispositivo HMD basado en video. La pantalla del **Handheld** actúa como una ventana que muestra el mundo real con objetos virtuales superpuestos, tal como se ve en la Figura 5, donde un *Pocket PC* con una cámara captura el entorno real y superpone el modelo 3D de un sofá.



FIGURA II. 17 - Ejemplo de un Handheld display.

2.3.1.3 Spatial Augmented Reality Displays (Display Espacial)

En contraste a los dispositivos anteriores, los *Spatial Augmented Reality displays* buscan separar la tecnología del usuario e integrarla al entorno.

Estos dispositivos pueden ir desde un simple monitor de escritorio hasta proyectores digitales para mostrar información gráfica sobre los objetos físicos. Debido a que los *displays* no están asociados a cada usuario, permite a los grupos de usuarios utilizarlos de manera conjunta y coordinar así trabajo entre ellos (ver FIGURA II.18).



FIGURA II. 18 - Ejemplos de Spatial Augmented Reality displays: **(A)** Uso de un monitor de escritorio; **(B)** Sistema que incluye dispositivo háptico para manipular objetos; **(C)** El mismo sistema pero ahora los objetos virtuales son desplegados sobre este gracias a un proyector.

2.3.2 Identificación de la Escena

El proceso de identificación de escenas consiste en averiguar qué escenario físico real es el que el usuario quiere que se aumente con información digital. Este proceso puede llevarse a cabo, básicamente de dos maneras: utilizando marcadores o sin utilizarlos. A continuación se describen éstas dos formas:

2.3.2.1 Reconocimiento por Marcadores

En los sistemas de realidad aumentada, un marcador es un objeto cuya imagen es conocida por el Sistema de RA. Las maneras en que el sistema conoce el marcador se pueden agrupar en tres conjuntos, mediante su geometría, su color o mediante ambas características.

Habitualmente para el reconocimiento de marcadores se utiliza un primer escaneo sobre la imagen (más pesado computacionalmente), para localizar el marcador que se busca. Una vez localizado el mecanismo de actuación suele ser el descrito a continuación.

En primer lugar se establece un rango de variación en el movimiento del marcador para el posterior fotograma. En el procesamiento de dicho fotograma, el rango de búsqueda ya se encuentra acotado a un espacio muy inferior al inicial, por lo que el tiempo de procesamiento decae considerablemente. Además, por norma general, se utilizan menos técnicas de reconocimiento, empleando el menor número de cálculos para localizar el marcador. Una vez detectado, se procede a las tareas necesarias de mezclado y aumento en los Sistemas de RA. Este proceso se efectúa de forma iterativa mientras la aplicación esté en ejecución.

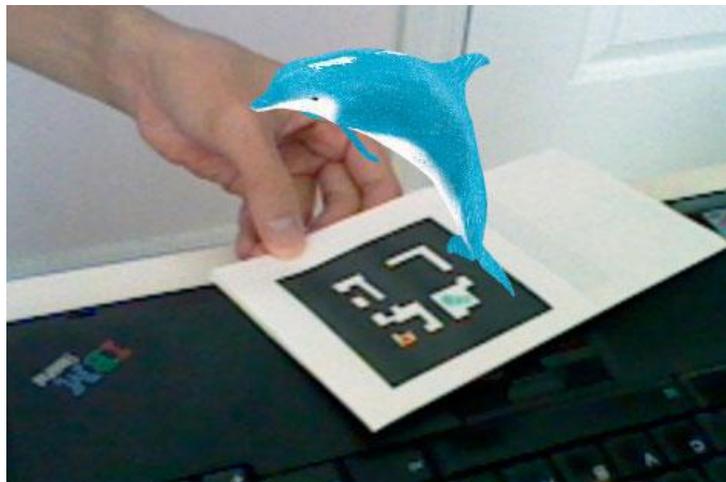


FIGURA II. 19 - Ejemplo de aplicación de marcador en Realidad Aumentada.

El proceso recientemente descrito sólo modificará su comportamiento si en algún fotograma en la región de búsqueda no se encontrase el marcador. En esta circunstancia existen diversas posibilidades de actuación:

- Realizar un nuevo escaneo sobre toda la imagen en busca del marcador. Este proceso puede ser efectivo si el marcador ha sido desplazado a una posición alejada de la anterior secuencia o si no se encuentra.
- Buscar de forma recursiva en las regiones vecinas el marcador. Esta solución podría ser óptima si el marcador desplazado se encuentra cerca de la región de búsqueda inicial.

- Utilizar predicción de movimiento. Esta tarea se puede llevar a cabo mediante la variación del movimiento analizando las imágenes o bien mediante el uso de acelerómetros.

En ambos casos, si el marcador ha sido detectado se procedería a utilizar el mecanismo iterativo ya expuesto.

Antes de concluir la explicación del reconocimiento por marcadores, es necesario resaltar que el número de marcadores que puede reconocer este tipo de sistemas no es ilimitado, sino que es dependiente del algoritmo utilizado.

2.3.2.2 Reconocimiento sin Marcadores

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 en función de la situación. A este tipo de identificación se le denominará híbrida. Dentro de cada uno de estos dos conjuntos de técnicas se pueden encontrar diversas variaciones que dependerán en gran medida de las prestaciones que deba ofrecer el sistema así como de sus posibilidades técnicas.

Puesto que las técnicas habituales en este proceso se encuentran centradas en el reconocimiento visual de la escena, se describirá en mayor profundidad ese tipo de técnicas. No obstante, esto no significa que no se puedan utilizar cualquier otro tipo de técnica más apropiada para cada situación, como podrían ser el análisis en la intensidad de señales de radiofrecuencia o de señales infrarrojas.

2.3.3 Mezclado de Realidad y Aumento

Una vez descrito el proceso de identificación de escenarios, el siguiente proceso que tiene lugar en los Sistemas de RA es de sobreponer la información digital que se quiere ampliar sobre la escena real capturada. Cabe resaltar, que esta información digital de aumento puede ser tanto de carácter visual como auditivo o táctil, lo que por

lo general, en la mayoría de Sistemas de Realidad Aumentada sólo se ofrecen los de tipo visual.

2.3.3.1 Fundamentos Dimensionales

El primer concepto que hay que diferenciar en este proceso es el tipo de información que se quiere aumentar. En este apartado se puede distinguir entre dos tipos básicos de información: Bidimensional (2D) y Tridimensional (3D).

La información Bidimensional constituye un plano geométrico digital en el que cada punto del plano se representa por medio de un píxel que, habitualmente, es un vector de colores en escala RGB (rojo-verde-azul). Cada uno de los tres valores que conforman el vector oscila en el rango 0-255, siendo la mezcla de los tres valores: 0 la representación del color negro y 255 la del color blanco. Dentro de este tipo de información, no sólo se encuentran las imágenes, sino que también serán clasificados los contenidos textuales, debido a sus características similares de representación.

El otro tipo de información digital anteriormente mencionada es la Tridimensional. Este tipo de información de la realidad consiste en un conjunto de vectores multidimensionales para cada punto del plano tridimensional (x, y, z). Al igual que sucedía con la información bidimensional, cada vector uno de estos puntos, está formada por un vector RGB o cualquier otro tipo de representación del color.

Una vez definidos los tipos básicos de información digital de aumento, se puede realizar la descripción del funcionamiento real de las técnicas de aumento. En los sistemas de realidad aumentada, excepto en los sistemas que utilizan hologramas tridimensionales o similares, los dispositivos de visualización son en dos dimensiones, como pueden ser las pantallas de ordenadores, teléfonos móviles, etc. Este suceso puede llevar a pensar que sólo es posible representar información bidimensional y, aunque esto es cierto, es posible simular la sensación de tridimensionalidad en un plano 2D.

Para realizar la conversión de una imagen en 3D al plano bidimensional se suele utilizar la técnica de proyección de perspectiva (o proyección de puntos). Esta técnica consiste en simular la forma en que el ojo humano recibe la información visual por medio de la luz y cómo genera la sensación 3D. Este proceso consiste en la

superposición de dos imágenes bidimensionales captadas desde diferentes ángulos, dando la sensación de profundidad inexistente en imágenes 2D. La ecuación 2.1 adjunta define la forma de trasladar el plano tridimensional al plano bidimensional.

$$u = \frac{f(x)}{z}, v = \frac{f(y)}{z}$$

FIGURA II. 20 - Proyección de un punto 3D (x, y, z) en un plano 2D (u, v).

2.3.3.2 Librerías de Aumento

Para el proceso de aumento es necesario disponer de software adecuado para sobreponer a la imagen real la información aumentada deseada. Para este propósito existen diversas librerías disponibles al público. Las más famosas son:

- ✓ **ARToolKit:** librería de Realidad Aumentada desarrollada en lenguaje C++, que permite la detección de marcadores específicos y realiza las tareas de superposición de imágenes. De esta librería han aparecido nuevas librerías específicas para cada lenguaje de programación:
 - **SLARToolKit:** es la versión de la librería ARToolKit desarrollada en lenguaje C# para Silverlight [38].
 - **FLARToolKit:** es la versión de la librería ARToolKit desarrollada en lenguaje ActionScript para FLASH [16].
 - **JARToolKit:** es la versión de la librería ARToolKit desarrollada en lenguaje Java.

- ✓ **ARToolKitPlus:** versión más especializada de la librería ARToolKit.

Las librerías que se acaban de presentar tienen la ventaja de formar en sí paquetes de realidad aumentada con todas las funcionalidades necesarias para sistemas por marcadores. No obstante, si el reconocimiento de escenarios se realiza por otro mecanismo al de detección de marcadores, estas librerías pierden su utilidad.

2.3.3.3 OpenGL

OpenGL [32] es una especificación estándar que define una API multilenguaje y multiplataforma para escribir aplicaciones que produzcan y consumas gráficos en 2D y 3D. Esta interfaz dispone de más de 250 funciones definidas.

El funcionamiento básico consiste en aceptar primitivas tales como puntos, líneas y polígonos y convertirlas en píxeles. Este proceso se lleva a cabo en una pipeline gráfica conocida como la máquina de estados de OpenGL. La figura 2.4 muestra la pipeline que utiliza OpenGL.

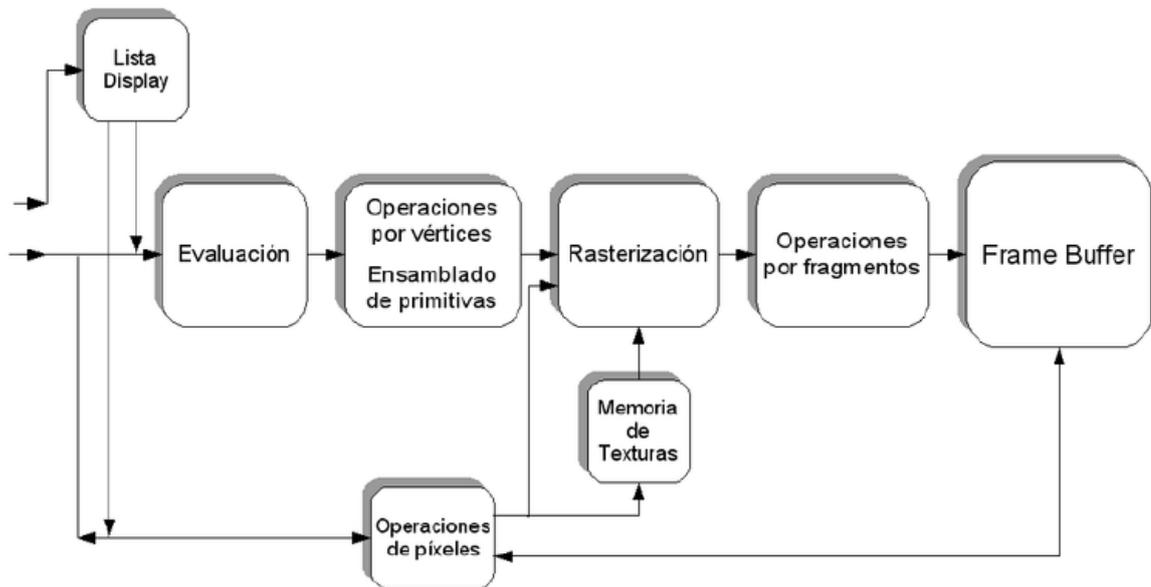


FIGURA II. 21 - Pipeline de OpenGL [32].

2.3.4 Visualización

Dentro de los Sistemas de Realidad Aumentada, el último proceso que se lleva a cabo, y quizás uno de los más importantes, es el de visualización de la escena real con la información de aumento. Sin este proceso, la realidad aumentada no tendría razón de ser.

En esta sección se describirán los mecanismos de visualización habituales. Para ello se realizará una clasificación de estos entre sistemas de bajo coste y sistemas de alto coste.

2.3.4.1 Sistemas de Bajo Coste

Este tipo de sistemas de visualización se caracterizan por estar presentes en la gran mayoría de dispositivos, tanto fijos como móviles y que cualquier usuario puede obtener de forma barata y sencilla. Dentro de este grupo se pueden diferenciar entre dos tipos básicos de sistemas: sistemas fijos y sistemas móviles.

Los sistemas de visualización fijos, hacen referencia a los dispositivos fijos o que, a pesar de su movilidad, se pueden considerar como ordenadores personales. A diferencia de lo que sucede en los sistemas móviles, este tipo de sistemas suelen disponer de hardware adecuado para realizar las tareas de visualización requeridas.

El otro tipo de sistema de visualización de bajo coste anteriormente expuesto son los sistemas de visualización móviles, y se refieren a los integrados en dispositivos móviles como teléfonos o PDAs. Estos sistemas se caracterizan por venir integrados en los dispositivos de fábrica, por lo que el usuario no debe preocuparse por adquirir elementos adicionales. En este tipo de sistemas se denominan dispositivos de visualización a las pantallas de dichos terminales móviles. Una de las características más relevantes en este tipo de sistemas es la baja definición y calidad de las imágenes de salida. Esto se debe a que los componentes hardware integrados en ellos encargados de tareas de carácter gráfico no disponen de gran potencia de cálculo ni de altas memorias integradas.

2.3.4.2 Sistemas de Alto Coste

Los sistemas de alto coste son escasos dentro de la realidad aumentada, aunque se pueden encontrar casos de utilización, como es el caso de los Head Up Displays (HUDs). Este tipo de sistemas tienen además la característica de ser interactivos con el usuario desde el punto de vista de que se libera a éste de dispositivos de visualización físicos, pudiendo ver la información aumentada mediante proyecciones

sobre elementos físicos reales. Para poder hacer realidad este fenómeno se utilizan dispositivos de proyección en 2D o, sobre todo en los últimos años, en 3D. No obstante, también se pueden encontrar dentro de este grupo aquéllos dispositivos de última generación como los empleados por el ejército o en las simulaciones de vuelo que, debido a la criticidad de su servicio y de las altas prestaciones tanto a nivel hardware como software, conllevan un coste bastante elevado.

Por su parte, en el caso de los sistemas de visualización en 3D parece que se está generando un profundo interés en emplear esta tecnología. Las técnicas de representación holográfica en 3D han avanzado considerablemente en los últimos tiempos, siendo posible representar figuras humanas con una elevada calidad, poder interactuar de forma táctil con el holograma e incluso representar en 3D un objeto sin utilizar electricidad, simplemente mediante el uso de espejos. Evidentemente las empresas han visto una fuente de promoción e ingresos destacada en este sector, por lo que casos como el de Virgin dando una gala con un presentador virtual parecen ser solamente el principio de una nueva época en el sector.



FIGURA II. 22 - Holograma interactivo que responde al tacto.

2.3.5 Sistemas Actuales de Realidad Aumentada

Bernd Brügge [13] estudio la estructura de los sistemas Realidad Aumentada con la finalidad de determinar una arquitectura de referencia con los componentes más comunes, los cuales son presentados en la siguiente Figura:

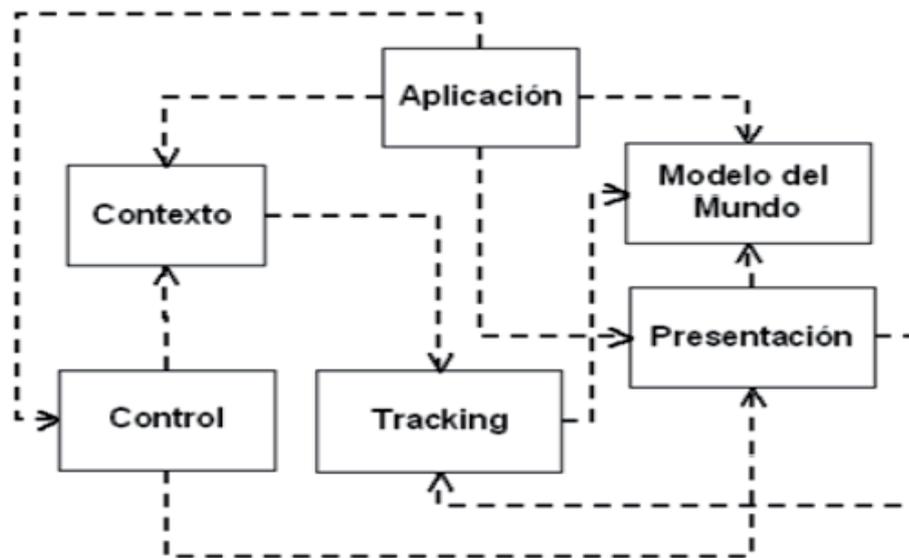


FIGURA II. 23 - Arquitectura de referencia de Brügge

La funcionalidad de los componentes presentes en la arquitectura propuesta por Brügge se describe a continuación:

- ✓ **Aplicación:** Maneja la lógica y contenidos específicos del sistema.
- ✓ **Tracking:** Determina la posición de los usuarios y objetos.
- ✓ **Control:** Procesa las entradas para el usuario.
- ✓ **Presentación:** Se encarga de la representación gráfica.
- ✓ **Contexto:** Recoge diferentes datos de contexto.
- ✓ **Modelo del Mundo:** Almacena información sobre los objetos virtuales y reales.

A continuación se presenta un breve resumen de los sistemas que consideró Bernd Brügge para llevar a cabo la arquitectura de referencia. Específicamente describe ARVIKA, DWARF, la plataforma MR, STAR y UbiCom. Estas arquitecturas de software

se eligieron ya que son más o menos representativas, por consiguiente muchos otros proyectos usan arquitecturas que son similares a alguna de estas cinco.

ARVIKA: la arquitectura ARVIKA que es “orientado a componentes” se utiliza para la construcción de dos soluciones diferentes: una solución de alta gama para entornos de laboratorio y una solución móvil en un entorno basado en web.

STAR: consiste en una colección de herramientas para la producción de contenidos de RA. El sistema STAR Realidad Aumentada es un ligero, pero completo sistema de Realidad Aumentada para la visualización de una secuencia de tareas de mantenimiento.

DWARF: Es un representante de los sistemas “peer-to-peer”. Los sistemas Peer-to-peer son un enfoque de la integración hacia los sistemas desarrollados sobre computadoras en un entorno de computación ubicua.

Plataforma MR: La Plataforma de la MR es un entorno para la investigación y el desarrollo de la mezcla y la Realidad Aumentada.

UbiCom: Desde el punto de vista arquitectónico, los sistemas de UbiCom tienen propiedades en común. Se necesitan datos con control de retroalimentación ocasional, y permiten una calidad locales de las negociaciones de servicios. Estas propiedades comunes se utilizan para restringir la clase de arquitecturas posibles, es decir, para restringir el espacio de diseño para el sistema UbiCom usable y la arquitectura general de UbiCom.

A continuación, en la siguiente tabla se presentan los sistemas de Realidad Aumentada que consideró Bernd Brügge para llevar a cabo la arquitectura anterior:

TABLA II. I - Sistemas de estudio de Bernd Brügge

PROYECTO	UTILIDAD DE LA APLICACIÓN	INSTITUCIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
AIBAS	Inspección Industrial, Militar, Automovilístico, Industria de la construcción	Georgia Institute of Technology (USA)	Académico
Archeo-Guide	Guía Turista	Fraunhofer IGD, EU partners (EU, EU funded)	Aplicativo
AR-PDA	Visualización	C.Lab Siemens, Uni Paderborn (DE, BMBF funded)	Aplicativo
ARToolkit	Mantenimiento, Diseño de interfaz, Consumidor, Colaboración	University of Washington (USA)	Académico
ARVIKA	Mantenimiento industrial, Producción y servicio	Siemens A&D, partners (DE, BMBF funded)	Aplicativo
Aura	Mantenimiento, Aplicaciones del consumidor	Carnegie Mellon University (USA)	Académico
BARS	Visualización del servicio militar de inteligencia	Office of Naval Research (USA)	Académico
Boeing	Construcción de aeronaves	Boeing (USA)	Industrial
DWARF	Mantenimiento,	Technische	Académico

	Producción, Creación de prototipos, Consumidor	Universitat Munchen	
EMMIE	Aplicaciones del consumidor, colaboración, Navegación	Columbia University (USA)	Académico
Image TciAR	Aplicaciones del consumidor	Michigan State University (USA)	Académico
MARS	Consumidor, Navegación	Columbia University (USA)	Académico
MR Platform	Aplicación de juegos multiusuario, construcción	Mixed Reality Systems Laboratory (JP)	Industrial
Siemens CR	Mantenimiento, Servicio industrial, Medicina	Siemens CR (USA)	Industrial
STAR	Entrenamiento, Servicios	Siemens ZT and EU partners(EU, EU funded)	Aplicativo
Studierstube	Consumidor, Colaboración, Medicina	Technische Universitat Wien	Académico
Tinmith	Consumidor, Militar, Juegos	University of Southern Australia (AU)	Académico
UbiCom	Consumidores, telecomunicaciones	Technical University of Delft	Académico

Fuente: <http://www.decom-uv.cl/rmunoz/tesis/Juan%20Yanac%20Barreto/Doc%20Tesis/Tesis%20JYanac%20-%20VResumida.pdf>

2.4 Metodologías de Usabilidad

Según Jakob Nielsen, quien ha sido reconocido como uno de los principales expertos del mundo en diseño amigable con el usuario [15], dice que la usabilidad es un atributo de calidad que evalúa cuán fácil de utilizar son las interfaces de usuario, además se refiere a este concepto como a los métodos que permiten mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño [18]. Sin embargo, según la norma ISO 9241 la definición de Usabilidad corresponde a la medida en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para lograr los objetivos especificados con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico.

Sea cual sea la definición que se le dé al concepto de Usabilidad, se tiene claro que hay un consenso con relación al uso y satisfacción de un producto o sistema.

La usabilidad posee 5 atributos:

- 1) **Aprendizaje:** el sistema debería ser fácil de aprender, tanto que el usuario puede rápidamente comenzar a trabajar usando el sistema.
- 2) **Eficiencia:** el sistema debería ser eficiente en el uso, tanto que si el usuario ha aprendido a usar el sistema, existe un alto grado de productividad.
- 3) **Memoria:** el sistema debería ser fácil de recordar, de tal forma que si el usuario deja de interactuar con el sistema por un período de tiempo, puede volver a utilizarlo sin aprender nada.
- 4) **Errores:** el sistema debería tener una tasa baja de errores de tal forma que al interactuar con el sistema, el usuario tenga pocos errores, y cuando los tenga, pueda recuperarse rápidamente.
- 5) **Satisfacción:** el sistema debería ser placentero en su uso. El usuario debería quedar satisfecho al utilizarlo.

La usabilidad busca medir qué tan usables son las interfaces o los productos. Para llevar a cabo esto, se utilizan una serie de métodos que permiten rescatar información

del uso y de los intereses de los usuarios finales, con tal de mejorar la eficiencia y la satisfacción en la interacción. Estos métodos pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos, y deben ser considerados desde el diseño del producto ya que si no es así, probablemente aumentarán los costos y será difícil la implementación.

2.5 Educación Interactiva

Los avances de la tecnología pueden y deben ser utilizados para mejorar la enseñanza y el proceso de aprendizaje. Cada profesor puede diseñar su propia clase de la forma que considere más oportuna para conseguir sus objetivos, estimular intelectualmente al alumno mediante su participación activa y mejorar el proceso de aprendizaje. Es frecuente que el estudiante memorice la información explicada en clase sin realmente entenderla; suele tener dificultades en la comprensión de conceptos y en la resolución de problemas que no siguen una 'receta' sino que requieren pensar. Muchos de ellos pueden beneficiarse de un curso interactivo. Si se quiere explorar todas las posibilidades de enseñanza-aprendizaje, se precisa tener un soporte informático y técnico de apoyo adecuado al estudiante y al profesor. Es posible también desarrollar cursos híbridos, con un cierto porcentaje de educación tradicional y el resto de la educación de forma virtual, al menos, haciendo uso de programas de ordenador mediante los cuales el estudiante comprenda mejor los conceptos explicados en clase.

2.5.1 Educación y las TICs

En este capítulo se hace referencia al proceso de evolución de la educación, la relación existente entre la educación y las TICs, así como también la connotada implicación que tiene la multimedia en la educación y sus respectivos procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.5.1.1 Educación

La tecnología se ha convertido en una herramienta importante en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, la cual permite a los estudiantes adquirir el

conocimiento en forma más rápida y amplia, sin embargo, esto no es suficiente para que los alumnos aprendan, debido a que muchas veces este conocimiento no siempre se sabe aplicar. Dado lo anterior, el profesor cumple un papel fundamental, en el conocimiento y correcto uso de estas nuevas tecnologías, debido a que es la persona quien tendrá la capacidad y responsabilidad de aprovecharlas.

La función de las TICs en los procesos educativos son muchas y variadas, pueden ir desde la elaboración de un texto hasta la elaboración y uso de sistemas multimediales como por ejemplo páginas Web como medios informativo y didácticos, por otro lado, permite al docente mantener una visión amplia de su Disciplina, incorporar nuevas metodologías de trabajo y actualizar sus conocimientos, así como también mejorar la comunicación entre los alumnos.

Los docentes que conocen y manejan las TICs adquieren competencias que les facilita el uso de las nuevas tecnologías, así por ejemplo, son capaces de navegar en Internet, procesar información, enviar y recibir correos electrónicos, utilizar una red social; a pesar de todas estas ventajas, muchos docentes en la actualidad, no logran comprender a cabalidad la utilidad que le puede significar el uso de las TICs como recurso didáctico para el correcto desarrollo de las clases dictadas y así mejorar la comprensión de las mismas.

Al tratar de presentar las aplicaciones que tienen hoy los Sistemas Multimedia en Educación en gran medida nos vamos a referir a programas que brindan soporte informático de uso educativo. Sin embargo dichos programas pueden presentar limitaciones en la integración de algunos medios, por ejemplo, pueden no incorporar recursos multimediales sofisticados, como videos, animaciones o modelos en tercera dimensión. Reciben la denominación multimedia por ser programas destinados a funcionar sobre Sistemas Multimedia.

2.5.1.2 Evolución de la Educación

La aparición y masificación de las computadoras primero, y la aparición de crecimiento explosivo de Internet después, junto con otras novedades tecnológicas revolucionan la manera de producir, almacenar, transmitir, compartir, recuperar información, afectando

en primer lugar a la educación a distancia y agrietando el inmovilismo de la educación presencial tradicional.

Para los docentes que utilizan nuevas tecnologías de la comunicación e información intensivamente en su actividad profesional, es importante entender que las tecnologías no incluyen prácticas educativas superadoras. Que el e-learning no es, por sí mismo, mejor que la educación presencial (puede incluso ser igual, o peor, que la mala educación presencial), ni viceversa, por supuesto. Es que la calidad educativa no está atada a determinadas tecnologías.

Para cumplir su misión, la educación superior debe cambiar profundamente, haciéndose orgánicamente flexible, diversificándose en sus instituciones, en sus estructuras, en sus estudios, sus modos y formas de organizar los estudios y dominando con esta finalidad las nuevas tecnologías de la información.

TABLA II. II - Comparación de los modelos de enseñanza-aprendizaje (Basado en Fernández Muñoz - 2003)

Modelo Transitivo-Memorístico	Modelo Orientado al Aprendizaje
1. El profesor como instructor.	1. El profesor como mediador
2. Se pone énfasis en la enseñanza.	2. Se pone énfasis en el aprendizaje
3. Profesor aislado	3. El profesor se integra al equipo docente
4. Suele aplicar los recursos sin diseñarlos	4. Diseña y gestiona sus propios recursos
5. Didáctica basada en la exposición y con carácter unidireccional	5. Didáctica basada en la actividad, investigación y con carácter bidireccional
6. Sólo la verdad y el acierto proporcionan un aprendizaje	6. Utiliza el error como fuente de aprendizaje
7. Restringe la autonomía del alumno	7. Fomenta la autonomía del alumno
8. Este modelo puede utilizar o no las TICs	8. El uso de nuevas tecnologías esta integrado en el currículo. El profesor tiene competencias básicas en las TICs

El cuadro anterior esboza criterios que comparten muchos otros autores. No podemos dejar de señalar que las características descritas en la columna «modelo transmisivo-memorístico» se refieren a las prácticas docentes predominantes que en la realidad suelen darse matizadas, mezcladas, y no están relacionadas directamente con el uso o no de tecnologías informáticas.

Aparecen, como consecuencia de estas descripciones, tres grupos de competencias necesarias:

- **Competencias Pedagógicas.**- el rol del docente en la educación.
- **Competencias Comunicativas.**- comunicación entre docentes y alumnos.
- **Competencias Tecnológicas.**- para llegar a usar la tecnología en las aulas.

2.5.1.3 Educación y las TICs

Actualmente la educación a nivel mundial, debe enfrentar el desafío del uso de las tecnologías como herramientas pedagógicas, con el fin de que los estudiantes desarrollen estrategias que les sirvan para enfrentar y solucionar las necesidades de la sociedad futura. Por lo tanto, los principales protagonistas de la enseñanza y uso de las TICs, son sin duda los profesores, independiente de su especialidad.

Cómo las TICs son un fenómeno relativamente nuevo, en especial el uso de Internet, las expectativas relacionadas con el uso y la aplicación que tendrían estas tecnologías son variadas, pero sin duda, lo que más se ha meditado es como estos avances tecnológicos cambiarían las formas de interacción social, el trabajo, y por supuesto la educación; en este último ámbito, es necesario integrar las TICs a un modelo curricular considerando tres aspectos que en su conjunto deben interrelacionarse: los agentes educativos que corresponde a la educación informal, los recursos didácticos y objetos de estudio. Por lo tanto, los profesores al ser los principales usuarios de las TICs, no basta con que logren una alfabetización digital, sino que deben conocer ampliamente las nuevas tecnologías para utilizarlas de la mejor manera dentro de una aula de clases.

2.5.2 Educación y Multimedia

El uso de Multimedia en la Educación es un aspecto primordial en la actualidad, ya que no solo es necesario una cantidad exagerada de texto y gráficos para permitir un mejor entendimiento de una clase, se hace necesario el uso de mas recursos multimediales para facilitar y agilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de la utilización adecuada de estos recursos en el desarrollo de las clases, dependerá el correcto desenvolvimiento de este proceso.

2.5.2.1 Evolución de la Multimedia

Multimedia es un término que se aplica a cualquier objeto que usa simultáneamente diferentes formas de contenido informativo como texto, sonido, imágenes, animación y video para informar o entretener al usuario. También se puede calificar como multimedia a los medios electrónicos (u otros medios) que permiten almacenar y presentar contenido multimedia.

Se habla de **multimedia interactiva** cuando el usuario tiene cierto control sobre la presentación del contenido, como qué desea ver y cuándo desea verlo. Hipermedia es considerada como una forma especial de multimedia interactiva que emplea estructuras de navegación más complejas que aumentan el control del usuario sobre el flujo de la información.

Cuando un programa de computador, un documento o una presentación combina adecuadamente los medios, se mejora notablemente la atención, la comprensión y el aprendizaje, ya que se acercará algo más a la manera habitual en que los seres humanos nos comunicamos, cuando empleamos varios sentidos para comprender un mismo objeto o concepto.

Multimedia: es la combinación entre imagen, texto y sonido. Tiene como objetivo combinar estos elementos para que el hombre y la sociedad interactúen con la computadora.

2.5.2.1.1 Inicio de la Multimedia en las Computadoras

La multimedia tiene su antecedente más remoto en dos vertientes:

- a.** El invento del transistor, a partir de los años 50, posibilitó la revolución de la computadora, con la fabricación del chip, los circuitos eléctricos y las tarjetas electrónicas, los cuales propician unidades compactas de procesamiento y la integración del video.

- b.** Por otro lado, la comunicación desarrolla, a partir de los 70s, en la educación, la instrucción, la capacitación y la publicidad, el concepto operativo de multimedia. Por tal concepto se entiende la integración de diversos medios (visuales y auditivos) para la elaboración y envío de mensajes por diversos canales, potencializando la efectividad de la comunicación, a través de la redundancia; pues, así, la comunicación resulta más atractiva, afecta e impacta a más capacidades de recepción de la persona y aumenta la posibilidad de eliminar el ruido que puede impedir la recepción del mensaje.

Hoy en día los sistemas de autor (authoring systems) y el software de autor (authoring software), permiten desarrollar líneas de multimedia integrando 3 o más de los datos que son posibles de procesar actualmente por computadora: texto y números, gráficas, imágenes fijas, imágenes en movimiento y sonido y por el alto nivel de interactividad, tipo navegación.

Los Authorin Software permiten al "desarrollador de multimedia" generar los prototipos bajo la técnica llamada "fast prototype" (el método más eficiente de generar aplicaciones). Se reconoce que los "authoring software" efectivizan el proceso de producción de multimedia en la etapa de diseño, la segunda de las cuatro etapas que se reconocen para el desarrollo de la misma, porque allí es donde se digitaliza e integra la información.

2.5.2.1.2 Multimedia Actual

En la actualidad, los cambios augurados son una realidad y los multimedios son tan comunes que resulta impensable una computadora sin ellos. Los multimedios computarizados emplean los medios: texto (hablado y escrito), los recursos de audio, las imágenes fijas y las imágenes en movimiento; para tener una mayor interacción con el usuario quien ha pasado de ser considerado como alguien que esporádicamente los utilizaba, a ser quien los maneja como una herramienta más para su beneficio (con ideas más claras y exigencias nuevas).

Las aplicaciones multimedia comprenden productos y servicios que van desde la computadora (y sus dispositivos "especiales" para las tareas multimedia, como bocinas, pantallas de alta definición, etc.) donde se puede leer desde un disco compacto hasta las comunicaciones virtuales que posibilita Internet, pasando por los servicios de vídeo interactivo en un televisor y las videoconferencias.

Las aplicaciones multimedia transforman el modelo "pasivo" de la comunicación, que caracteriza a los medios masivos de comunicación, al introducir la interactividad, es decir, la posibilidad para el usuario de influir en la información que recibe. Por otra parte, la convergencia de actividades está permitiendo la superación de los límites de las aplicaciones de la informática.

Las computadoras y los desarrollos informáticos han sufrido una transformación profunda en cuanto a los contenidos de la información que manejan, se ha enriquecido con contenidos educativos y lúdicos y, sobre todo, han desarrollado posibilidades técnicas, estéticas y de comunicación completamente novedosas (por ejemplo, la creación de imágenes "fractales" o las "comunidades virtuales" de Internet). En ese sentido, la Internet y los dispositivos de lectura de los discos compactos (televisión y computadora) constituyen los dos pilares del concepto multimedia.

2.5.2.2 Categorización de la Multimedia

La Multimedia puede dividirse en dos categorías principales que son: multimedia lineal y multimedia no lineal.

2.5.2.2.1 Multimedia Lineal

El contenido lineal avanza sin que el usuario tenga control sobre la navegación; una película de cine sería un ejemplo de este tipo de multimedia.

Un proyecto de multimedia no tiene que ser interactivo para llamarse multimedia: los usuarios pueden reclinarsse en el asiento y verlo como lo hacen en el cine o frente al televisor, en tales casos un proyecto es lineal, pues cuando empieza y corre hasta el final.

2.5.2.2.2 Multimedia No Lineal

El contenido no lineal ofrece al usuario la interactividad necesaria para controlar el progreso de la presentación tal como ocurre en los videojuegos o en el e-learning. Cuando el contenido se presenta en una forma no lineal hablamos de **hipermedia**.

Interactividad significa que el usuario tiene el control y puede acceder a la información precisa que está buscando, adentrándose en los tópicos que le son de interés e ignorando aquellos que conoce bien. Haciéndolo a su propio ritmo y en el momento en que él lo decida. A diferencia de un video o una presentación convencional (diapositivas, láminas de computadora, acetatos, etc.) la interactividad permite participar activamente, estimulando la curiosidad del usuario y permitiendo que éste imponga su voluntad.

La navegación no lineal significa la posibilidad de que un documento tenga distintos recorridos posibles, enlazando de manera significativa conceptos relacionados jerárquicamente, como en un mapa conceptual. También permite ofrecer al usuario final la posibilidad de varios niveles de información, es decir, profundizar mas en aquellos aspectos que le resultan necesarios o interesantes.

Las presentaciones multimedia pueden estar grabadas o pueden llevarse a cabo en vivo. Una presentación grabada puede permitir la interactividad por medio de un

sistema de navegación espacial. Una presentación multimedia en vivo puede permitir la interactividad por medio del actor o presentador.

2.5.2.2.3 Hipertexto

Es un documento donde solo se presenta información en bloques de texto unidos entre sí por nexos o vínculos que hacen que el lector elija o decida en cada momento el camino de lectura a seguir en función de los posibles itinerarios que le ofrece el programa.

Cuando al hipertexto se le empiezan a añadir dibujos, imágenes, sonidos, etc. aparece el concepto de hipermedia. Ambos son documentos no lineales, cuya información está unida por vínculos que configuran una red o malla de información, la diferencia entre ellos esta en que en el hipertexto tenemos solo información textual, mientras que el hipermedia incluye aparte del texto, imágenes y sonidos.

Un documento hipermedia es siempre un multimedia, pero no al revés. Podemos tener un documento multimedia pero que nos presente la información de forma lineal, secuenciada, sin que tengamos la posibilidad de usar interconexiones para movernos y localizar la información por el documento.

2.5.2.3 Características de la Multimedia

Las presentaciones multimedia pueden verse en un escenario, proyectarse, transmitirse, o reproducirse localmente en un dispositivo por medio de un reproductor multimedia. Una transmisión puede ser una presentación multimedia en vivo o grabada. Las transmisiones pueden usar tecnología tanto analógica como digital. Multimedia digital en línea puede descargarse o transmitirse en flujo (usando **Streaming**). Multimedia en flujo puede estar disponible en vivo o por demanda.

Los juegos y simulaciones multimedia pueden usarse en ambientes físicos con efectos especiales, con varios usuarios conectados en red, o localmente con un computador sin acceso a una red, un sistema de videojuegos, o un simulador.

Los niveles mejorados de interactividad son posibles gracias a la combinación de diferentes formas de contenido. Multimedia en línea se convierte cada vez más en una tecnología orientada a objetos e impulsada por datos, permitiendo la existencia de aplicaciones con innovaciones en el nivel de colaboración y la personalización de las distintas formas de contenido. Ejemplos de esto van desde las galerías de fotos que combinan tanto imágenes como texto actualizados por el usuario, hasta simulaciones cuyos coeficientes, eventos, ilustraciones, animaciones o videos se pueden modificar, permitiendo alterar la "experiencia" multimedia sin tener que programar.

Para obtener una buena calidad de las reproducciones multimedia deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. La integración de diferentes tipos o formas de información: gráfica, sonora, textual y visual.
2. La presentación y el tratamiento de la información no es de forma lineal o secuencial, sino en forma de red y con múltiples ramificaciones y diferentes niveles.
3. La ampliación de las posibilidades de interacción hasta hacer posible la inmediatez de las respuestas. (Interactividad)
4. La sencillez de su uso, muy ligada a la intuición.
5. La digitalización.

2.5.2.4 Herramientas del Desarrollo Multimedial

Estas herramientas de programación están diseñadas para administrar los elementos de multimedia individualmente y permiten interactuar con los usuarios. Además de proporcionar un método para que los usuarios interactúen con el proyecto, la mayoría de las herramientas de desarrollo de multimedia ofrecen además facilidades para crear y editar texto e imágenes, y tienen extensiones para controlar los reproductores de vídeo y otros periféricos relacionados.

Las herramientas de desarrollo se utilizan para diseñar interactividad y las interfaces del usuario, a fin de presentar su proyecto en pantalla y combinar los diferentes elementos multimedia en un solo proyecto cohesionado.

Los programas de desarrollo de multimedia brindan un ambiente integrado para unir el contenido y las funciones de su proyecto. Incluyen en general las habilidades para crear, editar e importar tipos específicos de datos; incorporar datos de las secuencias de reproducción u hoja de señalizaciones, y proporcionar un método estructurado, o lenguaje, para responder a las acciones del usuario. Con el software de desarrollo de multimedia usted puede hacer:

- Producciones de vídeo
- Animaciones
- Presentaciones
- Simulaciones y visualizaciones técnicas.

2.5.2.5 Campos de Uso de la Multimedia

La multimedia comenzó por aplicaciones en la diversión y el entretenimiento a través de los juegos de video. De allí se pasó a las aplicaciones en la información y la educación, para pasar al campo de la capacitación y la instrucción, a la publicidad y marketing hasta llegar a las presentaciones de negocios, a la oferta de servicios y productos y a la administración. Inicialmente, lo que se aprovecha de este recurso es su enorme capacidad de ofrecer información atractiva.

La multimedia encuentra su uso en varias áreas incluyendo pero no limitado a: arte, educación, entretenimiento, ingeniería, medicina, matemáticas, negocio, y la investigación científica.

En la **educación**, la multimedia se utiliza para producir los cursos de aprendizaje computarizado (popularmente llamados CBTs) y los libros de consulta como enciclopedia y almanaques. Un CBT deja al usuario pasar con una serie de presentaciones, de texto sobre un asunto particular, y de ilustraciones asociadas en varios formatos de información.

Además la característica de la interactividad de multimedia, que permite navegar por el programa y buscar la información sin tener que recorrerlo todo, logra que la tecnología se aplique en los nuevos medios de dos modos diferentes y se use de tres formas alternativas.

El sistema de la mensajería de la multimedia, o MMS, es un uso que permite que uno envíe y que reciba los mensajes que contienen la multimedia o contenido relacionado. MMS es una característica común de la mayoría de los teléfonos celulares. Una enciclopedia electrónica multimedia puede presentar la información de maneras mejores que la enciclopedia tradicional, así que el usuario tiene más diversión y aprende más rápidamente.

2.5.2.5.1 Formas de Aplicación y Usos Alternativos de la Multimedia

TABLA II. III - Formas de Aplicación y Usos Alternativos de Multimedia

MULTIMEDIA EN LOS NUEVOS MEDIOS	a) Como medio de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por interacción, al ritmo personal, simulando situaciones reales. ➤ Con juegos que agilizan habilidades
	b) Como medio informativo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conectado a bibliotecas electrónicas. ➤ Accediendo información, desde casa, por correo electrónico.
LOS USOS DE LA MULTIMEDIA	<p>1. Medio de orientación.- presentaciones multimedia de índices de orientación en bancos y museos. Por módulos o kioscos de información.</p> <p>2. Medio Didáctico.- Capacitación (interactividad y simulaciones). Dominio teórico previo a práctica. Posibilita conjugar actividades y creatividad.</p> <p>3. Libro Electrónico.- Mediante el CD-ROM se puede tener acceso a libros y bibliotecas.</p>	

Fuente: elaborado por los autores

La multimedia es muy usada en la industria del entretenimiento, para desarrollar especialmente efectos especiales en películas y la animación para los personajes de caricaturas. Los juegos multimediales son un pasatiempo popular y son programas del software como CD-ROMs o disponibles en línea. Algunos juegos de vídeo también utilizan características de la multimedia. Los usos de la multimedia permiten que los usuarios participen activamente en vez de estar sentados llamados recipientes pasivos de la información, la multimedia es interactiva. Pero también tiene aplicaciones en pasatiempos de tipo cultural como cuentos infantiles interactivos, exploración de museos y ciudades a manera de visitas digitales interactivas.

En los negocios las principales aplicaciones se dan en: la inducción, capacitación y adiestramiento de personal, la disposición rápida, accesible y procesamiento de altos volúmenes de información, los kioscos de información, las presentaciones, intercambio y circulación de información.

En publicidad y marketing las principales aplicaciones son: la presentación multimedia de negocios, de productos y servicios, la oferta y difusión de los productos y servicios a través de los kioscos de información.

Los kioscos de información son máquinas multimedia situadas en espacios públicos estratégicos, con determinado tipo de dispositivos que, mediante una aplicación se puede acceder datos y permiten al usuario interactuar con ellos, obteniendo, así, información.

El kiosco proporciona información de forma atractiva, sirviendo de apoyo a museos, centros comerciales, salas de espera de bancos, restaurantes, hospitales, consultorios, etc.

En la Administración la multimedia permite tener a la vista los acostumbrados inventarios de productos, más que por columnas de números, por registros e inspecciones de cámaras de video de los estantes de almacén, realizados por el administrador de éste. Igualmente permite revisar y analizar reportes de clientes realizados por video, de manera más rápida y efectiva. La realización del trabajo en colaboración es, así mismo, posible, aún con personas que están en lugares distantes o diferentes.

La necesidad de los usuarios de tener una mayor manipulación de los recursos que la computadora ofrece a través de estos medios, ha incrementado la aparición de aplicaciones multimedia, que van desde sistemas operativos gráficos hasta navegadores de Internet, y aplica tanto a usuarios en su hogar como en empresas; esto hace ver que es muy necesaria la compartición de recursos.

Esta nueva capacidad para tratar la información nos permite pensar en infinidad de aplicaciones, algunas de ellas permiten mejorar actividades ya conocidas, otras suponen nuevos servicios y están dando lugar a nuevos negocios. Multimedia es, en síntesis, un formato de comunicación que permite enviar e intercambiar contenidos y servicios a un usuario.

Con esto se puede comprobar que la Multimedia se utiliza cuando surge la necesidad de un medio o nuevas aplicaciones interactivas con el cual se puedan aprovechar todos los recursos disponibles.

2.5.2.6 Enseñanza y Multimedia

La Multimedia causará cambios radicales en el proceso de enseñanza en las próximas décadas, en particular cuando los estudiantes inteligentes descubran que pueden ir más allá de los límites de los métodos de enseñanza tradicionales.

La multimedia también sirve como un medio educativo, cultural para los niños; actualmente existen colegios tanto primarios como secundarios que utilizan computadores como un medio de enseñanza y aprendizaje; ya sea teórica o práctica; y para estos utilizan software que abarcan diversos temas, que comprenden desde la matemática, geografía, ciencia, artística, gramática y hasta inclusive música con ellos.

Los niños también acceden a la información en forma diferente; descubren videos, mapas, animaciones y otros documentos, que le ayudaran a relacionar y a comprender mejor la información.

Saber elegir buenos recursos es un elemento básico en el diseño de una estrategia didáctica eficaz. Buenos recursos no generan mejores aprendizajes automáticamente,

sino en función de su utilización adecuada. Los recursos son tan buenos como los entornos de aprendizaje que el docente es capaz de generar.

2.5.2.7 Ventajas del Uso de Multimedia en la Educación

Muchos autores coinciden en que los sistemas Multimedia ofrecen aspectos positivos y negativos que conviene tener presentes para potenciar unos y minimizar otros.

Los aspectos positivos son:

- ✓ Tienen ventajas comunes a otros productos informáticos y a otras tecnologías, permitiendo además una mayor interacción.
- ✓ Ofrecen la posibilidad de controlar el flujo de información.
- ✓ Gracias a la enorme cantidad de información que se puede almacenar actualmente y a su confiabilidad, ofrecen gran rapidez de acceso y durabilidad.
- ✓ Integran todas las posibilidades de la Informática y de los Medios Audiovisuales.
- ✓ La información audiovisual que contiene un sistema multimedia puede ser utilizada para varias finalidades de la institución educativa.
- ✓ Un programa multimedia bien diseñado no corre el peligro de obsolescencia, puesto que pueden actualizarse con facilidad los contenidos con pequeños cambios en el software.
- ✓ Puede darse una mejora en el aprendizaje ya que el alumno avanza por el sistema según su ritmo individual de aprendizaje. Puede pedir información, animarse a penetrar en temas nuevos cuando tenga dominado los anteriores, seguir sus intereses personales.
- ✓ Puede incrementarse la retención. La memorización de núcleos de información importantes aumentará significativamente gracias a la interacción y a la combinación de imágenes, gráficos, textos, etc., junto a las simulaciones con representaciones de la vida real.
- ✓ Puede aumentar la motivación y el gusto por aprender. El aprendizaje se convierte de este modo en un proceso lúdico.
- ✓ Puede, eventualmente, reducirse el tiempo del aprendizaje debido a que:
 - El alumno impone su ritmo de aprendizaje y mantiene el control.

- La información es fácilmente comprensible.
 - La instrucción es personalizada y se adecua a cada estilo de aprender.
 - El refuerzo es constante y eficaz.
- ✓ Puede lograrse una mayor consistencia pedagógica, ya que la información contenida es la misma en distintos momentos y para diferentes alumnos.
 - ✓ La metodología de trabajo, dentro de su variedad, es homogénea.
 - ✓ Puede darse la evaluación de procesos y no sólo de resultados.
 - ✓ Puede convertirse en forma creciente y en función de la evolución de las tecnologías que lo sustentan en uno de los medios de instrucción de más calidad.

2.5.2.8 Desventajas del Uso de Multimedia en la Educación

- Alto costo del material de los equipos y de la producción del material.
- Falta de estandarización: hay una multiplicidad de marcas y estándares que tiende a reducirse a dos: Multimedia PC para compatibles y, por otro lado,
- Macintosh de Apple.
- Falta de programas en cantidad y calidad en lengua castellana, aunque existan muchos en lengua inglesa.
- Problemas de capacitación docente: el personal docente no se siente preparado para el uso de esta tecnología y, además, con frecuencia tiene cierto "miedo" que revierte en tecnofobia.

CAPÍTULO III

3. ANALISIS COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGIAS .NET Y FLASH EN APLICACIONES CON REALIDAD AUMENTADA

3.1 Introducción

Este capítulo permite realizar un análisis comparativo entre las tecnologías Silverlight 4 de Microsoft .NET y Flash CS4 de Adobe, para así poder determinar cual de las dos tecnologías es la más adecuada y óptima para el desarrollo de una aplicación interactiva con Realidad Aumentada; la cual, posteriormente pueda ser utilizada en las clases dictadas por los Docentes de la Sección Superior del ITES “Juan de Velasco”, y de esta manera sirva de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.2 Microsoft .NET

Microsoft .NET [21] es un Framework de Microsoft que hace énfasis en la transparencia de redes, con independencia de plataforma de Hardware y que permite un rápido desarrollo de aplicaciones. Basado en ella, la empresa intenta desarrollar

una estrategia horizontal que integre todos sus productos, desde el sistema operativo hasta las herramientas de mercado.

.NET podría considerarse una respuesta de Microsoft al creciente mercado de los negocios en entornos Web, como competencia a la plataforma Java de Oracle Corporation y a los diversos framework de desarrollo web basados en PHP. Su propuesta es ofrecer una manera rápida y económica, a la vez que segura y robusta, de desarrollar aplicaciones –o como la misma plataforma las denomina, soluciones– permitiendo una integración más rápida y ágil entre empresas y un acceso más simple y universal a todo tipo de información desde cualquier tipo de dispositivo.

La plataforma .NET de Microsoft es un componente de software que puede ser añadido al sistema operativo Windows. Provee un extenso conjunto de soluciones predefinidas para necesidades generales de la programación de aplicaciones, y administra la ejecución de los programas escritos específicamente con la plataforma. Esta solución es el producto principal en la oferta de Microsoft, y pretende ser utilizada por la mayoría de las aplicaciones creadas para la plataforma Windows.

Componentes: los principales componentes del marco de trabajo son:

- ✓ El conjunto de lenguajes de programación.
- ✓ La biblioteca de clases base o BCL.
- ✓ El entorno común de ejecución para lenguajes, o CLR por sus siglas en inglés.

Debido a la publicación de la norma para la infraestructura común de lenguajes (CLI por sus siglas en inglés), el desarrollo de lenguajes se facilita, por lo que el marco de trabajo .NET soporta ya más de 20 lenguajes de programación y es posible desarrollar cualquiera de los tipos de aplicaciones soportados en la plataforma con cualquiera de ellos, lo que elimina las diferencias que existían entre lo que era posible hacer con uno u otro lenguaje.

Algunos de los lenguajes desarrollados para el marco de trabajo .NET son: C#, Visual Basic .NET, Delphi (Object Pascal), C++, F#, J#, Perl, Python, Fortran, Prolog (existen al menos dos implementaciones, el P# y el Prolog.NET), Cobol y PowerBuilder.

3.2.1 .NET Framework

.NET Framework [22] es un componente integral de Windows que admite la compilación y la ejecución de la siguiente generación de aplicaciones y servicios Web XML. El diseño de .NET Framework está enfocado a cumplir los siguientes objetivos:

- ✓ Proporcionar un entorno coherente de programación orientada a objetos, en el que el código de los objetos se pueda almacenar y ejecutar de forma local, ejecutar de forma local pero distribuida en Internet o ejecutar de forma remota.
- ✓ Proporcionar un entorno de ejecución de código que reduzca lo máximo posible la implementación de software y los conflictos de versiones.
- ✓ Ofrecer un entorno de ejecución de código que promueva la ejecución segura del mismo, incluso del creado por terceras personas desconocidas o que no son de plena confianza.
- ✓ Proporcionar un entorno de ejecución de código que elimine los problemas de rendimiento de los entornos en los que se utilizan scripts o intérpretes de comandos.
- ✓ Ofrecer al programador una experiencia coherente entre tipos de aplicaciones muy diferentes, como las basadas en Windows o en el Web.
- ✓ Basar toda la comunicación en estándares del sector para asegurar que el código de .NET Framework se puede integrar con otros tipos de código.

.NET Framework contiene dos componentes principales: Common Language Runtime y la biblioteca de clases de .NET Framework.

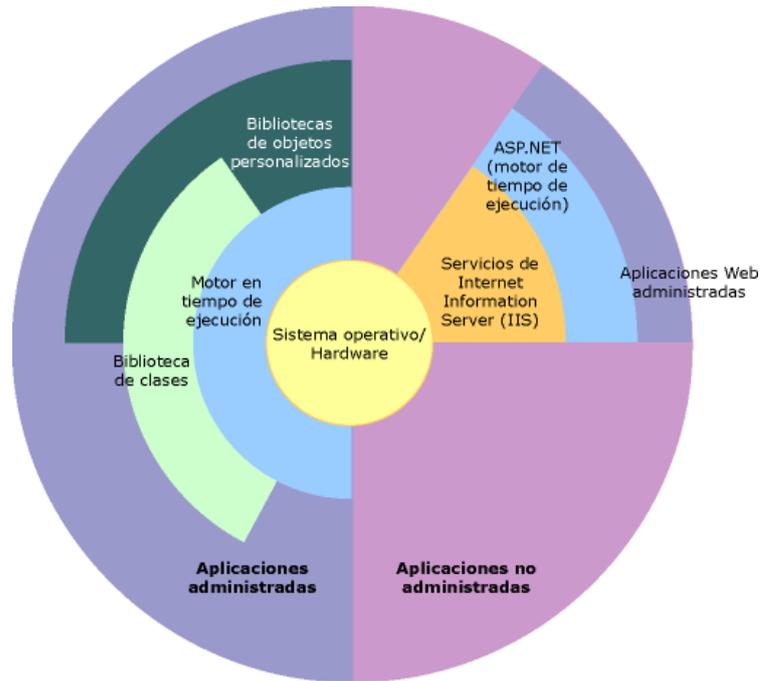


FIGURA III. 24 - Contexto de .NET Framework

3.2.1.1 .NET Framework 4

.NET Framework 4 es la última versión de los Frameworks de Microsoft .NET, es un componente integral de Windows que admite la compilación y la ejecución de la siguiente generación de aplicaciones y servicios Web. Los componentes clave de .NET Framework son Common Language Runtime (CLR) y la biblioteca de clases .NET Framework, que incluye ADO.NET, ASP.NET, formularios Windows Forms y Windows Presentation Foundation (WPF). .NET Framework proporciona un entorno de ejecución administrado, un desarrollo e implementación simplificada y la integración con una gran variedad de lenguajes de programación.

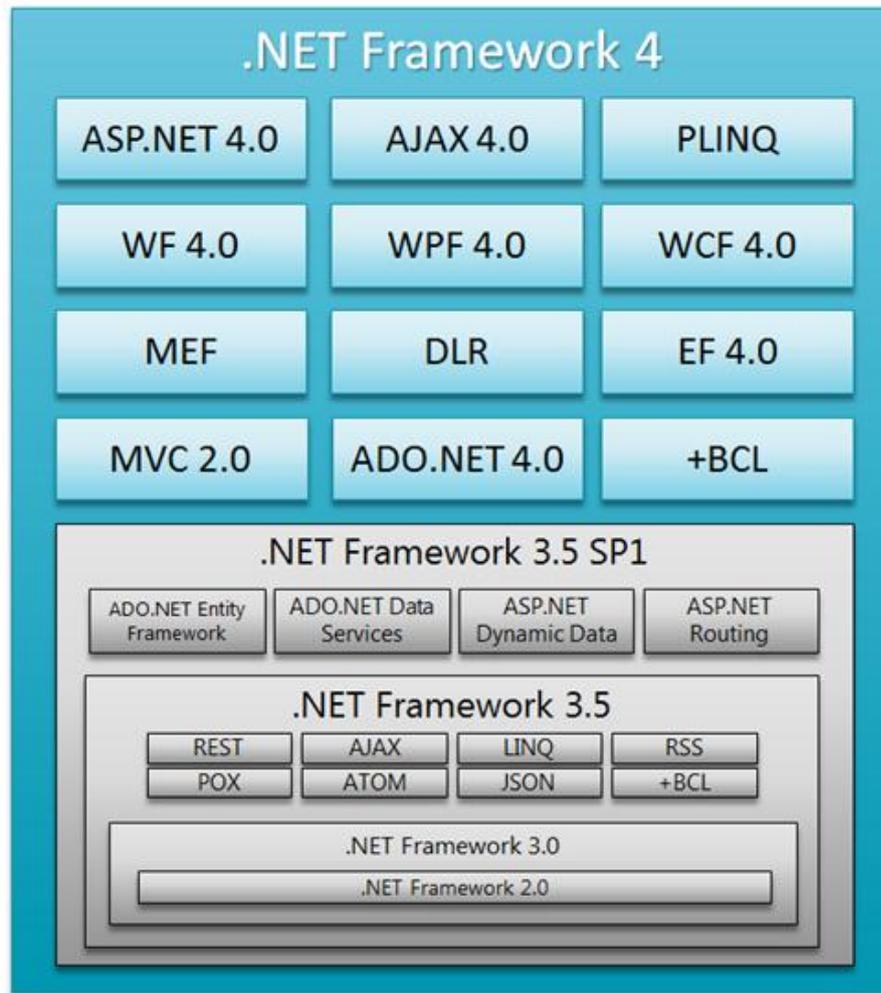


FIGURA III. 25 - Microsoft .NET Framework 4

3.2.1.1.1 Requisitos de Hardware y Software de .NET Framework 4

TABLA III. IV - Requisitos de Hardware de .NET Framework 4

Requisitos de hardware	Versión 4 completa	Versión 4 cliente	Versión 3.5	Versión 3.0	Versión 2.0
Procesador					
Mínimo	1 GHz	1 GHz	400 MHz	400 MHz	400 MHz
Se recomienda	1 GHz	1 GHz	1 GHz	1 GHz	-
RAM					
Mínimo	512 MB	512 MB	96 MB	96 MB	96 MB
Se recomienda	512 MB	512 MB	256 MB	256 MB	-
Espacio en disco (mínimo)					
32 bits	850 MB	600 MB	280 MB	280 MB	280 MB
64 bits	2 GB	1,5 GB	610 MB	610 MB	610 MB

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/8z6watww.aspx>

TABLA III. V - Requisitos de Software de .NET Framework 4

Software	Versión 4	Versión 3.5	Versión 2.0
Microsoft Internet Explorer	6.0 o posterior	6.0 o posterior	6.0 o posterior
Windows Installer	3.1 o posterior	3.1 o posterior	3.0 o posterior

Fuente: <http://msdn.microsoft.com/es-es/library/8z6watww.aspx>

3.2.2 Microsoft Visual Studio

Microsoft Visual Studio [23] es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

3.2.2.1 Microsoft Visual Studio 2010

Microsoft Visual Studio 2010 [24] es la versión más reciente de esta herramienta, acompañada por .NET Framework 4.0. La fecha del lanzamiento de la versión final fue el 12 de abril de 2010.

Hasta ahora, uno de los mayores logros de la versión 2010 de Visual Studio ha sido el de incluir las herramientas para desarrollo de aplicaciones para Windows 7, tales como herramientas para el desarrollo de las características de Windows 7 (System.Windows.Shell) y la Ribbon Preview para WPF.

Entre sus más destacables características, se encuentran la capacidad para utilizar múltiples monitores, así como la posibilidad de desacoplar las ventanas de su sitio original y acoplarlas en otros sitios de la interfaz de trabajo.

Además ofrece la posibilidad de crear aplicaciones para muchas plataformas de Microsoft, como Windows, Azure, Windows Phone 7 o Sharepoint. Microsoft ha sido sensible a la nueva tendencia de las pantallas táctiles y con este Visual Studio 2010 también es posible desarrollar aplicativos para pantallas multitáctiles.

3.2.2.1.1 El IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) de Visual Studio 2010

La gama de productos de Visual Studio comparte un único entorno de desarrollo integrado (IDE) que se compone de varios elementos: la barra de menús, la barra de herramientas Estándar, varias ventanas de herramientas que se acoplan u ocultan automáticamente a la izquierda, en la parte inferior y a la derecha, así como en el espacio del editor. Las ventanas de herramientas, menús y barras de herramientas disponibles dependen del tipo de proyecto o archivo en el que esté trabajando.



FIGURA III. 26 - IDE de Visual Studio 2010

A continuación se mencionan algunas de las nuevas características que se pueden encontrar en el IDE de Visual Studio 2010:

- Explorador de Soluciones
- Diseñador de paginas Web, vista Diseño
- Diseñador de paginas Web, vista Código Fuente
- Diseñador de paginas Web, vista dividida
- Ventana de salida de información de compilación
- Formulario de Visual Basic en el modo de interrupción
- Ventanas de Herramientas de Depuración
- Asistente para publicación

- Editor del Sistema de Archivos
- Ayuda en la Ventana del Explorador

3.2.2.1.2 Principales Lenguajes de Programación en Visual Studio 2010

El marco de trabajo .NET soporta ya más de 20 lenguajes de programación y es posible desarrollar cualquiera de los tipos de aplicaciones soportados en la plataforma con cualquiera de ellos, lo que elimina las diferencias que existían entre lo que era posible hacer con uno u otro lenguaje. En Visual Studio 2010 se tiene mas preferencia a los lenguajes de programación como: Visual C#, Visual Basic, Visual C++ y Visual F#. A continuación de detalla cada uno de ellos:

- **Visual C# 2010.-** algunas de las nuevas características que se presentan son el tipo dynamic, los argumentos opcionales y con nombre, la programación de Office mejorada y la varianza. Entre el Lenguaje y el Compilador C# 4.0 se tiene características como: compatibilidad dinámica, compatibilidad con la equivalencia de tipos, covarianza y contra varianza, nuevas opciones de línea de comandos. Además en el entorno de desarrollo integrado de Visual C# podemos encontrar novedades como: jerarquía de llamadas, modo de sugerencia de IntelliSense, errores semánticos activos.
- **Visual Basic 2010.-** algunas de las nuevas características son la continuación de línea implícita, las propiedades implementadas automáticamente y los inicializadores de colección. Además en la versión de lanzamiento original de Visual Basic 2010 podemos encontrar novedades como: propiedades auto implementadas, inicializadores de colección, continuación de línea implícita, expresiones lambda de múltiples líneas y subrutinas, nueva opción de la línea de comandos para especificar una versión de lenguaje, compatibilidad con la equivalencia de tipos, compatibilidad dinámica, covarianza y contra varianza, modo de sugerencia de IntelliSense.

3.2.3 Expression Studio

Microsoft Expression Studio [25] es una suite de herramientas de diseño profesional y contenido multimedia desarrollado por Microsoft, que proporcionan flexibilidad para elaborar potentes contenidos multimedia de manera sencilla.

Expression Studio primero fue desarrollado por **Crature House** y más tarde adquirido por **Microsoft** para su desarrollo y posterior venta.

3.2.3.1 Programas Independientes

Todas las versiones de Microsoft Expression Studio incluyen los siguientes programas que funcionan de manera independiente:

- **Expression Web:** creación de sitios Web cumpliendo con los estándares.
- **Expression Blend + SketchFlow:** herramienta para el diseño de interacción en el Silverlight y .NET.
- **Expression Design:** diseño profesional para crear gráficos de contenido.
- **Expression Media:** visualización y catalogación de archivos.
- **Expression Encoder:** codificación de archivos.

3.2.3.2 Microsoft Expression Blend 4

Microsoft Expression Blend es una herramienta de diseño profesional completa para la creación de interfaces de usuario atractivas y sofisticadas para aplicaciones de Microsoft Windows integradas en Windows Presentation Foundation (WPF), para aplicaciones web integradas en Microsoft Silverlight, para prototipos interactivos que utilizan SketchFlow y aplicaciones de Windows Phone. Expression Blend permite a los diseñadores centrarse en la creatividad y a los programadores centrarse en la programación.

Con Microsoft Expression Blend 4 [26], puede crear sitios web y aplicaciones basados en Microsoft Silverlight 3 y Microsoft Silverlight 4, y aplicaciones de escritorio basadas en Windows Presentation Foundation (WPF) 3.5 con Service Pack 1 (SP1) y WPF 4.

Expression Blend proporciona nuevas características de compatibilidad para la creación de prototipos, interactividad mediante controles de comportamiento, funcionalidad especial de Silverlight y generación de datos de ejemplo sobre la marcha.

Expression Blend incluye nuevos comportamientos que se configuran de forma rápida y sencilla. Para permitir el desarrollo de aplicaciones de línea de negocio (LOB), Expression Blend presenta compatibilidad con **Views** y **ViewModels**.

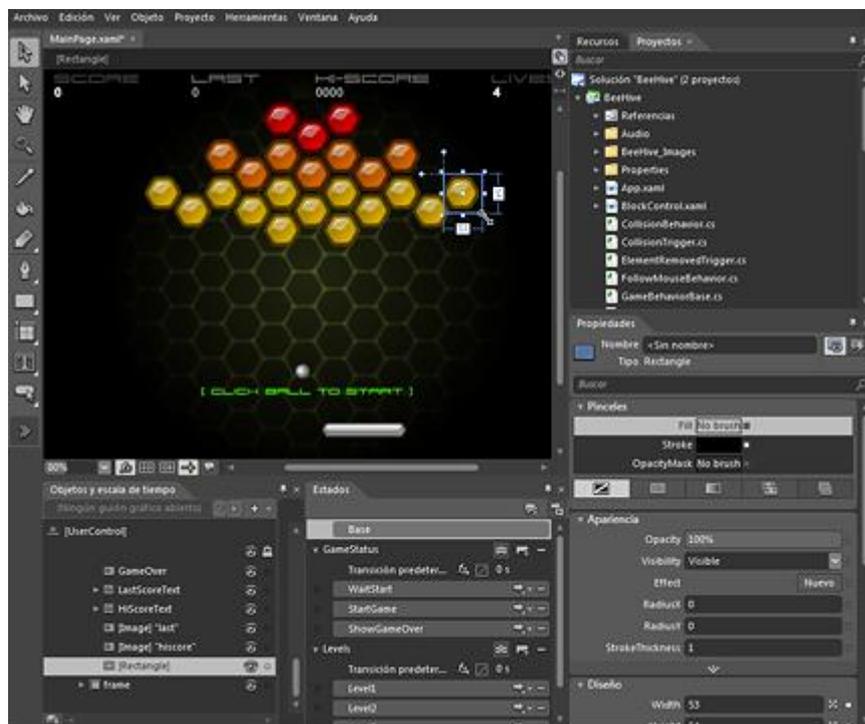


FIGURA III. 27 - Entorno de Microsoft Expression Blend 4

3.2.4 Microsoft Silverlight

Microsoft Silverlight [27] es una estructura para aplicaciones web que agrega nuevas funciones multimedia como la reproducción de vídeos, gráficos vectoriales, animaciones e interactividad, en forma similar a lo que hace Adobe Flash.

Silverlight compite con Adobe Flex, JavaFX, OpenLaszlo y algunas presentaciones de componentes AJAX. La primera versión de Silverlight fue lanzada en septiembre de 2007 y actualmente su versión 5.0 se distribuye de forma gratuita.

Además se lanzó una versión en conjunto con Novell de Silverlight llamada Moonlight, la cual es código abierto para los sistemas operativos basados en UNIX.

3.2.4.1 Características de Silverlight

Silverlight conserva un modo de gráficos de sistema, similar al de WPF (Windows Presentation Foundation) e integra en un solo complemento multimedia, gráficos de computador, animaciones e interactividad. La base de su programación es XAML y el acceso a los objetos esta dado por C# y Visual Basic (aunque la versión 1.0 trabajaba a partir de JavaScript). El lenguaje XAML puede ser usado para marcar los gráficos vectoriales y las animaciones. Microsoft Expression Blend es la herramienta de Microsoft que se utiliza para crear las animaciones en Silverlight.

3.2.4.2 Versiones de Silverlight

3.2.4.2.1 Silverlight 1.0

Silverlight 1.0 consiste en la presentación del núcleo de un framework, el cual es responsable de la interactividad y el ingreso de datos por parte del usuario, los gráficos, animación, la reproducción de medios, el soporte a la administración de derechos digitales y la integración del DOM. Sus componentes son los siguientes:

- ✓ **Input** - Maneja la información que aportan los dispositivos de entrada como los teclados, el ratón, el stylus, etc.
- ✓ **Núcleo UI** - Maneja el rendimiento de las imágenes bitmap (incluyendo las imágenes raster como JPEG, los gráficos vectoriales, el texto y las animaciones).
- ✓ **Media** - Reproducción en línea de MP3, Windows Media y VC-1.

- ✓ **XAML** - Permite que la disposición de UI sea creada usando el lenguaje de marcas XML.

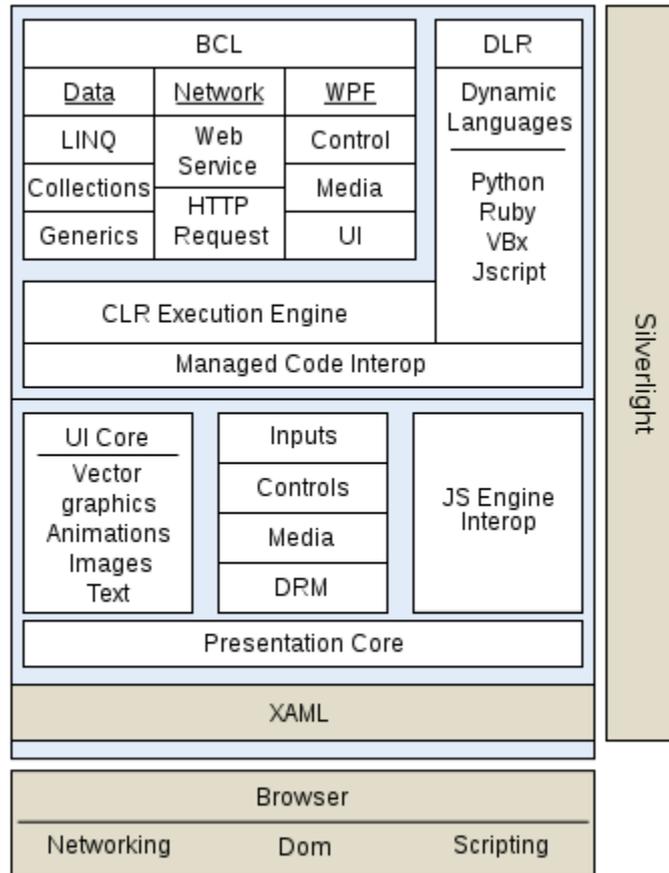


FIGURA III. 28 - Arquitectura de la versión 1.1 de Silverlight

3.2.4.2.2 Silverlight 2.0

Esta versión incluye notables mejoras en compatibilidad como la adición de actualizaciones automáticas, compatibilidad con Firefox 3.5, Opera, Chrome y Safari 4 y compatibilidad con el sistema operativo Linux. Para Linux, existe el plugin Moonlight 2.0.

3.2.4.2.3 Silverlight 3.0

OutBrowser: Extracción de la aplicación Silverlight del entorno web al escritorio. Para entornos Linux, esta el plugin de Moonlight 3.0, aunque la versión 2.0 es casi funcional.

3.2.4.2.4 Silverlight 4.0

El 18 de noviembre de 2009 en la Conferencia de Desarrolladores Profesionales celebrada en Los Ángeles, Microsoft mostró al público Silverlight 4, una versión que finalmente sería lanzada el 15 de abril de 2010. Entre las nuevas características se encuentran:

- ✓ Mejoras en las RIA: paradigmas de Bussines y WFC RIA
- ✓ Soporte para WebCam y Micrófono
- ✓ Soporte para impresión
- ✓ Mejorado el soporte del click derecho y el desplazamiento con la rueda del ratón
- ✓ Soporte Google Chrome
- ✓ Nuevas notificaciones
- ✓ Mejoras en las cajas de texto enriquecido
- ✓ Mejoradas las animaciones
- ✓ Soporte para arrastrar y soltar
- ✓ Mejoras en el rendimiento del zoom
- ✓ Soporte para usar temas en los controles
- ✓ Soporte para renderizar HTML dentro de Silverlight
- ✓ Protección del contenido en H.264 y soporte para reproducción offline de contenido con DRM.

3.2.4.2.5 Silverlight 5.0

El 2 de diciembre de 2010, en el Silverlight Firestarter, se presentó Silverlight 5 para salir a la luz en la primera mitad del 2011. Mientras que la versión final estuvo previsto que salga a finales de 2011. Las nuevas características de Silverlight 5 incluyen:

- ✓ Soporte de aceleración de vídeo por GPU.

- ✓ Soporte de gráficos en 3D.
- ✓ Reproducción de contenido multimedia con velocidad variable y corrección automática del audio.
- ✓ Mejora de consumo de energía.
- ✓ Soporte para control remoto.
- ✓ Inicio más rápido de las aplicaciones.
- ✓ Soporte para navegadores de 64 bits.
- ✓ Soporte para pruebas automatizadas de interfaz de usuario para las aplicaciones en Visual Studio 2010.
- ✓ Mejora en la claridad del texto.
- ✓ Ahora los desarrolladores podemos depurar las expresiones de enlaces a datos (data-binding) usando puntos de interrupción (breakpoints).

3.2.4.3 Navegadores y Sistemas Operativos Compatibles

Silverlight esta disponible para los siguientes navegadores: Internet Explorer, Mozilla Firefox, Safari, Google Chrome y Opera en los sistemas operativos Microsoft Windows, Mac OS X, y se planea que tambien lo estará, pero con Software de terceros (el de código abierto llamado Moonlight) para Linux.

3.2.4.4 Microsoft Silverlight 4

Microsoft Silverlight 4 [28] es una implementación multiplataforma de .NET Framework que se puede ejecutar en distintos exploradores para crear y proporcionar la nueva generación de experiencias multimedia y aplicaciones interactivas enriquecidas para la Web.

Silverlight unifica las funciones del servidor, la Web y el escritorio, del código administrado y de los lenguajes dinámicos, de la programación declarativa y la tradicional, así como la eficacia de Windows Presentation Foundation (WPF).

3.2.4.4.1 Características de Silverlight 4

Silverlight 4 combina varias tecnologías en una sola plataforma de desarrollo que permite seleccionar las herramientas y el lenguaje de programación apropiados según las necesidades del usuario. Silverlight 4 ofrece las características siguientes:

- ✓ **WPF y XAML.** Silverlight 4 incluye un subconjunto de la tecnología Windows Presentation Foundation (WPF), que extiende en gran medida los elementos en el explorador para crear la interfaz de usuario. Silverlight permite crear gráficos, animaciones y elementos multimedia fascinantes, así como otras características de cliente enriquecidas, extendiendo la interfaz de usuario basada en explorador más allá de lo que está disponible únicamente con HTML. El Lenguaje XAML proporciona una sintaxis de marcado declarativa para crear elementos.
- ✓ **Extensiones a JavaScript.** Silverlight 4 proporciona extensiones al lenguaje de scripting de explorador universal que permiten controlar la interfaz de usuario del explorador, incluida la capacidad para trabajar con elementos WPF.
- ✓ **Compatibilidad con varios exploradores y plataformas.** Silverlight 4 se ejecuta de la misma manera en todos los exploradores conocidos (y en las plataformas conocidas). Es posible diseñar y desarrollar aplicaciones sin tener que preocuparse del explorador o de la plataforma de los usuarios.
- ✓ **Integración con aplicaciones existentes.** Silverlight 4 se integra perfectamente con el código JavaScript y ASP.NET AJAX existente de modo que complementa la funcionalidad ya creada.
- ✓ **Acceso al modelo de programación de .NET Framework.** Es posible crear aplicaciones de Silverlight 4 mediante lenguajes dinámicos, como IronPython, y lenguajes como C# y Visual Basic.
- ✓ **Compatibilidad de herramientas.** Se pueden utilizar herramientas de desarrollo, como Visual Studio y Expression Blend, para crear rápidamente aplicaciones de Silverlight.

- ✓ **Compatibilidad de red.** Silverlight 4 incluye compatibilidad con HTTP sobre TCP. Se puede conectar a los servicios WCF, SOAP o ASP.NET AJAX y recibir datos XML, JSON o RSS.
- ✓ **LINQ.** Silverlight 4 incluye Language Integrated Query (LINQ), que permite programar el acceso a datos utilizando una sintaxis nativa intuitiva y objetos fuertemente tipados en los lenguajes de .NET Framework.

3.2.4.4.2 Arquitectura de Silverlight 4

Aunque Silverlight parece simple y de tamaño compacto cuando se considera como un entorno en tiempo de ejecución del lado cliente, la plataforma de desarrollo de Silverlight integra diversas características y tecnologías complejas, que pone a disposición de los programadores. Los programadores necesitan conocimientos prácticos de la arquitectura de la plataforma para poder crear aplicaciones efectivas basadas en Silverlight.

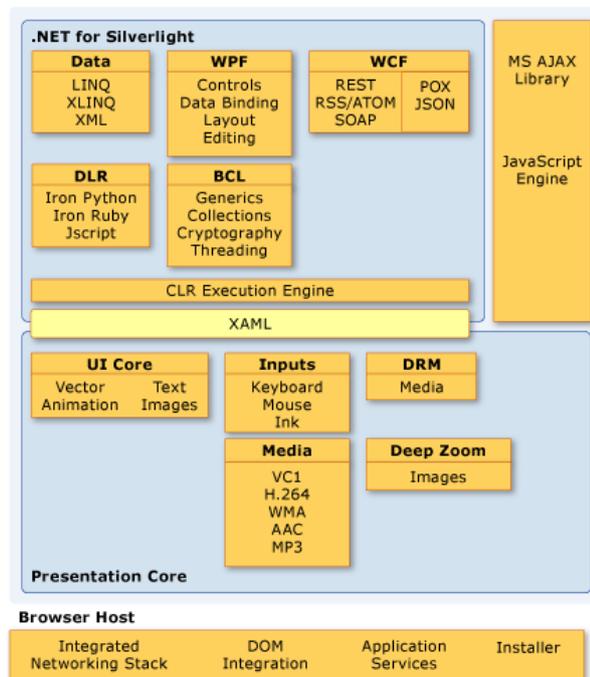


FIGURA III. 29 - Arquitectura de Microsoft Silverlight

A continuación se describe brevemente los componentes especificados en la Figura anterior, así tenemos dos grandes grupos que son: los Componentes de Presentación Básicos y los componentes de .NET Framework para Silverlight.

3.2.4.4.2.1 Componentes de Presentación Básicos

Las características de presentación básicas de la plataforma Silverlight, mostradas en la sección e ilustración anteriores, se describen en la siguiente tabla:

TABLA III. VI - Componentes de Presentación Básicos de Silverlight 4

Característica	Descripción
Entrada	Administra datos de entrada procedentes de distintos dispositivos de hardware, como los de dibujo, el teclado y el mouse, y otros.
Representación de la interfaz de usuario	Representa gráficos vectoriales y de mapa de bits, animaciones y texto.
Multimedia	Permite la reproducción y administración de varios tipos de archivos de audio y vídeo, como los archivos .WMP y .MP3.
Deep Zoom	Permite acercar imágenes de alta resolución y realizar un movimiento panorámico alrededor de las mismas.
Controles	Admite controles extensibles que se pueden personalizar aplicando estilos y plantillas.

Diseño	Permite la colocación dinámica de los elementos de la interfaz de usuario.
Enlace de datos	Permite la vinculación de objetos de datos y elementos de la interfaz de usuario.
DRM	Permite la administración de derechos digitales de los recursos multimedia.
XAML	Proporciona un analizador para el marcado XAML.

Fuente: <http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=20800>

Los programadores pueden interactuar con este marco de trabajo de presentación utilizando XAML para especificar los detalles de presentación. XAML constituye el punto primario de interacción entre .NET Framework y la capa de la presentación. Los programadores pueden manipular la capa de presentación mediante programación con código administrado.

3.2.4.4.2 Componentes de .NET Framework para Silverlight

En la tabla siguiente se describe una lista parcial de las características de .NET Framework para Silverlight mostradas en la ilustración anterior.

TABLA III. VII - Componentes de .NET Framework para Silverlight 4

Característica	Descripción
-----------------------	--------------------

Data	Admite las características de LINQ (Language-Integrated Query) y de LINQ to XML, que facilitan el proceso de integrar datos procedentes de orígenes dispares y trabajar con ellos. También admite el uso de las clases de serialización y XML para administrar los datos.
Biblioteca de clases base	Un conjunto de bibliotecas de .NET Framework que proporcionan las funciones de programación esenciales, como la administración de cadenas, expresiones regulares, entrada y salida, reflexión, colecciones y globalización.
Windows Communication Foundation (WCF)	Proporciona características para simplificar el acceso a los servicios y datos remotos. Esto incluye un objeto de explorador, un objeto de solicitud y respuesta HTTP, compatibilidad con solicitudes HTTP entre dominios, compatibilidad con fuentes de distribución RSS/Atom así como compatibilidad con los servicios JSON, POX y SOAP.
CLR (Common Language Runtime)	Proporciona administración de memoria, recolección de elementos no utilizados, comprobación de seguridad de tipos y control de excepciones.
Controles de WPF (Windows Presentation Foundation)	Proporciona un conjunto enriquecido de controles, como son Button, Calendar, CheckBox, DataGrid, DatePicker, HyperlinkButton, ListBox, RadioButton y ScrollViewer.
DLR (Dynamic Language Runtime)	Admite la compilación y ejecución dinámicas de lenguajes de scripting como JavaScript y IronPython para programar aplicaciones basadas en Silverlight. Incluye un modelo conectable que aporta compatibilidad con otros lenguajes para su uso con Silverlight.

Fuente: <http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=20800>

3.2.4.5 XAML (Extensible Application Markup Language)

El lenguaje XAML es un lenguaje declarativo. En concreto, XAML puede inicializar objetos y establecer propiedades de los objetos, con una estructura de lenguaje que muestra las relaciones jerárquicas entre los diversos objetos y con un sistema de tipos de respaldo que admite la extensión de los tipos. Puede crear elementos de interfaz de usuario visibles en el marcado XAML declarativo. A continuación, puede usar un archivo de código subyacente independiente para responder a los eventos y manipular los objetos declarados en XAML. El lenguaje XAML admite el intercambio de orígenes entre los diferentes roles y herramientas del proceso de desarrollo sin que se pierda información, como el intercambio de orígenes XAML entre Visual Studio y Microsoft Expression Blend.

3.2.4.5.1 Rol de XAML en Silverlight

En la arquitectura y en el proceso de desarrollo de aplicaciones de Silverlight, XAML desempeña varios roles importantes.

- XAML es el principal formato para declarar una interfaz de usuario de Silverlight y los elementos de esa interfaz de usuario. Normalmente, en un proyecto, al menos un archivo XAML representa en la aplicación una metáfora de "página" para la interfaz de usuario que se muestra inicialmente. Otros archivos XAML pueden declarar páginas adicionales para la interfaz de usuario de navegación o la interfaz de usuario de remplazo modal. Y otros archivos XAML pueden declarar los recursos, como plantillas u otros elementos de la aplicación que se pueden volver a usar o reemplazar.
- XAML es el formato que se utiliza para declarar los estilos y plantillas que se aplican a la base lógica de los controles y de la interfaz de usuario de Silverlight. Esto se puede hacer si se van a crear plantillas de controles existentes o en el caso de ser un autor de controles que proporcione una plantilla predeterminada para un control.
- XAML es el formato común para la compatibilidad entre diseñadores, de modo que permite crear una interfaz de usuario de Silverlight e intercambiar su

diseño entre aplicaciones de distintos diseñadores. En concreto, el XAML de una aplicación de Silverlight se puede intercambiar entre los productos de Expression Blend y Visual Studio.

- WPF también define su interfaz de usuario en XAML. Con respecto al XAML de WPF, el XAML de Silverlight utiliza un espacio de nombres XAML predeterminado compartido y tiene una relación aproximada con un subconjunto de WPF para su vocabulario de XAML. Por consiguiente, el lenguaje XAML promueve una eficaz ruta de migración de la interfaz de usuario entre Silverlight y WPF, de modo que se podría diseñar una interfaz de usuario para Silverlight y, a continuación, migrar a WPF ese mismo diseño con pocos cambios o ninguno en la superficie de la interfaz de usuario.

- El XAML de Silverlight define la apariencia visual de una interfaz de usuario y un archivo de código subyacente asociado define la lógica. El diseño de la interfaz de usuario puede ajustarse sin tener que realizar cambios en la lógica del código subyacente. En este rol, XAML simplifica el flujo de trabajo entre las personas encargadas de elaborar el diseño visual y las personas responsables de la lógica de la aplicación y del diseño de la información.

- Gracias a su compatibilidad con el diseñador visual y la superficie de diseño, XAML permite crear rápidamente prototipos de la interfaz de usuario en las primeras fases de desarrollo y aumenta la probabilidad de que puedan conservarse los elementos del diseño como puntos de acceso a código a lo largo del proceso de desarrollo, incluso si el diseño visual cambia radicalmente.

3.3 Adobe Creative Suite

Adobe Creative Suite [4] es una suite de distintas aplicaciones en forma de talleres y estudios dotados de herramientas y funciones altamente profesionales creada y producida por **Adobe Systems** y que están dirigidas a la Publicación Impresa, Publicación Web, Post Producción de Video, y Dispositivos Móviles.

Adobe Creative Suite nace del exitoso intento de la casa Adobe de unir todos sus programas profesionales (los cuales antes solo podían adquirirse individualmente) en diferentes conjuntos de utilidades profesionales que se adecuen al tipo de usuario. Esta ingeniosa unión de sus productos en conjuntos ha dado muy buenos resultados para Adobe en los últimos años, no obstante, la compañía sigue vendiendo sus productos también individualmente.

La aplicación de Adobe Creative Suite se ve más notoriamente en agencias publicitarias y editoriales de muy alto y reconocido prestigio.

3.3.1 Suites de Adobe Creative Suite

Adobe Creative Suite Master Collection.- paquete con todas las aplicaciones de Adobe. Esta Suite esta compuesta por: Acrobat, After Effects, Contribute, Dreamweaver, Fireworks, Flash, Illustrator, InDesign, Photoshop, Premiere y Adobe Soundbooth (a partir de la version CS5.5 Adobe Audition).

Adobe Creative Suite Design Premium.- paquete de aplicaciones dirigido especialmente al diseño y la publicación impresa pero con un poco de diseño web. Está compuesta por: Acrobat, Dreamweaver, Flash, Illustrator, InDesign y Photoshop.

Adobe Creative Suite Web Premium.- paquete dirigido especialmente al diseño y la publicación web. Esta Suite esta compuesta por: Acrobat, Contribute, Dreamweaver, Fireworks, Flash, Illustrator y Photoshop.

Adobe Creative Suite Production Premium.- conjunto dirigido especialmente a la post-producción de vídeo. Está compuesta por: After Effects, Flash, Illustrator, Photoshop, Premiere, Adobe Soundbooth (Adobe Audition).

3.3.2 Versiones de Creative Suite

Adobe Creative Suite está disponible en distintas versiones, la más novedosa de ellas, CS5, está actualizada con las más novedosas acciones para las aplicaciones de Adobe y además tiene una muy versátil interfaz para facilitar su uso. En algunos casos la aplicación cambia casi totalmente, en cambio, en sus otras versiones (CS, CS2, CS3) la funcionalidad de la aplicación es más parecida que en el caso de CS4; además la versión CS5 implementa nuevas funciones a las aplicaciones Adobe, y mejora la integración entre ellas así como con las aplicaciones compradas a Macromedia. Recientemente ha sido lanzada la versión CS5.5 que mejora el contenido de algunos programas.

3.3.3 Adobe Integrated Runtime (AIR)

Adobe Integrated Runtime [7], cuyo nombre clave es Apolo, es un entorno de ejecución multiplataforma para la construcción de aplicaciones RIA (Rich Internet Applications) utilizando Adobe Flash, Adobe Flex, HTML y AJAX, las cuales pueden usarse como aplicaciones de escritorio.

El 19 de marzo de 2007, Adobe liberó una versión preliminar de AIR (llamada Apolo) junto con un SDK (Software Development Kit) y una extensión para el desarrollo de aplicaciones Apolo con Adobe Flex. El 10 de junio de 2007, pasó a llamarse AIR (Adobe AIR) y se liberó una versión beta del entorno de ejecución. La segunda versión beta de AIR SDK fue publicada el 1 de octubre de 2007. La beta 3, publicada el 12 de diciembre de 2007. Finalmente, la versión 1.0 se liberó el 25 de febrero de 2008. Una versión alfa de AIR para Linux fue publicada el 31 de marzo de 2008.

3.3.3.1 Requisitos del Sistema

Windows

Procesador Intel Pentium III (o superior), Microsoft Windows XP Home, Professional o Tablet PC Edition con Service Pack 2 o 3; Windows Server 2003; Windows Vista

Home Premium, Business, Ultimate o Enterprise (incluidas las ediciones de 64 bits) con Service Pack 1; o Windows 7 con 512 MB de RAM (se recomienda 1 GB)

MAC OS

Procesador Intel Core™ Duo (o superior), Mac OS X v10.5 o v10.6 (Snow Leopard) con 512 MB de RAM (se recomienda 1 GB).

LINUX

Procesador Intel Pentium III (o superior), Fedora Core 10, Ubuntu 9.04 (o superior) o openSUSE 11.1 con 1 GB de RAM. Adobe AIR 1.5 fue lanzado el 17 de noviembre de 2008. Las nuevas capacidades incluyen:

- ✓ Soporte para el cifrado de la base de datos local
- ✓ Inclusión de características de Flash Player 10
- ✓ Una versión actualizada del WebKit con mejoras de rendimiento, debido a un nuevo intérprete de JavaScript
- ✓ Soporte para cinco idiomas nuevos, entre ellos Checa, Neerlandés, Sueco, Turco y Polaco

3.3.3.2 Versiones de AIR

- **Adobe AIR 1.5.1.-** estrenada el 24 de febrero de 2009, AIR 1.5.1 fue principalmente una actualización de compatibilidad que incluye correcciones de errores y actualizaciones de seguridad.
- **Adobe AIR 1.5.2.-** estrenada el 30 de julio de 2009, AIR 1.5.2 introdujo una serie de pequeñas nuevas características y problemas de compatibilidad. Algunas de las correcciones importantes se mencionan a continuación:
 - Al utilizar el modo interactivo de pantalla completa una aplicación que utiliza el espacio de nombres 1.5.2 puede capturar el evento **KeyDown** y llame a la **preventDefault ()** del caso.

- El contenido del SWF incrustado en un contenedor HTML ahora se puede mostrar con la configuración de determinadas **wmode**.
- **Adobe AIR 1.5.3.-** Adobe AIR 1.5.3 fue lanzado el 08 de diciembre de 2009. Se incluye correcciones para un número de compatibilidad y seguridad. El BBC iPlayer Desktop Manager v1.5.15695.18135 es la primera versión que usa AIR 1.5.3.
- **Adobe AIR 2.0.-** la beta pública de Adobe AIR 2 fue lanzado el 16 de noviembre de 2009 seguido de la versión beta 2, el 2 de febrero de 2010 y la versión candidata el 11 de mayo de 2010. Además, Adobe AIR para Android se anunció el 12 de febrero de 2010. AIR 2 fue lanzado oficialmente para Windows, Mac OS y Linux el 10 de junio de 2010.

3.3.4 Adobe Flash Professional

Adobe Flash Professional [6] es el nombre o marca comercial oficial que recibe uno de los programas más populares de la casa Adobe, junto con sus programas hermanos Adobe Illustrator y Adobe Photoshop. Se trata de una aplicación de creación y manipulación de gráficos vectoriales con posibilidades de manejo de código mediante un lenguaje de scripting llamado ActionScript. Flash es un estudio de animación que trabaja sobre "fotogramas" y está destinado a la producción y entrega de contenido interactivo para diferentes audiencias alrededor del mundo sin importar la plataforma. Es actualmente desarrollado y comercializado por Adobe Systems Incorporated y forma parte de la familia Adobe Creative Suite, su distribución viene en diferentes presentaciones, que van desde su forma individual o como parte de un paquete, siendo estos: Adobe Creative Suite Design Premium, Adobe Creative Suite Web Premium y Web Standard, Adobe Creative Suite Production Studio Premium y Adobe Creative Suite Master Collection. Se usa sobre animaciones publicitarias, reproducción de vídeos (como YouTube) y otros medios interactivos que se presentan en la mayoría de sitios web del mundo, lo que le ha dado fama a éste programa, dándoles el nombre de "animaciones Flash" a los contenidos creados con éste.

Adobe Flash utiliza gráficos vectoriales y gráficos **rasterizados**, sonido, código de programa, flujo de vídeo y audio bidireccional (el flujo de subida sólo está disponible si se usa conjuntamente con Macromedia Flash Communication Server). En sentido estricto, Flash es el entorno de desarrollo y Flash Player es el reproductor utilizado para visualizar los archivos generados con Flash. En otras palabras, Adobe Flash crea y edita las animaciones o archivos multimedia y Adobe Flash Player las reproduce.

Los archivos de Adobe Flash, que tienen generalmente la extensión de archivo SWF, pueden aparecer en una página web para ser vistos en un navegador web, o pueden ser reproducidos independientemente por un reproductor Flash. Los archivos de Flash aparecen muy a menudo como animaciones en sitios web multimedia, y más recientemente en Aplicaciones de Internet Ricas. Son también ampliamente utilizados como anuncios en la Web.

En versiones anteriores, Macromedia amplió a Flash más allá de las animaciones simples, convirtiéndolo en una herramienta de desarrollo completa, para crear principalmente elementos multimedia e interactivos para Internet.

Originalmente Flash no fue un desarrollo propio de Adobe, sino de una pequeña empresa de desarrollo de nombre FutureWave Software y su nombre original fue FutureSplash Animator. En diciembre de 1996 Macromedia adquiere FutureWave Software, y con ello su programa de animación vectorial que pasa a ser conocido como Flash 1.0.

En 2005 Adobe compra Macromedia y junto con ella sus productos, entre ellos Flash, que pasa a llamarse Adobe Flash.

3.3.4.1 Adobe Flash CS4

Adobe Flash CS4 [5] es una potente herramienta desarrollada por Adobe que ha superado las mejores expectativas de sus creadores.

Flash fue creado con el objeto de realizar animaciones y diseños vistosos, tanto para escritorio como para la web, así como para crear.

Los motivos que han convertido a Flash CS4 en el programa elegido por la mayoría de los desarrolladores y diseñadores web profesionales y aficionados son varios.



FIGURA III. 30 - Logo de Adobe Flash CS4

3.3.4.1.1 Características de Adobe Flash CS4

Las posibilidades de Flash son extraordinarias, cada nueva versión ha mejorado a la anterior, y el actual Flash CS4 no ha sido menos. Aunque su uso más frecuente es el de crear animaciones, sus usos son muchos más. Son tantos, que todos los desarrolladores y diseñadores web deberían saber utilizar Flash.

Flash ha conseguido hacer posible lo que más se echa en falta en Internet: **Dinamismo**, y con dinamismo no sólo nos referimos a las animaciones, sino que Flash permite crear aplicaciones interactivas que permiten al usuario ver la web como algo atractivo, no estático (en contraposición a la mayoría de las páginas, que están realizadas empleando el lenguaje HTML). Con Flash podremos crear de modo fácil y rápido animaciones de todo tipo, desde un botón a un complejo juego.

Además sus desarrolladores están apostando muy fuerte por ActionScript, el lenguaje de programación Flash. A cada versión se mejora y ofrece un abanico de posibilidades cada vez mayor, por lo que además de dinamismo, Flash nos ofrece la posibilidad de ser la plataforma para aplicaciones web de un modo real.

Flash es fácil de aprender, tiene un entorno amigable que nos invita a sentarnos y pasar horas y horas creando lo que nos dicte nuestra imaginación.

3.3.4.1.2 Ventajas y Desventajas

El principal uso de Flash se da en el mundo de la web. Desde la creación de pequeños botones o banners publicitarios, hasta webs totalmente basadas en esta tecnología, Internet está repleta de animaciones Flash.

Como todo, Flash presenta tanto ventajas como inconvenientes:

- ✓ **El tiempo de carga.** mientras que una página HTML puede ocupar unos 10-20 KB como media, una animación Flash ocupa mucho más. Evidentemente depende del contenido que tenga, pero suelen superar los 100 KB con facilidad, y si además incorpora sonidos es fácil que la cifra se dispare.
- ✓ **Los buscadores.** son capaces de indexar el contenido de nuestra página, el texto, pero no el contenido de Flash, ya que no lo pueden leer, lo que afectará negativamente al posicionamiento de la página. Y hoy en día es crucial para una web encontrarse bien posicionada. No obstante, los buscadores trabajan para solucionar este problema, pero de momento la mejor forma de solucionarlo es crear un diseño paralelo sin Flash, lo que aumenta el trabajo.
- ✓ Flash requiere de **plugins** para poder visualizarse, y el hecho de no tenerlos instalados, o de que un navegador tenga los scripts deshabilitados por seguridad, impedirán la visualización de Flash. Este plugin lo suelen incorporar la mayoría de navegadores, es gratuito y se puede instalar de forma muy intuitiva.
- ✓ **Compatibilidad con distintos dispositivos.** Cada vez es más frecuente acceder a la web con teléfonos móviles y PDAs.
- ✓ Flash es una tecnología propietaria de Adobe, por lo que su futuro depende de lo que esta compañía quiera hacer con el mismo.
- ✓ Otro aspecto a tener en cuenta es la usabilidad de las páginas Flash, a veces se cae en la tentación de dar demasiada importancia al diseño y olvidarse de que la página debe ser fácil de usar, aunque es más un error de diseño que del propio Flash.

Por supuesto su fuerte uso en la web se debe a que también aporta ventajas:

- La web se vuelve muy vistosa y atractiva, además de añadirle más interactividad. El aspecto visual es muy importante para la web, ya que al visitante, sobre todo al principio, "le entra por los ojos".
- Con un poco de práctica, el desarrollo con Flash se vuelve rápido.
- Flash permite comportamientos que de otra forma no podríamos lograr.
- Compatibilidad con navegadores. Uno de los principales problemas en el diseño web es que el resultado no tiene por qué verse igual en todos los navegadores. Con Flash, nos aseguramos de que lo que hemos creado es exactamente lo que se verá.

3.3.4.2 ActionScript

ActionScript [3] es el lenguaje de programación para el entorno de tiempo de ejecución de Adobe Flash Player. Activa, entre otras muchas cosas, la interactividad y la gestión de datos en el contenido y las aplicaciones de Flash.

Adobe ActionScript es el lenguaje de programación de la Plataforma Adobe Flash. Originalmente desarrollado como una forma para que los desarrolladores programen de forma más interactiva. La programación con ActionScript 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.

ActionScript se ejecuta mediante la máquina virtual ActionScript (AVM), que forma parte de Flash Player. El código ActionScript se suele compilar a un formato de código de bytes (un tipo de lenguaje que los ordenadores pueden escribir y comprender) mediante un compilador, como el incorporado en Adobe Flash CS4 Professional o en Adobe® Flex™ Builder™, o el que está disponible en el SDK de Adobe® Flex™ y en Flex™ Data Services. El código de bytes está incorporado en los archivos SWF ejecutados por Flash Player, el entorno de tiempo de ejecución.

La versión más extendida actualmente es ActionScript 3.0 [1], 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 y en anteriores versiones de Flex. Desde la versión 2 de Flex viene incluido ActionScript 3, el cual mejora su rendimiento en comparación de sus antecesores, además de incluir

nuevas características como el uso de expresiones regulares y nuevas formas de empaquetar las clases.

3.3.4.2.1 ActionScript 3.0

ActionScript 3.0 ofrece un modelo de programación robusto que resultará familiar a los desarrolladores con conocimientos básicos sobre programación orientada a objetos.

Algunas de las principales funciones de ActionScript 3.0 son:

- ✓ Una nueva máquina virtual ActionScript, denominada AVM2, que utiliza un nuevo conjunto de instrucciones de código de bytes y proporciona importantes mejoras de rendimiento.
- ✓ Una base de código de compilador más moderna, que se ajusta mejor al estándar ECMAScript (ECMA 262) y que realiza mejores optimizaciones que las versiones anteriores del compilador.
- ✓ Una interfaz de programación de aplicaciones (API) ampliada y mejorada, con un control de bajo nivel de los objetos y un auténtico modelo orientado a objetos.
- ✓ Un núcleo del lenguaje basado en el próximo borrador de especificación del lenguaje ECMAScript (ECMA-262) edición 4.
- ✓ Una API XML basada en la especificación de ECMAScript para XML (E4X) (ECMA-357 edición 2). E4X es una extensión del lenguaje ECMAScript que añade XML como un tipo de datos nativo del lenguaje.

Un modelo de eventos basado en la especificación de eventos DOM (modelo de objetos de documento) de nivel 3.

3.3.4.2.1.1 Ventajas de ActionScript 3.0

ActionScript 3.0 aumenta las posibilidades de creación de scripts de las versiones anteriores de ActionScript. Se ha diseñado para facilitar la creación de aplicaciones muy complejas con conjuntos de datos voluminosos y bases de código reutilizables y

orientadas a objetos. Aunque no se requiere para el contenido que se ejecuta en Adobe Flash Player 9, ActionScript 3.0 permite introducir unas mejoras de rendimiento que sólo están disponibles con AVM2, la nueva máquina virtual. El código ActionScript 3.0 puede ejecutarse con una velocidad diez veces mayor que el código ActionScript heredado.

La versión anterior de la máquina virtual ActionScript (AVM1) ejecuta código ActionScript 1.0 y ActionScript 2.0. Flash Player 9 admite AVM1 por compatibilidad con contenido existente y heredado de versiones anteriores.

3.4 Librería ARToolkit

ARToolkit [8] fue desarrollada originalmente por Hirokazu Kato en 1999 y fue publicada por el HIT Lab de la Universidad de Washington. Actualmente se mantiene como un proyecto de código abierto alojado en SourceForge con una versión comercial administrada por ARToolWorks [9].

ARToolkit [8] es una librería que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. Para ello, utiliza las capacidades de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular, en tiempo real, la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos. Una vez de que la posición de la cámara real se sabe, la cámara virtual se puede colocar en el mismo punto, y modelos 3D son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real. Así ARToolkit resuelve dos de los principales problemas en la realidad aumentada, el seguimiento de punto de vista y la interacción con un objeto virtual.

3.4.1 Características

- ✓ Es una librería desarrollada puramente en C/C++
- ✓ Es de tipo Open Source con licencia GPLv3
- ✓ Soporta OpenGL [32]

3.4.2 Funcionamiento

En una aplicación de RA se hace necesario calcular el punto de vista de la cámara para así poder realizar las transformaciones necesarias sobre los objetos virtuales, es decir, se debe alterar la posición, tamaño y orientación para que esos objetos sean percibidos por el usuario en el mundo real como si realmente estuvieran allí.

Para ello se utilizan unos marcadores de forma cuadrada, que se componen de un cuadrado negro con un cuadrado blanco cuatro veces más pequeño en su centro, y un dibujo sencillo en el interior de éste. La aplicación, utilizando las funciones y utilidades proporcionadas por ARToolKit, será capaz de detectar cada uno de los marcadores en las imágenes de vídeo capturadas. Un ejemplo de los marcadores utilizados se muestra en la siguiente figura:



FIGURA III. 31 - Ejemplo de marcador utilizado por ARToolKit.

Cuando el marcador es detectado, se analiza su orientación, posición y tamaño, con esto es posible calcular la posición de la cámara respecto al marcador y con ello obtener una matriz de transformación que permitirá adecuar un modelo 3D para que parezca que está sobre el marcador.

El funcionamiento básico de una aplicación que utiliza la librería ARToolKit es descrito a continuación:

1. Se captura una imagen del mundo real mediante un dispositivo de video, como por ejemplo una webcam.
2. La imagen obtenida es umbralizada dado cierto valor umbral, de forma tal que los pixeles cuya intensidad supere el valor del umbral son transformados en pixeles de color negro. El resto es transformado a pixeles blancos, como se ve en la siguiente figura:

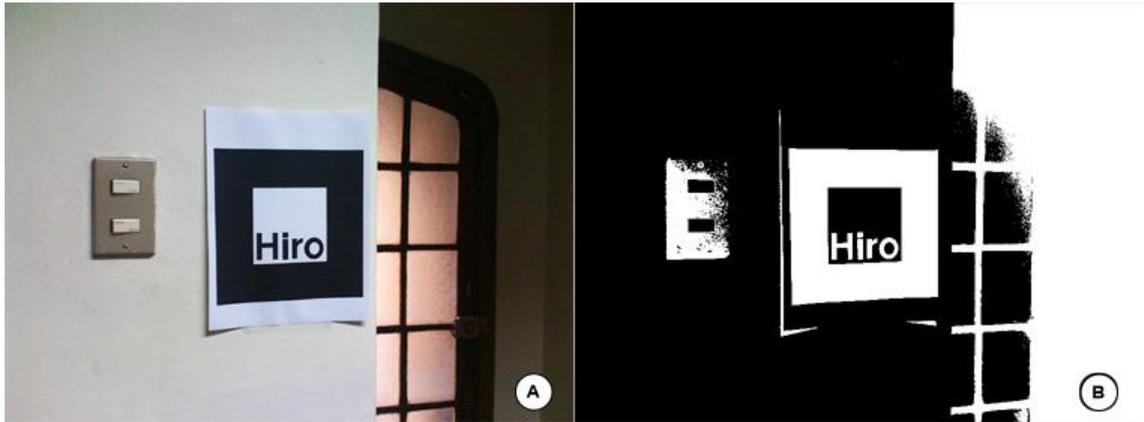


FIGURA III. 32 - Ejemplo de Umbralización (A) Imagen original (B) Imagen umbralizada.

3. Se buscan todos los marcos negros, existentes en la imagen (desde el punto de vista del resultado luego de umbralizar la imagen, los marcos buscados aparecen de color blanco).
4. El interior de cada marco en los marcadores es comparado con un listado de marcadores almacenados en la aplicación.
5. Si el interior del marcador coincide con alguno existente en la aplicación, se calcula la posición y orientación relativas de la cámara a la plantilla, y se guarda en una matriz.
6. La matriz resultante es utilizada para establecer la posición y orientación de la cámara virtual (transformación de la vista), lo que es equivalente a una transformación de las coordenadas del objeto a dibujar.
7. Al posicionar la cámara virtual en el mismo lugar y con la misma orientación que la cámara real, el objeto virtual se dibuja sobre la plantilla, de manera alineada.
8. Se repite el proceso por cada nueva imagen capturada.

La librería ARToolkit es capaz de realizar el proceso de rastreo de la cámara en tiempo real, asegurando que los objetos virtuales siempre se encuentren sobrepuestos sobre los marcadores rastreados. La siguiente figura resume los pasos expuestos anteriormente:

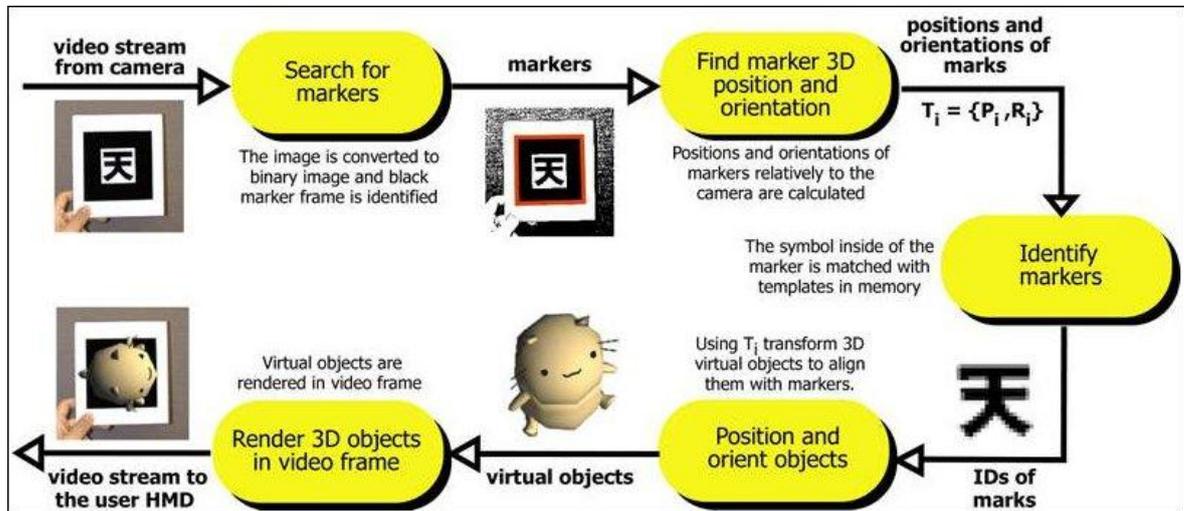


FIGURA III. 33 - Pasos que se realizan en la librería ARToolkit

3.4.3 Pasos internos en ARToolkit

Las funciones mas importantes que son llamadas durante el proceso que ARToolkit realiza para aumentar la realidad son: main, setupCamera, setupMarker, mainLoop, Display and Cleanup. A continuación se hace relación a la llamada de cada una de estas funciones con los pasos que se realizan:

TABLA III. VIII - Llamada a funciones en ARToolkit.

Paso de ARToolkit	Funciones
-------------------	-----------

1. Inicialización del grabado de video desde la cámara y carga de los marcadores.	setupCamera setupMarker
2. Capturar un frame de la entrada de video	arVideoGetImage (llamada desde mainLoop)
3. Detectar los marcadores	arDetectMarker (llamada desde mainLoop)
4. Calcular la transformación de la cámara	arGetTransMat (llamada desde mainLoop)
5. Dibujar o cargar los objetos virtuales	Display
6. Cerrar la aplicación	Quit

Fuente:

http://www.artoolworks.com/support/library/ARToolKit_tutorial_1:_First_simple_ARToolKit_scene

Para controlar la interacción con el Sistema Operativo se utiliza la librería GLUT. Se usa GLUT, que es el conjunto de herramientas de OpenGL para hacer cosas como abrir una ventana y manejar las pulsaciones del teclado. Sin embargo, no siempre es necesario el uso de GLUT, ya que puede ser sustituido por cualquier librería que se desee, como por ejemplo: MFC en Windows, Cocoa en Mac OS X, o QT (multiplataforma).

3.4.4 Limitaciones

Existen algunas limitaciones en los sistemas basados en AR asociados a la ciencia de Computer Vision, de donde se obtienen los algoritmos de tracking. Naturalmente, los objetos virtuales sólo aparecerán cuando los marcadores se encuentren en el campo visual del dispositivo de captura. Esto puede limitar el tamaño de los marcadores o el movimiento del dispositivo de captura sobre estos. Además, cuanto

mayor sea el marcador, a mayor distancia podrá ser detectado. A continuación se describen las limitaciones más importantes a tomar en cuenta:

- **Oclusión.-** naturalmente, los objetos virtuales solo aparecerán cuando las marcas de seguimiento se encuentren a la vista. Esto puede limitar el tamaño o el movimiento de los objetos virtuales. También significa que si los usuarios cubren parte del marcador con sus manos u otros objetos, el objeto virtual va a dejar de visualizarse. Además, si los bordes de los marcadores se mueven fuera del marco de la cámara, el marcador será recortado en el borde del marco de la cámara, y si no se identifican las 4 esquinas del marcador, este dejara de ser reconocido y/o rastreado.
- **Rango.-** también hay cuestiones de rango seguimiento óptico, ya que si el marcador se mueve mas lejos de la cámara, esta pasara a ocupar un numero menor de pixeles en la pantalla de la cámara y puede haber insuficientes detalles para rastrear correctamente e identificar el marcador. Cuanto mayor sea el tamaño del marcador físico, a mayor distancia podrá ser reconocido y por el gran volumen, el usuario podrá visualizar el objeto virtual de mejor manera. A continuación en la siguiente tabla se muestran algunos rangos máximos, típicos para los marcadores cuadrados de diferentes tamaños. Estos resultados fueron recogidos por el fabricante de marcadores en rangos de diferentes tamaños (longitud de los lados), colocándolos perpendiculares a la cámara y moviendo la cámara hacia atrás, hasta que los objetos virtuales visualizados sobre los marcadores desaparezcan:

TABLA III. IX - Rastreo de rangos para marcadores de diferentes tamaños.

Tamaño de los Marcadores (pulgadas)	Rango Útil (pulgadas)
2.75	16
3.50	25

4.25	34
7.37	50

Fuente: http://www.artoolworks.com/support/library/How_ARToolKit_works

Con el fin de aumentar el rango útil, la elección de patrones con una menor complejidad ayudara mucho. Los marcadores con grandes regiones en blanco y negro (es decir los marcadores de baja frecuencia) son los más eficientes, por ejemplo: la sustitución de marcador de 4.25 pulgadas utilizado anteriormente, utilizando un marcador del mismo tamaño pero mucho mas complejo, se redujo el rango de seguimiento de 34 a 15 pulgadas. Una alternativa al utilizar plantillas para marcadores (es decir marcadores con patrones de rastreo definidos por el usuario) son los marcadores 2D-barcode, los cuales están disponibles en ARToolkit Professional; estos marcadores tienen una matriz de cuadrados blancos y negros en el interior del marcador, y este código de barras puede tener mucha menor frecuencia óptica que las plantillas.

- **Orientación del Marcador.-** el rastreo es también afectado por la orientación relativa del marcador con respecto a la cámara. A medida que los marcadores se posicionan de forma más inclinada y horizontal, cada vez menos de los patrones del centro de los marcadores son visibles y por lo que el reconocimiento se hace más deficiente.
- **Condiciones de Iluminación.-** finalmente, el seguimiento de los resultados también se ven afectados por las condiciones de iluminación. Las luces superiores pueden crear reflexiones y puntos de brillo en un marcador de papel y así hacer más difícil para encontrar el cuadrado del marcador. Las sombras pueden ser emitidas a través del papel, rompiendo las áreas blancas en la imagen de la cámara. Para reducir los patrones de deslumbramiento se puede imprimir los marcadores en un material no muy reflectante. Por ejemplo, se puede imprimir los marcadores en papel de terciopelo, ya que este funciona muy bien para facilitar el reconocimiento. Para reducir las

sombras, el uso de iluminación omnidireccional (condiciones de luz en todas las direcciones).

3.4.5 Variantes

A continuación se describe en la siguiente Tabla, las librerías que se han derivado de la librería ARToolkit para diferentes lenguajes de programación existentes, además son las librerías que están específicamente diseñadas para la elaboración de aplicaciones de Realidad Aumentada, no sólo realizan el registro en tiempo real, sino que además, realizan las tareas necesarias para combinar los mundos reales y virtuales:

TABLA III. X - Librerías derivadas de ARToolkit

ARTag	
Descripción:	Alternativa reciente creada de ARToolKit que utiliza un proceso de imagen más complejo y el proceso de símbolo digital para la confiabilidad y la resistencia a la luz. Licenciado solamente para los propósitos no comerciales.
Características:	<ul style="list-style-type: none">✓ Licencia (s).- Open Source (GNU GPL Con fines no comerciales)✓ Lenguaje (s): C#, C/C++✓ Autor (es): Mark Fiala, Institute of Information Technology, NRC Canadá✓ Otros: soporta OpenGL
NyARToolKit	
Descripción:	Es un puerto de ARToolkit para poder ejecutarla en varias plataformas (móviles y no móviles).

Características:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licencia (s).- Open Source (GNU GPL Con fines no comerciales) ✓ Lenguaje (s): C# ✓ Autor (es): Puki Wiki Developers Team, Japón ✓ Otros: soporta OpenGL, soporta Processing
JARToolKit	
Descripción:	Se trata de la librería de Java que busca cubrir las mismas necesidades que las librerías ArtoolKit - Artoolkit-plus, que se encuentran escritas en C++.
Características:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licencia (s).- Open Source (GNU GPL) ✓ Lenguaje (s): Java ✓ Autor (es): Jörg Stöcklein Tim Schmidt ✓ Otros: soporta OpenGL, soporta Processing
FLARToolKit	
Descripción:	Es una librería SDK API para crear aplicaciones de Realidad Aumentada en Flash.
Características:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licencia (s).- Open Source (GNU GPL) ✓ Lenguaje (s): Flash (ActionScript 3.0) ✓ Autor (es): Saqoosha ✓ Otros: Paper Vision 3D, FLARManager
SLARToolKit	
Descripción:	SLARToolkit es una librería para llevar la Realidad Aumentada a aplicaciones de Silverlight. SLARToolkit se basa en NyARToolkit y ARToolkit.
Características:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Licencia (s).- Open Source (GNU GPL) ✓ Lenguaje (s): C#, C/C++ ✓ Autor (es): Rene Schule ✓ Otros: Silverlight, Windows Phone 7

Fuente: propia de los autores

3.4.6 FLARToolKit

FLARToolKit [16] es una librería basada en ARToolKit, pero escrita en el lenguaje de programación ActionScript, aunque actualmente para continuar con el desarrollo de esta librería se está tomando como referencia otra librería llamada NyARToolkit que es una librería escrita en Java.

FLARToolKit es capaz de reconocer un marcador desde una imagen de entrada y calcula su orientación y posición del mundo real en 3D. Para la creación de proyectos más interactivos, la librería FLARToolKit se ayuda de otras clases y motores 3D, como: Papervision3D, Away3D, Sandy, Alternativa3D. Incluyéndose en el Kit de desarrollo inicial de FLARToolKit el motor para gráficos en 3D Papervision3D.

3.4.6.1 Versiones

Las diferentes versiones de FLARToolKit se detallan a continuación:

- ✓ **FLARToolkit versión 1.x.x** – esta versión puede ser descargada de la siguiente dirección:
http://www.libspark.org/browser/as3/FLARToolKit//branches/ver1_x_x/

- ✓ **FLARToolkit versión 2.5.x** – esta versión puede ser descargada de la siguiente dirección:
http://www.libspark.org/browser/as3/FLARToolKit//branches/ver2_5_x/

- ✓ **FLARToolkit versión 4.0.0-fp10** – es la última versión estable, y puede ser descargada desde la siguiente dirección:
<http://www.libspark.org/browser/as3/FLARToolKit//branches/ver4.x-fp10/>

3.4.6.2 Licencia

Licencia GPLv3

FLARToolkit es libre de uso para aplicaciones no comerciales bajo la licencia GPL. Esto significa que el código fuente completo para su aplicación debe ser puesto a disposición de cualquier persona que lo solicite. FLARToolkit se basa en la librería ARToolkit bajo la licencia GPL y por lo tanto el código fuente de las aplicaciones FLARToolkit que se hacen tiene que estar bajo la licencia GPL también.

Licencia Comercial

Si se desea utilizar la librería FLARToolkit para desarrollar una aplicación comercial o no liberar el código fuente de su aplicación, entonces usted debe contactarse con **ARToolWorks** [9] para acordar una licencia comercial. En este caso usted no está obligado a liberar y poner a disposición el código fuente de la aplicación desarrollada.

3.4.7 FLARManager



FIGURA III. 34 - Logo de FLARManager [17]

FLARManager [17] es un Framework ligero que facilita el trabajo para construir aplicaciones con Realidad Aumentada en Flash. Este es compatible con una variedad de librerías de rastreo y Frameworks 3D. Además provee un robusto sistema basado en eventos para administrar la adición, actualización y retiro de marcadores. Este soporta la detección y administración de múltiple marcadores, y múltiple marcadores dados un solo patrón.

Las librerías que soportan rastreo, y que están incluidas son:

- ✓ FLARToolkit
- ✓ flare*tracker
- ✓ flare*NFT

Además, están incluidos también los siguientes Frameworks que soportan 3D:

- ✓ Alternativa3D
- ✓ Away3D
- ✓ Away3D Lite
- ✓ Papervision3D
- ✓ Sandy3D

NOTA.- FLARManager todavía no provee compatibilidad entre las librerías flare* y los Frameworks para 3D: Away3D/Lite, Sandy3D o Alternativa3D.

3.4.7.1 Licenciamiento

FLARManager esta disponible para ser descargado y utilizado bajo dos licencias:

- **Licencia GPLv3.-** el código fuente de las aplicaciones que utilicen FLARManager bajo esta licencia debe estar siempre disponible a petición.
- **Licencia Comercial.-** el código fuente de las aplicaciones que sean desarrolladas con la licencia comercial de FLARManager, puede ser protegido por esta licencia, ofertada por ARToolWorks [9]. Las aplicaciones que sean desarrolladas bajo esta licencia, no debe ser liberado su código fuente, pero si se debe pagar por esta licencia.

3.4.7.2 Características

Al ser FLARManager un Framework ligero, esto no quiere decir que deje de ser potente y compatible, ya que cuenta con las siguientes características:

- ✓ **Soporte para múltiples librerías de rastreo.-** como ya se menciona anteriormente, FLARManager tiene una nueva estructura que permite su compatibilidad con cualquier número de librerías de rastreo, tales como: flare*tracker, flare*NFT y FLARToolkit (v2.5.4).
- ✓ **Flash 3D Nativo.-** esta característica es particularmente utilizada para aplicaciones que solo desean mostrar un plano sobre el patrón detectado, no se necesita más para mapear una textura al plano en un motor 3D.
- ✓ **Soporte para FLARToolkit 2.5.4.-** FLARManager v1.0 ofrece compatibilidad con la última versión de FLARToolkit v2.5.4 y la mayoría de los extras que la misma provee.

3.4.8 SLARToolKit

SLARToolkit [38] es una librería flexible de Realidad Aumentada para Silverlight y Windows Phone, con el objetivo de hacer aplicaciones en tiempo real en Silverlight, lo más fácil y rápido posible. Las aplicaciones pueden interactuar con API de la WebCam de Silverlight o con otra fuente de captura, WriteableBitmap o con la cámara de video de Windows Phone. SLARToolkit se basa en las librerías NyARToolkit y ARToolKit. SLARToolkit utiliza un modelo de doble licencia y podría ser utilizado para desarrollar aplicaciones de código abierto o cerrado bajo ciertas condiciones.

3.4.8.1 Características

La librería SLARToolkit tiene las características detalladas a continuación:

- ✓ Soporte directo para Fuentes de Captura de video de Silverlight
- ✓ Soporte para la clase Photo Camera de Windows Phone
- ✓ Soporte para la API de aceleración de Hardware de Silverlight 5
- ✓ Flexibilidad a través de detector genérico y con la característica de WriteableBitmap.

- ✓ Detección de múltiples marcadores.
- ✓ Detección de marcadores simples en blanco y negro.
- ✓ Marcadores personalizados.
- ✓ Rendimiento en tiempo real.
- ✓ De fácil uso.
- ✓ Documentación oficial en la pagina CodePlex para SLARToolkit
- ✓ Es una librería basada en establecidos algoritmos y técnicas.
- ✓ Utiliza la librería Matrix3DEx

3.5 Prototipos para pruebas

3.5.1 Descripción de los Prototipos para pruebas

Los prototipos de prueba son aplicaciones pequeñas que ayudan en el análisis y obtención de datos, para determinar cual de las tecnologías en las que están desarrollados es la más optima.

Los prototipos que se desarrollaran serán implementados en las dos tecnologías seleccionadas, cada uno con su propósito y manera particular de desarrollo. En cada tecnología se evaluara las mismas características y parámetros especificados.

Para el correcto análisis y evaluación de los parámetros establecidos, se desarrollaran los siguientes prototipos:

- **Prototipo 1:** Manejo de Imágenes y Animaciones
- **Prototipo 2:** Manejo de Sonido y Video
- **Prototipo 3:** Manejo de Modelos en 3D

A continuación se explica de manera detallada cada uno de los prototipos para su posterior desarrollo e implementación:

3.5.1.1 Prototipo 1: Manejo de Imágenes y Animaciones

Este modulo será desarrollado con el fin de evaluar los tipos de imágenes y animaciones que se pueden cargar y posteriormente visualizar en una aplicación con

Realidad Aumentada. Por ejemplo en Adobe Flash CS4 se pueden cargar imágenes en muchos formatos, así como también animaciones del tipo SWF.

A más de evaluar los diferentes formatos de imágenes y animaciones aceptados por este prototipo, el mismo lo podremos utilizar también para analizar el rendimiento de esta aplicación, tanto en consumo de procesador, consumo de memoria, espacio en disco duro y las imágenes por segundo (FPS).

3.5.1.2 Prototipo 2: Manejo de Sonido y Video

En este modulo se podrá evaluar los tipos de archivos de audio y video admitidos para poder ser cargados y posteriormente escuchados y/o visualizados en una aplicación con Realidad Aumentada.

A más de evaluar los diferentes formatos de archivos de audio y video aceptados por este prototipo, nos servirá también para analizar el rendimiento de la aplicación, tanto en consumo de procesador, consumo de memoria, espacio en disco y las imágenes por segundo (FPS).

3.5.1.3 Prototipo 3: Manejo de Modelos en 3D

En este modulo se podrá evaluar los tipos de archivos de modelos en tercera dimensión (3D) admitidos para poder ser cargados y posteriormente manipulados y/o visualizados en una aplicación con Realidad Aumentada.

A más de evaluar los diferentes formatos de archivos de modelos en tercera dimensión (3D) aceptados por este prototipo, nos servirá también para analizar el rendimiento de la aplicación, tanto en consumo de procesador, consumo de memoria, espacio en disco y las imágenes por segundo (FPS).

3.5.2 Desarrollo de los Prototipos para pruebas

Los distintos prototipos fueron desarrollados en los lenguajes de programación admitidos por cada tecnología, así como también en base a características similares establecidas, ventajas y desventajas de las herramientas de desarrollo.

Cada prototipo ha sido desarrollado en base a los parámetros establecidos y que posteriormente podrán ser evaluados. El despliegue de cada prototipo se hizo en un solo formato, siendo HTML el formato de exportación para cada uno.

3.5.2.1 Desarrollo en Adobe Flash CS4

Para desarrollar los prototipos establecidos en la tecnología Adobe Flash CS4, se utilizaron todas las características ofrecidas por el IDE de desarrollo Adobe Flash CS4 Professional, así como también la librería de Realidad Aumentada FLARToolKit y el Framework FLARManager.

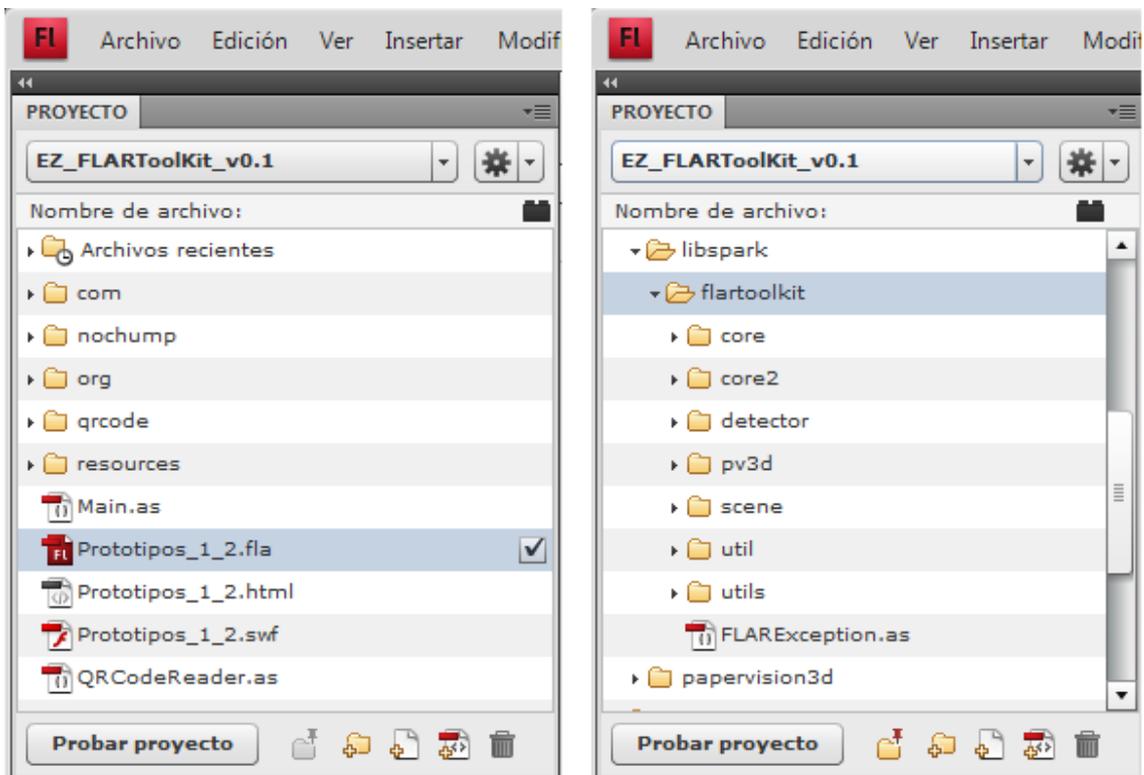


FIGURA III. 35 - estructura de los prototipos desarrollados en Adobe Flash CS4

3.5.2.1.1 Desarrollo del Prototipo 1

Este prototipo desarrollado en Adobe Flash CS4 Professional y con la librería FLARToolKit, permitió la carga de archivos de imágenes en los siguientes formatos: JPG, PNG y GIF. Así como también se pudo realizar la carga de animaciones SWF sin ningún inconveniente.

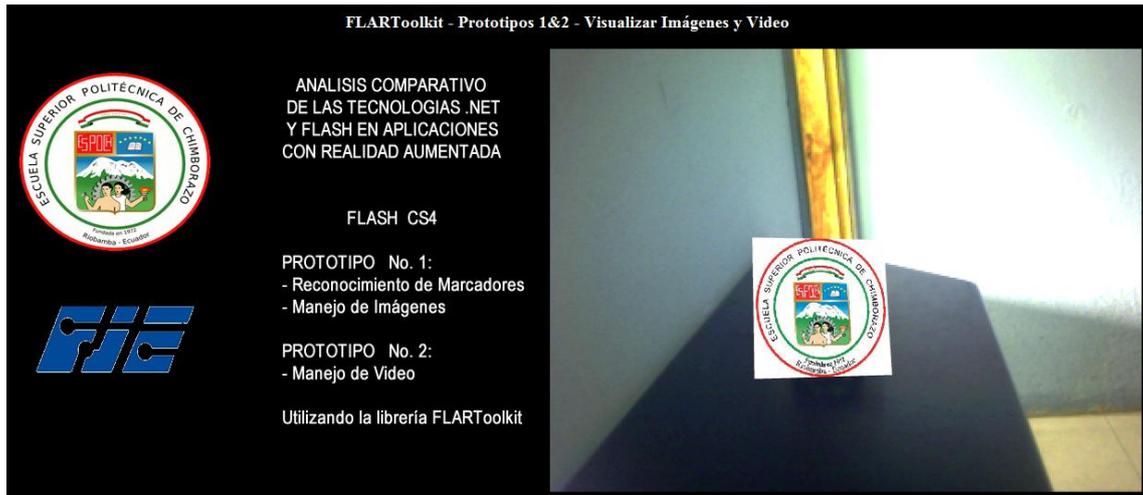


FIGURA III. 36 - Prototipo 1: carga de Imágenes y Animaciones en Adobe Flash CS4

3.5.2.1.2 Desarrollo del Prototipo 2

Este prototipo desarrollado en Adobe Flash CS4 Professional y con la librería FLARToolKit, permitió la carga de archivos de sonido en formato MP3, así como también de archivos de video en formato FLV.

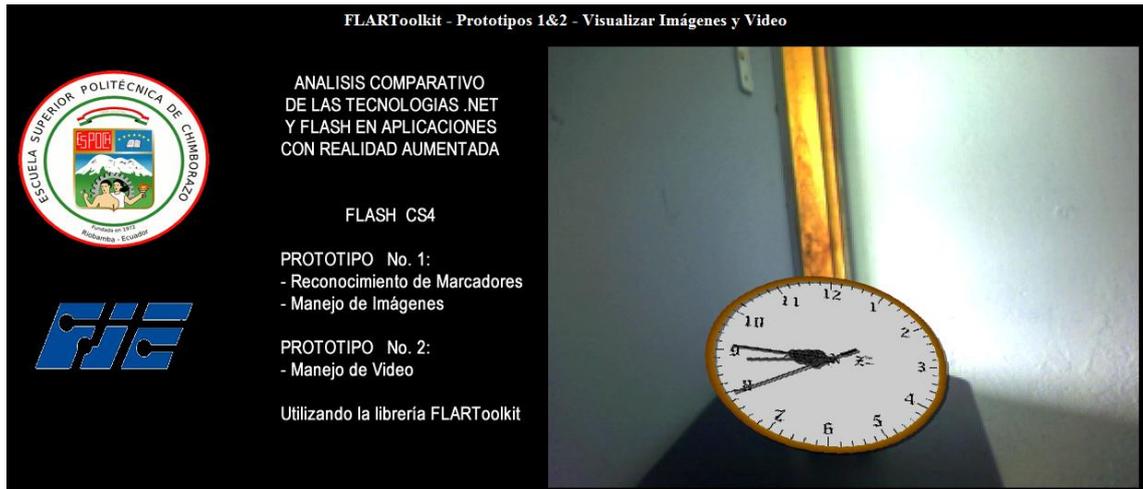


FIGURA III. 37 - Prototipo 2: carga de Sonido y Video en Adobe Flash CS4

3.5.2.1.3 Desarrollo del Prototipo 3

Este prototipo desarrollado en Adobe Flash CS4 Professional y con la librería FLARToolKit, permitió la carga de archivos de Modelos en tercera dimensión (3D) con el formato de OpenCollada, es decir archivos DAE. Adobe Flash CS4 solo permite la carga de Modelos 3D con la extensión DAE, por tal motivo y en la actualidad ya existen complementos en los principales modeladores en tercera dimensión como 3D Studio Max, Blender, Google SketchUp, para permitir exportar los modelos con la extensión DAE.



FIGURA III. 38 - Prototipo 3: carga de Modelos 3D en Adobe Flash CS4

3.5.2.2 Desarrollo en Microsoft Silverlight 4

Para desarrollar los prototipos establecidos en la tecnología Microsoft Silverlight 4, se utilizaron todas las características ofrecidas por el IDE de desarrollo Microsoft Visual Studio 2010 y para diseño Microsoft Expression Blend 4, así como también la librería para Realidad Aumentada SLARToolKit. También se utilizó la herramienta ZAM 3D para transformar los modelos en tercera dimensión en código XAML, para que posteriormente pueda ser manipulado.

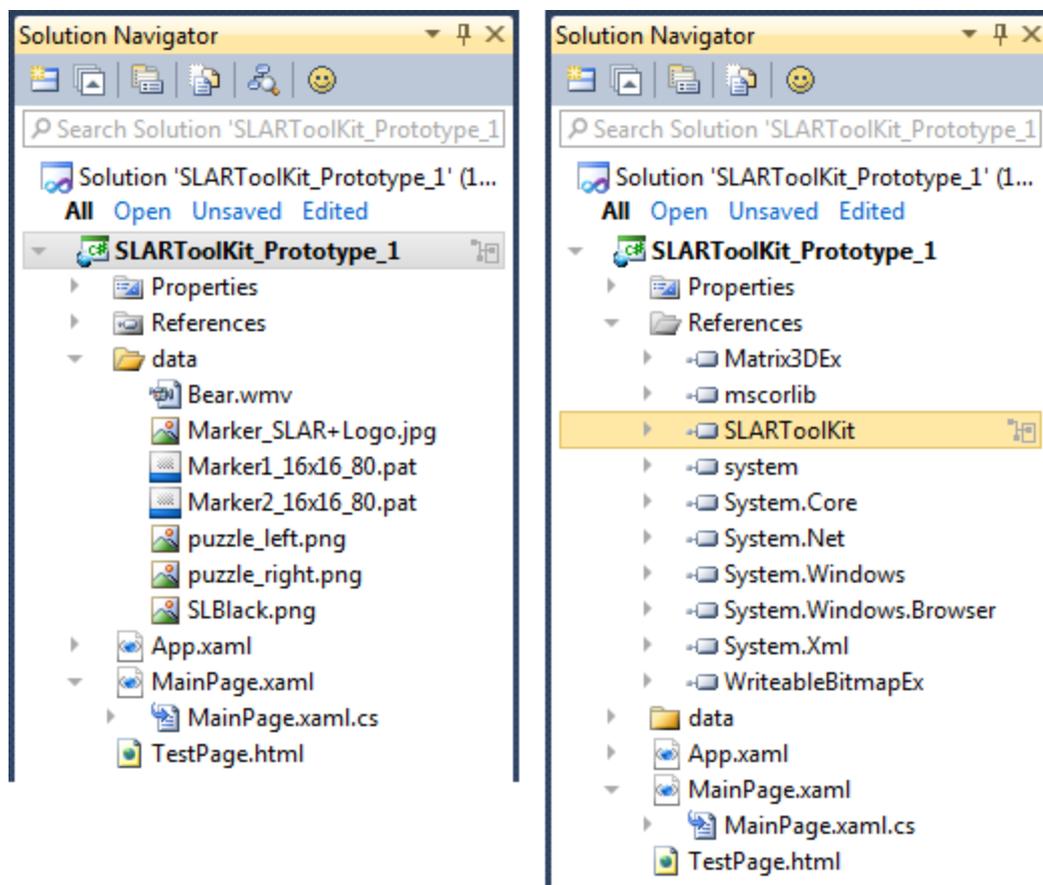


FIGURA III. 39 - estructura de los prototipos desarrollados en Microsoft Silverlight 4

3.5.2.2.1 Desarrollo del Prototipo 1

Este prototipo desarrollado en Microsoft Silverlight 4 y con la librería SLARToolKit, permitió la carga de archivos de imágenes solo en el formato PNG. Este prototipo no permitió la carga de animaciones de ningún tipo.

Se agregaron controles para poder manipular las propiedades de las imágenes, permitiendo establecer la escala, rotación y el umbral de las imágenes visualizadas.



FIGURA III. 40 - Prototipo 1: carga de Imágenes y Animaciones en Microsoft Silverlight 4

3.5.2.2.2 Desarrollo del Prototipo 2

Este prototipo desarrollado en Microsoft Silverlight 4 y con la librería SLARToolKit, permitió la carga de archivos de video solo en el formato WMV.

Se agregaron controles para poder manipular las propiedades del video, permitiendo establecer la escala, rotación y el umbral del video que se visualiza.

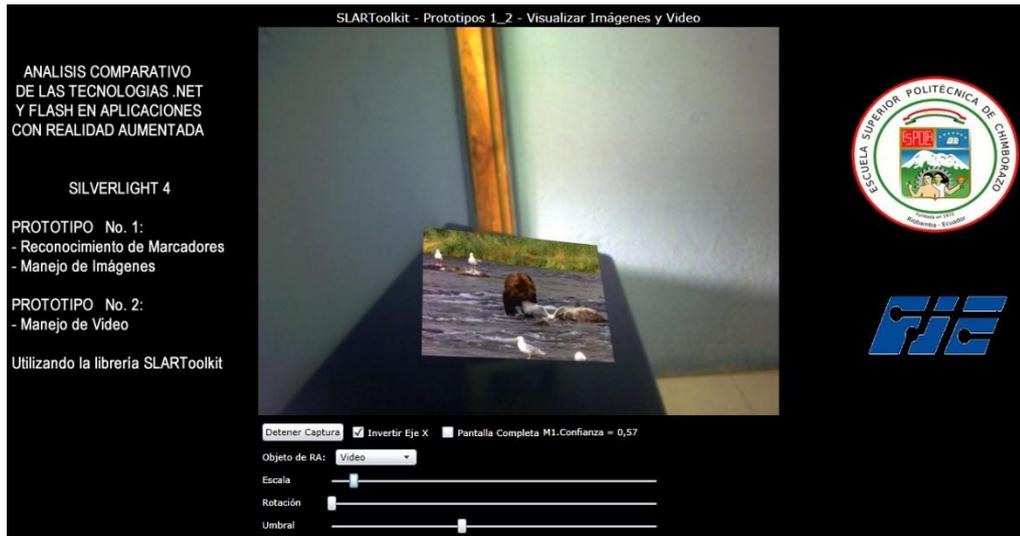


FIGURA III. 41 - Prototipo 2: carga de Sonido y Video en Microsoft Silverlight 4

3.5.2.2.3 Desarrollo del Prototipo 3

Este prototipo desarrollado en Microsoft Silverlight 4 y con la librería SLARToolKit, permitió la carga de archivos de modelos en tercera dimensión (3D) solo en los formatos previamente transformados en código XAML.

Se tiene la opción de elegir entre varios modelos 3D pre-configurados, dando la posibilidad de visualizar modelos en 3D con diferentes texturas, para posteriormente evaluar el rendimiento del mismo.

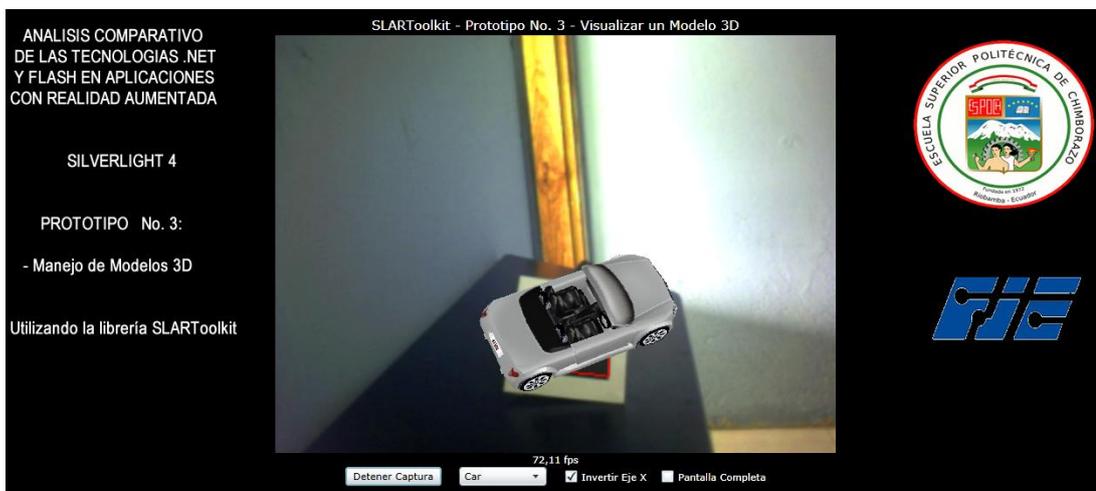


FIGURA III. 42 - Prototipo 3: carga de Modelos 3D en Microsoft Silverlight 4

3.6 Análisis Comparativo

3.6.1 Fase 1: Tecnologías a Evaluar

En base al avance de la tecnología Realidad Aumentada en cuanto al desarrollo de variadas y diferentes aplicaciones de este tipo, se considera analizar las siguientes dos tecnologías:

- ❖ Silverlight 4 de Microsoft .NET con la librería SLARToolKit, el IDE Microsoft Visual Studio 2010 y Expression Studio 4.

- ❖ Adobe Flash Professional CS4 con la librería FLARToolKit, Adobe Illustrator CS4 y Adobe Fireworks CS4 de Adobe Creative Suite.

3.6.2 Fase 2: Variables a Evaluar

A continuación se describen los indicadores y parámetros planteados para el análisis comparativo, así como la especificación de cada uno de los mismos para comprender de mejor manera el análisis:

TABLA III. XI – Indicadores y Parámetros

1. Interoperabilidad ✓ Flexibilidad ✓ Usabilidad	2. Compatibilidad ✓ Sistemas Operativos ✓ Navegadores Web
3. Escalabilidad ✓ Productividad ✓ Rendimiento	4. Acceso a Datos ✓ Manipulación de datos ✓ Tecnologías de acceso a datos

5. Programación

- ✓ Lenguajes de Programación
- ✓ Manejo de Eventos
- ✓ Compilación
- ✓ Librerías para Realidad Aumentada
- ✓ Manejo de Imágenes y Animaciones
- ✓ Manejo de Sonido y Video
- ✓ Manejo de Modelos 3D

Fuente: propia de los autores.

A continuación se indica la descripción de cada indicador y sus parámetros, necesario para comprender el análisis:

Indicador 1. Interoperabilidad: capacidad que tiene un sistema o programa para poder ejecutarse y poder operar independientemente, cumpliendo todas las funciones y así tener acceso completo a la información disponible. Característica dada tanto por la plataforma como por el software que trabaja u opera en esta. Es el esfuerzo requerido para acoplar un sistema con otro u otros.

La pregunta asociada es: ¿Se puede interactuar con otro u otros sistemas?

- **Flexibilidad:** característica de uso en la que el control le permite a un sistema reaccionar rápidamente al cambio. Flexibilidad de implementación al poder contar con diferentes módulos, susceptibles a cambios o variaciones según las circunstancias o necesidades independientemente de la plataforma en que operan, y que además permiten tomar decisiones al momento de realizar una aplicación. Es el esfuerzo requerido para modificar un programa que ya está en funcionamiento.

La pregunta asociada es: ¿Con que facilidad y dinamismo se puede realizar modificaciones?

- **Usabilidad:** se puede definir como la medida en la cual un producto software puede ser usado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos. La usabilidad hace referencia a la rapidez y facilidad con que las personas llevan a cabo sus tareas propias a través del uso del producto. Es un intento de cuantificar “lo amigable que puede ser un sistema con el usuario”.

La pregunta asociada es: ¿Qué tan fácil de utilizar es el Software?

Indicador 2. Compatibilidad: característica que tiene un programa o sistema informático que indica que el mismo pueda estar disponible para otros sistemas o usuarios, pueda ser una pieza completa de software y ser transportada y ejecutada en ambientes diferentes y con mínimas modificaciones, además de ser compatible con herramientas de su entorno de ejecución como: sistemas operativos, navegadores web, etc.

La pregunta asociada es: ¿Se puede utilizar el Software en otra máquina, que tiene características diferentes?

- **Sistemas Operativos:** capacidad para poder desarrollar aplicaciones interactivas independientemente del sistema operativo, además de poder ejecutar un software producto del desarrollo.
- **Navegadores Web:** se refiere a la compatibilidad que tiene un producto software de reproducir contenido multimedia, indistintamente del navegador web en donde la aplicación sea ejecutada.

Indicador 3. Escalabilidad: es la propiedad deseable de un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para, o bien manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos. En general, también se podría definir como la capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o configuración para adaptarse a las circunstancias cambiantes.

La pregunta asociada es: ¿El software inicialmente desarrollado es susceptible a modificaciones futuras?

- **Productividad:** se refiere a las facilidades que presta la herramienta de desarrollo para obtener un producto terminado que cumpla con las expectativas requeridas, en un tiempo establecido y aprovechando los recursos disponibles.
- **Rendimiento:** se refiere a la medida o cuantificación de la velocidad resultado con que se realiza una tarea o proceso. Máximo desempeño en cuanto a tiempos de respuesta en la ejecución de procesos de una tecnología, aplicación o plataforma.

Indicador 4. Acceso a Datos: el acceso a datos es una parte fundamental dentro de las aplicaciones informáticas, porque permite acceder y manipular información almacenada en bases de datos o en archivos XML, a través de la utilización de consultas.

La pregunta asociada es: ¿La herramienta de desarrollo presta facilidades para poder interactuar con alguna tecnología de Acceso a Datos?

- **Manipulación de Datos:** se refiere a las opciones de manipulación de datos obtenidos de tablas de una base de datos o archivos XML, además de los diferentes métodos de ordenamiento y consultas de información que se van a utilizar para la realización de aplicaciones dinámicas.
- **Tecnología de acceso a datos:** se refiere a las diferentes opciones existentes de establecer la conexión con fuentes de datos y posteriormente su adecuada manipulación.

Indicador 5. Programación: se refiere al proceso por el cual se escribe (en un lenguaje de programación), se prueba, se depura y se mantiene el código fuente

de un programa informático. Dentro de la informática, los programas son los elementos que forman el software, que es el conjunto de instrucciones que ejecuta el hardware de una computadora para realizar una tarea determinada. Por lo tanto, la programación es una de las principales áreas dentro de la informática.

La pregunta asociada es: ¿Qué facilidades presta la herramienta de desarrollo en cuanto al proceso de programación?

- **Lenguajes de Programación:** la calidad de las aplicaciones desarrolladas depende principalmente de los lenguajes de programación utilizados, ya que hasta los procesos más complejos pueden ser tratados mediante técnicas de programación.
- **Manejo de Eventos:** un evento es un mensaje que envía un objeto cuando ocurre una acción. La interacción con el usuario, como un clic del mouse, pudo producir la acción o también alguna otra lógica del programa, como una variable de entero mayor o menor que un umbral determinado. El objeto que provoca el evento se conoce como remitente del evento. El objeto que captura el evento y responde a él se denomina receptor del evento.
- **Compilación:** se refiere al proceso por el cual se traducen programas en código fuente a programas en código objeto, tomando en cuenta los recursos y el tiempo utilizados para este fin.
- **Librerías para Realidad Aumentada:** se refiere a las características que tienen las librerías, así como también las facilidades de programación que ofrecen las librerías para Realidad Aumentada, es decir el acceso a métodos y/o funciones para tareas específicas.
- **Manejo de Imágenes y Animaciones:** una animación es una ilusión que se crea mediante el cambio rápido entre una serie de imágenes, cada una de las cuales es ligeramente diferente de la anterior. El cerebro percibe el grupo de imágenes como una sola escena cambiante. Se hace referencia además al comportamiento de una aplicación con Realidad Aumentada al momento de cargar imágenes y animaciones.

- **Manejo de Sonido y Video:** se utilizan estos recursos multimedia para crear aplicaciones interactivas y envolventes. Un elemento a menudo olvidado de las aplicaciones envolventes es el sonido. Se pueden añadir efectos de sonido a un videojuego, comentarios de audio a una interfaz de usuario o incluso crear un programa que analice archivos MP3. La presentación tradicional de vídeo (en una pantalla rectangular con una barra de progreso y algunos botones de control debajo) sólo constituye una de las posibles utilidades de vídeo en una aplicación. Se refiere al comportamiento de una aplicación con Realidad Aumentada al momento de cargar y reproducir archivos de sonido y video.

- **Manejo de Modelos 3D:** se refiere a la utilización de objetos en tercera dimensión (3D) como recursos multimedia para desarrollar aplicaciones interactivas, además del desempeño que tiene la aplicación al utilizar este tipo de recursos. Se refiere también al comportamiento de una aplicación con Realidad Aumentada al momento de cargar modelos en tercera dimensión (3D).

3.6.3 Fase 3: Cuantificación de Resultados

Para la realización de la evaluación se ha decidido utilizar una escala cuantitativa para cada una de las tecnologías. Es así que cada uno de los indicadores a ser evaluados tendrá un porcentaje cuantitativo de representación. Como se muestra a continuación:

TABLA III. XII - Equivalencias para la cuantificación de resultados

Indicadores	Parámetros	Peso	(%)	Justificación
Interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Flexibilidad ✓ Usabilidad 	2	10	Es importante contar con herramientas que permitan realizar las configuraciones necesarias de acuerdo a las necesidades de los desarrolladores, además de mantener un espacio de trabajo intuitivo.
Compatibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistemas Operativos ✓ Navegadores Web 	2	10	Depende de las herramientas de desarrollo, para que los productos software puedan ser multiplataforma y ejecutarse en las condiciones requeridas.
Escalabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Productividad ✓ Rendimiento 	2	20	La calidad del software y el cumplimiento de los objetivos planteados, dependen de las facilidades que prestan las herramientas de desarrollo.

<p>Acceso a Datos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manipulación de datos ✓ Tecnologías de acceso a datos 	<p>2</p>	<p>10</p>	<p>La utilización de tecnologías de acceso a datos es muy importante, pero para el caso planteado, el manejo de datos es de carácter informativo y no transaccional.</p>
<p>Programación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lenguajes de Programación ✓ Manejo de Eventos ✓ Compilación ✓ Librerías para Realidad Aumentada ✓ Manejo de Imágenes y Animaciones ✓ Manejo de Sonido y Video ✓ Manejo de Modelos 3D 	<p>7</p>	<p>50</p>	<p>Las facilidades de programación que las herramientas de desarrollo ofrecen, demuestran las potencialidades para la creación, modificación y utilización de los elementos multimediales mediante el uso de código y asistentes. La carga de los diferentes recursos multimediales es evaluada en los prototipos desarrollados.</p>

Fuente: propia de los autores.

Los resultados finales se presentaran numérica y gráficamente.

La calificación **Regular** será para aquella Tecnología que no cumpla con los indicadores establecidos dentro de la variable que se esta evaluando, **Buena** recibirá la Tecnología que en parte cumpla con los indicadores establecidos dentro de la variable citada en la comparación, **Muy Buena** será para la Tecnología que maneja bien la variable especificada pero que no se comportaría cien por ciento

efectiva, mientras que la calificación **Excelente** será para la Tecnología que cumpla con la variable definida y se acople al cien por ciento.

El rango de calificación establecido se detalla en la siguiente tabla:

TABLA III. XIII - Rango de Calificaciones

Numeración	Equivalencia
< 40%	Regular
>= 40% y < 60%	Buena
>= 60% y < 80%	Muy Buena
>= 80%	Excelente

Fuente: propia de los autores.

3.6.4 Fase 4: Evaluación de los Indicadores

3.6.4.1 Indicador 1: Interoperabilidad

El Indicador Interoperabilidad posee 2 parámetros: Flexibilidad y Usabilidad; los cuales serán evaluados mediante la determinación de 5 índices por cada uno, al obtener los resultados finales de cada Índice evaluado, se podrá determinar el puntaje del Indicador Interoperabilidad.

3.6.4.1.1 Flexibilidad

Parámetros de Valoración:

1. **Múltiples Lenguajes de Programación.-** se refiere al número de Lenguajes de Programación con los cuales se puede desarrollar aplicaciones en cada

una de las tecnologías analizadas, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XIV – parámetros de valoración para el índice Múltiples Lenguajes de Programación

Lenguajes de Programación	Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0	0,00	Malo (M)
1	0,05	Regular (R)
2	0,10	Bueno (B)
3	0,15	Muy Bueno (MB)
> 3	0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

- 2. Tecnologías de Acceso a Datos.-** se refiere al número de Tecnologías de Acceso a Datos con los que la tecnología analizada cuenta para desarrollar aplicaciones, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XV – parámetros de valoración para el índice Tecnologías de Acceso a Datos

Tecnologías de Acceso a Datos	Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0	0,00	Malo (M)
1	0,05	Regular (R)
2	0,10	Bueno (B)
3	0,15	Muy Bueno (MB)
> 3	0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

- 3. Manejo de Componentes.-** se refiere a si la tecnología con las diferentes herramientas de desarrollo, **permiten** o **no permiten** el manejo de componentes, para su posterior reutilización; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

- 4. Desarrollo para Dispositivos Móviles.-** se refiere a si la tecnología con las diferentes herramientas de desarrollo, **permiten** o **no permiten** el desarrollo de aplicaciones para Dispositivos Móviles; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 5. Gestión de Ingeniería de Software.-** se refiere a si la tecnología con las diferentes herramientas de desarrollo, **permiten** o **no permiten** la Gestión de Ingeniería de Software de la aplicación que se esta desarrollando; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

TABLA III. XVI - Evaluación de los Índices del Parámetro Flexibilidad

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
1.- Múltiples lenguajes de programación	E	0.20 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
2.- Tecnologías de Acceso a Datos	E	0.20 / 0.20	B	0.10 / 0.20
3.- Manejo de componentes	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Desarrollo para dispositivos móviles	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Gestión de Ingeniería de Software	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20
TOTAL		1.00 / 1.00		0.65 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

- ✓ **Múltiples Lenguajes de Programación.-** en Silverlight 4 se puede trabajar con dos lenguajes de programación principales: Visual C# y VisualBasic. Además se puede interactuar externamente con ensamblados desarrollados en otros lenguajes como C++, F#, etc. Mientras que en Adobe Flash CS4 se puede desarrollar aplicaciones utilizando ActionScript. Pudiendo también interactuar de forma externa con PHP, JavaScript, entre otros.
- ✓ **Tecnologías de Acceso a Datos.-** en Silverlight 4 esta disponible la utilización de algunas tecnologías de acceso a datos como: Archivos XML, Almacenamiento Aislado, ADO.NET, LinQ to XML, LinQ to SQL, Entity Framework, entre otras. Mientras que en Adobe Flash CS4 se puede recuperar datos desde fuentes externas como un archivo de texto o archivos XML. Para interactuar con bases de datos es necesario de scripts web escritos en otros lenguajes de programación como por ejemplo PHP.
- ✓ **Manejo de componentes.-** los componentes que ofrece Silverlight pueden ser utilizados por los desarrolladores de la mejor forma posible. Mientras que en Adobe Flash CS4 no se presentan restricciones en cuanto a la utilización de los componentes.
- ✓ **Desarrollo para dispositivos móviles.-** algunas de las aplicaciones desarrolladas en Silverlight 4 pueden ser ejecutadas en Windows Phone 7. Mientras que se puede decir que Adobe Flash CS4 tiene una propia línea llamada Flash Lite, a través de la cual se pueden desarrollar aplicaciones para cualquier dispositivo móvil que acepte esta tecnología.
- ✓ **Gestión de ingeniería de software.-** al momento de desarrollar aplicaciones con Silverlight 4 en el IDE Visual Studio 2010, se cuenta con herramientas para el control y la gestión de ingeniería de software, es así que se puede tener acceso a los diagramas de clases, casos de uso, o de

una manera mas completa al tener configurado Team Foundation Server se puede tener acceso a la mayoría de recursos de ingeniería de software habilitados según el rol del usuario. En Adobe Flash CS4 no se cuenta con herramientas para la Gestión de Ingeniería de Software para el desarrollo de aplicaciones.

3.6.4.1.2 Usabilidad

Parámetros de Valoración:

1. **Distribución del Espacio de Trabajo.-** se refiere a la distribución de paneles, componentes, ventanas, etc., que tiene a disposición el desarrollador en el espacio de trabajo, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XVII – parámetros de valoración para el índice Usabilidad

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0,00	Malo (M)
0,05	Regular (R)
0,10	Bueno (B)
0,15	Muy Bueno (MB)
0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

2. **Asistentes para la importación de Recursos Multimedia.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de las herramientas de desarrollo propias de la misma, **permiten** o **no permiten** la importación de recursos multimedia por medio de asistentes; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Acceso a las propiedades de los objetos.-** se refiere a la facilidad de acceso a las propiedades de los objetos que los desarrolladores tienen al

momento de desarrollar sus aplicaciones, para poder avaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XVIII – parámetros de valoración para el índice Acceso a las Propiedades de los Objetos

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0,00	Malo (M)
0,05	Regular (R)
0,10	Bueno (B)
0,15	Muy Bueno (MB)
0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

4. **Uso de teclas rápidas.**- se refiere a si la tecnología analizada a través de las herramientas de desarrollo propias de la misma, **permiten** o **no permiten** el uso de teclas rápidas para facilitar y agilizar el proceso de desarrollo de las aplicaciones; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

5. **Revisión automática de sintaxis.**- se refiere a si la tecnología analizada a través de las herramientas de desarrollo propias de la misma, **poseen** o **no poseen** la característica de revisión automática de sintaxis al momento de desarrollo de las aplicaciones; al contar con esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

TABLA III. XIX - Evaluación de los Índices del Parámetro Usabilidad

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
1.- Distribución del espacio de trabajo	E	0.20 / 0.20	E	0.20 / 0.20
2.- Asistentes para importar recursos multimedia	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20

3.- Acceso a las propiedades de los objetos	E	0.20 / 0.20	E	0.20 / 0.20
4.- Uso de teclas rápidas	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Revisión automática de sintaxis	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20
TOTAL		1.00 / 1.00		0.80 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Las características de Usabilidad al momento de desarrollar aplicaciones para **Silverlight 4** se detallan a continuación:

- ✓ Se puede modificar el área de trabajo al gusto del desarrollador, además los paneles de propiedades son tratados como pestañas deslizables.
- ✓ Microsoft Expression Blend 4 permite trabajar con controles de forma visual en el área de diseño, así como configurar su apariencia, comportamiento e interacción en los paneles de propiedades.
- ✓ Crear estilos y plantillas personalizadas para los objetos gráficos.
- ✓ Controlar los errores en forma inmediata, en su diseño a través de una ventana de resultados
- ✓ Alcanzar un Zoom de hasta un 6400% en el área de diseño
- ✓ Crear, controlar y modificar controles visuales desde código XAML

Mientras que las características de Usabilidad al momento de desarrollar aplicaciones para **Adobe Flash CS4** se detallan a continuación:

- ✓ Se puede modificar el área de trabajo de acuerdo a las necesidades del desarrollador o diseñador, es así que podemos elegir entre un formato estándar, desarrolladores, diseñadores, etc.
- ✓ Modificar los componentes y elementos mediante el uso de paneles.

- ✓ Trabajar con una biblioteca de recursos para ser utilizados en cualquier momento y en todo tipo de proyectos.
- ✓ Acceder a un grupo de componentes de video prediseñados, para el control y visualización de video.
- ✓ Manejar los eventos y la lógica de programación mediante código ActionScript 3 (.as) desde archivos externos o en el mismo proyecto.

3.6.4.1.3 Resultados del Indicador Interoperabilidad

Parámetros de Valoración:

Se evaluara el indicador mediante valores cualitativos como: No Satisfactorio, Poco Satisfactorio, Satisfactorio y Muy Satisfactorio, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. XX – valoración para el Indicador Interoperabilidad

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Valor Representativo
Muy Satisfactorio	0.76 – 1.00	★ ★ ★ ★
Satisfactorio	0.51 – 0.75	★ ★ ★
Poco Satisfactorio	0.26 – 0.50	★ ★
No Satisfactorio	0.00 – 0.25	★

Fuente: propia de los autores

Calculo de valores totales y porcentajes:

PT = Peso Total del Parámetro

PR = Peso Real del Parámetro

%R = Porcentaje Real del Parámetro

%T = Porcentaje Total del Parámetro

Flexibilidad en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1.00 * 5}{1} = 5.00\%$$

Flexibilidad en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.65 * 5}{1} = 3.25\%$$

Usabilidad en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1.00 * 5}{1} = 5.00\%$$

Usabilidad en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.80 * 5}{1} = 4.00\%$$

Calificación:

TABLA III. XXI - Evaluación del Indicador Interoperabilidad

PARÁMETROS	Microsoft Silverlight 4			Adobe Flash CS4		
		Peso = 1	% = 5		Peso = 1	% = 5
Flexibilidad	★★★★	1.00 / 1.00	5.00	★★★	0.65 / 1.00	3.25
Usabilidad	★★★★	1.00 / 1.00	5.00	★★★★	0.80 / 1.00	4.00

SUMATORIA	2.00 / 2.00	10.00	1.45 / 2.00	7.25
------------------	--------------------	--------------	--------------------	-------------

Fuente: propia de los autores.

Representación Grafica:

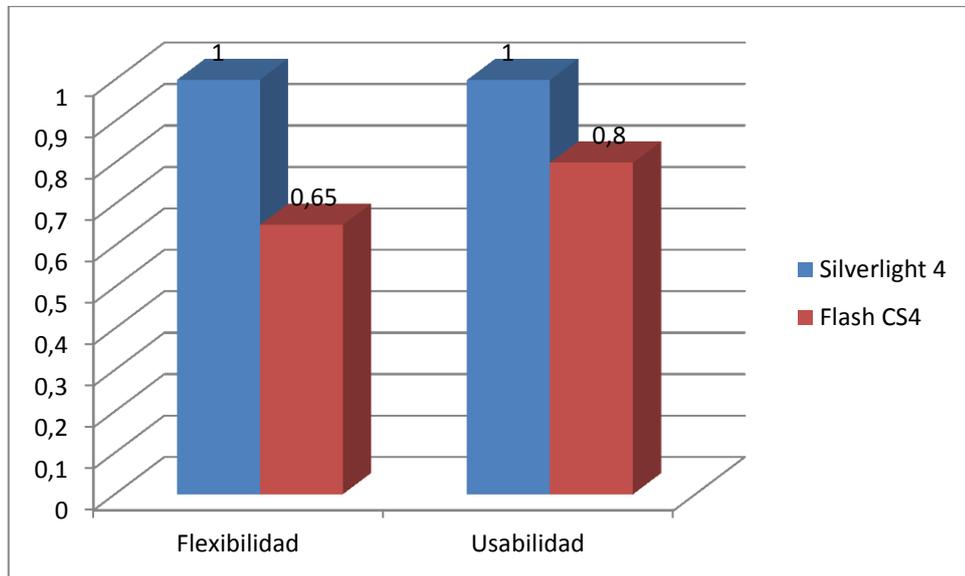


FIGURA III. 43 - Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Interoperabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

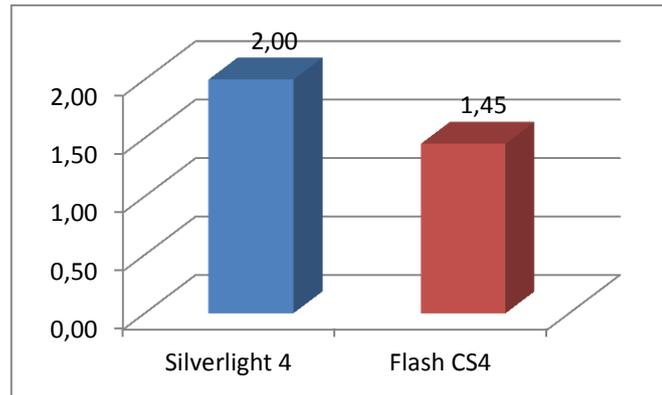


FIGURA III. 44 - Grafico estadístico del promedio del Indicador Interoperabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

3.6.4.2 Indicador 2: Compatibilidad

El Indicador Compatibilidad posee 2 parámetros que son: Sistemas Operativos y Navegadores Web; los cuales serán evaluados mediante la determinación de 5 Índices por cada uno, al obtener los resultados finales de cada Índice evaluado, se podrá determinar el puntaje del Indicador Compatibilidad.

3.6.4.2.1 Sistemas Operativos

Parámetros de Valoración:

Para valorar la compatibilidad de las dos tecnologías analizadas en los diferentes Sistemas Operativos, se tomara en cuenta los siguientes parámetros:

TABLA III. XXII – parámetros de valoración para el Índice Sistemas Operativos

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0,00	Malo (M)
0,05	Regular (R)
0,10	Bueno (B)
0,15	Muy Bueno (MB)
0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

- 1. Mac OS.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en los Sistemas Operativos Macintosh.
- 2. Linux.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en las diferentes Distribuciones Linux.
- 3. Android.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en los Sistemas Operativos para Móviles Android.
- 4. Windows.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en los Sistemas Operativos Windows.
- 5. Windows Phone.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en los Sistemas Operativos para Móviles basados en Windows.

Calificación:

TABLA III. XXIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Sistemas Operativos

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Mac OS	E	0.20 / 0.20	MB
2.- Linux	B	0.10 / 0.20	E	0.20 / 0.20
3.- Android	M	0.00 / 0.20	E	0.20 / 0.20

4.- Windows	E	0.20 / 0.20	E	0.20 / 0.20
5.- Windows Phone	E	0.20 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
TOTAL		0.70 / 1.00		0.90 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en Silverlight 4 en los Sistemas Operativos Existentes.- una aplicación desarrollada en Silverlight 4 puede ser ejecutada en plataformas como: Windows 2000/XP/Vista/7, Windows Server 2003/2008, Mac OS 10.1/10.5 (PowerPC), Mac OS 10.1/10.5 (Intel) y en algunas distribuciones Linux gracias Moonlight, además en plataformas para dispositivos móviles Windows Mobile y Windows Phone 7.

Compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en Adobe Flash CS4 en los Sistemas Operativos Existentes.- las aplicaciones desarrolladas en Adobe Flash CS4 y a través de Flash Player 10 que es un gestor de ejecución cliente, las aplicaciones pueden ser ejecutadas en varias plataformas como: Windows 2000/XP/Vista/7, Windows Server 2003/2008, Mac OS 10.1/10.5 (PowerPC), Mac OS 10.1/10.5 (Intel) y Linux (openSuse 11, Ubuntu), Solaris 10; y además de las plataformas para móviles Android, entre otras.

3.6.4.2.2 Navegadores Web

Parámetros de Valoración:

Para valorar la compatibilidad de las dos tecnologías analizadas en los diferentes Sistemas Operativos, se tomara en cuenta los siguientes parámetros:

TABLA III. XXIV – parámetros de valoración para el Índice Sistemas Operativos

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0,00	Malo (M)
0,05	Regular (R)
0,10	Bueno (B)
0,15	Muy Bueno (MB)
0,20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores

- 1. Internet Explorer.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en el navegador web Internet Explorer.
- 2. Mozilla Firefox.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en el navegador web Mozilla Firefox.
- 3. Google Chrome.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en el navegador web Google Chrome.
- 4. Opera.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en el navegador web Opera.
- 5. Safari.-** se refiere al nivel de compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en las tecnologías analizadas, en el navegador web Safari.

Calificación:

TABLA III. XXV - Evaluación de los Índices del Parámetro Navegadores Web

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Internet Explorer	MB	0.15 / 0.20	MB
2.- Mozilla Firefox	MB	0.15 / 0.20	E	0.20 / 0.20
3.- Google Chrome	MB	0.15 / 0.20	E	0.20 / 0.20
4.- Opera	B	0.10 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
5.- Safari	B	0.10 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
TOTAL		0.65 / 1.00		0.85 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en Microsoft Silverlight 4 en los Navegadores Web Existentes.- se detalla en la siguiente tabla:

TABLA III. XXVI - Navegadores Web compatibles con Silverlight 4

Sistema Operativo	IE 6 SP2	IE 7 y 8	Firefox 1.5	Firefox 2.0, 3.0 y 3.5	Safari	Opera	Chrome
Windows	-	1.0, 1.1, 2.0, 3.0,	1.0, 1.1, 2.0	1.0, 1.1, 2.0,	1.0, 2.0; vía	2.0	2.0, 3.0,

Vista/7		4.0		3.5, 4.0	NPAPI		4.0
Windows Server 2003	1.0, 2.0, 3.0, 4.0	1.0, 1.1, 2.0, 3.5	1.0, 1.1, 2.0	1.0, 1.1, 2.0, 3.5 (Sólo version 3.5)	1.0, 2.0; vía NPAPI	2.0	2.0, 3.0, 4.0
Windows XP	1.0, 2.0, 3.0, 4.0	1.0, 1.1, 2.0, 3.0, 4.0	1.0, 1.1, 2.0	1.0, 1.1, 2.0, 3.5, 4.0	1.0, 2.0; vía NPAPI	2.0	2.0, 3.0, 4.0
Windows Phone 7	-	Más adelante	-	-	-	-	-
Windows 2000	2.0, 3.0, 4.0	-	-	2.0 (No oficial)	2.0 (vía NPAPI)	-	-
Mac OS 10.4.8+ PPC	-	-	1.0	1.0	1.0	Más adelante	?
Mac OS 10.4.8+ Intel	-	-	1.0, 1.1, 2.0	1.0, 1.1, 2.0	1.0, 1.1, 2.0, 4.0	2.0	3.0, 4.0; No oficial
Linux	-	-	Moonlight y 2.0	Moonlight y 2.0	Moonlight y 2.0	2.0	?

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Silverlight#Compatibilidad

Compatibilidad de las aplicaciones desarrolladas en Adobe Flash CS4 en los Navegadores Web Existentes.- al ser Adobe Flash una tecnología que está mucho tiempo en el mercado, las aplicaciones desarrolladas en la misma pueden ser ejecutadas casi en todos los navegadores web existentes.

3.6.4.2.3 Resultados del Indicador Compatibilidad

Parámetros de Valoración:

Se evaluara el indicador mediante valores cualitativos como: No Satisfactorio, Poco Satisfactorio, Satisfactorio y Muy Satisfactorio, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. XXVII – valoración para el Indicador Compatibilidad

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Valor Representativo
Muy Satisfactorio	0.76 – 1.00	★ ★ ★ ★
Satisfactorio	0.51 – 0.75	★ ★ ★
Poco Satisfactorio	0.26 – 0.50	★ ★
No Satisfactorio	0.00 – 0.25	★

Fuente: propia de los autores

Calculo de valores totales y porcentajes:

PT = Peso Total del Parámetro

PR = Peso Real del Parámetro

%R = Porcentaje Real del Parámetro

%T = Porcentaje Total del Parámetro

Sistemas Operativos compatibles en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.70 * 5}{1} = 3.50\%$$

Sistemas Operativos compatibles en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.90 * 5}{1} = 4.50\%$$

Navegadores Web compatibles en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.65 * 5}{1} = 3.25\%$$

Navegadores Web compatibles en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.85 * 5}{1} = 4.25\%$$

Calificación:

TABLA III. XXVIII - Resultados para el Indicador Compatibilidad

PARAMETROS	Microsoft Silverlight 4			Adobe Flash CS4		
	Peso = 1		% = 5	Peso = 1		% = 5
Sistemas Operativos	★★★	0.70 / 1.00	3.50	★★★★	0.90 / 1.00	4.50
Navegadores Web	★★★	0.65 / 1.00	3.25	★★★★	0.85 / 1.00	4.25
SUMATORIA		1.35 / 2.00	6.75		1.75 / 2.00	8.75

Fuente: propia de los autores.

Representación Grafica:

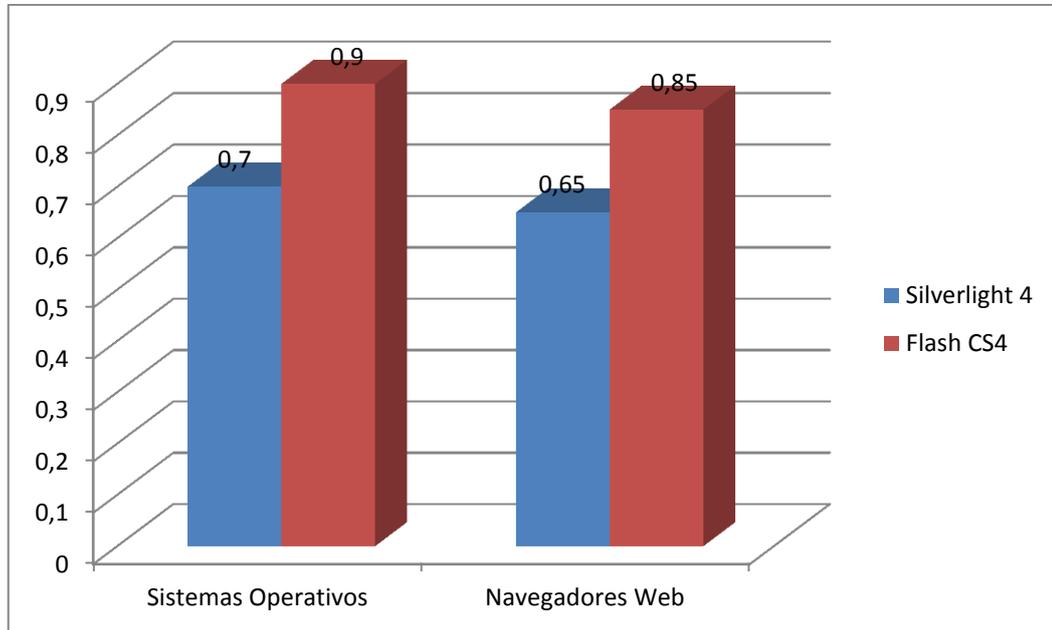


FIGURA III. 45 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Compatibilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

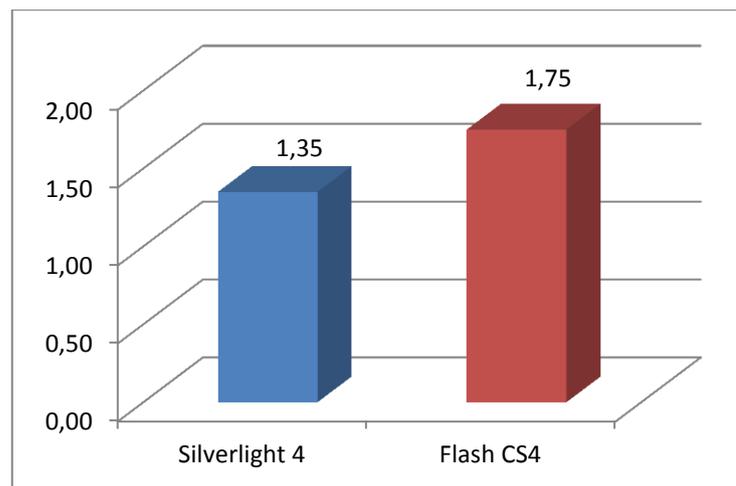


FIGURA III. 46 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Compatibilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

3.6.4.3 Indicador 3: Escalabilidad

El Indicador Escalabilidad posee 2 parámetros: Productividad y Rendimiento; los cuales serán evaluados mediante la determinación de 5 Índices por cada uno, al obtener los resultados finales de cada Índice evaluado, se podrá determinar el puntaje del Indicador Escalabilidad.

3.6.4.3.1 Productividad

Parámetros de Valoración:

1. **Código generado automáticamente.-** se refiere a si la tecnología permite **generar o no generar** código automáticamente; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
2. **Acceso rápido a propiedades y eventos.-** para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XXIX – valoración para Acceso rápido a propiedades y eventos

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Descripción
Excelente (E)	0.20	Se tiene acceso rápido a todas las propiedades y eventos de manera óptima e intuitiva.
Muy Buena (MB)	0.15	Se tiene acceso a todas las propiedades y eventos de manera intuitiva.
Buena (B)	0.10	Se tiene acceso a todas las propiedades y eventos de manera parcial.
Regular (R)	0.05	Se tiene acceso a todas las propiedades y eventos, pero de una forma nada intuitiva.

Mala (M)	0.00	No se tiene acceso rápido a todas las propiedades y eventos.
-------------------	------	--

Fuente: propia de los autores

3. **Verificador de sintaxis automático.-** se refiere a si la tecnología **presenta** o **no presenta** la característica de verificación de sintaxis automático; al presentar esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
4. **Ayuda instantánea.-** se refiere a si la tecnología **cuenta** o **no cuenta** con la característica de ayuda instantánea al momento de desarrollo; al contar con esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
5. **Funciones para animación por código.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** hacer o modificar animaciones desde código; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

Calificaciones:

TABLA III. XXX - Evaluación de los Índices del Parámetro Productividad

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
1.- Código generado automáticamente	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
2.- Acceso rápido a propiedades y eventos	MB	0.15 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
3.- Verificador de sintaxis automático	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20
4.- Ayuda instantánea	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20

5.- Funciones para animación por código	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		0.95 / 1.00		0.55 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

- 1. Código generado automáticamente.-** cuando se desarrolla cualquier tipo de aplicación en Silverlight 4, utilizando el IDE Microsoft Visual Studio 2010, en la interfaz de diseño se tiene la opción de arrastrar y soltar objetos, mientras que internamente el lenguaje de marcado XAML se genera automáticamente. La misma característica se tiene al crear aplicaciones con Adobe Flash CS4, pero la diferencia es que el código generado automáticamente no puede ser modificado.
- 2. Acceso rápido a propiedades y eventos.-** en las dos tecnologías analizadas se dispone de un espacio de trabajo compartido. Teniendo la opción de acceder de forma rápida e intuitiva a las propiedades y eventos de los objetos creados, mediante paneles o pestañas desplegadas.
- 3. Verificador de sintaxis automático.-** el IDE Microsoft Visual Studio 2010 posee un verificador de sintaxis automático, el cual subraya las palabras desconocidas. Adobe Flash CS4 posee también un analizador de sintaxis, pero se lo puede activar solo al presionar un botón.
- 4. Ayuda instantánea.-** los desarrolladores pueden contar con ayuda instantánea al utilizar Microsoft Visual Studio 2010, ya que al momento de escribir código se despliega automáticamente la descripción de la palabra, la biblioteca de clases a la que pertenece y si es un método o función se puede verificar los parámetros que requiere. Esta característica también posee

Adobe Flash CS4, pero no se maneja de manera óptima ya solo se cuenta con esta característica al momento de especificar las referencias a las bibliotecas utilizadas.

- 5. Funciones para animación por código.-** las dos tecnologías analizadas cumplen adecuadamente con esta característica. Es así que en Silverlight 4 se puede realizar animaciones y/o modificarlas desde código XAML, mientras que en Adobe Flash CS4 se puede realizar esto desde código ActionScript.

3.6.4.3.2 Rendimiento

De acuerdo a la ponderación para el parámetro Rendimiento, el mismo se debe evaluar sobre 1.00, pero como la evaluación se hace en base a 5 Índices, se procede a calcular el puntaje para cada Índice, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. XXXI – valoración del parámetro Rendimiento

EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Muy Satisfactorio (MS)	0.20
Satisfactorio (S)	0.15
Poco Satisfactorio (PS)	0.10
No Satisfactorio (NS)	0.05

Fuente: propia de los autores

Para el análisis de rendimiento se desarrollaron aplicaciones pequeñas o prototipos de Realidad Aumentada en cada una de las dos tecnologías y de acuerdo a los recursos multimediales propuestos. El ambiente de pruebas tuvo las siguientes características:

Características de Hardware:

- **Computador Portátil:** HP Pavilion dv4
- **Procesador:** Intel Core 2 Duo CPU P8400 @ 2.26 GHz.
- **Memoria RAM:** 4,00 GB
- **Capacidad del Disco Duro:** 320 GB
- **Cámara Web:** HP Webcam

Características de Software:

- **Sistema Operativo:** Microsoft Windows 7 Professional SP1
- **Tipo de Sistema:** Sistema Operativo de 64 bits.
- **Navegador Web:** Internet Explorer 9
- **Adobe Flash Player 10**
- **Microsoft Silverlight 4**

Parámetros de Valoración:

1. **Consumo de Memoria RAM.-** para medir el porcentaje de consumo de memoria RAM de los diferentes Prototipos desarrollados, se estableció como línea base el consumo de memoria RAM del Sistema Operativo, el cual fue del 49%. Esta información se la adquirió de la herramienta Administrador de Tareas de Windows.

TABLA III. XXXII - rangos para medir el consumo de memoria RAM

RANGOS (%)			Valor Cualitativo
Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	
40 - 55	40 - 60	40 - 65	Muy Satisfactorio (MS)
55 - 65	60 - 70	65 - 80	Satisfactorio (S)
65 - 80	70 - 85	80 - 90	Poco Satisfactorio (PS)
80 - 100	85 - 100	90 - 100	No Satisfactorio (NS)

Fuente: propia de los autores.

2. **Uso de CPU.**- para medir el porcentaje de consumo de procesador (CPU) de los diferentes Prototipos desarrollados, se estableció como línea base el consumo de procesador del Sistema Operativo, el cual fue del 10%. Esta información se la adquirió de la herramienta Administrador de Tareas de Windows.

TABLA III. XXXIII - rangos para medir el consumo procesador (CPU)

RANGOS (%)			Valor Cualitativo
Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	
08 - 20	08 - 30	08 - 40	Muy Satisfactorio
20 - 40	30 - 50	40 - 60	Satisfactorio
40 - 70	50 - 80	60 - 90	Poco Satisfactorio
70 - 100	80 - 100	90 - 100	No Satisfactorio

Fuente: propia de los autores.

3. **Tamaño en Disco Duro.**- se analiza el espacio en Disco Duro que ocupa cada prototipo, esta información se la tomara de la ficha propiedades de la carpeta donde se aloja el proyecto, además será medido en Megabytes (MB).

TABLA III. XXXIV - rangos para valorar el espacio en Disco Duro

RANGOS (Megabytes - MB)			Valor Cualitativo
Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	
1 - 8	1 - 10	1 - 20	Muy Satisfactorio
8 - 20	10 - 30	20 - 40	Satisfactorio
20 - 50	30 - 60	40 - 80	Poco Satisfactorio
> 50	> 60	> 80	No Satisfactorio

Fuente: propia de los autores.

4. **FPS (Frames Per Second).**- es muy importante analizar las Imágenes Por Segundo (FPS) que una aplicación con Realidad Aumentada despliega, ya que de esto depende la calidad de video y gráficos mostrados en pantalla.

TABLA III. XXXV - rangos para valorar el FPS (Frames Per Second)

RANGOS (FPS)			Valor Cualitativo
Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	
27 - 33	25 - 35	22 - 38	Muy Satisfactorio
23 - 27 o 33 - 37	20 - 25 o 35 - 40	15 - 22 o 38 - 45	Satisfactorio
23 - 15 o 37 - 45	10 - 20 o 40 - 50	5 - 15 o 45 - 55	Poco Satisfactorio
< 15 o > 45	< 10 o > 50	< 5 o > 55	No Satisfactorio

Fuente: propia de los autores.

5. **Aceleración por Hardware.**- se refiere a si la tecnología **admite** o **no admite** la característica de Aceleración por Hardware; al contar con esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

Valoraciones:

TABLA III. XXXVI - resultados de las pruebas de rendimiento sobre los Prototipos

	Microsoft Silverlight 4			Adobe Flash CS4		
	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3
CPU (%)	35	45	83	33	48	43
Memoria (%)	52	52	53	51	51	52

Tamaño en Disco (MB)	8.7	8.7	15	3.92	3.92	8.01
Imágenes por Segundo (FPS)	40.7	48.3	72.11	29.6	29.1	28.4

Fuente: propia de los autores.

Para calcular los puntajes de cada Índice se utilizaran las siguientes formulas, donde:

X = Representa a la Tecnología Microsoft Silverlight 4

Y = Representa a la Tecnología Adobe Flash CS4

C1(X) = Puntaje acumulativo del consumo de memoria RAM en Silverlight 4

C2(X) = Puntaje acumulativo del consumo de procesador en Silverlight 4

C3(X) = Puntaje acumulativo del tamaño en Disco Duro en Silverlight 4

C4(X) = Puntaje acumulativo de las Imágenes por Segundo (FPS) en Silverlight 4

C1(Y) = Puntaje acumulativo del consumo de memoria RAM en Adobe Flash CS4

C2(Y) = Puntaje acumulativo del consumo de procesador en Adobe Flash CS4

C3(Y) = Puntaje acumulativo del tamaño en Disco Duro en Adobe Flash CS4

C4(Y) = Puntaje acumulativo de las Imágenes por Segundo (FPS) en Flash CS4

Vi = Resultado obtenido en cada prototipo.

Consumo de Memoria RAM:

$$C1(X) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (52 + 52 + 53) = (157 / 3) = 52.33$$

$$C1(Y) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (51 + 51 + 52) = (154 / 3) = 51.33$$

Consumo de Procesador (CPU):

$$C1(X) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (35 + 45 + 83) = (163 / 3) = 54.33$$

$$C1(Y) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (33 + 48 + 43) = (154 / 3) = 41.33$$

Tamaño en Disco Duro:

$$C1(X) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (8.7 + 8.7 + 15) = (32.4 / 3) = 10.8$$

$$C1(Y) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (3.92 + 3.92 + 8.01) = (15.85 / 3) = 5.28$$

Imágenes por Segundo (FPS):

$$C1(X) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (40.7 + 48.3 + 72.11) = (161.11 / 3) = 53.7$$

$$C1(Y) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (29.6 + 29.1 + 28.4) = (87.1 / 3) = 29.03$$

Calificaciones:

TABLA III. XXXVII - Evaluación de los Índices del Parámetro Rendimiento

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Consumo de Memoria RAM	MS	0.20 / 0.20	MS
2.- Uso de CPU	PS	0.10 / 0.20	S	0.15 / 0.20
3.- Tamaño en Disco Duro	S	0.15 / 0.20	MS	0.20 / 0.20
4.- FPS (Frames per Second)	NS	0.05 / 0.20	MS	0.20 / 0.20
5.- Aceleración por HW	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		0.70 / 1.00		0.95 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

1. **Consumo de Memoria RAM.-** la demanda de memoria RAM de los prototipos desarrollados en Silverlight 4 es mayor a la que los prototipos desarrollados en Flash CS4 exigen, no es mucha la diferencia, pero de todas formas dichos valores se ven reflejados en el puntaje establecido para este parámetro.

2. **Uso de CPU.-** la demanda de procesador (CPU) de los prototipos desarrollados en Silverlight 4 es mucho mayor a la demanda que los prototipos desarrollados en Flash CS4 exigen, la diferencia es considerable y por tal motivo dichos valores se ven reflejados en el puntaje establecido para este parámetro.
3. **Tamaño en Disco Duro.-** el tamaño en Disco Duro que ocupan los prototipos desarrollados en Silverlight 4 es el doble del tamaño que ocupan los prototipos desarrollados en Flash CS4.
4. **FPS (Frames Per Second).-** las imágenes por segundo que se puede verificar al ejecutar cada prototipo, reflejan que en Silverlight 4 el FPS es muy superior al FPS identificado en los prototipos desarrollados en Flash CS4.
5. **Aceleración por Hardware.-** las dos tecnologías analizadas permiten utilizar esta característica que es muy importante para el desempeño de las aplicaciones, especialmente aquellas que requieren de muchos recursos para su procesamiento.

3.6.4.3.3 Resultados para el Indicador Escalabilidad

Parámetros de Valoración:

Se evaluara el indicador mediante valores cualitativos como: No Satisfactorio, Poco Satisfactorio, Satisfactorio y Muy Satisfactorio, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. XXXVIII – valoración para el Indicador Escalabilidad

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Valor Representativo
Muy Satisfactorio	0.76 – 1.00	★ ★ ★ ★
Satisfactorio	0.51 – 0.75	★ ★ ★

Poco Satisfactorio	0.26 – 0.50	★ ★
No Satisfactorio	0.00 – 0.25	★

Fuente: propia de los autores

Calculo de valores totales y porcentajes:

PT = Peso Total del Parámetro

PR = Peso Real del Parámetro

%R = Porcentaje Real del Parámetro

%T = Porcentaje Total del Parámetro

Productividad en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.95 * 10}{1} = 9.50\%$$

Productividad en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.55 * 10}{1} = 5.50\%$$

Rendimiento en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.70 * 10}{1} = 7.00\%$$

Rendimiento en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.95 * 10}{1} = 9.50\%$$

Calificación:

TABLA III. XXXIX - Resultados para el Indicador Escalabilidad

PARAMETROS	Microsoft Silverlight 4		Adobe Flash CS4			
	Peso = 1	% = 10	Peso = 1	% = 10		
Productividad	★★★★	0.95 / 1.00	9.50	★★★★	0.55 / 1.00	5.50
Rendimiento	★★★★	0.70 / 1.00	7.00	★★★★★	0.95 / 1.00	9.50
SUMATORIA	1.65 / 2.00		16.50	1.50 / 2.00		15.00

Fuente: propia de los autores.

Representación Grafica:

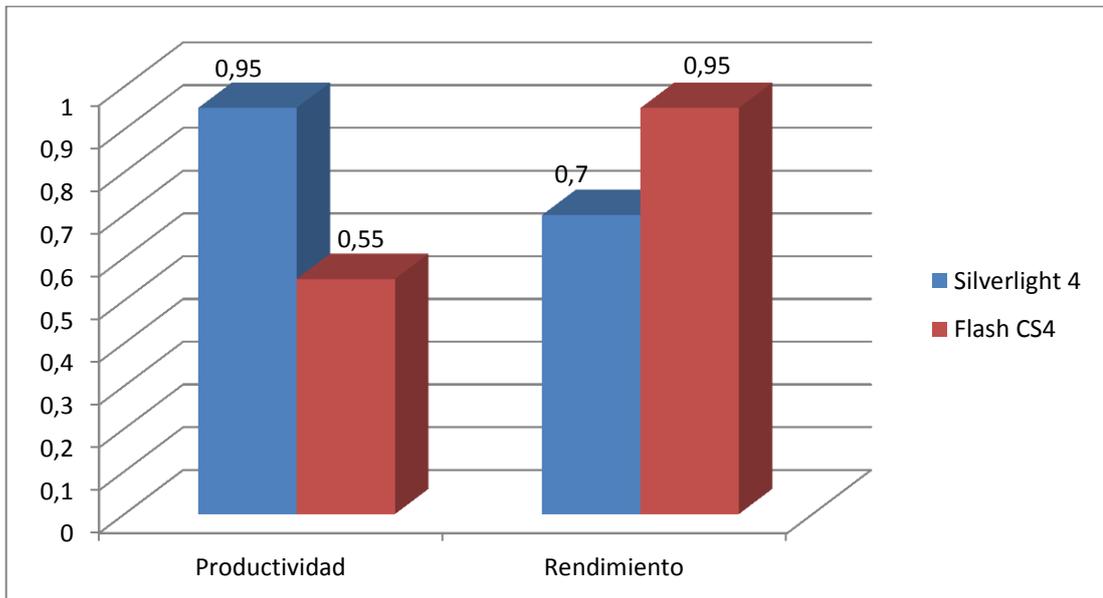


FIGURA III. 47 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al Indicador Escalabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

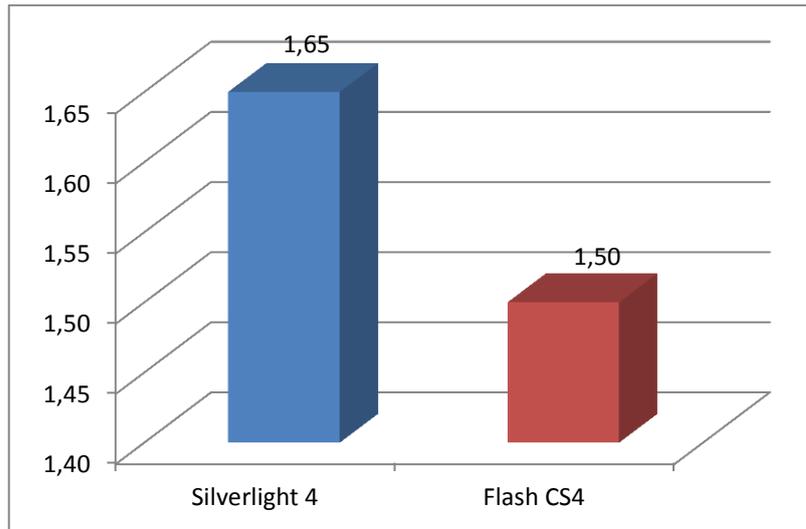


FIGURA III. 48 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Escalabilidad, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

3.6.4.4 Indicador 4: Acceso a Datos

El Indicador Acceso a Datos posee 2 parámetros: Manipulación de Datos y Tecnologías de Acceso a Datos; los cuales serán evaluados mediante la determinación de 4 Índices por cada uno, al obtener los resultados finales de cada Índice evaluado, se podrá determinar el valor del Indicador Acceso a Datos.

3.6.4.4.1 Manipulación de Datos

Parámetros de Valoración:

- 1. Colecciones.-** se refiere a si la tecnología analizada **admite** o **no admite** el uso de colecciones para el manejo o manipulación de datos; al admitirlo se valora con **0,25** y caso contrario con **0,00**.
- 2. Estructuras de Datos.-** se refiere a si la tecnología analizada permite **utilizar** o **no utilizar** estructuras de datos como: pilas, colas, listas, grafos,

etc.; para el manejo o manipulación de datos; al permitirlo se valora con **0,25** y caso contrario con **0,00**.

3. Interacción con ORMs.- se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la interacción con Objetos Relacionales Mapeados, es decir acceder a entidades que representan a las tablas de una Base de Datos; al permitirlo se valora con **0,25** y caso contrario con **0,00**.

4. Objetos de Interfaz Grafica.- para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XL – valoración para el Índice Objetos de Interfaz Grafica

EQUIVALENCIA	PUNTAJE
Excelente (E)	0.25
Muy Buena (MB)	0.20
Buena (B)	0.15
Regular (R)	0.10
Mala (M)	0.05

Fuente: propia de los autores

Calificaciones:

TABLA III. XLI - Evaluación de los Índices del Parámetro Manipulación de Datos

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 4 = 0.25)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 4 = 0.25)	
	1.- Colecciones	SI	0.25 / 0.25	SI
2.- Estructuras de Datos	SI	0.25 / 0.25	SI	0.25 / 0.25
3.- Interacción con ORMs	SI	0.25 / 0.25	NO	0.00 / 0.25

4.- Objetos de interfaz grafica	E	0.25 / 0.25	MB	0.20 / 0.25
TOTAL		1.00 / 1.00		0.70 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

- 1. Colecciones y estructuras de datos:** en Microsoft Silverlight 4 los datos estrechamente relacionados se pueden tratar de mejor manera si se agrupan en una colección. En lugar de escribir código independiente para tratar cada objeto individualmente, puede usar el mismo código para procesar todos los elementos de una colección. Para administrar una colección puede utilizar la clase Array, List(T) y Dictionary(TKey, TValue) y las clases que ofrece la biblioteca *System.Collections* para agregar, quitar y modificar elementos aislados o intervalos de elementos de la colección.

En Adobe Flash CS4 se puede recuperar y enviar datos mediante la comunicación con scripts de servidor escritos en otros lenguajes de programación o se puede cargar datos de archivos de texto o XML externos. El paquete *flash.net* contiene clases para enviar y recibir datos a través de Internet; por ejemplo, para cargar contenido de URL remotos, comunicarse con otras instancias de Flash Player y conectarse a sitios Web remotos. En ActionScript 3.0, se pueden cargar archivos externos con las clases URLLoader y URLRequest.

- 2. Interacción con ORMs.-** el acceso a datos y la manipulación de los mismos en aplicaciones Silverlight se las puede realizar también mediante ORMs (Mapeo Objeto-Relacional), generando una capa de acceso a datos automáticamente y en la misma aplicación. Algunos de los ORMs que se pueden utilizar son: NHibernate y Entity Framework.

- 3. Objetos de interfaz grafica:** en Silverlight 4 y gracias al IDE Microsoft Visual Studio 2010 y Microsoft Expression Blend 4, se disponen de componentes de interfaz grafica como: tablas, listas, arboles, etc., en los cuales se puede especificar una fuente de datos y estos se encargaran de su posterior visualización.

3.6.4.4.2 Tecnologías de Acceso a Datos

Parámetros de Valoración:

- 1. Bases de Datos.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** tener acceso y manipular cualquier tipo de Bases de Datos; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 2. Archivos XML.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** tener acceso y manipular datos provenientes de archivos XML; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 3. Servicios Web.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** tener acceso y consumir datos provenientes de Servicios Web; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 4. Almacenamiento Aislado.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** realizar un almacenamiento aislado, para optimizar el rendimiento de una aplicación que se esta ejecutando; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 5. Datos de Diferentes Orígenes.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** tener acceso y manipular datos, provenientes de diferentes orígenes; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

Calificaciones:

TABLA III. XLII - Evaluación de los Índices del Parámetro Tecnologías de Acceso a Datos

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Bases de Datos	SI	0.20 / 0.20	NO
2.- Archivos XML	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Servicios Web	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20
4.- Almacenamiento Aislado	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Datos de diferentes orígenes	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		1.00 / 1.00		0.60 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

- ✓ **Bases de Datos.-** en Silverlight 4 se admite las características de LinQ to SQL (Language-Integrated Query), que facilitan el proceso de integrar datos procedentes de orígenes dispares y trabajar con ellos. En Adobe Flash CS4 no es posible realizar una conexión directa con Bases de Datos sino que se requiere de un lenguaje de programación intermediario como PHP para conectarse por ejemplo con MySQL.
- ✓ **Almacenamiento aislado:** el almacenamiento aislado permite que las aplicaciones creen y mantengan un sistema de archivos virtual seguro en el lado cliente para las aplicaciones de confianza parcial. En Silverlight, todas

las operaciones de E/S están restringidas al almacenamiento aislado y no utilizan el sistema de archivos del sistema operativo.

- ✓ **Archivos XML:** se puede analizar los datos XML en Silverlight mediante LINQ to XML o XmlReader. En Adobe Flash CS4, el lenguaje ActionScript 3.0 incluye varias clases que se utilizan para trabajar con información estructurada en formato XML. Las dos clases principales son:
 - **XML:** Representa un solo elemento XML, que puede ser un documento XML con varios elementos secundarios o un elemento con un solo valor en un documento.
 - **XMLList:** representa un conjunto de elementos XML. El objeto XMLList se utiliza cuando hay varios elementos XML del mismo nivel (están en el mismo nivel y pertenecen al mismo elemento principal en la jerarquía del documento XML).

- ✓ **Datos de Diferentes Orígenes:** las aplicaciones para Silverlight pueden leer y modificar datos implementados por los servicios de datos de ADO.NET. En Adobe Flash CS4 se trata estas fuentes como contenido estático, como archivos de texto, o de contenido dinámico, como un script Web que recupera datos de una base de datos. ActionScript 3.0 utiliza las clases URLLoader y URLVariables para cargar datos externos. La clase URLLoader descarga datos desde un URL como texto, datos binarios o variables con codificación URL.

3.6.4.4.3 Resultados para el Indicador Acceso a Datos

Parámetros de Valoración:

Se evaluara el indicador mediante valores cualitativos como: No Satisfactorio, Poco Satisfactorio, Satisfactorio y Muy Satisfactorio, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. XLIII – valoración para el Indicador Acceso a Datos

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Valor Representativo
Muy Satisfactorio	0.76 – 1.00	★ ★ ★ ★
Satisfactorio	0.51 – 0.75	★ ★ ★
Poco Satisfactorio	0.26 – 0.50	★ ★
No Satisfactorio	0.00 – 0.25	★

Fuente: propia de los autores

Calculo de valores totales y porcentajes:

PT = Peso Total del Parámetro

PR = Peso Real del Parámetro

%R = Porcentaje Real del Parámetro

%T = Porcentaje Total del Parámetro

Manipulación de Datos en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1 * 5}{1} = 5.00\%$$

Manipulación de Datos en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.70 * 5}{1} = 3.50\%$$

Tecnologías de Acceso a Datos en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1 * 5}{1} = 5.00\%$$

Tecnologías de Acceso a Datos en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.60 * 5}{1} = 3.00\%$$

Calificación:

TABLA III. XLIV - Evaluación del Indicador Acceso a Datos

PARAMETROS	Microsoft Silverlight 4		Adobe Flash CS4	
	Peso = 1	% = 5	Peso = 1	% = 5
Manipulación de Datos	★★★★★ 1.00 / 1.00	5.00	★★★★ 0.70 / 1.00	3.50
Tecnologías de Acceso a Datos	★★★★★ 1.00 / 1.00	5.00	★★★★ 0.60 / 1.00	3.00
SUMATORIA	2.00 / 2.00	10.00	1.30 / 2.00	6.50

Fuente: propia de los autores.

Representación Grafica:

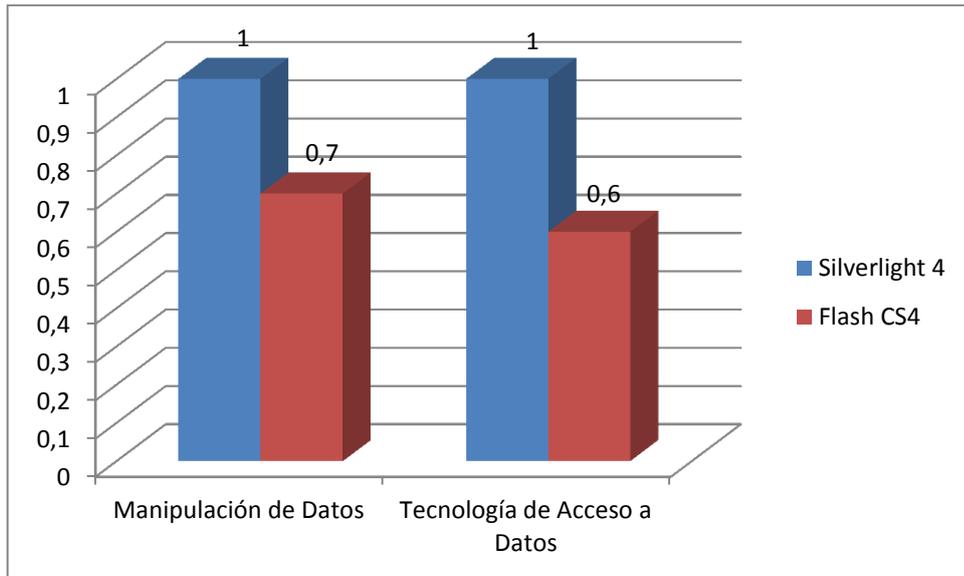


FIGURA III. 49 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al Indicador Acceso a Datos, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

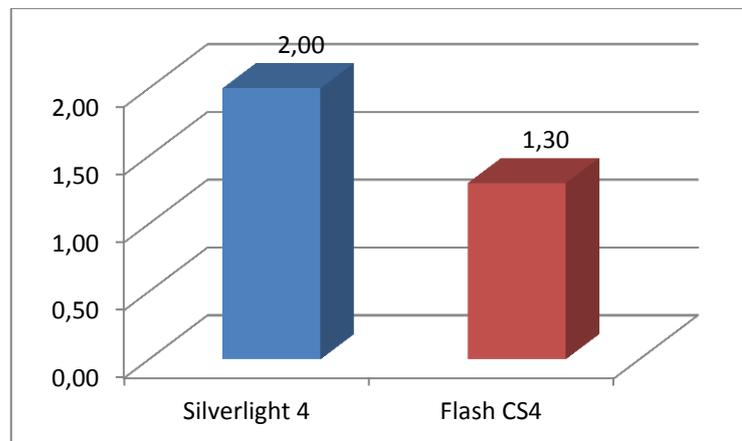


FIGURA III. 50 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Acceso a Datos, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

3.6.4.5 Indicador 5: Programación

El Indicador Programación posee 7 parámetros: Lenguajes de Programación, Manejo de Eventos, Compilación, Librerías para Realidad Aumentada, Manejo de Imágenes y Animaciones, Manejo de Sonido y Video, Manejo de Modelos en 3D; los cuales

serán evaluados mediante la determinación de 5 Índices por cada uno, al obtener los resultados finales de cada Índice evaluado, se podrá determinar el puntaje del Indicador Programación.

3.6.4.5.1 Lenguajes de Programación

Parámetros de Valoración:

1. **Lenguajes de Programación Soportados.**- se refiere a los lenguajes de programación disponibles en los que se puede desarrollar aplicaciones con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. XLV - valoraciones para el Índice Lenguajes de Programación

Lenguajes de Programación	Valor cuantitativo	Valor Cualitativo
0	0.00	Malo (M)
1	0.05	Regular (R)
2	0.10	Bueno (B)
3	0.15	Muy bueno (MB)
>=4	0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

2. **Interacción con otros lenguajes.**- se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la interacción con otros lenguajes de programación, al momento de desarrollar aplicaciones con Realidad Aumentada; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Orientación a Objetos.**- se refiere a la característica de si el Lenguaje de Programación **es** o **no es** un lenguaje Orientado a Objetos; en caso de serlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

4. **Utilización del Lenguaje.-** se refiere a la utilización del lenguaje para el desarrollo de otro tipo de aplicaciones, para poder evaluar este Índice se plantea las siguientes valoraciones:

TABLA III. XLVI - valoraciones para el Índice Utilización del Lenguaje

Aplicaciones	Valor cuantitativo	Valor Cualitativo
0	0.00	Malo (M)
1	0.05	Regular (R)
2	0.10	Bueno (B)
3	0.15	Muy bueno (MB)
≥ 4	0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

5. **Facilidad de Programación.-** se refiere a la característica de utilización del lenguaje de programación para el desarrollo de aplicaciones, es decir la facilidad de uso del lenguaje, para poder evaluar este Índice se plantea las siguientes valoraciones:

TABLA III. XLVII - valoraciones para el Índice Facilidad de Programación

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo	Descripción
0.00	Malo (M)	Difícil y Nada Intuitivo
0.05	Regular (R)	Poco Difícil y no muy Intuitivo
0.10	Bueno (B)	Difícil y pero Intuitivo
0.15	Muy bueno (MB)	Fácil e Intuitivo
0.20	Excelente (E)	Demasiado Fácil e Intuitivo

Fuente: propia de los autores.

Calificaciones:

TABLA III. XLVIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Lenguajes de Programación

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Lenguajes de programación soportados	B	0.10 / 0.20	R
2.- Interacción con otros lenguajes	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Orientación a objetos	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Utilización del lenguaje	E	0.20 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
5.- Facilidad de programación	E	0.20 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
TOTAL		0.90 / 1.00		0.75 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Lenguajes de Programación.- para desarrollar aplicaciones en Silverlight 4, los desarrolladores pueden elegir entre dos lenguajes principales que son: Visual C# y VisualBasic (los dos de .NET). Por el lado del cliente se puede utilizar JavaScript. C# y VB.NET son lenguajes de alto nivel orientados a objetos, utilizados para escribir código administrado que puede ser compilado y ejecutado, aprovechando todas las características y capacidades de Microsoft .NET Framework.

Mientras que en Adobe Flash CS4 el lenguaje de programación utilizado para desarrollar aplicaciones para Adobe Flash CS4 es ActionScript 3.0; el cual es un lenguaje Orientado a Objetos con una amplia gama de controles para el diseño de interfaces de usuario. Además desde ActionScript se puede interactuar con tecnologías de servidor que utilizan lenguajes de programación como PHP, ASP, Ruby on Rails, etc., para acceder a datos y hacer aplicaciones más dinámicas.

ActionScript viene con una enorme biblioteca de clases que facilitan el desarrollo de aplicaciones embebidas en un navegador web o aplicaciones de escritorio.

Utilización del Lenguaje.- los lenguajes utilizados para desarrollar aplicaciones en Silverlight 4, es decir Visual C# y VisualBasic.NET también son utilizados para desarrollar aplicaciones para: Windows Mobile, Microsoft PixelSense, Silverlight, XNA, Windows Phone 7 y actualmente también para Windows 8 “Metro”.

Mientras que en Adobe Flash CS4, el lenguaje de programación ActionScript también es utilizado para desarrollar aplicaciones para Adobe Flash, Flex y Adobe AIR.

3.6.4.5.2 Manejo de Eventos

Parámetros de Valoración:

1. **Manejador de Eventos.-** se refiere a si la tecnología **cuenta** o **no cuenta** con un manejador de eventos por defecto; al contar con esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
2. **Generación automática de métodos.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** la característica de generación automática de métodos que sirvan para manejar las acciones relacionadas a eventos; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Eventos de teclado y mouse.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** el control de eventos generados por dispositivos como el teclado y el mouse; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
4. **Eventos para el control de errores.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** el manejo de eventos para el control de errores; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
5. **Eventos personalizados.-** se refiere a si la tecnología **permite** o **no permite** la interacción con eventos personalizados, es decir trabajar con eventos que

el desarrollador pueda configurar; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

TABLA III. XLIX - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Eventos

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Manejador de eventos	SI	0.20 / 0.20	SI
2.- Generación automática de métodos	SI	0.20 / 0.20	NO	0.00 / 0.20
3.- Eventos de teclado y mouse	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Eventos para el control de errores	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Eventos personalizados (gestos)	NO	0.00 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		0.80 / 1.00		0.80 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Manejo de Eventos en Microsoft Silverlight 4.- en Silverlight los eventos son manejados en combinación e interacción con JavaScript. Para agregar un evento desde Microsoft Expression Blend 4, por ejemplo el evento clic de un botón, se debe acceder al panel de propiedades del botón y elegir el tipo de evento que se requiere,

posterior a esto automáticamente será creado el método para el manejo de acciones relacionadas al evento.

En Silverlight 4 el manejo y la administración de eventos se utilizan de formas muy variadas, es así que se pueden manejar eventos de forma síncrona o asíncrona, para la gestión de carga o precarga de recursos, etc. Para ello, se utilizan escuchadores y manejadores de eventos, los cuales esperan acciones como por ejemplo algún error en tiempo de ejecución para realizar algo.

Manejo de Eventos en Adobe Flash CS4.- en Adobe Flash CS4 se maneja un modelo de eventos basado en la especificación de eventos DOM (modelo de objetos de documento) de nivel 3. Además se dispone de una nueva clase denominada *flash.events.MouseEvent* la cual brinda todos los eventos para el mouse los cuales son: CLICK, DOUBLE_CLICK, MOUSE_DOWN, MOUSE_MOVE, MOUSE_OUT, MOUSE_OVER, MOUSE_UP, MOUSE_WHEEL, ROLL_OUT, ROLL_OVER.

Para el caso del teclado ahora a través de la clase *flash.events.KeyboardEvent* se tienen disponibles dos tipos de eventos KEY_DOWN y KEY_UP.

Para el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada se manejan eventos de la cámara web para el reconocimiento de gestos.

3.6.4.5.3 Compilación

Parámetros de Valoración:

1. **Ventana para el control y seguimiento de errores.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de la utilización de herramientas para compilación **permiten** o **no permiten** controlar o realizar el seguimiento de errores al momento de compilación de un proyecto; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
2. **Consola de Depuración.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de la utilización de herramientas para desarrollo **cuentan** o **no cuentan** con una

consola de Depuración, en la que se pueda verificar datos de suma importancia al momento de compilar un proyecto; al contar con esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

3. **Panel de Variables.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de la utilización de herramientas para desarrollo **permiten** o **no permiten** acceder a paneles de variables, en la que se puedan establecer valores de prueba para la correcta depuración y posterior compilación de un proyecto; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
4. **Opciones de Compilación.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de la utilización de herramientas para compilación **presentan** o **no presentan** opciones de compilación, para así poder elegir la mas adecuada para compilar el proyecto que se esta desarrollando; al presentar esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
5. **Tiempo de Compilación.-** se refiere al tiempo empleado por la herramienta de desarrollo para compilar una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. L – valoración para el Índice Tiempo de Compilación

RANGOS (segundos = seg)			Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo
Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3		
0 – 5	0 – 10	0 – 15	Muy Satisfactorio (MS)	0.20
6 – 10	11 – 20	16 – 25	Satisfactorio (S)	0.15
11 – 20	21 – 30	26 – 40	Poco Satisfactorio (PS)	0.10
> 20	> 30	> 40	No Satisfactorio (NS)	0.05

Fuente: propia de los autores

Valoraciones:

TABLA III. LI - resultados del tiempo de compilación sobre los Prototipos

	Microsoft Silverlight 4			Adobe Flash CS4		
	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3	Prototipo 1	Prototipo 2	Prototipo 3
Tiempo de Compilación (seg)	8	9	10	18	20	15

Fuente: propia de los autores.

Para calcular los puntajes de cada Índice se utilizaron las siguientes formulas, donde:

X = Representa a la Tecnología Microsoft Silverlight 4

Y = Representa a la Tecnología Adobe Flash CS4

C1(X) = Puntaje acumulativo del Tiempo de Compilación en los prototipos desarrollados en Silverlight 4

C1(Y) = Puntaje acumulativo del Tiempo de Compilación en los prototipos desarrollados en Adobe Flash CS4

Vi = Resultado obtenido en cada prototipo.

Tiempo de Compilación:

$$C1(X) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (8 + 9 + 10) = (27 / 3) = 9$$

$$C1(Y) = \sum_{i=1}^{n=3} Vi = (18 + 20 + 15) = (53 / 3) = 17.66$$

Calificaciones:

TABLA III. LII - Evaluación de los Índices del Parámetro Compilación

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
1.- Ventana para el control y seguimiento de errores	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
2.- Consola de Depuración	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Panel de Variables	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Opciones de compilación	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Tiempo de compilación	MS	0.20 / 0.20	S	0.15 / 0.20
TOTAL		1.00 / 1.00		0.95 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Compilación de aplicaciones en Microsoft Silverlight 4.- el depurador de Visual Studio 2010 se ha optimizado mediante la inclusión de las siguientes características:

- ✓ Habilitada la depuración remota para Windows 7
- ✓ Compatibilidad mejorada con la depuración de aplicaciones multiproceso
- ✓ Se puede analizar consultas SQL al utilizar la programación de LinQ.
- ✓ Compatibilidad con depuración para WCF (Windows Communication Foundation).
- ✓ Compatibilidad mejorada con la depuración de scripts
- ✓ Mejoras del modelo de automatización del depurador
- ✓ Evaluación de variables y funciones.
- ✓ Se puede elegir entre dos opciones de compilación: Debug y Release

Compilación de aplicaciones en Adobe Flash CS4.- los archivos FLA deben tener Flash Player 10 definido en la configuración de publicación. Cuando comienza una sesión de depuración de ActionScript 3.0, Flash inicia la versión de depuración independiente de Flash Player para reproducir el archivo SWF. El reproductor Flash de depuración reproduce el archivo SWF en una ventana independiente de la ventana de la aplicación de edición Flash.

El depurador de ActionScript 3.0 convierte el espacio de trabajo de Flash en un espacio de trabajo que muestra los paneles que se utilizan para la depuración, como el panel Acciones y la ventana Script, la consola de depuración y el panel Variables. La consola de depuración muestra el apilamiento de llamadas y contiene herramientas para desplazarse por los scripts. El panel Variables muestra las variables del ámbito actual con sus valores, y permite al usuario actualizar dichos valores.

3.6.4.5.4 Librerías para Realidad Aumentada

Parámetros de Valoración:

1. **Funcionalidad de la Librería.-** se refiere a las características y bondades que las librerías de Realidad Aumentada utilizadas en las tecnologías analizadas proveen, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LIII – valoración para el Índice Funcionalidad de la Librería para RA

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	DESCRIPCIÓN
Excelente (E)	0.20	Multimarcador, código fuente legible e interacción con Frameworks para 3D.
Muy Buena (MB)	0.15	Multimarcador y código fuente legible.
Buena (B)	0.10	Reconocimiento de más de un marcador por escena (Multimarcador).
Regular (R)	0.05	Reconocimiento de un solo marcador por escena.

Fuente: propia de los autores

2. **Acceso al código fuente.-** se refiere a si la librería para Realidad Aumentada que se esta analizando **permite** o **no permite** el acceso al código fuente de la misma; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Mejoras continuas.-** se refiere a si la librería para Realidad Aumentada que se esta analizando **presenta** o **no presenta** mejoras continuas; al presentar esta característica se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
4. **Acoplamiento con otras librerías y/o herramientas.-** se refiere a si la librería para Realidad Aumentada que se esta analizando **permite** o **no permite** el acoplamiento con librerías y/o herramientas externas; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
5. **Documentación y ejemplos.-** se refiere a si la librería para Realidad Aumentada que se esta analizando **permite** o **no permite** el acceso a documentación y ejemplos publicados por comunidades en internet; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

Calificaciones:

TABLA III. LIV - Evaluación de los Índices del Parámetro Librerías para RA

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Funcionalidad de la librería	R	0.05 / 0.20	E
2.- Acceso al código fuente	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Mejoras continuas	NO	0.00 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Acoplamiento con otras librerías y/o herramientas	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Documentación y ejemplos	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		0.65 / 1.00		1.00 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Librería para Realidad Aumentada utilizada en Silverlight 4 (SLARToolKit)- es una librería flexible de Realidad Aumentada, diseñada para hacer aplicaciones de Realidad Aumentada en tiempo real con Silverlight, lo más fácil y rápido posible. Esta puede ser utilizada con la API para cámara web que fue introducida en Silverlight 4 o con cualquier otra fuente de captura de video. Esta librería esta basada en las librerías establecidas NyARToolKit y ARToolKit.

Las características principales que provee la librería SLARToolKit son: soporte directo para fuentes de captura de video, detección de múltiples marcadores,

detección de marcadores cuadrados en blanco y negro, marcadores personalizados y optimización de la ejecución en tiempo real.

Librería para Realidad Aumentada utilizada en Adobe Flash CS4 (FLARToolKit).- es la versión de ARToolKit escrita en ActionScript 3.0, que puede ser utilizada para desarrollar aplicaciones de Realidad Aumentada en Adobe Flash. Esta librería es la más utilizada actualmente con soporte de una gran comunidad de desarrolladores y muchos ejemplos publicados en sitios web.

FLARToolKit reconoce un marcador visual desde una imagen de entrada y calcula la orientación de la cámara y posición en el mundo 3D, posteriormente superpone los recursos multimediales en la imagen de video en tiempo real. Esta librería cuenta con el apoyo de todos los principales motores de gráficos en 3D para Adobe Flash CS4, así se tiene: Papervision3D, Away3D, Sandy y Alternativa3D.

3.6.4.5.5 Manejo de Imágenes y Animaciones

Parámetros de Valoración:

1. **Formatos de imágenes soportados.**- se refiere a los formatos de imágenes o tipos de imágenes que pueden ser cargados o utilizados en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LV - valoraciones para el Índice Formatos de Imágenes soportados

Formatos de Imágenes	Valor cuantitativo	Valor Cualitativo
PNG	0.05	Regular (R)
PNG, JPG	0.10	Bueno (B)
PNG, JPG, GIF	0.15	Muy Bueno (MB)
PNG, JPG, GIF, otros.	0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

2. **Carga de Imágenes en RA.**- se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la carga de imágenes en una aplicación con Realidad Aumentada; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Visualización de Imágenes en RA.**- se refiere a la calidad de visualización de las imágenes cargadas en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LVI - valoraciones para el Índice Visualización de Imágenes en RA

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0.05	Regular (R)
0.10	Bueno (B)
0.15	Muy Bueno (MB)
0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

4. **Carga de Animaciones en RA.**- se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la carga de animaciones en una aplicación con Realidad Aumentada; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
5. **Visualización de Animaciones en RA.**- se refiere a la calidad de visualización de las animaciones cargadas en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LVII - valoraciones para el Índice Visualización de Animaciones en RA

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0.00	Malo (M)
0.05	Regular (R)
0.10	Bueno (B)
0.15	Muy Bueno (MB)
0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

Calificaciones:

TABLA III. LVIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Imágenes y Animaciones

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Formatos de imágenes soportados	B	0.10 / 0.20	E
2.- Carga de imágenes en RA	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Visualización de imágenes en RA	MB	0.15 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
4.- Carga de animaciones en RA	NO	0.00 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Visualización de animaciones en RA	M	0.00 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
TOTAL		0.45 / 1.00		0.90 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Manejo de Imágenes y Animaciones en Microsoft Silverlight 4.- permite crear animaciones por medio de diferentes tipos de fotogramas en una línea de tiempo, el código generado es complejo de manipular se lo puede ver en la ventana de código XAML.

Silverlight 4 permite importar imágenes de manera sencilla, mediante asistentes, pero son soportados solo los formatos de imágenes PNG y JPEG. Algunos otros

formatos de imágenes son soportados también por Silverlight 4, pero de una forma limitada. Para reutilizar animaciones en Silverlight 4, se utilizan controles de usuario, los cuales pueden ser reutilizados como cualquier otro componente.

No es posible cargar animaciones en una aplicación de Realidad Aumentada desarrollada en Silverlight 4.

Manejo de Imágenes y Animaciones en Adobe Flash CS4.- permite crear animaciones por medio de fotogramas con línea de tiempo de forma grafica con la facilidad de copiar y pegar animaciones, también permite definir el comportamiento de un objeto, copiando el código del comportamiento de otro.

Para la importación de imágenes y animaciones se cuenta con asistentes, los cuales aceptan imágenes en casi todos los formatos existentes, así como también la importación y sincronización de imágenes creadas y/o modificadas en otras herramientas como: Adobe Illustrator CS4, Adobe Photoshop CS4 y Adobe Fireworks CS4.

3.6.4.5.6 Manejo de Sonido y Video

Parámetros de Valoración:

- 1. Propio archivo de video.-** se refiere a si la tecnología analizada **maneja** o **no maneja** su propio archivo de video; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 2. Asistentes para la importación de sonido y video.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de herramientas de desarrollo propias de la misma **facilitan** o **no facilitan** la importación de archivos de sonido y video por medio de asistentes; al facilitarlos se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
- 3. Carga de Video en RA.-** se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la carga de archivos de video en una aplicación con Realidad Aumentada; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

4. **Visualización de Video en RA.-** se refiere a la calidad de visualización de archivos de video, previamente cargados en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LIX - valoraciones para el Índice Visualización de Video en RA

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0.00	Malo (M)
0.05	Regular (R)
0.10	Bueno (B)
0.15	Muy Bueno (MB)
0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

5. **Carga de Sonido en RA.-** se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la carga archivos de Sonido en una aplicación con Realidad Aumentada; al permitirlo se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

Calificaciones:

TABLA III. LX - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Sonido y Video

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4		Adobe Flash CS4	
		(Peso: 1 / 5 = 0.20)		(Peso: 1 / 5 = 0.20)
1.- Propio archivo de video	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
2.- Asistentes para importación de sonido y video	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Carga de video en RA	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20

4.- Visualización de video en RA	MB	0.15 / 0.20	MB	0.15 / 0.20
5.- Carga de sonido en RA	NO	0.00 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
TOTAL		0.75 / 1.00		0.95 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Manejo de Sonido y Video en Microsoft Silverlight 4.- los archivos de audio soportados son: WMA 7, WMA 8, WMA 9, WMA 10, MP3. Los archivos de video soportados son: WMV1, WMV2, WMV3, WMVA, WMVC1,

Manejo de Sonido y Video en Adobe Flash CS4.- el manejo de sonido, aunque hay varios formatos de archivo de sonido que se utilizan para codificar audio digital, ActionScript 3.0 y Flash Player admiten archivos de sonido almacenados en formato MP3. En cuanto al soporte para video, Flash maneja un propio archivo de video, el cual tiene el formato FLV, además la utilización de vídeo en ActionScript implica trabajar con una combinación de las clases:

- ✓ **Clase Video:** el cuadro de contenido de vídeo real en el escenario es una instancia de la clase Video. La clase Video es un objeto de visualización, de manera que se puede manipular con las mismas técnicas que se aplican a otros objetos similares, como el ajuste de la posición, la aplicación de transformaciones, la aplicación de filtros y modos de mezcla, etc.
- ✓ **Clase Camera:** cuando se utilizan datos de vídeo procedentes de una cámara conectada al ordenador del usuario, una instancia de Camera representa el origen del contenido de vídeo (la cámara del usuario y los datos de vídeo que proporciona).

3.6.4.5.7 Manejo de Modelos 3D

Parámetros de Valoración:

1. **Modelos 3D admitidos.-** se refiere a los formatos o tipos de modelos 3D que pueden ser cargados o utilizados en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice, se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LXI - valoraciones para el Índice Modelos 3D admitidos

Formatos de Imágenes	Valor cuantitativo	Valor Cualitativo
3D Max	0.05	Regular (R)
3D Max, Blender	0.10	Bueno (B)
3D Max, Blender, OpenCollada	0.15	Muy Bueno (MB)
3D Max, Blender, OpenCollada, otros	0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

2. **Manipulación de Modelos 3D.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de herramientas de desarrollo propias de la misma **facilitan** o **no facilitan** la manipulación de los modelos 3D cargados para mejorar su visualización; al facilitarlos se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
3. **Compatibilidad con Frameworks para 3D.-** se refiere a si la tecnología analizada **permite** o **no permite** la interacción con Frameworks para modelos en tercera dimensión (3D); al permitirlos se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.
4. **Carga de Modelos 3D.-** se refiere a si la tecnología analizada a través de herramientas de desarrollo propias de la misma **permiten** o **no permiten** la carga de archivos de modelos 3D en una aplicación con Realidad Aumentada; al permitirlos se valora con **0,20** y caso contrario con **0,00**.

- 6. Visualización de Modelos 3D.-** se refiere a la calidad de visualización de archivos de Modelos 3D, previamente cargados en una aplicación con Realidad Aumentada, para poder evaluar este Índice se plantean las siguientes valoraciones:

TABLA III. LXII - valoraciones para el Índice Visualización de Modelos 3D en RA

Valor Cuantitativo	Valor Cualitativo
0.00	Malo (M)
0.05	Regular (R)
0.10	Bueno (B)
0.15	Muy Bueno (MB)
0.20	Excelente (E)

Fuente: propia de los autores.

TABLA III. LXIII - Evaluación de los Índices del Parámetro Manejo de Modelos 3D

ÍNDICES	Microsoft Silverlight 4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)		Adobe Flash CS4 (Peso: 1 / 5 = 0.20)	
	1.- Modelos 3D admitidos	R	0.05 / 0.20	MB
2.- Manipulación de modelos 3D	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
3.- Compatibilidad con Frameworks para 3D	NO	0.00 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
4.- Carga de modelos 3D	SI	0.20 / 0.20	SI	0.20 / 0.20
5.- Visualización de modelos 3D	E	0.20 / 0.20	E	0.20 / 0.20
TOTAL		0.65 / 1.00		0.95 / 1.00

Fuente: propia de los autores.

Descripción de Resultados:

Los resultados que se muestran en la tabla anterior son explicados en la siguiente sección:

Manejo de Modelos en 3D en Microsoft Silverlight 4.- para utilizar modelos en tercera dimensión en la tecnología Silverlight, es necesario que el modelo previamente sea transformado a código XAML, y así poder cargarlo en un ViewPort3D para poder manipularlo correctamente. Se puede utilizar la herramienta ZAM 3D para transformar un modelo 3D (modelado inicialmente en cualquier modelador 3D) a código XAML.

Manejo de Modelos en 3D en Adobe Flash CS4.- en aplicaciones con Realidad Aumentada desarrolladas en Adobe Flash CS4 la carga de modelos en 3D es fácil siempre y cuando dichos modelos sean previamente convertidos en Modelos de OpenCollada, es decir que tengan la extensión .DAE. Actualmente el Framework FLARManager permite trabajar con Frameworks para el manejo de modelos 3D, así tenemos por ejemplo:

- ✓ Alternativa3D
- ✓ Away3D
- ✓ Away3D Lite
- ✓ Papervision3D
- ✓ Sandy3D

3.6.4.5.8 Resultados para el Indicador Programación

Parámetros de Valoración:

Se evaluará el indicador Programación mediante valores cualitativos como: No Satisfactorio, Poco Satisfactorio, Satisfactorio y Muy Satisfactorio, como se ve en la siguiente tabla:

TABLA III. LXIV – valoración para el Indicador Programación

Valor Cualitativo	Valor Cuantitativo	Valor Representativo
Muy Satisfactorio	0.76 – 1.00	★ ★ ★ ★
Satisfactorio	0.51 – 0.75	★ ★ ★
Poco Satisfactorio	0.26 – 0.50	★ ★
No Satisfactorio	0.00 – 0.25	★

Fuente: propia de los autores

Calculo de valores totales y porcentajes:

PT = Peso Total del Parámetro

PR = Peso Real del Parámetro

%R = Porcentaje Real del Parámetro

%T = Porcentaje Total del Parámetro

Lenguajes de Programación en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.90 * 7.14}{1} = 6.43\%$$

Lenguajes de Programación en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.75 * 7.14}{1} = 5.36\%$$

Manejo de Eventos en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.80 * 7.14}{1} = 5.71\%$$

Manejo de Eventos en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.80 * 7.14}{1} = 5.71\%$$

Compilación en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1.00 * 7.14}{1} = 7.14\%$$

Compilación en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.95 * 7.14}{1} = 6.78\%$$

Librerías de Realidad Aumentada en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.65 * 7.14}{1} = 4.64\%$$

Librerías de Realidad Aumentada en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{1.00 * 7.14}{1} = 7.14\%$$

Manejo de Imágenes y Animaciones en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.45 * 7.14}{1} = 3.21\%$$

Manejo de Imágenes y Animaciones en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.90 * 7.14}{1} = 6.43\%$$

Manejo de Sonido y Video en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.75 * 7.14}{1} = 5.36\%$$

Manejo de Sonido y Video en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.95 * 7.14}{1} = 6.78\%$$

Manejo de Modelos 3D en Silverlight 4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.65 * 7.14}{1} = 4.64\%$$

Manejo de Modelos 3D en Flash CS4

$$\%R = \frac{PR * \%T}{PT} = \frac{0.95 * 7.14}{1} = 6.78\%$$

Calificación:

TABLA III. LXV - Evaluación del Indicador Programación

PARAMETROS	Microsoft Silverlight 4			Adobe Flash CS4		
		Peso = 1	% = 7.14		Peso = 1	% = 7.14
Lenguajes de Programación	★★★★	0.90 / 1.00	6.43	★★★	0.75 / 5.00	5.36
Manejo de Eventos	★★★★	0.80 / 1.00	5.71	★★★★	0.80 / 5.00	5.71
Compilación	★★★★	1.00 / 1.00	7.14	★★★★	0.95 / 5.00	6.78
Librerías para Realidad Aumentada	★★★	0.65 / 1.00	4.64	★★★★	1.00 / 1.00	7.14
Manejo de Imágenes y Animaciones	★★	0.45 / 1.00	3.21	★★★★	0.90 / 5.00	6.43

Manejo de Sonido y Video	★★★	0.75 / 1.00	5.36	★★★★	0.95 / 5.00	6.78
Manejo de Modelos 3D	★★★	0.65 / 1.00	4.64	★★★★	0.95 / 5.00	6.78
PROMEDIO		5.20 / 7.00	37.13		6.30 / 7.00	44.98

Fuente: propia de los autores.

Representación Grafica:

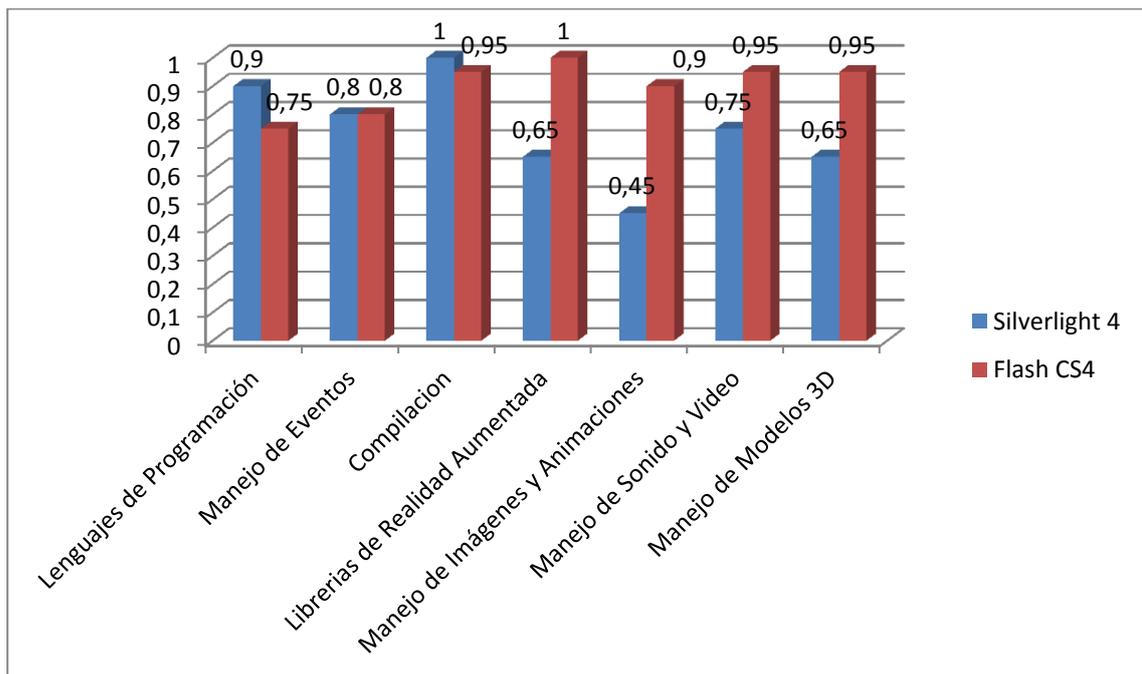


FIGURA III. 51 – Grafico estadístico de los parámetros que pertenecen al indicador Programación, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

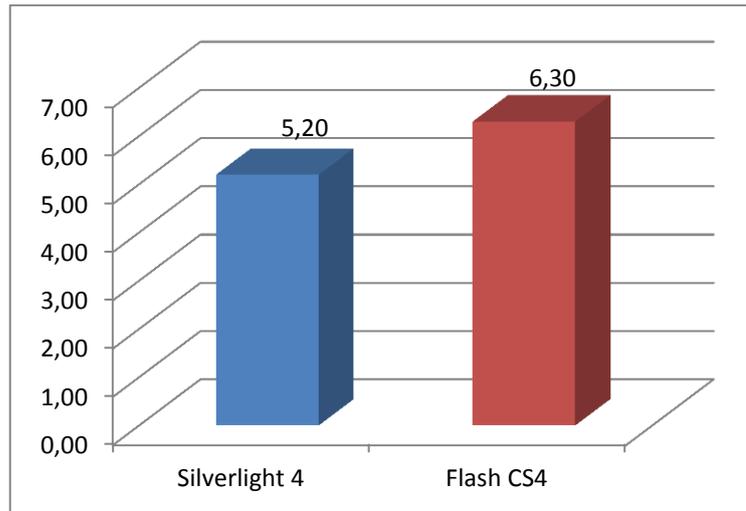


FIGURA III. 52 – Grafico estadístico del promedio del Indicador Programación, entre la tecnología Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

TABLA DE RESUMEN

TABLA III. LXVI - Resumen del Análisis Comparativo entre las Tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

INDICADORES	PARAMETROS	Microsoft Silverlight 4	Adobe Flash CS4	Sumatoria Silverlight 4	Sumatoria Flash CS4	Porcentaje Silverlight 4	Porcentaje Flash CS4
Interoperabilidad	Flexibilidad	1.00	0.65			05.00%	3.25%
	Usabilidad	1.00	0.80			05.00%	4.00%
				02.00 / 02.00	01.45 / 02.00	10.00%	07.25%
Compatibilidad	Sistemas Operativos	0.70	0.90			03.50%	04.50%
	Navegadores Web	0.65	0.85			03.25%	04.25%
				01.35 / 02.00	01.75 / 02.00	06.75%	08.75%
Escalabilidad	Productividad	0.95	0.55			09.50%	05.50%
	Rendimiento	0.70	0.95			07.00%	09.50%
				01.65 / 02.00	01.50 / 02.00	16.50%	15.00%
Acceso a Datos	Manipulacion de Datos	1.00	0.70			05.00%	03.50%
	Tecnologias de Acceso a Datos	1.00	0.60			05.00%	03.00%
				02.00 / 02.00	01.30 / 02.00	10.00%	06.50%
Programacion	Lenguajes de Programacion	0.90	0.75			06.43%	05.36%
	Manejo de Eventos	0.80	0.80			05.71%	05.71%

	Compilacion	1.00	0.95			07.14%	06.78%
	Librerias de Realidad Aumentada	0.65	1.00			04.64%	07.14%
	Manejo de Imágenes y Animaciones	0.45	0.90			03.21%	06.43%
	Manejo de Sonido y Video	0.75	0.95			05.36%	06.78%
	Manejo de Modelos 3D	0.65	0.95			04.64%	06.78%
				05.20 / 07.00	06.30 / 07.00	37.13%	44.98%
TOTALES				12.20 / 15.00	12.30 / 15.00	80.38%	82.48%

Fuente: propia de los autores.

Los resultados finales obtenidos son los siguientes:

- La tecnología Adobe Flash Professional CS4 con la librería FLARToolKit, Adobe Illustrator CS4 y Adobe Fireworks CS4 de Adobe Creative Suite obtuvo un porcentaje total de **82.48%** y de acuerdo a la Tabla de rangos especificada al inicio del análisis es equivalente a **EXCELENTE**.
- La tecnología Silverlight 4 de Microsoft .NET con la librería SLARToolKit, el IDE Microsoft Visual Studio 2010 y Expression Studio 4, obtuvo un porcentaje total de **80.38%** y de acuerdo a la Tabla de rangos especificada al inicio del análisis es equivalente a **EXCELENTE**.

Gráficamente los resultados están representados de la siguiente manera:

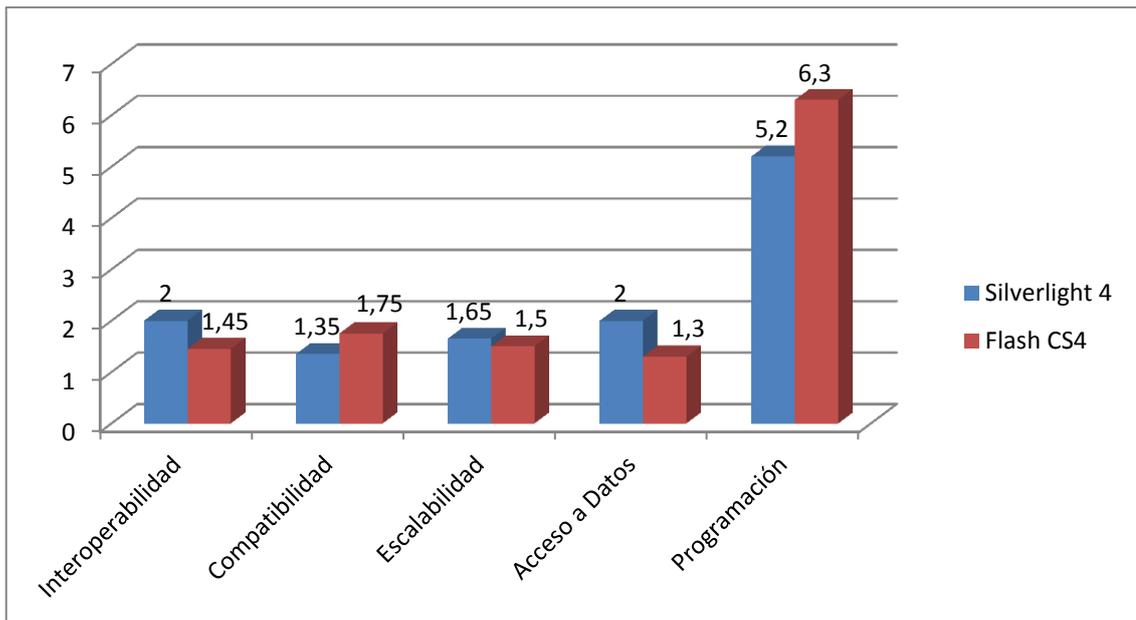


FIGURA III. 53 – Gráfico estadístico del porcentaje de cada uno de los indicadores analizados, en las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

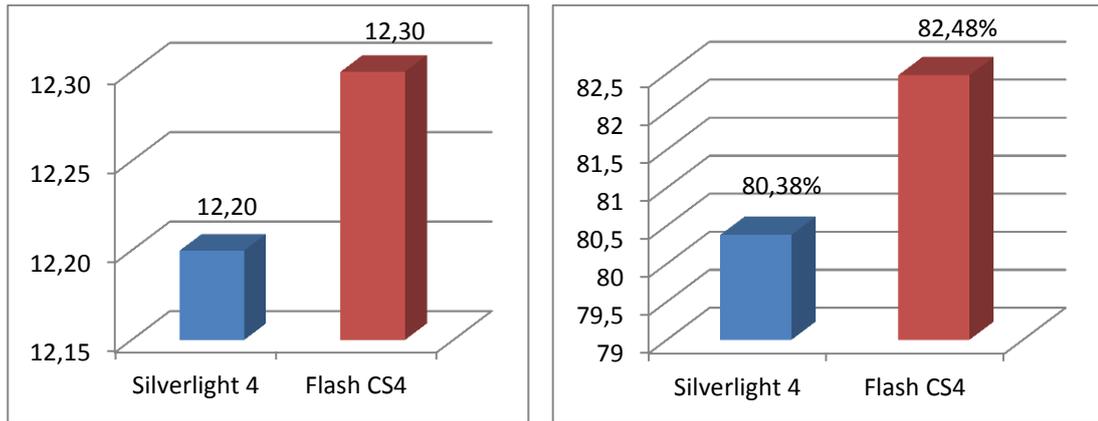


FIGURA III. 54 – Grafico estadístico del resultado final de la comparación entre las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

3.6.4.6 DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS

Luego de realizado el estudio comparativo y el correspondiente análisis de las Tecnologías antes mencionadas con sus respectivas variables e indicadores, se determino que la tecnología que más prestaciones de desarrollo y multimedia ofrece para la realización de una aplicación con Realidad Aumentada para el ITES “Juan de Velasco”, es la tecnología **Adobe Flash CS4**.

Tomando en cuenta los resultados se llegó a determinar que la tecnología **Adobe Flash Professional CS4 con la librería FLARToolKit, Adobe Illustrator CS4 y Adobe Fireworks CS4 de Adobe Creative Suite** obtuvo un porcentaje del **82.48%** mientras que la tecnología **Silverlight 4 de Microsoft .NET con la librería SLARToolKit, el IDE Microsoft Visual Studio 2010 y Expression Studio 4** obtuvo un porcentaje del **80.38%**, de esta manera se pudo apreciar superioridad de la tecnología **Adobe Flash Professional CS4** sobre la tecnología **Silverlight 4 de Microsoft .NET** en un **2.10%** debido a sus ventajas, facilidades y características especificadas en el análisis.

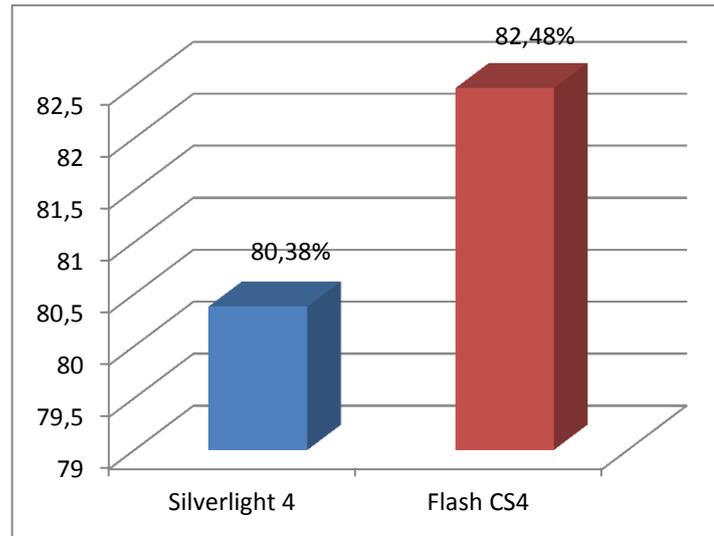


FIGURA III. 55 – Grafico estadístico del resultado final de la comparación entre las tecnologías Microsoft Silverlight 4 y Adobe Flash CS4

Por lo tanto se puede decir que la hipótesis planteada inicialmente, en consecuencia de los resultados obtenidos tuvo que ser refutada, estableciendo como ganadora a la tecnología Adobe Flash CS4.

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN INTERACTIVA CON REALIDAD AUMENTADA PARA EL ITES “JUAN DE VELASCO”

4.1 Introducción

Este capítulo permite detallar todos los antecedentes referentes al ITES “Juan de Velasco”, lugar donde va a ser instalado el sistema propuesto; así también se detalla todas las tareas del proceso de análisis de requerimientos, documentación del sistema (incluidos los manuales: técnico y de usuario), además de las tareas incluidas en el posterior proceso de evaluación del mismo.

4.2 ITES “Juan de Velasco”

El Instituto Tecnológico Superior “Juan de Velasco” es una Institución de Educación, creado oficialmente en el año de 1950.

Proyecta una educación pre-activa, investigativa, científica, práctica y humanista, a través de docentes especializados, motivados y comprometidos con la educación y

sus educandos, que garantizan una formación orientada hacia niveles de competitividad, calidad y encaminada al desarrollo del país.

4.2.1 Antecedentes Históricos

La Historia de la Institución esta marcada por el tiempo y el accionar de muchas generaciones de maestros y alumnos que a su tiempo armonizaron sus capacidades, su trabajo y su interés por cada día lograr el progreso del Instituto Tecnológico "Juan de Velasco".

El plantel nace como Colegio según resolución #200 del 28 de Febrero de 1958 con la Sección Diurna y con la especialidad de Comercio y Administración.

La demanda de estudiantes, el nuevo concepto de educación y la necesidad imperiosa del ser humano por alcanzar un título, obliga a las autoridades a crear la Sección Nocturna con la especialidad de Contador Bachiller en Ciencias de Comercio y Administración el 2 de Octubre de 1977 con resolución ministerial #1843.

Acorde con el mundo moderno y con la tecnología, el colegio implementa la Especialidad de Informática en la Sección Diurna con acuerdo ministerial #75, el 12 de Agosto de 1991 y en la Sección Nocturna con resolución 107 DECH, el 27 de Julio del 2001.

La transformación del Colegio como Instituto Superior es un hecho muy importante en la vida del Plantel, un hecho que enriquece con nuevas propuestas curriculares en nivel superior y es así que el 6 de Noviembre de 1992 con acuerdo ministerial 1008 se transforma en Instituto Técnico Superior, creándose el Post Bachillerato en la especialidad de Contabilidad de Costos.

Los pasos gigantescos en el desarrollo del Instituto lo demuestran sus obras, de allí la demanda de estudiantes para el plantel como también la exigencia de un nuevo título que permita competir ya en un mundo globalizado; todo esto ha permitido que el 14 de Abril del 2004 con acuerdo ministerial 199 remitido por el CONESUP se oferte la Especialidad de Contabilidad de Costos y Tributación a nivel de Tecnología y hoy con orgullo es el: **Instituto Tecnológico Superior "Juan de Velasco"**

4.2.2 Misión

Es una institución educativa de nivel medio y superior que forma bachilleres y profesionales de calidad con un alto nivel humanístico, académico, técnico y tecnológico, que sean competitivos, prácticos y científicos, capaces de llevar adelante cambios innovadores que contribuyan al desarrollo socio-económico del estado, la sociedad y la familia.

4.2.3 Visión

El ITS “Juan de Velasco”, será un centro de educación líder a nivel medio y superior, que brinde una oferta educativa para la formación de bachilleres y tecnólogos con altos estándares de calidad, comprometidos con el cambio social y personal, que potencie la ciencia, la tecnología y sus propias capacidades.

4.2.4 Valores Institucionales

El comportamiento de los miembros de la institución, se sujetaran al Código de Valores que se detalla:

- ✓ Lealtad y transparencia en todos sus actos.
- ✓ Práctica de la justicia en todo momento y lugar.
- ✓ Solidaridad entre miembros de la institución.
- ✓ Respeto y consideración entre el personal.
- ✓ Puntualidad en todas las actividades que desarrolla el instituto.
- ✓ Honestidad dentro y fuera del establecimiento.
- ✓ Orden y disciplina en todas las actividades.
- ✓ Cordialidad, amabilidad y gentileza entre los integrantes de la familia velasquina.
- ✓ Comprometimiento con la institución y la comunidad.

4.2.5 Estructura Orgánica – Funcional

El funcionamiento de la Institución se realiza de acuerdo a la siguiente estructura y es ejercido jerárquicamente por:

Nivel Directivo:

- ✓ Junta General de Profesores
- ✓ Consejo Directivo
- ✓ Rectorado

Nivel Ejecutivo:

- ✓ Practicas y Servicios
- ✓ Coordinación
- ✓ Vicerrectorado Académico
- ✓ Vicerrectorado Administrativo

Nivel Operativo:

- ✓ Inspección General

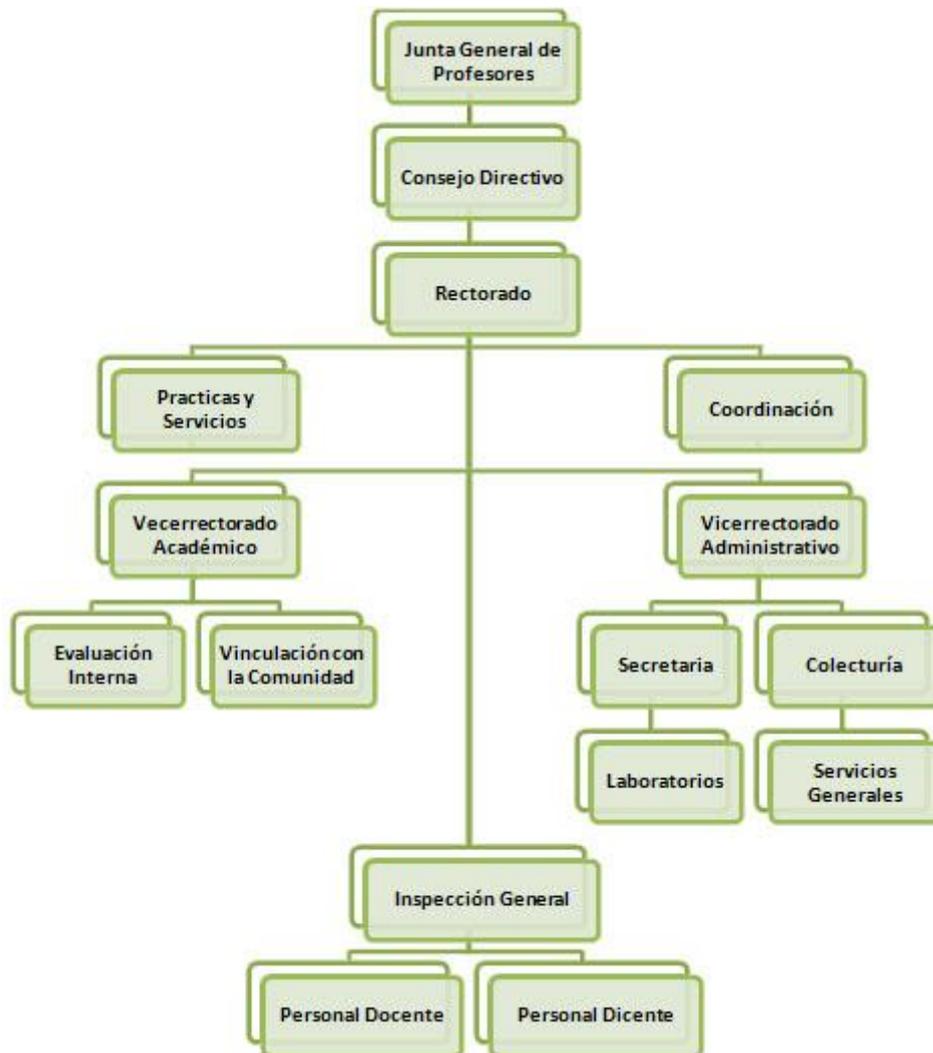


FIGURA IV. 56 – Estructura Orgánica-Funcional del ITES “Juan de Velasco”

4.2.6 Antecedentes Tecnológicos

El Instituto Tecnológico Superior “Juan de Velasco” cuenta con los recursos tecnológicos que se detallan a continuación:

Recursos Hardware:

- **Computadora.-** la mayoría de las computadoras ubicadas en los laboratorios, reúnen las siguientes características:
 - ✓ **Procesador:** Intel Core 2 Duo 2.26 GHz

- ✓ **Memoria:** 2 GB
- ✓ **Disco Duro:** 200 GB

- **Cámara Web**
- **Proyector**
- **Pizarra Electrónica**

Recursos Software:

- **Sistema Operativo:** Microsoft Windows XP SP3
- **Ofimática:** Microsoft Office 2007

4.3 Análisis de Requerimientos

El Análisis de Requerimientos para el desarrollo de una Aplicación Interactiva con Realidad Aumentada, se ha realizado de manera colaborativa con el personal de la sección superior del ITES “Juan de Velasco”.

4.3.1 Propósito

El Análisis de Requerimientos de Software se define con el objetivo de especificar las condiciones de un contrato o acuerdo entre los miembros del grupo de desarrollo y los futuros usuarios del sistema. Detallando las futuras funcionalidades del software, así como también las limitaciones del mismo.

4.3.2 Definición del Problema

En el ITES “Juan de Velasco” se dictan las clases utilizando recursos multimediales como imágenes, videos y animaciones; dando uso de esta manera a los recursos existentes como: proyectores, pizarras electrónicas, computadoras, etc., pero todavía no se cuenta con un software específico que aproveche de manera más eficiente

todos estos recursos; que transforme las clases normales en clases totalmente interactivas e inmersivas, gracias a la tecnología Realidad Aumentada.

4.3.3 Alternativas de Solución

La sección superior del ITES “Juan de Velasco” se mantiene a la vanguardia en cuanto al uso de tecnología para beneficio principalmente de sus docentes y estudiantes, se cuenta con laboratorios especializados que tienen su propio computador, proyectores y pizarras electrónicas; por este motivo, y para aprovechar estos recursos, se propone crear una aplicación interactiva con Realidad Aumentada, la cual podrían hacer uso los docentes para estructurar sus clases, permitiéndoles crear presentaciones totalmente interactivas e inmersivas, haciendo que las clases sean mas interesantes y mejorando de esta manera el método tradicional de enseñanza-aprendizaje.

4.3.4 Descripción General

Se pretende representar las funciones y características del sistema de forma amplia y detallada, mediante un proceso previo de análisis de requerimientos que permitirá identificar a personas y recursos, así como también analizar la complejidad de procesos; para de esta manera poder desarrollar un producto software de calidad.

4.3.5 Funciones del Sistema

El sistema interactivo con Realidad Aumentada, proporcionara principalmente dos funciones que son:

- ✓ **Preparación de la clase.-** el docente o persona que tenga como finalidad preparar una clase o presentación interactiva, podrá utilizar el sistema para definir los recursos multimediales que se desea mostrar, así como también el orden de visualización de los recursos en la presentación.

- ✓ **Presentación de la clase.-** esta función del sistema le permite al presentador interactuar mediante el reconocimiento de gestos con los objetos

multimediales, haciendo que las presentaciones sean totalmente interactivas e inmersivas.

4.3.6 Requisitos de Interfaces Externas

4.3.6.1 Interfaces de Usuario

Aprovechando al máximo los beneficios que la tecnología Realidad Aumentada provee para crear aplicaciones, las interfaces de usuario deben ser de fácil manejo e intuitivas; permitiendo a los docentes estructurar sus clases solo con el uso del mouse, así como también al momento de la presentación el docente tendrá la posibilidad de navegar entre los recursos multimediales solo a través de gestos.

4.3.6.2 Interfaces Software

La aplicación interactiva con Realidad Aumentada será desarrollada utilizando la tecnología Adobe Flash CS4 con la librería FLARToolKit, y las herramientas Adobe Illustrator CS4 y Adobe Fireworks CS4 de Adobe Creative Suite.

4.4 Estudio de Factibilidad

4.4.1 Factibilidad Económica

El desarrollo de una aplicación interactiva con Realidad Aumentada es viable, ya que se puede utilizar versiones de evaluación o para estudiantes de Adobe Creative Suite CS4; para el uso de la librería FLARToolKit se debe cumplir con las especificaciones de la licencia GPLv3.

4.4.2 Factibilidad Técnica

a. Recurso Humano

El recurso humano con el que se cuenta para el desarrollo del sistema se detalla a continuación:

- Ing. Geovanny Vallejo **Director de Tesis**
- Ing. Danilo Pastor **Miembro de Tesis**
- Carlos García **Desarrollador**
- Cristhian Peralta **Desarrollador**

b. Recursos Hardware

- ✓ Computadora portátil HP Pavilion dv4, Intel Core 2 Duo 2.26 GHz, 4GB de memoria RAM, 320 GB de Disco Duro y HP WebCam integrada.
- ✓ Computadora portátil HP Pavilion dv7, Intel Core i7 2.26 GHz, 4GB de memoria RAM, 320 GB de Disco Duro y HP WebCam integrada.
- ✓ Cámara Web externa Omega de Alta Definición (8 Megapíxeles), con una Resolución Máxima de 1600x1200@30fps.

c. Recursos Software

- **Sistema Operativo:** Microsoft Windows 7 Professional x64
- **Herramienta para Desarrollo:** Adobe Flash Professional CS4
- **Herramientas para Diseño:** Adobe Illustrator CS4, Adobe Fireworks CS4, 3D Studio Max y Google SketchUp.

4.4.3 Factibilidad Operativa

La aplicación interactiva con Realidad Aumentada que se desarrollara, esta destinada a ser operada por cualquier persona que desee estructurar presentaciones interactivas e inmersivas, haciendo que la forma normal de realizar presentaciones sea más interesante y atractiva.

4.4.4 Factibilidad Legal

Al cumplir con las especificaciones de las licencias correspondientes a las herramientas utilizadas, no se incumple con ninguna regla o estatuto, por lo tanto se

puede decir que el desarrollo y posterior utilización del software desarrollado es legalmente factible.

4.4.5 Planificación Inicial

Ver anexo 1

4.5 Desarrollo del Sistema

4.5.1 Visión y Planificación

Estructura del proyecto

Esta sección esboza la organización del equipo para el proyecto ARPoint SISTEMA INTERACTIVO, incluyendo un alto detalle de la Visión y Alcance del Proyecto.

Visión

Contar con un Sistema Interactivo que aproveche los beneficios de la tecnología Realidad Aumentada, permitiendo contar con un Software que optimice el proceso de enseñanza-aprendizaje entre docentes y estudiantes.

Alcance del Proyecto

Se pretende contar con un Sistema Interactivo que sea capaz de permitir a los docentes estructurar sus clases de manera fácil y rápida, para posteriormente sean dictadas con presentaciones interactivas e inmersivas.

Nombre del Proyecto: ARPoint - Sistema Interactivo

Conjunto de Características de Alto Nivel

- ✓ Se debe aprovechar las bondades que pone a disposición la tecnología Realidad Aumentada para desarrollar aplicaciones interactivas.
- ✓ En lo posible el Sistema debe mantener una estructura modular.
- ✓ El Acceso a Datos debe ser manejado con archivos XML, ya que no se debe manejar grandes volúmenes de información.

- ✓ El Sistema debe permitir a los docentes estructurar sus clases con el mayor número de formatos admitidos para recursos multimediales.

TABLA IV. LXVII - Planificación de Iteraciones

Iteraciones	Tiempo de Duración	Áreas
Iteración 0	40 días	Investigación
Iteración 1	40 días	Realidad Aumentada
Iteración 2	40 días	Gesturización
Iteración 3	40 días	Aplicación

Fuente: propia de los autores

4.5.2 Análisis y Diseño

4.5.2.1 Definición de Usuarios del Sistema

Cada una de las personas determina un rol diferente de usuario dentro del Sistema Interactivo, las cuales son descritas de acuerdo a su nivel permisos y restricciones.

Administrador: encargado de:

- ✓ Gestión de recursos multimediales para la presentación.
- ✓ Gestión del orden de visualización de los recursos multimediales en la presentación.

Presentador: encargado de:

- ✓ Tareas de interacción con los objetos multimediales en la presentación.

Personas y Uso del Sistema:

TABLA IV. LXVIII - personas y uso del sistema

	Administrador	Presentador
Objetivos del Negocio	Gestionar todas las tareas de relación, carga y orden de los recursos multimediales.	Total interacción con los objetos multimediales durante la presentación.
Lealtad	Alta	Media Alta
Tipo de relación	Transaccional volumen medio de interacción	Transaccional volumen bajo de interacción
Tiempo disponible para el uso del sistema	Típicamente sesiones cortas / alcance total	Típicamente sesiones cortas / alcance limitado
Prioridad para el Desarrollo	Prioridad 1	Prioridad 2

Fuente: propia de los autores

4.5.2.2 Análisis del Sistema

Para una mejor comprensión de los requerimientos planteados se plantean los principales diagramas necesarios para la Ingeniería de Software, es decir descripciones narrativas y/o graficas de cada proceso.

4.5.2.2.1 Casos de Uso

Los casos de uso se detallan a continuación:

TABLA IV. LXIX - Caso de Uso: Acceso a la Aplicación

Caso de Uso	Acceso a la Aplicación	
Actores	Usuario	
Tipo	Esencial Primario	
Propósito	Ejecutar la aplicación para acceder a sus funcionalidades	
Descripción	El Usuario ejecuta la aplicación haciendo doble clic sobre el icono de la misma.	
Curso de Eventos:		
	ACTOR	SISTEMA
	1. El Usuario ejecuta la aplicación haciendo doble clic sobre el icono de acceso directo hacia la misma, o también haciendo doble clic sobre el ejecutable (.exe) de la aplicación.	2. Se ejecuta y pide acceso a la cámara web disponible, después se despliegan las opciones del menú, así como también el acceso a las presentaciones previamente preparadas.

Fuente: propia de los autores

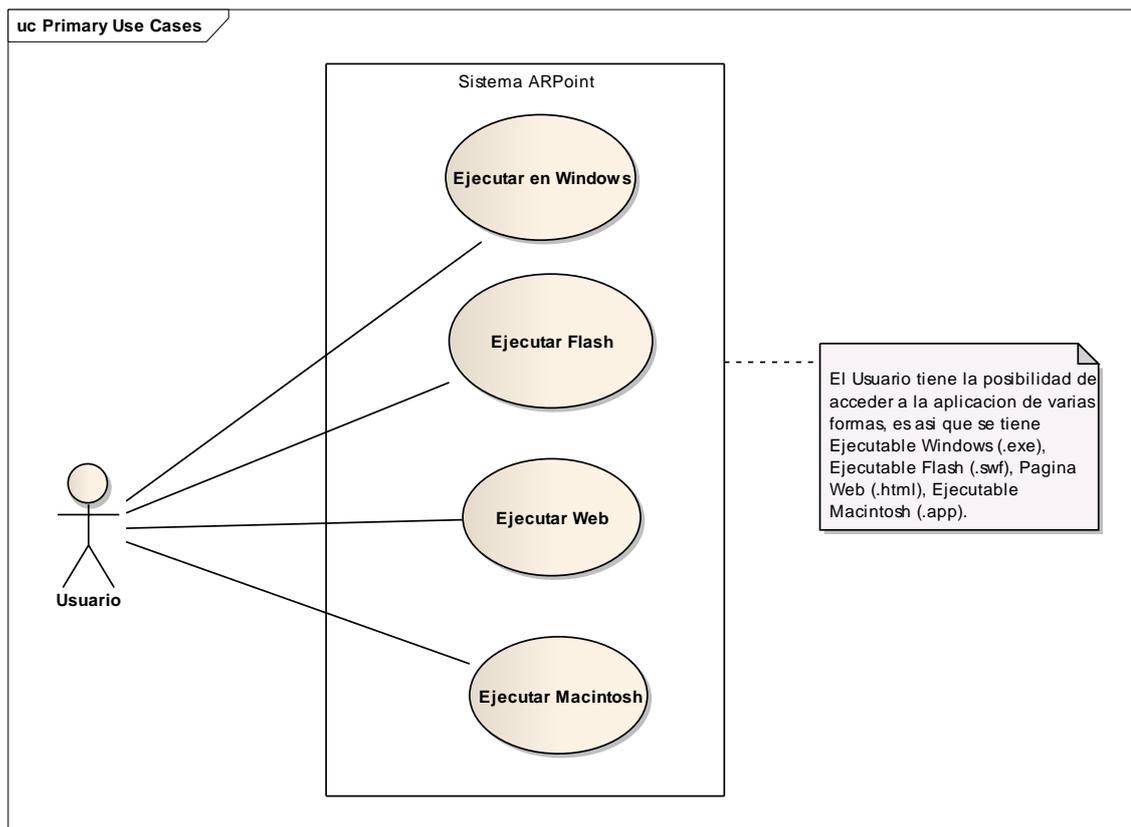


FIGURA IV. 57 – Diagrama de Caso de Uso: Acceso a la Aplicación

TABLA IV. LXX - Caso de Uso: Navegación entre contenidos Multimediales mediante Gestos

Caso de Uso	Navegación mediante Gestos	
Actores	Usuario	
Tipo	Esencial Primario	
Propósito	Navegar entre contenidos multimediales mediante gestos.	
Descripción	El Usuario navega entre los diferentes contenidos multimediales mediante gestos con sus manos.	
Curso de Eventos:		
	ACTOR	SISTEMA
	1. El Usuario navega entre los diferentes contenidos y/o recursos multimediales mediante gestos que realiza con sus manos, para lo cual se disponen de menús interactivos.	2. Dependiendo de los gestos realizados y de acuerdo al área donde se realizan, el Sistema es capaz de identificar los gestos y responder con acciones a los mismos, desplegando de esta manera contenido multimedial.

Fuente: propia de los autores

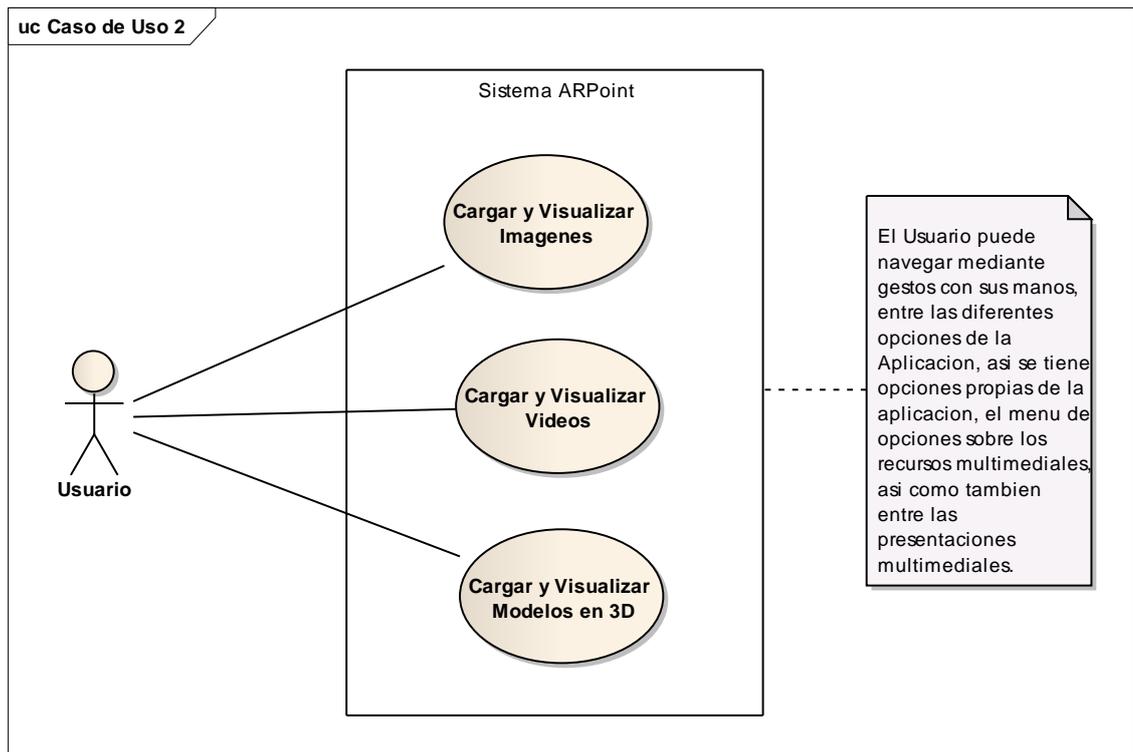


FIGURA IV. 58 – Diagrama de Caso de Uso: Navegación entre contenidos Multimediales mediante Gestos

TABLA IV. LXXI - Caso de Uso: Manejo de Recursos Multimediales con Realidad Aumentada

Caso de Uso	Manejo de Recursos Multimediales con Realidad Aumentada	
Actores	Usuario	
Tipo	Esencial Primario	
Propósito	Manejar Recursos Multimediales mediante un marcador especifico para Realidad Aumentada	
Descripción	El Usuario tiene la posibilidad de mostrar un marcador ante una cámara web, y poder visualizar contenido multimedial sobre un marcador especifico mediante Realidad Aumentada.	
Curso de Eventos:		
	ACTOR	SISTEMA
	1. El Usuario tiene la posibilidad de manejar contenido multimedial, mediante la tecnología Realidad Aumentada, y poder visualizar los recursos multimediales sobre un marcador en tiempo real.	2. El sistema mediante una cámara web conectada es capaz de reconocer un marcador y posicionar un recurso multimedial sobre el mismo, permitiendo de esta manera el manejo de estos recursos en tiempo real mediante la tecnología Realidad Aumentada.

Fuente: propia de los autores

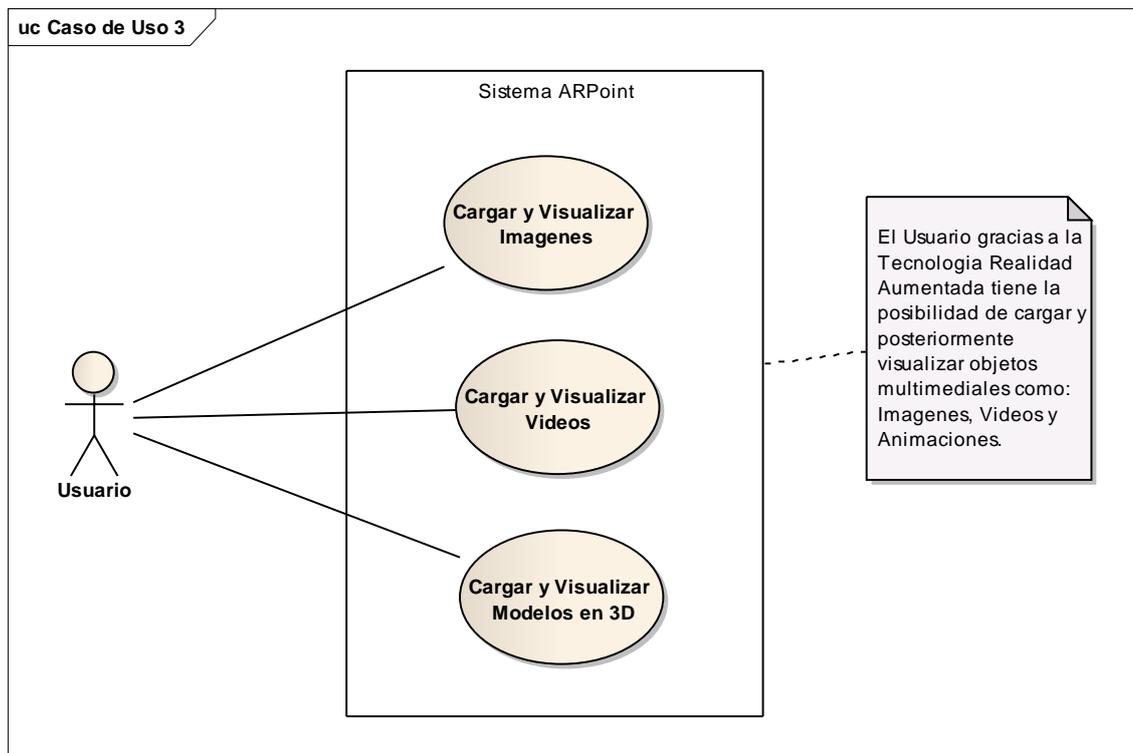


FIGURA IV. 59 – Diagrama de Caso de Uso: Manejo de Recursos Multimediales con Realidad Aumentada

4.5.2.2 Diagramas de Secuencia

Diagrama de Secuencia 1.- el siguiente Diagrama de Secuencia describe lo expuesto anteriormente en al Caso de Uso: Acceso a la Aplicación.

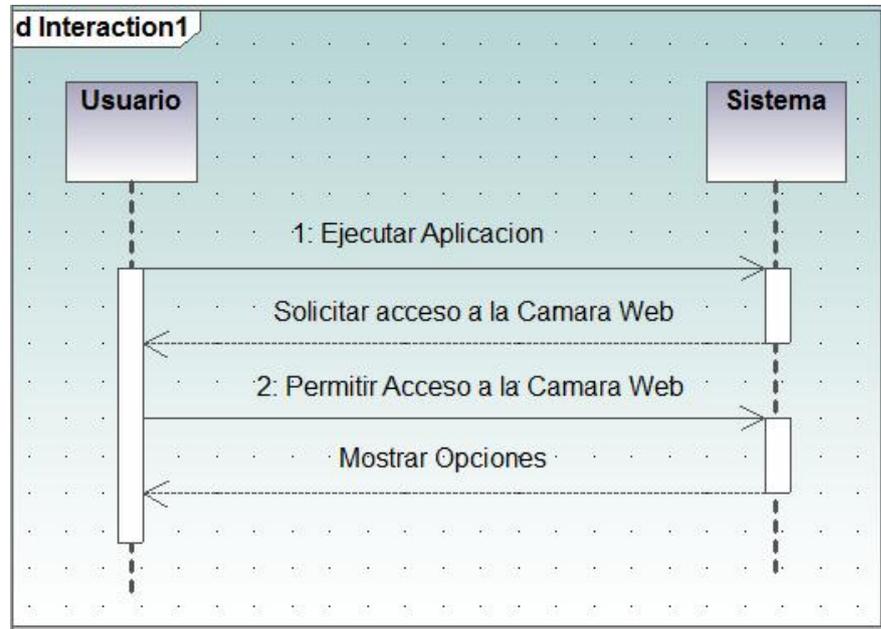


FIGURA IV. 60 – Diagrama de Secuencia 1: Acceso a la Aplicación

Diagrama de Secuencia 2.- el siguiente Diagrama de Secuencia describe lo expuesto anteriormente en al Caso de Uso: Navegación entre Contenidos Multimediales.

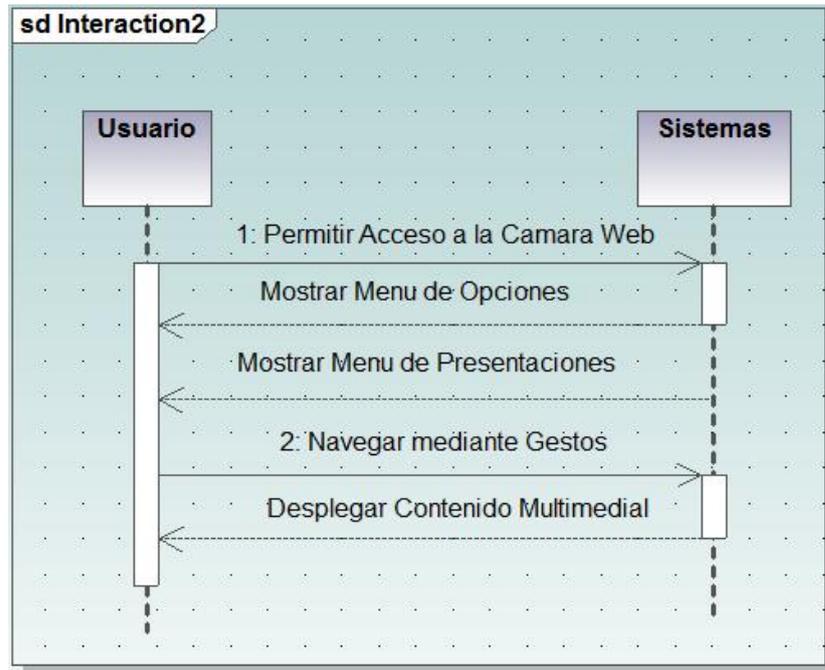


FIGURA IV. 61 – Diagrama de Secuencia 2: Navegación entre Contenidos Multimediales.

Diagrama de Secuencia 3.- el siguiente Diagrama de Secuencia describe lo expuesto anteriormente en al Caso de Uso: Manejo de Contenido Multimedial con Realidad Aumentada.

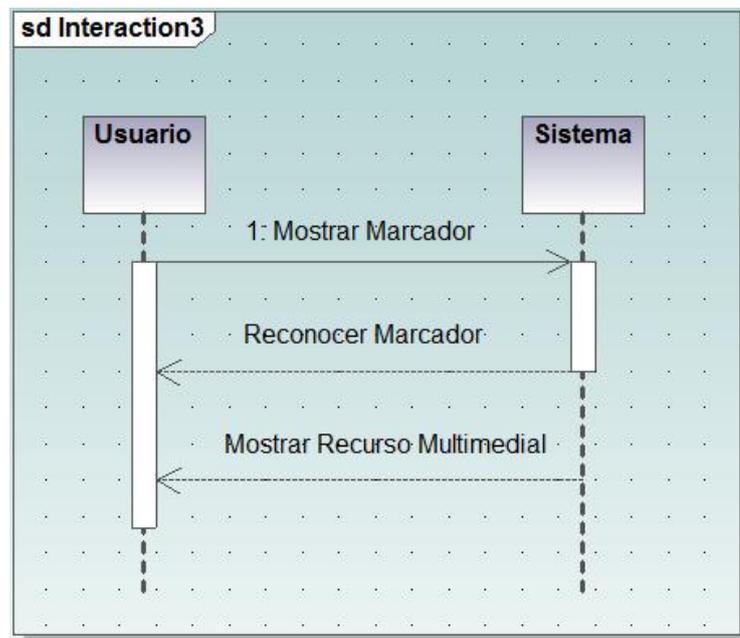


FIGURA IV. 62 – Diagrama de Secuencia 3: Manejo de Contenido Multimedial con Realidad Aumentada.

4.5.2.2.3 Diagrama de Actividades

El diagrama de actividades representa el flujo que el usuario debe seguir, así como las diferentes opciones que el Sistema presenta para el mismo fin, con el objetivo de representar de mejor manera los procesos más importantes. A continuación se presenta el Diagrama de Actividades:

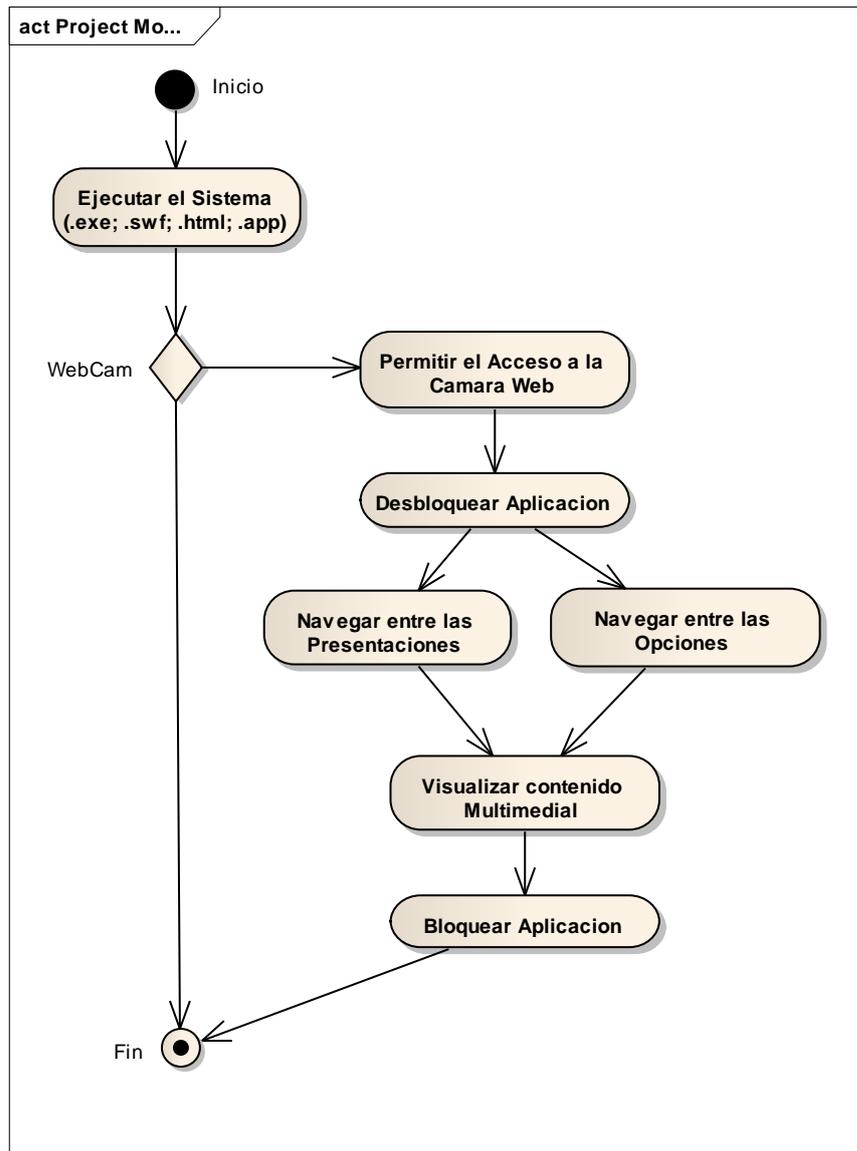


FIGURA IV. 63 – Diagrama de Actividades del Sistema Interactivo ARPoint

4.5.3 Ciclos de Desarrollo - SCRUM

4.5.3.1 Iteración 0 – Investigación

Casos de Usuario

Se desea investigar la Programación de Aplicaciones con Realidad Aumentada con Silverlight 4:

- ✓ Utilización de librerías existentes
- ✓ Programación de aplicaciones con la librería SLARToolKit
- ✓ Proyectos realizados
- ✓ Ejemplos

Se desea investigar la Programación de Aplicaciones con Realidad Aumentada con Flash CS4:

- ✓ Utilización de librerías existentes
- ✓ Programación de aplicaciones con la librería FLARToolkit
- ✓ Proyectos realizados
- ✓ Ejemplos

4.5.3.2 Iteración 1 – Realidad Aumentada

Casos de Usuario

Se desea gestionar el Reconocimiento de Marcadores

- ✓ Programación para el reconocimiento de marcadores estándar.
- ✓ Programación para el reconocimiento de marcadores personalizados.
- ✓ Análisis del nivel de Confianza para el reconocimiento.

Se desea gestionar la Carga y Visualización de Imágenes

- ✓ Programación para la carga de Imágenes en los formatos más utilizados.
- ✓ Pruebas de carga de imágenes de acuerdo a cada formato.
- ✓ Visualización de las imágenes de acuerdo a cada formato.
- ✓ Análisis de los Cuadros por Segundo (FPS) al cargar imágenes.
- ✓ Análisis del nivel de Confianza para el reconocimiento de Imágenes.

Se desea gestionar la Carga y Visualización de Videos

- ✓ Programación para la carga de Videos en los formatos más utilizados.
- ✓ Pruebas de carga de videos de acuerdo a cada formato.
- ✓ Visualización de videos de acuerdo a cada formato.
- ✓ Análisis de los Cuadros por Segundo (FPS) al cargar videos.
- ✓ Análisis del nivel de Confianza para el reconocimiento de videos.

Se desea gestionar la Carga y Visualización de Modelos en 3D

- ✓ Programación para la carga de Modelos en 3D los formatos admitidos.
- ✓ Pruebas de carga de modelos en 3D.
- ✓ Visualización de Modelos en 3D animados.
- ✓ Análisis de los Cuadros por Segundo (FPS) al cargar Modelos en 3D.
- ✓ Análisis del nivel de Confianza para el reconocimiento de Modelos en 3D.

4.5.3.3 Iteración 2 – Gesturización

Casos de Usuario

Se desea gestionar la Programación para el reconocimiento de movimiento con una Cámara Web

- ✓ Programación de una clase para la gestión del reconocimiento de movimiento con a través de una cámara web.
- ✓ Análisis de resoluciones más optimas para la gestión de movimientos.

Se desea gestionar la Programación de Botones sensibles al Movimiento

- ✓ Diseño y Creación de Botones con la característica de sensibilidad al Movimiento.
- ✓ Programación de Eventos asociados a cada botón.
- ✓ Análisis de la Sensibilidad al movimiento por cada Botón.

Se desea gestionar la Programación de Cursores para cada Botón

- ✓ Diseño y Creación de Cursores Internos con la característica de que actúen al percibir Movimiento.
- ✓ Programación de una clase asociada al manejo de cursores.

- ✓ Análisis de la Sensibilidad al percibir Movimiento
- ✓ Programación de los límites de percepción de cada Cursor en cada Botón asociado.

Se desea gestionar la Programación de Menús con Botones sensibles al Movimiento

- ✓ Diseño y Creación de un Menú para la manipulación de los objetos multimediales.
- ✓ Diseño y Creación de un Menú para la navegación entre presentaciones interactiva.

4.5.3.4 Iteración 3 – Aplicación

Casos de Usuario

Se desea gestionar una pantalla Inicial de Introducción a la Aplicación

- ✓ Diseño de una pantalla de Introducción a la Aplicación.
- ✓ Lógica de Programación de una pantalla de Introducción a la Aplicación.
- ✓ Análisis de Usabilidad de una pantalla de Introducción a la Aplicación.

Se desea gestionar la navegabilidad entre presentaciones sin Menús

- ✓ Diseño y Programación de Botones sensibles al Movimiento para la Gestión de Navegabilidad entre Presentaciones Multimediales.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón Inicio
- ✓ Diseño y Programación de un Botón Anterior
- ✓ Diseño y Programación de un Botón Siguiente

Se desea gestionar los Recursos Multimediales dinámicamente.

- ✓ Esquematización de un archivo XML para la gestión de recursos multimediales.
- ✓ Programación del Acceso a Datos, mediante un archivo XML.
- ✓ Programación para la gestión de navegabilidad entre los nodos de un archivo XML.

Se desea gestionar las opciones sobre los Recursos Multimediales mediante un Menú.

- ✓ Diseño y Programación de un Botón que permita navegar hacia la pantalla Inicial, es decir bloquear la aplicación.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón que permita aumentar el tamaño del recurso multimedial activo.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón que permita disminuir el tamaño del recurso multimedial activo.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón que permita aumentar la transparencia del recurso multimedial activo.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón que permita disminuir la transparencia del recurso multimedial activo.

Se desea gestionar la Navegabilidad entre presentaciones mediante un Menú.

- ✓ Diseño y Programación de un Botón que muestre nodos anteriores a los visibles.
- ✓ Diseño y Programación de un Botón que muestre nodos Sigüientes a los visibles.
- ✓ Diseño y Programación de Botones que muestren los nodos activos y visibles.

CONCLUSIONES

- ❖ El estudio comparativo permitió determinar las ventajas que tiene la tecnología Adobe Flash CS4, la cual obtuvo un porcentaje del **82,48%** sobre la tecnología Microsoft Silverlight 4, que obtuvo un porcentaje del **80,38%**; dados los resultados se puede decir que es más sencillo desarrollar aplicaciones con Realidad Aumentada con la tecnología Adobe Flash CS4.
- ❖ La mínima diferencia porcentual del **2,10%** que existe entre el porcentaje de la tecnología Adobe Flash CS4 (**82,48%**) menos el porcentaje de la tecnología Microsoft Silverlight 4 (**80,38%**), se debe principalmente a que estas dos surgieron a partir de una común y han tenido el mismo tiempo de evolución, pero no de seguimiento, además de las facilidades que brinda la primera con respecto a la programación de aplicaciones con Realidad Aumentada en las cuales se haga uso de variados recursos multimediales, además de la cantidad de documentación existente como apoyo al desarrollo.
- ❖ Para realizar el análisis comparativo entre Adobe Flash CS4 y Microsoft Silverlight 4, se establecieron parámetros como: Interoperabilidad, Compatibilidad, Escalabilidad, Acceso a Datos y Programación.
- ❖ Se determinó que el parámetro Programación es el de mayor peso dada la naturaleza del presente trabajo investigativo ya que está orientado al desarrollo de un aplicativo utilizando a la tecnología ganadora.
- ❖ Los prototipos desarrollados en cada una de las plataformas estuvieron enfocados específicamente en el tratamiento de recursos multimediales como: imágenes, animaciones, sonido, video y objetos en 3D; en los cuales se pudo analizar rendimiento en cuanto al uso de procesador, memoria, tamaño en disco y cuadros por segundo (FPS).
- ❖ Se desarrolló una aplicación interactiva con Realidad Aumentada en Adobe Flash CS4, la cual estuvo destinada a docentes, quienes podrían estructurar sus clases de forma interactiva e inmersiva, transformando las presentaciones normales en interesantes y atractivas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Al desarrollar aplicaciones con nuevas tecnologías, como en este caso fue Realidad Aumentada, se debe tener acceso a variadas fuentes de información y ejemplos, ya que esto facilita el proceso de investigación y desarrollo.
- ✓ Para el análisis comparativo se desarrollaron prototipos con variables susceptibles a ser medibles, las cuales deben estar perfectamente enfocadas a evaluar uno o más parámetros establecidos, ya que de esta manera se hace más evidente la visualización de diferencias de acuerdo a la importancia que tienen en el prototipo y/o aplicación a desarrollarse.
- ✓ Se debe establecer parámetros de valoración y cuantificación de los indicadores establecidos en base a las características de las variables a ser medidas, para posteriormente facilitar el análisis de los mismos y la cuantificación de resultados.
- ✓ Se recomienda realizar más estudios comparativos entre tecnologías que permitan desarrollar aplicaciones que hagan uso de Realidad Aumentada, enfocados no solamente al reconocimiento de marcadores convencionales, sino también al reconocimiento de colores o a la arquitectura de las mismas.
- ✓ Del Hardware donde sea ejecutada la aplicación interactiva con Realidad Aumentada depende la calidad de visualización de los objetos multimediales, por lo tanto se recomienda la utilización de hardware de mediana potencia.
- ✓ Al ejecutar una aplicación con Realidad Aumentada se debe tomar en cuenta las condiciones de iluminación, así como la nitidez de los marcadores para ser reconocidos por la cámara web, ya que de esto depende la calidad y rapidez del procesamiento y visualización de recursos multimediales.
- ✓ En caso de tener tarjeta de TV, puede ser necesario desinstalarla o deshabilitarla, ya que sino al ejecutar la aplicación de RA podría aparecer la señal de TV en lugar de la de la cámara.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Renderización.- término usado en informática para referirse al proceso de generar una imagen desde un modelo, utilizando una aplicación de computador. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D.

La renderización se aplica en la computación gráfica, más comúnmente a la infografía. En infografía este proceso se desarrolla con el fin de imitar un espacio 3D formado por estructuras poligonales, comportamiento de luces, texturas, materiales (agua, madera, metal, plástico, tela, etcétera) y animación, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles.

Tracking.- es el seguimiento de ojos, es decir es el proceso de evaluar, bien el punto donde se fija la mirada (donde estamos mirando), o el movimiento del ojo en relación con la cabeza. Este proceso es utilizado en la investigación en los sistemas visuales, en psicología, en lingüística cognitiva y en diseño de productos.

Inmersión.- podríamos definir como el acto voluntario de obviar todos los estímulos que indican que la experiencia que se presenta no es real y, por tanto, acaparar toda la concentración y atención de la persona involucrada.

Low Poly.- es un término usado para describir una malla de polígonos en gráficos 3D por computadora que tiene un reducido número de polígonos. Esto es, sin embargo un termino relativo, usualmente referido a las aplicaciones que generan mallas 3D en tiempo real. El término low poly es usado en la percepción de sentidos técnicos y descriptivos, el numero de polígonos en una malla 3D es un factor importante para optimizar el performance, pero puede mostrar una desagradable apariencia en los resultados gráficos.

FPS (Frames Per Second).- en español *Imágenes Por Segundo*, es la medida de la frecuencia a la cual un reproductor de imágenes genera distintos fotogramas (frames). Estos fotogramas están constituidos por un número determinado de pixeles que se distribuyen a lo largo de una red de texturas. La frecuencia de los fotogramas es proporcional al número de pixeles que se deben generar, incidiendo en el rendimiento del ordenador que los reproduce.

RESUMEN

Análisis comparativo de las tecnologías .NET y FLASH en aplicaciones con Realidad Aumentada; caso práctico Instituto Tecnológico Superior Juan de Velasco. Para realizar la investigación planteada se hizo uso del método Analítico, con el cual se analizó los datos tras las mediciones realizadas.

Para el análisis comparativo entre las tecnologías .NET y FLASH, se utilizó las siguientes herramientas: Microsoft Silverlight 4 con la librería SLARToolkit, el IDE Visual Studio 2010 para el desarrollo y Expression Blend 4 para diseño; Adobe Flash Professional CS4 con la librería FLARToolkit, así como también Adobe Illustrator CS4 y Adobe Fireworks CS4.

De acuerdo al estudio comparativo realizado y mediante los variables de comparación Interoperabilidad, Compatibilidad, Escalabilidad, Acceso a Datos y Programación, se llegó a determinar los siguientes resultados: la tecnología mas óptima para desarrollar una aplicación con Realidad Aumentada es la tecnología Adobe Flash Professional CS4, con un resultado del 82.48%; mientras que el resultado para la tecnología Microsoft Silverlight 4 fue del 80.38%.

Por lo analizado se concluye que la tecnología Adobe Flash CS4 es la más adecuada para desarrollar aplicaciones interactivas con Realidad Aumentada, debido a las ventajas que brinda y a la documentación existente.

Se recomienda continuar con el estudio de tecnologías para facilitar el desarrollo de aplicaciones con Realidad Aumentada, ya que en estos últimos años estas aplicaciones se han convertido en herramientas muy útiles en campos como la educación, medicina, marketing, etc.

ABSTRACT

Comparative Analysis of NET and FLASH technologies in applications with Increased Reality; practical case: Instituto Tecnológico Superior Juan de Velasco. To accomplish this investigation, the Analytical method was applied to analyze data after the measurements were done.

For the comparative analysis between NET and FLASH technologies, the following tools were used: Microsoft Silverlight 4 with the SLARToolkit library, IDE Visual Studio 2010 for the development and Expression Blend 4 for the design, Adobe Flash Professional CS4 with the FLARToolkit library, as well as Adobe Illustrator CS4 and Adobe Fireworks CS4.

According to the comparative study and through the comparison variables: Interoperability, Compatibility, Scalability, Data Access and Programming, the following results were determined: the most optimum technology to develop an application with Increased Reality is technology Adobe Flash Professional CS4 with a result of 82.48%; while the result for technology Microsoft Silverlight 4 was 80.38%.

It is concluded that technology Adobe Flash CS4 is the most suitable one to develop interactive applications with Increased Reality, due to the advantages it offers and the documentation it has.

It is recommended to continue with the study of technologies to facilitate the development of applications with Increased Reality, since in the last years these applications have become in very useful tools in fields such as: education, medicine, marketing, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. **CHURA, D.**, Action Script 3.0 advance., Lima – Perú., Empresa Editora MACRO E.I.R.L., 2010., Pp. 13-316
2. **URQUIZO, A.**, Cómo realizar la Tesis o una Investigación., Riobamba - Ecuador., Editorial “Graficas Riobamba”., 2005., Pp. 1-148

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

3. ACTIONSCRIPT

http://livedocs.adobe.com/flash/9.0_es/main/flash_as3_programming.pdf

2012-02-09

<http://es.wikipedia.org/wiki/ActionScript>

2012-02-09

4. ADOBE CREATIVE SUITE

http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Creative_Suite

2012-01-19

5. ADOBE FLASH CS4

<http://www.aulaclac.es/flash-cs4/index.htm>

2012-01-20

6. ADOBE FLASH PROFESSIONAL

http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash_Professional

2012-01-20

7. ADOBE INTEGRATED RUNTIME

http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Integrated_Runtime

2012-01-19

8. ARTOOLKIT

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

2011-06-03

<http://es.wikipedia.org/wiki/ARToolKit>

2011-06-03

9. ARTOOLWORKS

<http://www.artoolworks.com/>

2012-03-09

10. AUGMENTED REALITY BROWSER: LAYAR

<http://www.layar.com/>

2011-06-24

11. BMW AUGMENTED REALITY

http://www.bmw.com/com/en/owners/service/augmented_reality_1.html

2011-06-17

12. DESARROLLO PARA LA NUBE

<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/lightswitch>

2012-03-16

<http://www.adobe.com/es/products/creativecloud.html>

2012-03-16

13. DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB DE REALIDAD AUMENTADA

<http://www.decomuv.cl/rmunoz/tesis/Tesis%20VResumida.pdf>

2011-07-01

14. DISEÑO INTERIOR

http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_interior

2011-05-26

15. DISEÑO AMIGABLE CON EL USUARIO

http://es.wikipedia.org/wiki/Jakob_Nielsen

2011-08-02

16. FLARTOOLKIT

<http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en>

2011-06-03

17. FRAMEWORK FLARMANAGER

<http://words.transmote.com/wp/flarmanager/>

2012-03-12

18. INTRODUCTION TO USABILITY

<http://www.useit.com/alertbox/20030825.html>

2011-08-03

19. LA REALIDAD AUMENTADA LLEGA A LA PUBLICIDAD

<http://www.youtube.com/watch?v=NnMFqhLYtwg>

2011-06-17

20. LA REALIDAD AUMENTADA EN LA REVISTA BRASILEÑA ESTADAO

<http://www.estadao.com.br/especiais/120-anos-da-torre-eiffel,52836.htm>

2011-06-17

21. MICROSOFT .NET

http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_.NET

2011-08-18

22. MICROSOFT .NET FRAMEWORK

<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/zw4w595w.aspx>

2011-08-19

23. MICROSOFT VISUAL STUDIO

http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio

2011-08-25

24. MICROSOFT VISUAL STUDIO 2010

<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/52f3sw5c>

2011-08-26

25. MICROSOFT EXPRESSION STUDIO

http://es.wikipedia.org/wiki/Expression_Studio

2012-01-05

26. MICROSOFT EXPRESSION BLEND 4

<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/cc296227>

2012-01-06

27. MICROSOFT SILVERLIGHT

http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Silverlight

2012-01-12

28. MICROSOFT SILVERLIGHT 4

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=20800>

2012-01-13

29. MICROSOFT SILVERLIGHT 4 TOOLS PARA VISUAL STUDIO 2010

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=18149>

2012-03-02

30. MILGRAM'S REALITY-VIRTUALITY CONTINUUM

http://wiki.commres.org/pds/Project_7eNrf2010/_5.pdf

2011-06-10

31. MOVILIDAD Y ORIENTACIÓN

<http://www.ioba.med.uva.es/pub/cb-rv-11.pdf>

2011-06-24

32. OPENGL

<http://es.wikipedia.org/wiki/OpenGL>

2012-03-08

33. PROPIEDADES DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA

<http://nzdis.otago.ac.nz/projects/projects/berlin/repository/revisions/22/raw/trunk/Master's%20Docs/Papers/A%20Survey%20of%20Augmented%20Reality.pdf>

2011-06-10

34. REALIDAD AUMENTADA

http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada

2011-06-03

35. REALIDAD AUMENTADA EN LA PORTADA DE LA REVISTA PAULA

<http://www.zancada.com/realidad-aumentada-en-la-revista-paula/>

2011-06-24

36. REVISTA ESQUIRE APUESTA POR LA REALIDAD AUMENTADA

<http://www.fayerwayer.com/2009/10/revista-esquire-apuesta-por-la-realidad-aumentada/>

2011-06-17

37. SISTEMA EN TIEMPO REAL

http://es.wikipedia.org/wiki/Tiempo_real

2011-05-26

38. SLARTOOLKIT

<http://slartoolkit.codeplex.com/>

2011-06-03

39. SONY EYEPET

<http://www.youtube.com/watch?v=ZQpqfzDgOk>

2011-06-17

40. TELE-PRESENCIA

<http://dieumsnh.qfb.umich.mx/videoconferenciaumsnh.htm>

2011-05-30

41. TOP AUGMENTED REALITY BUSINESS MODELS

<http://www.personalizemedia.com/top-augmented-reality-models.htm>

2011-06-17

42. VIRTUALIDAD AUMENTADA

<http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/Peliculas/Mocap/anexo2-2.htm>

2011-06-10

ANEXOS

ANEXO 1: Planificación Inicial

ANEXO 2: Manual de Usuario del Sistema Interactivo ARPoint