



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS**  
**HOLOGRÁFICOS INTERACTIVOS, ORIENTADO A LA**  
**COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN PATRIMONIAL DE LA MOYA DE**  
**CALPI**

Tesis de grado previo a la obtención del Título de:  
**INGENIERO EN DISEÑO GRÁFICO**

**AUTORES: CORREA CONTENTO WELLINGTON JAVIER**  
**TORRES DURAZNO JOSÉ LUIS**  
**TUTOR: LIC. RAMIRO SANTOS POVEDA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO**

El tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de titulación: “**ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS HOLOGRÁFICOS INTERACTIVOS, ORIENTADO A LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN PATRIMONIAL DE LA MOYA DE CALPI**”, de responsabilidad de los estudiantes egresados José Luis Torres Durazno y Wellington Javier Correa Contenido, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Nicolay Samaniego <b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELETRÓNICA.</b>	-----	-----
Lic. Fabián Calderón. <b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE DISEÑO GRÁFICO.</b>	-----	-----
Lcdo. Ramiro Santos <b>DIRECTOR DE TESIS.</b>	-----	-----
Ing. Andrés Rodríguez <b>MIEMBRO TRIBUNAL.</b>	-----	-----
<b>NOTA DE TESIS.</b>	-----	

“Nosotros, José Luis Torres Durazno y Wellington Javier Correa Contenido somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

---

José Luis Torres Durazno

---

Wellington Javier Correa Contenido

## **DEDICATORIA**

A DIOS, A mi madre Bélgica por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, a mis hermanos y sobrinos por estar siempre conmigo a lo largo de mi vida y porque con ellos he aprendido el valor de una familia a todas las personas quienes en los momentos difíciles estuvieron a mi lado y supieron valorarme.

**José.**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a mis amados padres Carmita y Segundo que con su apoyo incondicional y su amor tan desinteresado han sido mi ejemplo y el pilar fundamental para poder hoy culminar esta etapa tan importante en mi vida. A mis hermanos Cecí y Andrés, junto con mi sobrina Rafaela y mí cuñado Paul que siempre me han sacado una sonrisa y me han apoyado en todo. A mis abuelitos y demás familiares por su gran cariño y sus sabias palabras siempre me han motivado a ser mejor cada día. Al amor de mi vida Andrea quien está a mi lado en todo momento junto a nuestro amado hijito que está en camino por ser nuestra inspiración y nuestra mayor bendición. Gracias Dios Mío.

**Willy**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios por habernos dado salud, voluntad, y fuerza para culminar una etapa más de nuestras vidas.

Nos complace expresar nuestro más sincero agradecimiento a la FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA, a la Escuela de Diseño Gráfico, en ella a sus distinguidos docentes quienes con su profesionalismo y ética impartían a cada uno de los que acudimos, con sus conocimientos que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

De manera especial a nuestra tutor y amigo Lic. Ramiro Santos, por estar siempre dispuesto a ayudarnos y apoyarnos en los momentos que necesitamos, por su paciencia y dedicación, al Ing. Andrés Rodríguez por su buena voluntad y apoyo.

A nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestra vida han apoyado y motivado en nuestra formación académica.

**Los Autores**

## INDICE GENERAL

	Páginas
<b>DEDICATORIA</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>INDICE GENERAL</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xii
<b>ÍNDICES DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS</b> .....	xviii
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	xix
<b>RESUMEN</b> .....	xx
<b>SUMMARY</b> .....	xxi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
1. <b>MARCO REFERENCIAL</b> .....	3
1.1 <b>Antecedentes</b> .....	3
1.2 <b>Justificación Del Tema De Tesis</b> .....	4
1.3 <b>Objetivos</b> .....	5
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	5
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.4 <b>Hipótesis</b> .....	5
<b>CAPITULO II</b>	
2. <b>LA MOYA DE CALPI</b> .....	6
2.1 <b>Definiciones</b> .....	6
2.1.1 <i>Cultura</i> .....	6
2.1.2 <i>Patrimonio tangible e intangible</i> .....	7
2.1.2.1 <i>Patrimonio tangible</i> .....	7
2.1.2.2 <i>El Patrimonio Intangible</i> .....	8

2.2	<b>Datos Geográficos</b> .....	8
2.2.1	<i>Características del territorio</i> .....	8
2.2.2	<i>Características generales del territorio</i> .....	9
2.3	<b>Historia</b> .....	10
2.4	<b>Costumbres</b> .....	11
2.4.1	<i>Cultivo tradicional</i> .....	11
2.4.2	<i>Prácticas productivas ancestrales</i> .....	11
2.4.3	<i>Gastronomía</i> .....	13
2.4.4	<i>Tradiciones</i> .....	14
2.5	<b>Cultura</b> .....	15
2.5.1	<i>Etnia</i> .....	15
2.5.2	<i>Idioma</i> .....	15
2.5.3	<i>Vestimenta</i> .....	15
2.5.4	<i>Religión</i> .....	16
2.5.5	<i>Expresión artística</i> .....	16
2.5.6	<i>Cuentos y leyendas</i> .....	17
2.5.7	<i>Hilanderas</i> .....	17
2.5.8	<i>Llama</i> .....	18
2.6	<b>Patrimonio</b> .....	19
2.6.1	<i>Capilla La Moya</i> .....	19
2.6.2	<i>Museo Urkukunapak Wasi</i> .....	19
2.6.3	<i>Piezas Patrimoniales</i> .....	21
2.6.4	<i>Análisis de Rasgos Tipológicos</i> .....	22
2.6.5	<i>CHAKANA (Cruz Andina o Cruz Cuadrada) Cruz del Sur</i> .....	25

### **CAPITULO III**

3.	<b>PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA HOLOGRAFÍA Y SISTEMAS DE PROYECCIÓN</b> .....	29
3.1	<b>La Holografía</b> .....	29
3.1.1	<i>Concepto y Generalidades</i> .....	29
3.1.1.1	<i>Holografía</i> .....	29
3.1.1.2	<i>Holograma</i> .....	30



3.2	<b>Principios y Fundamentos</b> .....	30
3.2.1	<i>Óptica geométrica y física</i> .....	31
3.2.2	<i>Fotometría</i> .....	32
3.2.1	<i>Principales magnitudes fotométricas</i> .....	32
3.2.2	<i>Principales magnitudes fotométricas</i> .....	33
3.3	<b>La Luz</b> .....	34
3.3.1	<i>Características de las ondas electromagnéticas</i> .....	34
3.3.2	<i>Propiedades de las ondas</i> .....	34
3.4	<b>Propiedades de la luz</b> .....	36
3.4.1	<i>Propagación de la luz</i> .....	36
3.4.2	<i>Reflexión de la luz</i> .....	36
3.5	<b>Refracción de la luz</b> .....	38
3.6	<b>Espejo</b> .....	40
3.6.1	<i>Espejo plano</i> .....	40
3.6.2	<i>Espejos curvos</i> .....	41
3.6.2.1	<i>Espejo Cóncavo</i> .....	41
3.6.2.2	<i>Espejo Convexo</i> .....	42
3.7	<b>Fenómenos de la luz</b> .....	43
3.7.1	<i>Difracción</i> .....	43
3.7.2	<i>Interferencia</i> .....	43
3.7.3	<i>Dispersión</i> .....	44
3.7.4	<i>Luz Polarizada</i> .....	45
3.7.4.1	<i>Clasificación de la luz polarizada</i> .....	45
3.7.5	<i>Las lentes</i> .....	48
3.7.5.1	<i>Clasificación de los lentes convergentes</i> .....	49
3.7.5.2	<i>Clasificación de los lentes divergentes</i> .....	50
3.8	<b>Sistema de proyecciones holográficas</b> .....	54
3.8.1	<i>Sistema de proyección holográfica</i> .....	54
3.8.1.1	<i>Fundamentos técnicos de la holografía</i> .....	54
3.8.2	<i>Grabación del holograma</i> .....	55
3.8.3	<i>Reconstrucción del holograma</i> .....	56
3.8.4	<i>Sistemas holográficos</i> .....	56

3.9	<b>Sistemas holográficos actuales</b> .....	59
-----	---	----

#### **CAPITULO IV**

4.	<b>VIRTUALIZACIÓN DE LAS PIEZAS PATRIMONIALES E INTERACCIÓN DE LOS HOLOGRAMAS</b> .....	61
4.1	<b>Virtualización de piezas patrimoniales</b> .....	61
4.1.1	<i>Realidad aumentada</i> .....	61
4.1.2	<i>Realidad aumentada espacial</i> .....	62
4.2	<b>Métodos de modelado 3d</b> .....	62
4.2.1	<i>Introducción</i> .....	62
4.2.2	<i>Definición</i> .....	63
4.2.3	<i>Técnicas de modelado</i> .....	64
4.2.3.1	<i>Estructuras Predefinidas</i> .....	64
4.2.3.2	<i>Modelado Poligonal</i> .....	65
4.2.3.3	<i>Operaciones booleanas</i> .....	66
4.2.3.4	<i>Extruir (Extrude)</i> .....	68
4.2.3.5	<i>Torno (Lathe)</i> .....	69
4.2.3.6	<i>Loft</i> .....	70
4.2.3.7	<i>NURBS</i> .....	72
4.2.4	<b>Escaneo 3D</b> .....	73
4.2.4.1	<i>Metodología para la optimizacion del escaneo 3d</i> .....	74
4.2.4.2	<i>Escaneo 3d</i> .....	75
4.2.4.3	<i>Postescaneado</i> .....	76
4.3.1	<i>Método de mapeado (Unwrap UVW)</i> .....	79
4.4	<b>Animación</b> .....	81
4.4.1	<i>Cinemática</i> .....	81
4.4.2	<i>Dinámica</i> .....	82
4.5	<b>Prerenderización</b> .....	83
4.6	<b>Renderizado (Render)</b> .....	83
4.7	<b>Cámara/Sensor Kinect</b> .....	87
4.7.1	<i>Características</i> .....	87
4.8	<b>Sdk de kinect para Windows</b> .....	88

4.9	<b>Kinect mouse</b> .....	88
4.9.1	<i>Calibración del área de interacción con la Kinect</i> .....	88
4.9.1.1	<i>Configurar el área de interacción con el usuario</i> .....	88
4.10	<b>Análisis de software para animación</b> .....	91
4.10.1	<i>Adobe Flash CS6</i> .....	91
4.10.2	<i>Animación</i> .....	91
<b>CAPITULO V</b> .....		101
5.	<b>VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b> .....	101
5.1	Validación de la hipótesis .....	101
<b>CONCLUSIONES</b> .....		115
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		116
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2.</b> Tabla de Piezas Patrimoniales Tangibles e Intangibles de La Moya de Calpi.....	21
<b>Tabla 2-2.</b> Análisis de los rasgos tipológicos de la capilla la Moya de Calpi.....	23
<b>Tabla 3-2.</b> Análisis de los rasgos tipológicos del museo Urkukunapak Wasi de la Moya de Calpi.....	24
<b>Tabla 4-2.</b> Análisis de los rasgos tipológicos del lenguaje de los habitantes la Moya de Calpi.....	24
<b>Tabla 5-2.</b> Análisis de los rasgos tipológicos de la vestimenta de los habitantes la Moya de Calpi.....	25
<b>Tabla 1-3.</b> Tabla de las principales magnitudes fotométricas.....	33
<b>Tabla 1-5.</b> Comparación de Pruebas holográficas.....	114
<b>Tabla 2-5.</b> Movimiento, fluidez e interacción del sensor Kinect.....	114

## ÍNDICES DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b>	Mujer danzando con traje típico.....	6
<b>Figura 2- 2.</b>	Características del territorio.....	8
<b>Figura 3-2.</b>	Mapa Político de la Parroquia de Calpi.....	9
<b>Figura 4-2.</b>	Mapa comunidades de la Moya, Jatary, Rumicruz.....	10
<b>Figura 5-2.</b>	Iglesia de la Moya de Calpi.....	11
<b>Figura 6-2.</b>	Minga en la comunidad.....	12
<b>Figura 7-2.</b>	Presta manos.....	12
<b>Figura 8-2.</b>	Fiesta en la comunidad.....	13
<b>Figura 9-2.</b>	Papas con cuy.....	13
<b>Figura 10-2.</b>	San Agustín.....	14
<b>Figura 11-2.</b>	Baltazar Huzca el último hielero.....	14
<b>Figura 12-2.</b>	Vestimenta tradicional de las mujeres.....	15
<b>Figura 13-2.</b>	Expresiones artísticas de los habitantes de La Moya.....	16
<b>Figura 14-2.</b>	Historias y cuentos de los hieleros del Chimborazo.....	17
<b>Figura 15-2.</b>	Hilanderas de la Moya.....	18
<b>Figura 16-2.</b>	Llama Animal típico de la región Andina.....	18
<b>Figura 17-2.</b>	Capilla de la comunidad La Moya.....	19
<b>Figura 18-2.</b>	Museo de la comunidad La Moya.....	20
<b>Figura 19-2.</b>	Tienda de Artesanías de la Moya.....	20
<b>Figura 20-2.</b>	Capilla La Moya.....	22
<b>Figura 21-2.</b>	Museo Urkukunapak Wasi.....	23
<b>Figura 1-3.</b>	Emmett Leith y Juris Upatnieks.....	29
<b>Figura 2-3.</b>	Holograma de luz.....	30
<b>Figura 3-3.</b>	Longitudes de onda de la luz.....	34
<b>Figura 4-3.</b>	Características de las ondas electromagnéticas.....	35
<b>Figura 5-3.</b>	Las ondas electromagnéticas.....	36
<b>Figura 6-3.</b>	Ángulo de reflexión de la luz.....	37
<b>Figura 7-3.</b>	Ley de la reflexión.....	37
<b>Figura 8-3.</b>	Tipos de reflexiones de la luz.....	38

<b>Figura 9-3.</b> Refracción de la luz.....	39
<b>Figura 10-3.</b> Ley de Snell.....	40
<b>Figura 11-3.</b> Espejos planos.....	40
<b>Figura 12-3.</b> Espejos curvos.....	41
<b>Figura 13-3.</b> Espejos cóncavos.....	41
<b>Figura 14-3.</b> Espejo convexo.....	42
<b>Figura 15-3.</b> Difracción de la luz.....	43
<b>Figura 16-3.</b> Ondas de interferencia.....	44
<b>Figura 17-3.</b> Interferencia constructiva y destructiva en una onda transversal.....	44
<b>Figura 18-3.</b> Dispersión de la luz.....	45
<b>Figura 19-3.</b> Polarización lineal de la luz.....	46
<b>Figura 20-3.</b> Polarización circular de la luz.....	46
<b>Figura 21-3.</b> Polarización elíptica de la luz.....	47
<b>Figura 22-3.</b> Tipos de lentes.....	48
<b>Figura 23-3.</b> Lentes convergentes.....	48
<b>Figura 24-3.</b> Clasificación de los lentes convergentes.....	49
<b>Figura 25-3.</b> Lentes divergentes.....	49
<b>Figura 26-3.</b> Clasificación de los lentes divergentes.....	50
<b>Figura 27-3.</b> La luz y la materia transparente.....	51
<b>Figura 28-3.</b> Materia que absorbe la luz.....	52
<b>Figura 29-3.</b> Material translucido.....	52
<b>Figura 30-3.</b> Color blanco con la fusión de colores primarios.....	53
<b>Figura 31-3.</b> Transmisión de colores.....	53
<b>Figura 32-3.</b> Reflexión de los colores.....	54
<b>Figura 33-3.</b> Reflejo de la luz en cuerpos monocromáticos.....	54
<b>Figura 34-3.</b> Fundamentos técnicos de la holografía.....	55
<b>Figura 35-3.</b> Proceso de grabación de un holograma.....	55
<b>Figura 36-3.</b> Reconstrucción del holograma.....	56
<b>Figura 37-3.</b> Holograma por transmisión.....	57
<b>Figura 38-3.</b> Holograma por reflexión.....	57
<b>Figura 39-3.</b> Holograma de plano de imagen.....	58

<b>Figura 40-3.</b> Holograma de arcoíris.....	59
<b>Figura 41-3.</b> Sistema de proyección holográfico Cheoptic 360.....	59
<b>Figura 42-3.</b> Sistema de proyección holográfico Mark III.....	60
<b>Figura 43-3.</b> Tecnología Heliodisplay.....	60
<b>Figura 1-4.</b> Sistema de Realidad Aumentada.....	61
<b>Figura 2-4.</b> Realidad aumentada aplicada en diferentes disciplinas.....	62
<b>Figura 3-4.</b> Taxonomía de realidad mixta.....	62
<b>Figura 4-4.</b> Estructuras predefinidas.....	65
<b>Figura 5-4.</b> Modelados poligonal.....	66
<b>Figura 6-4.</b> Operaciones booleanas.....	67
<b>Figura 7-4.</b> Intersecciones booleanas.....	67
<b>Figura 8-4.</b> Unión de objetos en operaciones booleanas.....	67
<b>Figura 9-4.</b> Diferenciación en operaciones booleanas.....	68
<b>Figura 10-4.</b> Método extruir.....	69
<b>Figura 11-4.</b> Método torno.....	70
<b>Figura 12-4.</b> Método loft.....	71
<b>Figura 13-4.</b> Método de conexión.....	71
<b>Figura 14-4.</b> Modelado con superficies.....	72
<b>Figura 15-4.</b> Laser Rojo (David laser scanner 3d).....	74
<b>Figura 16-4.</b> Brazo y Plato Electrónico.....	74
<b>Figura 17-4.</b> Láser Horizontal.....	75
<b>Figura 18-4.</b> Calibración Optima Cámara (David laser scanner 3d).....	76
<b>Figura 19-4.</b> Escaneados a 60° (David laser scanner 3d).....	76
<b>Figura 20-4.</b> Alineación de los escaneados (David laser scanner 3d).....	77
<b>Figura 21-4.</b> Alineación final de los escaneados (David laser scanner 3d).....	78
<b>Figura 22-4.</b> Fusión final de escaneados (David laser scanner 3d).....	78
<b>Figura 23-4.</b> Aplicación del modificador Unwrap UVW.....	79
<b>Figura 24-4.</b> Edición del modificador Unwrap UVW.....	79
<b>Figura 25-4.</b> Render Final del Unwrap UVW.....	80
<b>Figura 26-4.</b> Aplicamos color o textura al Unwrap UVW.....	80
<b>Figura 27-4.</b> Aplicamos color Unwrap UVW.....	81
<b>Figura 28-4.</b> Prerenderización.....	83

<b>Figura 29-4.</b> Parámetros de renderizado.....	84
<b>Figura 30-4.</b> Renderizado en secuencia de imágenes.....	85
<b>Figura 31-4.</b> Secuencia de imágenes del sombrero en formato png.....	85
<b>Figura 32-4.</b> Secuencia de imágenes de la capilla la moya.....	85
<b>Figura 33-4.</b> Secuencia de imágenes del museo Urkukunapak Wasi.....	86
<b>Figura 34-4.</b> Secuencia de imágenes de la vestimenta de la mujer.....	86
<b>Figura 35-4.</b> Sensor Kinect.....	87
<b>Figura 36-4.</b> Calibración de la kinect con la librería Kinect mouse.....	89
<b>Figura 37-4.</b> Configuración de la cámara sensor kinect.....	89
<b>Figura 38-4.</b> Segunda configuración de la cámara sensor kinect.....	90
<b>Figura 39-4.</b> Software Adobe Flash CS6.....	91
<b>Figura 40-4.</b> Creación de un documento 2.0.....	93
<b>Figura 41-4.</b> Parámetros del documento.....	94
<b>Figura 42-4.</b> Importación de las secuencias de imágenes del sombrero.....	94
<b>Figura 43-4.</b> Creación de un Movie Clip.....	95
<b>Figura 44-4.</b> Animación dentro de un Movie Clip.....	95
<b>Figura 45-4.</b> Asignación de nombre a un Movie Clip.....	96
<b>Figura 46-4.</b> Creación de un botón.....	96
<b>Figura 47-4.</b> Activación de la zona activa de un botón.....	97
<b>Figura 48-4.</b> Generando la interactividad con el mouse.....	98
<b>Figura 49-4.</b> Acción para pantalla completa.....	99
<b>Figura 50-4.</b> Pre exportación de interactividad.....	99
<b>Figura 51-4.</b> Exportación final de la película.....	100
<b>Figura 52-4.</b> Ejecutable.....	100
<b>Figura 1-5.</b> Filtros polarizadores y hojas lenticulares de pantallas de laptop.....	103
<b>Figura 2-5.</b> Filtros polarizados y hojas lenticulares.....	104
<b>Figura 3-5.</b> Eje convergente de cámara.....	104
<b>Figura 4-5.</b> Efecto de imagen lenticular.....	105
<b>Figura 5-5.</b> Superposición lenticular.....	105
<b>Figura 6-5.</b> Imagen lenticular Ojos: Derecho e Izquierdo.....	105
<b>Figura 7-5.</b> Efecto final lenticular.....	106
<b>Figura 8-5.</b> Proyección sobre superficie plana.....	106



<b>Figura 9-5.</b>	Proyección con filtros polarizados a 90°.....	107
<b>Figura 10-5.</b>	Efectos de profundidad con hoja lenticular.....	107
<b>Figura 11-5.</b>	Efecto con hoja lenticular sobre una pantalla lcd.....	108
<b>Figura 12-5.</b>	Prueba realizada con vapor de agua y dos proyectores.....	108
<b>Figura 13-5.</b>	Prueba realizada con humidificador y un proyector.....	109
<b>Figura 14-5.</b>	Nombre Wellington proyectada sobre vapor de agua.....	110
<b>Figura 15-5.</b>	Pirámide rectangular truncada de vidrio.....	111
<b>Figura 16-5.</b>	Calibración de la iglesia para la proyección.....	111
<b>Figura 17-5.</b>	Calibración del museo para la proyección.....	112
<b>Figura 18-5.</b>	Calibración de la mujer para la proyección.....	112
<b>Figura 19-5.</b>	Imagen holográfica de la iglesia en vista Frontal.....	113
<b>Figura 20-5.</b>	Imagen holográfica de la iglesia en vista lateral.....	113
<b>Figura 21-5.</b>	Imagen holográfica de la iglesia vista en perspectiva.....	114

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>2D</b>	2 dimensiones
<b>3D</b>	3 Dimensiones
<b>bd</b>	Bujía decimal
<b>c</b>	Velocidad de la luz
<b>cd</b>	Candela
<b>Cpu</b>	Unidad Central de Procesos
<b>Fps</b>	Frames por segundo
<b>lm</b>	Lumen
<b>lx</b>	Lux
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>nm</b>	Nanómetros
<b>Pc</b>	Personal Computer
<b>Px</b>	Pixeles
<b>RA</b>	Realidad aumentada
<b>Sdk</b>	Software Development Kit
<b>Uvw</b>	Mapeado de texturas
<b>VR</b>	Realidad virtual
<b>Xml</b>	Documento de calibración

## **INDICE DE ANEXOS**

**Anexo A:** Modelado de la Iglesia La Moya

**Anexo B:** Modelado de la Mujer y su Vestimenta

**Anexo C:** Modelado del Museo

**Anexo D:** Holograma de la Iglesia sin Luz Ambiental

**Anexo E:** Camar Kinect Ubicada en un Trípode para su Calibración

## RESUMEN

Se realizó el estudio de los principios y fundamentos holográficos interactivo, ondas, dispersión, interferencia, convergencia, divergencia de los rayos de luz, involucrados en el registro y la reconstrucción de un holograma, con el objetivo de aplicarlos en la comunicación y difusión patrimonial de la Moya de Calpi. Se procedió a realizar cuatro experimentos que aplican los principios holográficos. Utilizando computadoras, proyectores lcd de 3000 lumen, sensor de movimiento Kinect, humidificador y una pirámide de vidrio y los software Autodesk 3ds Max , Adobe CS6, Kinect Mouse y librerías SDK. Para el estudio se basó en los sistemas y prototipos de reproducción holográfica desde su aparición en 1947 hasta los sistemas actuales que hacen el uso y combinación de nuevas tecnologías. Posteriormente se realizaron cuatro experimentos, el uno y dos dieron un 0% en sus resultados, mientras que el tercero y el cuarto experimento dieron resultados de un 70% y 100% en la reconstrucción y virtualización de las piezas patrimoniales y edificaciones de la Moya de Calpi, y los resultados de la interacción fueron de un 100%. Por lo que se concluye que al reconstruir un holograma solo con la intersección de haces de luz no se puede generar, ya que la dispersión de los rayos de luz en el espacio y el ambiente no permite la intersección y visión al alcance del ojo humano, logrando generar un holograma sobre una superficie transparente; Se recomienda la creación de un laboratorio dentro de la Escuela de Diseño Gráfico donde se puedan realizar estudios sobre el uso de nuevas tecnologías y el manejo de luz convencional y luz láser donde podríamos generar, mejorar y dar más realismo a nuevas formas de comunicación visual en 3d dimensiones.

**Palabras clave:** <HOLOGRAFÍA>, <COMUNICACIÓN 3D>, <PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS HOLOGRAFÍCOS>, <HOLOGRAMA>, <INTERACTIVIDAD>.

## **SUMMARY**

The study interactive holographic principles and foundations, waves, dispersion, interference, convergence, divergence of light rays, involved in the registration and reconstruction of a hologram is made, in order to apply them in the communication and dissemination of heritage Moya de Calpi. It proceeded to perform four experiments applying holographic principles. Using computers, LCD projects 3000 lumen, motion Kinect sensor, a humidifier and a glass pyramid, and software such as: Autodesk 3ds Max, Adobe CS6, Kinect Mouse and finally SDK libraries. The study was based on systems and prototypes of holographic reproduction since its emergence in 1947 to the current systems that use and combination of new technologies. Four experiments were conducted later, the one and two gave 0% on its results, while the third and fourth experiment gave results of 70% and 100% in the reconstruction and virtualization of heritage pieces and buildings of Moya de Calpi and the interaction results were 100%. Therefore it is concluded that when reconstructing a single hologram with intersecting light beams cannot be generated because the dispersion of light rays in space and the environment does not allow the intersection and vision within reach of the human eye, able to generate a hologram on a transparent surface. It is recommended the creation of a laboratory within the School of Graphic Design, where students can conduct studies on the use of new technologies and management of conventional light and laser light which could generate, improve and give more realism to new forms of visual communication in 3D dimensions.

**KEYWORDS:** HOLOGRAPHY, 3D COMMUNICATION, PRINCIPLES AND FOUNDATIONS  
HOLOGRAPHIC, HOLOGRAM, INTERACTIVITY

## INTRODUCCIÓN

Durante la última década la Informática Gráfica ha avanzado lo suficiente para llegar a producir imágenes altamente realistas en tiempos cada vez más reducidos. Esto ha permitido que los gráficos 3D en tiempo real lleguen al público a través de canales como Internet, los videojuegos, los dispositivos móviles y la televisión. Sin embargo, la mayoría de dispositivos de visualización producen imágenes planas, sin ilusión 3D. Para resolver este problema se han utilizado dos técnicas: permitir al usuario mover o interactuar con el objeto 3D, o utilizar visualización estereoscópica. La interacción mejora sustancialmente con la percepción espacial porque el movimiento es el efecto visual que más contribuye a la ilusión de profundidad. Esto es lo que se utiliza en los dispositivos 2D. La estereoscopia se viene utilizando en disciplinas donde la visualización 3D es indispensable o de gran ayuda. En la estereoscopia se visualizan dos imágenes, una para cada ojo del usuario.

Las disciplinas donde más se usa son: diseño industrial realizando presentaciones de objetos de arte y arquitectura. El problema de la estereoscopia es que solo sirve para un usuario y típicamente requiere el uso de gafas u otros dispositivos invasivos. Más recientemente han aparecido los dispositivos autoestereoscópicos. Estos dispositivos no son invasivos y suelen permitir la visualización de múltiples imágenes que juntas forman una imagen espacial. De este modo varios usuarios pueden observar la misma ilusión 3D e incluso acercarse y tocarla o atravesarla con la mano.

Finalmente, los dispositivos volumétricos visualizan imágenes espaciales 3D sin utilizar un conjunto de imágenes 2D. Son dispositivos que utilizan un sistema mecánico o una pantalla de vapor para producir una ilusión 3D dentro de un volumen o suspendida en el aire. Muchos de los dispositivos autoestereoscópicos y volumétricos no se desarrollan más allá de la etapa del prototipo, ni llegan a ser comercialmente viables. No obstante, en este proyecto de titulación repasamos los dispositivos espaciales más importantes e incluimos también dispositivos estereoscópicos. El trabajo está estructurado en cinco partes.

Las tres primeras partes están dedicadas, respectivamente, al estudio de los principios y fundamentos holográficos para la construcción, virtualización e interacción del ser humano con estos medios autoestereoscópicos y dispositivos volumétricos. A demás de una comparativa entre

dispositivos de visualización espacial disponibles comercialmente. La antepenúltima parte contiene un estudio detallado de cómo generar modelos en tres dimensiones para su posterior reproducción. Y la última parte está totalmente dedicada a la experimentación mediante pruebas para la elaboración de un dispositivo de visualización espacial que nos permita la total reconstrucción y virtualización del holograma y que además le permita al usuario poder interactuar con estas imágenes en 3D, con el objetivo de aplicarlos en la comunicación y difusión patrimonial de la Moya de Calpi.

# CAPITULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 Antecedentes

La investigación en el campo de las tecnologías y comunicaciones ópticas están en continuo avance. (GARCÍA SANTIAGO, Lola. 2005. [http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo\\_id=8619](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=8619)). La holografía es una técnica avanzada de fotografía, que consiste en crear una visión tridimensional, mediante un sistema interferencias (intersecciones) de haces de luz, desde la perspectiva adecuada, este sistema de interferencia consta de una primera parte para la grabación y de una segunda para la reconstrucción del holograma.

Dennis Gabor (Premio Nobel de Física en 1971), físico británico de origen húngaro, realizó para la mejora de la imagen grabada en los microscopios electrónicos. Adelantó planteamientos sobre cómo formar, lo que acuñó como "holografía" a finales de los años 40.

E. M. Leith junto a J. Upatnieks buscaba en 1956 un método para registrar y mostrar gráficamente la forma de onda de las señales de radar, usando técnicas ópticas. Sus resultados sirvieron para conseguir dos imágenes del objeto, una real y otra virtual que, mezcladas entre sí y con la luz incidente, producían una imagen tridimensional.

En 1962, Yuri Denisyuk, investigador de la antigua Unión Soviética, desarrolló el método de fabricación de hologramas de luz blanca o de reflexión. A lo largo de toda la década de los 60, se fue experimentando y estudiando la holografía.

En la actualidad se utilizan presentaciones en 2 dimensiones como forma de comunicación como son pantallas gigantes, monitores, displays, pantallas led, proyectores, etc. Y para formas de comunicación en 3 dimensiones se utilizan programas y/o prototipos que simulan 3D, limitando de esta forma la representación visual real de un objeto.

Los sistemas holográficos se encuentran en etapa de investigación y desarrollo en algunos países como España que presentaron un holograma en tamaño real, o en instituciones privadas como el



Institute for Creative Technologies que han desarrollado un proyector de luz holográfico 3D capaz de mostrar figuras en 360 grados, ya se encuentran algunos prototipos que permiten interactuar con el mismo o al menos intentan emularlo, estos sistemas holográficos se encuentran más cercanos a la realidad que a la ciencia-ficción.

En nuestro país no se han realizado estudios o investigaciones sobre la holografía, ya sea por la falta de tecnología, o por poca información o interés del tema desde su aparición 1947.

## **1.2 Justificación Del Tema De Tesis**

Este proyecto involucra la investigación y experimentación relacionada con cálculos y análisis matemáticos, la sincronización de cámaras y proyectores, manejo de luces e imágenes en movimiento, creando de esta manera una intersección de haces de luz.

La idea principal de este estudio o investigación es proponer la digitalización 3D de piezas patrimoniales, basados en modelos tridimensionales obtenidos mediante técnicas de láser escáner, con el objetivo de difundir su identidad cultural, turística y didáctica (musealización virtual, recreaciones virtuales que facilitan la comprensión del contexto histórico, etc.) y cuyo holograma pueda interactuar con el o los usuarios, con la ayuda de las tecnologías que se encuentran a nuestro alcance, proyectores de luz (leds), cámaras de reconocimiento de movimiento humano (Kinect/Air Touch), software de reconocimiento e ilusión óptica, con esto podremos plantear en diferentes aplicaciones con interacción del usuario.

El objetivo primordial es crear una nueva forma de comunicación que ayude con la presentación y conservación de piezas patrimoniales.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

Estudiar los principios y fundamentos holográficos interactivos orientados a la comunicación y difusión patrimonial de La Moya de Calpi.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Investigar los rasgos patrimoniales de La Moya de Calpi.
- Analizar los principios y fundamentos de la holografía.
- Desarrollar un sistema de proyección para holografías.
- Virtualizar las piezas patrimoniales a proyectarse con hardware y software existentes.
- Desarrollar un sistema de interacción con los hologramas.
- Validar la hipótesis.

## **1.4 Hipótesis**

Al aplicar los principios holográficos con la intersección de haces de luz, se realizarán proyecciones en tres dimensiones interactivas que permitirán difundir el patrimonio de la Moya de Calpi.

## CAPITULO II

### 2. LA MOYA DE CALPI

#### 2.1 Definiciones

##### 2.1.1 Cultura

El término cultura, que proviene del latín cultus, hace referencia al cultivo del espíritu humano y de las facultades intelectuales del hombre. Su definición ha ido mutando a lo largo de la historia: desde la época del Iluminismo, la cultura ha sido asociada a la civilización y al progreso. (DEFINICION DE. 2008. <http://definicion.de/cultura/>)

En general, la cultura es una especie de tejido social que abarca las distintas formas y expresiones de una sociedad determinada. Por lo tanto, las costumbres, las prácticas, las maneras de ser, los rituales, los tipos de vestimenta y las normas de comportamiento son aspectos incluidos en la cultura. (DEFINICION DE. 2008. <http://definicion.de/cultura/>)



**Figura 1-2.** Mujer danzando con traje típico

Fuente: CEGESPU. 2011

### ***2.1.2 Patrimonio tangible e intangible***

El patrimonio cultural es subjetivo<sup>1</sup> y dinámico, no depende de los objetos o bienes sino de los valores que la sociedad en general les atribuyen en cada momento de la historia y que determinan qué bienes son los que hay que proteger y conservar para la posteridad.

#### ***2.1.2.1 Patrimonio tangible***

El Patrimonio Cultural se divide en 2 tipos de Patrimonios, los cuales son: Tangible e Intangible, y dentro del Patrimonio Tangible se encuentran Patrimonios Muebles e Inmuebles.

**Patrimonio Tangible Mueble:** El Patrimonio Cultural Tangible Mueble está compuesto por todos los objetos que constituyen colecciones importantes, y que son utilizadas por los ciudadanos actualmente. Existen muchos tipos de colecciones culturales, como por ejemplo: religiosos, etnográficos, tecnológicos, históricos, artísticos, arqueológicos y todos aquellos que forman parte del origen artesanal o folclórico. Estos objetos los podemos encontrar en diferentes lugares de nuestro país, como por ejemplo en museos, bibliotecas públicas y archivos. (RIVERA C, MANUEL. 2010. <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>)

**Patrimonio Tangible Inmueble:** El Patrimonio Tangible Inmueble está compuesto por todos aquellos sitios, obras de ingeniería, lugares, edificaciones, conjuntos arquitectónicos, zonas típicas, centros industriales y monumentos de interés o valor relevante desde los puntos de vista arqueológicos, históricos, arquitectónicos, artísticos o científicos reconocidos tal cual son. Las obras culturales inmuebles son producciones humanas que no pueden ser trasladadas de un sitio a otro, ya sea porque son estructuras grandes y pesadas, como por ejemplo: un edificio; como también aquellos que son de inseparable relación con el terreno en donde se encuentran ubicados, como por ejemplo: un sitio arqueológico. (RIVERA C, MANUEL. 2010. <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>)

---

<sup>1</sup> En la teoría del conocimiento, la subjetividad es las propiedades de las percepciones, argumentos y lenguaje basadas en el punto de vista del sujeto, y por tanto influidas por los intereses y deseos particulares del mismo.

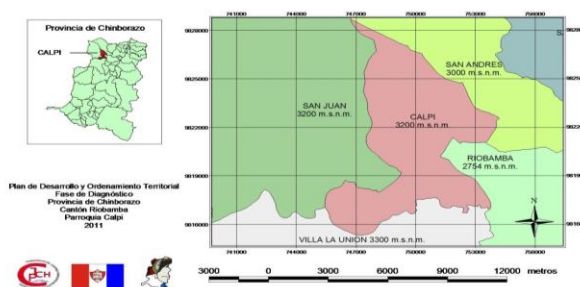
### 2.1.2.2 El Patrimonio Intangible

Está constituido por esa parte invisible que está alojado en el espíritu de las culturas. Éste tipo de patrimonios no se caracteriza por ser del tipo material, sino que por pertenecer a un tipo de enseñanza abstracta. Se concentran en la memoria de los antepasados y en la tradición oral. El patrimonio intangible coincide con la de cultura en sentido espiritual, intelectual y afectivo, que caracterizan a una sociedad, grupo social o cultura indígena, que más allá de las artes y letras engloban los modos de vida, de las diferentes culturas que existen hoy en día. (RIVERA C, MANUEL. 2010. <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>)

La religiosidad popular, la medicina tradicional, los modos de vida, la poesía, los ritos y todas aquellas tecnologías tradicionales de nuestra tierra, forman parte de la cultura intangible. Como también están integrados las lenguas, los modismos regionales y locales, la música y los instrumentos musicales tradicionales, las danzas religiosas y los bailes festivos, la gastronomía y también los trajes que identifican a cada región y comunidad de un país. (RIVERA C, MANUEL. 2010. <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>)

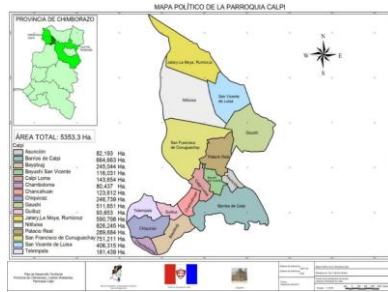
## 2.2 Datos Geográficos

### 2.2.1 Características del territorio



**Figura 2- 2.** Características del territorio

Fuente: CEGESPU. 2011



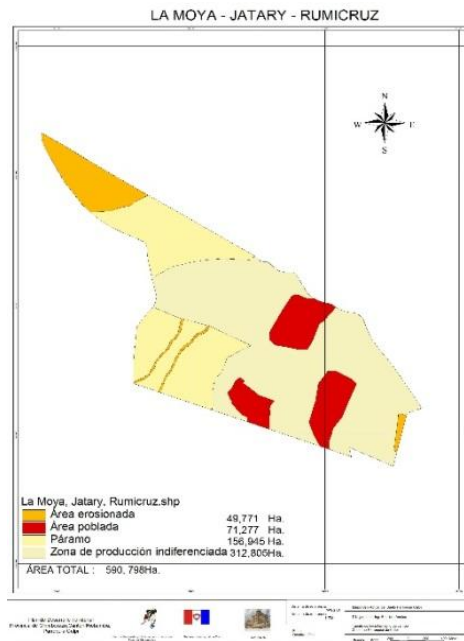
**Figura 3-2.** Mapa Político de la Parroquia de Calpi

Fuente: CEGESPU. 2011

### 2.2.2 Características generales del territorio

- HABITANTES:** Aprox. 250 habitantes
- PARROQUIA:** Calpi
- CANTÓN:** Riobamba
- PROVINCIA:** Chimborazo
- TEMPERATURA:** 12°C a 15°C promedio anual
- ALTITUD:** 3200msnm
- CLIMA:** Tropical mega térmico húmedo TMH
- LÍMITES:**
  - Norte:** Comunidades de San Andrés, Nevado del Chimborazo
  - Sur:** Nitiluisa, San Vicente de Luisa
  - Este:** Comunidad de Rumicruz
  - Oeste:** Comunidad de Jatary

La Moya es una comunidad conformada por 46 familias indígenas de la Parroquia Calpi, la misma se encuentra ubicada a 30 minutos de la ciudad de Riobamba y a 15 minutos de Calpi. (CEGESPU. 2011. p 33)



**Figura 4-2.** Mapa comunidades de la Moya,  
Jatary, Rumicruz

**Fuente:** CEGESPU. 2011

### 2.3 Historia

La Moya se encuentra entre las poblaciones más antiguas del Ecuador, ya que su comunidad se remonta a los primeros años de la Colonia, cuando nuestro territorio se llamaba Real Audiencia de Quito. Fue centro importante de los más grandes obrajes de esa época. (CEGESPU. 2011. p 30)

Probablemente en el año de 1762 se estableció un cuarto y se inició la constitución de una de las primeras iglesias de nuestro territorio paralelamente con la iglesia de Balvanera, estos curatos encomendaban a cada pueblo a un santo para su protección, a esta población de gente bravía le encomendaron a San Agustín como su protector. (CEGESPU. 2011. p 32)



**Figura 5-2.** Iglesia de la Moya de Calpi

**Fuente:** CEGESPU. 2011

## **2.4 Costumbres**

### ***2.4.1 Cultivo tradicional***

Maíz suave, alfalfa, choclo y Papas.- Son considerados como cultivos permanentes, la preparación del suelo lo realizan a través de tractor, por medio de azadón o yuntas, se cultiva en pequeñas parcelas, el destino de la producción es una parte para la venta y otra para el consumo familiar. (CEGESPU. 2011. p 78)

### ***2.4.2 Prácticas productivas ancestrales***

**La Minga.-** Se ha identificado como un trabajo en conjunto el mismo que busca el beneficio de toda una comunidad, por lo general lo realizan para la limpieza de canales de agua riego o consumo humano, apertura de zanjas en los caminos o para el arreglo de alguna infraestructura comunitaria. (CEGESPU. 2011. p 81)





**Figura 6-2.** Mínga en la comunidad

Fuente: CEGESPU. 2011

**Presta Manos.-** Comúnmente conocido como intercambio de trabajo, es decir ayuda que se da para que se devuelva en otra tarea, se ha podido determinar que generalmente se practican en las fundiciones de losa, en la preparación del suelo para los cultivos entre familiares y en las fiestas religiosas de su patrono. (CEGESPU. 2011. p 82)



**Figura 7-2.** Presta manos

Fuente: CEGESPU. 2011

**Jocha.-** Es la entrega de regalos, hasta la presente fecha es una de las prácticas ancestrales que mayor posicionamiento ha tenido en los últimos tiempos, generalmente se realiza en las fiestas patronales o familiares como; matrimonios, bautizos, grados, cumpleaños. (CEGESPU. 2011. p 83)



**Figura 8-2.** Fiesta en la comunidad

Fuente: CEGESPU. 2011

### ***2.4.3 Gastronomía***

En la comunidad de la moya han considerado como gastronomía tanto en festividades religiosas como no religiosas los siguientes platos: (CEGESPU. 2011. p 89)

- Papas con cuy,
- Caldo de gallina,
- Mote con hornado
- Fritada de llama
- Colada morada
- Tortillas de papas



**Figura 9-2.** Papas con cuy

Fuente: CEGESPU. 2011

#### **2.4.4 Tradiciones**

Tradición es el conjunto de patrones culturales que una o varias generaciones hereda de las anteriores y usualmente por estimarlos valiosos, trasmite a las siguientes. En la Moya celebran a su patrono San Agustín, el 28 de agosto de cada año era quien cuidaba y guiaba a los viajeros por aquel sendero. (CEGESPU. 2011. p 91)



**Figura 10-2.** San Agustín

Fuente: CEGESPU. 2011

#### **Hieleros**



**Figura 11-2.** Baltazar Huzca el último hielero

Fuente: CEGESPU. 2011

## 2.5 Cultura

### 2.5.1 Etnia

Los habitantes de la moya están conformados mayoritariamente por población indígena. (CEGESPU. 2011. p 75)

### 2.5.2 Idioma

La nacionalidad Kichwa está constituida por varios pueblos basados en relación de parentesco, una tradición cultural compartida que desarrolla prácticas especiales para relacionarse e identificarse como pueblos diferentes dentro de su nacionalidad. (CEGESPU. 2011. p 76)

El idioma que predomina es el Kichwa<sup>2</sup>, en los habitantes de edad adulta y en los niños y jóvenes el kichwa y el hispano. (CEGESPU. 2011. p 77)

### 2.5.3 Vestimenta

**Vestimenta tradicional.**- se ha podido determinar que en las comunidades los hombres y mujeres adultas viste de forma tradicional así tenemos el anaco, pollera, cinta de pelo, chalina, chompa, faja, mientras que en los hombres botas de caucho, chompas, pantalón de tela. (CEGESPU. 2011. p 83)

**Vestimenta occidental.**- en la actualidad la gran mayoría de las personas viste de forma no tradicional, ya que se ha perdido las costumbres especialmente en niños y jóvenes. (CEGESPU. 2011. p 83)



**Figura 12-2.** Vestimenta tradicional  
de las mujeres

Fuente: CEGESPU. 2011

---

<sup>2</sup> Kichwa: Idioma nativo de la República del Ecuador

#### **2.5.4 Religión**

La mayor parte de habitantes de la comunidad la Moya son católicos, y una pequeña parte son evangélicos. (CEGESPU. 2011. p 88)

Las manifestaciones culturales religiosas guardan relación con las fuertes convicciones cristiano-católicas de sus habitantes así celebran al Santo Patrono San Agustín el 29 de agosto de cada año. (CEGESPU. 2011. p 89)

#### **2.5.5 Expresión artística**

La expresión es la demostración de ideas o sentimientos, con lo que se convierte en un acto de comunicación. (CEGESPU. 2011. p 93)

#### **Música:**



**Figura 13-2.** Expresiones artísticas  
de los habitantes de La Moya

**Fuente:** CEGESPU. 2011

### 2.5.6 Cuentos y leyendas

Los cuentos o leyendas que son relatados por adultos mayores es así; que en la comunidad de la Moya existen leyendas como: (CEGESPU. 2011 p 78)

- Montañas y leyendas.
- La competencia del Chimborazo y el Tulabuk.
- Lágrimas o lagunas (“El llanto de las montañas”)
- Los hieleros de la Moya.
- Leyenda donde el Chimborazo es una mujer y el Carihuayrazo su esposo.
- La formación del nevado el Altar
- El Templo Machay.
- Las montañas como Wakas.<sup>3</sup>
- Mitología indígena y cerros.



**Figura 14-2.** Historias y cuentos de los hieleros del Chimborazo

Fuente: CEGESPU. 2011

### 2.5.7 Hilanderas

La mayoría de mujeres de la comunidad de la moya tiene por oficio hilar o hacer hilos a partir de fibras de las llamas, con la ayuda de un carrizo y de sus hábiles manos obtienen el hilo para luego

---

<sup>3</sup> Wakas: Espacios donde moran los guardianes del espíritu

llevar a un telar, realizar vestimentas como ponchos, suéteres, gorros guantes, los mismos que son para uso personal o para su venta. (CEGESPU. 2011. p 78)



**Figura 15-2.** Hilanderas de la Moya

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

### 2.5.8 Llama

En la cultura indígena la llama no es considerada como un animal, sino como un integrante más de la familia, se podría decir como un hermano que tiene la mirada tan tierna como la mirada humana. Así estos seres han venido acompañando desde las culturas ancestrales proporcionando beneficios que hasta hoy podemos aprovecharlas: beneficios a nivel medicinal, cultural, protección a la Pachamama<sup>4</sup>, soberanía alimentaria y proporción de la fibra para la vestimenta. (CEGESPU. 2011. p 80)



**Figura 16-2.** Llama Animal típico de la región Andina

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

<sup>4</sup> **Pachamama:** Palabra kichwa que en español significa “Madre Tierra”

## 2.6 Patrimonio

### 2.6.1 Capilla La Moya

La Capilla de la Moya es considerada como una auténtica joya cultural e histórica, fue construida con piedra rústica y su techo es de carrillo con sarpullido de oro y piedra. La Capilla de La Moya de Calpi tiene 200 años. Este importante templo es el centro de encuentro de los habitantes de la parroquia de Calpi que incluye a los sectores de Rumicruz, Tunsalao, San Vicente de Luisa, Nitiluisa, San José de Gaushi, San Francisco, Rumipamba y Palacio Real. Estaba en estado ruinoso, se realizó un trabajo emergente de consolidación arquitectónica. (CEGESPU. 2011. p 60)



**Figura 17-2.** Capilla de la comunidad La Moya

**Fuente:** CEGESPU. 2011

### 2.6.2 Museo Urkukunapak Wasi

La Moya cuenta con un Museo Comunitario denominado Urkukunapak Wasi o Casa de las Montañas, donde se puede conocer toda la historia de los hieleros de la comunidad, tradiciones, costumbres, creencias, leyendas, mitologías y la vida misma de los habitantes relacionados con las montañas, llamadas también con reverencia en su lengua materna (Wakas) o espacios sagrados – espíritus protectores. A demás, si usted está purificado desde este lugar usted podrá transportar a la gran ciudad de oro, que el Gran Tayta Chimborazo guarda con recelo en el centro de su corazón.





**Figura 18-2.** Museo de la comunidad La Moya

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

### **Tienda de artesanías**

Luego es posible visitar la tienda de artesanías, donde usted podrá encontrar productos elaborados por las hábiles manos de las mujeres de la comunidad, a base de la fibra de alpacas y llamas, tales como: sacos, gorros, bufandas, guantes, bolsos, aretes y collares de diversos colores, tamaños y modelos.



**Figura 19-2.** Tienda de Artesanías de la Moya

Fuente: CEGESPU. 2011

### 2.6.3 Piezas Patrimoniales

**Tabla 1-2:** Tabla de Piezas Patrimoniales Tangibles e Intangibles de La Moya de Calpi

Piezas Patrimoniales	
Tangibles	Intangibles
	
Capilla	Pintura – Música - Danza – Leyendas
	
Museo	Religión
	
Piezas de exhibición	Hilanderas – Llama
	
Artesanía	Idioma

Realizador por: José Torres y Wellington Correa

#### ***2.6.4 Análisis de Rasgos Tipológicos***

Para realizar el análisis de rasgos tipológicos se ha procedido a seleccionar y dividir en 2 grupos de patrimonio, tangible e intangible más representativos de la comunidad dicho análisis y estudios se lo ha realizado en base a lo investigado con anterioridad.

El patrimonio cultural tangible analizar sus rasgos tipológicos son: Capilla de la Moya y el Museo Urkukunapak Wasi de cada patrimonio se ha realizado una tabla de análisis patrimonio y rasgo tipológico.

El patrimonio cultural intangible analizar sus rasgos tipológicos son: la Vestimenta y la Lengua, de cada patrimonio se ha realizado una tabla de análisis patrimonio y rasgo tipológico.

La Tipología es la ciencia que estudia los tipos o clases, la diferencia intuitiva y conceptual de las formas de modelo o de las formas básicas.

#### **Capilla La Moya**



**Figura 20-2.** Capilla La Moya

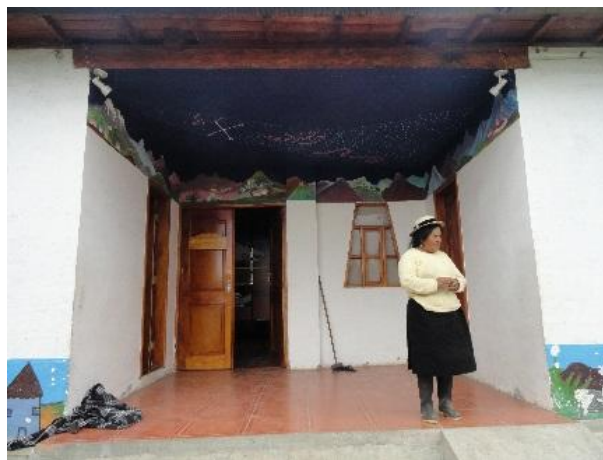
**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Tabla 2-2:** Análisis de los rasgos tipológicos de la capilla la Moya de Calpi.

<b>Patrimonio:</b>	<b>Tangible/Inmueble</b>
<b>Rasgo Tipológico:</b>	Su fachada en sus lados laterales es de forma rectangular con dos ventanales en dirección vertical ubicado en su parte posterior. En la parte frontal en forma cuadrangular con dos arcos ojivales y circular con aristas rectilíneas y curvas en su parte superior a cada lado cruces de madera símbolo del catolicismo, con un acabado de piedra rústica en su parte inferior y en los lados de la entrada y tres muros en unos de sus lados laterales, su cubierta compuesta por un conjunto de tejas en ritmo repetitivo en dirección vertical con un corte longitudinal simétrico. Una pintura realizada con trazos rectilíneos y curvos, colores planos sobre una chalina de tipo mural representando el vivir cotidiano de la comunidad.

**Realizador por:** José Torres y Wellington Correa

### **Museo Urkukunapak Wasi**



**Figura 21-2.** Museo Urkukunapak Wasi

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Tabla 3-2:** Análisis de los rasgos tipológicos del museo Urkukunapak Wasi de la Moya de Calpi

<b>Patrimonio:</b>	<b>Tangible/Inmueble</b>
<b>Rasgo Tipológico:</b>	Su fachada frontal es de forma rectangular con un corte central en forma cuadrangular y ventanas de forma triangular truncada. Su cubierta compuesta por un conjunto de tejas en ritmo repetitivo en dirección vertical con un corte longitudinal simétrico. Una pintura realizada con trazos rectilíneos y curvos, colores planos.

**Realizador por:** José Torres y Wellington Correa

### Lengua

**Tabla 4-2:** Análisis de los rasgos tipológicos del lenguaje de los habitantes la Moya de Calpi

<b>Patrimonio:</b>	<b>Intangible</b>
<b>Rasgo Tipológico:</b>	<p>El quechua o quichua es una familia de lenguas originaria de los Andes centrales.</p> <p>Es la segunda familia lingüística más extendida en Ecuador, Bolivia y Perú.</p> <p>Las vocales en la lengua quichua Ecuatoriana son tres la a, e y o. Por eso no se dice quechua como Perú y Bolivia.</p> <p>En quichua para especificar el sexo se antepone la partícula JARI o CARI para el masculino, y HUARMI para el femenino.</p> <p>Todos los verbos son regulares todos terminan en NA.</p> <p>En quichua no se utiliza el acento ortográfico, solamente el prosódico, por eso todas las palabras tienden a ser graves en singular o plural.</p>

**Realizador por:** José Torres y Wellington Correa

## Vestimenta

**Tabla 5-2:** Análisis de los rasgos tipológicos de la vestimenta de los habitantes la Moya de Calpi

<b>Patrimonio:</b>	<b>Intangible</b>
<b>Rasgo Tipológico:</b>	<p>Dentro de los trajes típicos de esta comunidad Andina destaca especialmente el atuendo de las poblaciones que habitan en los Andes Ecuatorianos, por la variedad de trajes típicos, colores y formas que estos poseen.</p> <p>Las mujeres usan anaco que es una tela de forma rectangular que cubre desde la cintura hasta la parte baja de la rodilla, sujeta con una faja la misma que tiene formas rectilíneas, basadas en la cruz andina,( Chakana), la gama de colores de la vestimenta de los pueblos andinos se basan de los colores que se presentan en su entorno, los colores ocre como el café proveniente de las tierras y tubérculos como la papa, colores verdes de sus sembríos y montañas, el rojo y sus variaciones, del sacrificio de los animales, frutos y algunos vegetales que tienen esta coloración.</p> <p>Los hombres dentro de su vestimenta como único patrimonio intangible que prevalece son el tradicional poncho y su sombrero.</p> <p>Materiales como la lana de llama, prevalecen en la elaboración de estas tradicionales prendas típicas de su vestimenta.</p>

**Realizador por:** José Torres y Wellington Correa

### **2.6.5 CHAKANA (Cruz Andina o Cruz Cuadrada) Cruz del Sur.**

Esta es la principal constelación del mudo andino, ya que era la guía para los caminantes del altiplano, marca la dirección sur y se la puede observar más de 9 meses al año.

El gran ciclo de la cruz andino, desde hace cientos de años, el pueblo andino tienen un calendario, dedicado a sus dos actividades principales, uno es lo místico y la otra actividad es la agropecuaria, en fechas determinadas realiza ofrendas tanto a la Pachamama (madre tierra), al Tata Inti (dios Sol) y a otras deidades andinas como por ejemplo a los Achachilas y Apus (montañas sagradas), y también se realizan otras ceremonias dedicadas a los trabajos agropecuarios como la siembra, la cosecha.

En este calendario que lo denomina “El Circulo de la CHACANA, Gran Cruz Andina” se lo relacionan los siguientes aspectos:

El ciclo de sus estaciones: Comenzando por el AWTI PACHA (seco), el JALLU PACHA (húmedo), el LAPAKA PACHA (cálido) y finalmente el JUIPHI PACHA (frío).

Las cuatro épocas principales: El solsticio de invierno, año nuevo andino (21 de junio); el equinoccio de primavera, segunda fiesta andina; el solsticio de verano, el retorno del sol, tercera festividad y finalmente la última ceremonia, el equinoccio de otoño.

Las cuatro fiestas intermedias: Pero no menos importantes, como ser:

Alrededor del 2 de agosto se realiza una ceremonia dedicada a la Pachamama, la Wilancha, pidiéndole permiso para sembrar y saludándole porque según la tradición andina, la Pachamama despierta en esa época, después del largo invierno y se inicia el ciclo agrícola.

El 2 de noviembre, es la segunda fiesta intermedia, también importante ya que se celebran las fiestas de los difuntos, según la cosmogonía andina es muy importante recordar a los ancestros, se hace toda una ceremonia inclusive en los cementerios.

Al rededor del 2 de febrero se realiza la tercera fiesta intermedia, la fiesta del Anata, que ahora está ligada a los carnavales, es una fiesta agropecuaria, ya que se Challan (bendicen) los campos de cultivo, ya que están en pleno crecimiento y se agradece por ello, también se marcan a todos los animales nuevos, es una tradición marcar con lanas de colores que se les colocan en las orejas.

Finalmente tenemos la cuarta y última fiesta intermedia, es el 3 de Mayo la fiesta de la Chakana (Cruz cuadrada) o Cruz del Sur, relacionada, como dijimos, al inicio de las cosechas, en esta ceremonia se pide permiso a la Pachamama para retirar los frutos y tubérculos de todo lo sembrado, se inicia con la cosecha de la papa.

Las principales observaciones astronómicas: Encontramos en lo que denominaríamos las puntas de la gran cruz; las observaciones astronómicas de orientación y predicción de todas estas fiestas o ceremonias andinas.

Aproximadamente el 14 de julio aparecen antes del amanecer la constelación del WARA WARA KJAUA (poncho de estrellas), y el Chaka Silltu (puente que une).

Alrededor del 3 de Septiembre se observa la constelación de la Cruz del Sur, CHACANA, con sus principales estrellas alfa y beta Cruz.

Cerca del 9 de octubre aparece la constelación KARHUA NAIRAS (ojos de la llama), siendo sus principales estrellas Alfa y beta del Centauro.

El 3 de Diciembre se observa la constelación WARA WARA QORAWA (Honda de estrellas), siendo su principal estrella Alfa Escorpio, llamada por el pueblo andino KORI KALA (piedra de oro).

Cerca del 13 de Enero aparece la constelación WARA WARA TTAJHA (enmarañado de estrellas), donde la principal estrella es Alfa sagitario.

Para el 1 de Marzo, tenemos la aparición de la constelación KAPU WARA WARA (rueda de estrellas), donde podemos observar a su principal estrella llamada según la astronomía clásica DENEK, de la constelación del Cisne, denominada por los andinos KHAJA MUYTA.

Alrededor del 13 de Abril, podemos observar a la constelación WHIPHALA WARA WARA, donde se observan a las cuatro estrellas principales del cuadrado de Pegaso.



Finalizando el ciclo tenemos aproximadamente el 27 de Mayo, observando la constelación ALI PAKITA (árbol desgajado), donde apreciamos una serie de estrellas no muy brillantes de la zona de Aries.

Con todos estos elementos, se han construido una especie de un Calendario Andino, que lo han denominado "El Gran Ciclo de la Cruz Andina".

## CAPITULO III

### 3. PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA HOLOGRAFÍA Y SISTEMAS DE PROYECCIÓN

#### 3.1 La Holografía

##### 3.1.1 Concepto y Generalidades

###### 3.1.1.1 Holografía

Es una técnica avanzada de fotografía que consiste en crear imágenes tridimensionales basada en el empleo de la luz. Para esto se utiliza un rayo láser que graba microscópicamente una película fotosensible. Ésta, al recibir la luz desde la perspectiva adecuada, proyecta una imagen en tres dimensiones. (WIKIPEDIA. 2012. [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico))

La holografía fue inventada en el año 1947 por el físico húngaro Dennis Gabor. Sin embargo, se perfeccionó años más tarde con el desarrollo del láser, pues los hologramas de Gabor eran muy primitivos a causa de las fuentes de luz tan pobres que se utilizaban en sus tiempos. (WIKIPEDIA. 2012. [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico))

Los primeros hologramas que verdaderamente representaban un objeto tridimensional bien definido fueron hechos por Emmett Leith y Juris Upatnieks, en Estados Unidos en 1963, y por Yuri Denisyuk en la UniónSoviética. (WIKIPEDIA. 2012. [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico))



Figura 1-3 - Juris Upatnieks y Emmett Leith. (AIP Photo Super Visual Archives, Physics Today Collection)

**Figura 1-3.** Emmett Leith y Juris Upatnieks

Fuente. Scielo. 2009

### 3.1.1.2 Holograma

Es una imagen tridimensional de un objeto que puede ser observado desde cualquier punto de vista.

(GUERRA, NIURKA. 2013. <http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>)



**Figura 2-3.** Holograma de luz

Fuente: TARINGA. 2013

## 3.2 Principios y Fundamentos

Stephen Benton, uno de los pioneros de la holografía, señaló en más de una ocasión que “es la intersección de ciencia, arte y tecnología lo que hace la holografía tan interesante”. Sin lugar a dudas la reconstrucción de una imagen en tres dimensiones dando la sensación perfecta de relieve es, sin duda, una de las realizaciones más espectaculares y más conocidas de la holografía, pero existen otras muchas aplicaciones en diferentes ámbitos. (RIVERA C, MANUEL. 2010. <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>)

La interferometría holográfica, los elementos ópticos holográficos, las memorias holográficas, el procesado óptico de información, los hologramas generados por ordenador, la holografía digital, la litografía holográfica o los hologramas de seguridad son solo una pequeña muestra de las numerosas aplicaciones científicas y técnicas basadas en el método holográfico. Son numerosas las aplicaciones de la holografía en medicina dentro de la oftalmología, odontología, otología,

ortopedia y endoscopia. Además en la física, la holografía se ha aplicado con éxito a campos tan diversos como la arqueología, paleontología, geografía, música, geología, biología, química, medicina, arquitectura, ingenierías civil, industrial, aeronáutica, naval, de telecomunicación, agronomía, etc. Todo esto es sólo una pequeña muestra de las posibilidades que ofrece la técnica holográfica. (SCIELO. 2009. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172009000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000100011))

A la vista de todo lo anterior, puede verse como la holografía abarca áreas de investigación muy amplias, a la vez que muy distintas, por lo que resulta imposible presentar todas ellas. Por esta razón, se va a limitar el contenido del mismo sólo a los siguientes aspectos. (SCIELO. 2009. [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172009000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000100011))

En primer lugar, se hará mención a los fundamentos geométricos y físicos de la holografía, es decir, a la interferencia y a la difracción, así como a los procesos involucrados en el registro y la reconstrucción de un holograma. En segundo lugar se hará una revisión de los orígenes y posterior desarrollo de la holografía, incidiendo en la forma en que sus tres principales protagonistas, Gabor, Denisyuk y Leith, pusieron los cimientos sobre los que comenzó a edificarse la holografía. Finalmente se mostrarán algunas de las aplicaciones de la holografía en diversas parcelas de la ciencia, el arte y la tecnología.

### ***3.2.1 Óptica geométrica y física***

La óptica geométrica se fundamenta en la teoría de los rayos de luz, la cual considera que cualquier objeto visible emite rayos rectos de luz en cada punto de él y en todas direcciones a su alrededor. Cuando estos rayos inciden sobre otros cuerpos pueden ser absorbidos, reflejados o desviados, pero si penetran en el ojo estimularan el sentido de la vista. La luz se propaga en línea recta a una velocidad de  $3 \times 10^8$  m/s en el vacío. (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

Es la óptica la parte de la física dedicada al estudio de la luz, su comportamiento, sus leyes, y todo aquello que se refiere a los fenómenos luminosos. (BERENA. 2011. <http://berenaiswezitossfísica.blogspot.com/2011/12/sintesis-la-optica-es-la-parte-de-la.html>)

La “óptica” podemos clasificarla, en primera instancia, como:

**Óptica física:** estudia los fenómenos producidos por la velocidad y naturaleza de la luz. (BERENA. 2011. <http://berenaiswezitossfisica.blogspot.com/2011/12/sintesis-la-optica-es-la-parte-de-la.html>)

**Óptica fisiológica:** que trata de los fenómenos visuales en relación con la anatomía del ojo humano y su vinculación con los centros nerviosos cerebrales. (BERENA. 2011. <http://berenaiswezitossfisica.blogspot.com/2011/12/sintesis-la-optica-es-la-parte-de-la.html>)

**Óptica geométrica:** que trata de los fenómenos que origina la propagación rectilínea de la luz. (BERENA. 2011. <http://berenaiswezitossfisica.blogspot.com/2011/12/sintesis-la-optica-es-la-parte-de-la.html>)

### **3.2.2 Fotometría**

Es la parte de la óptica cuyo objetivo es determinar las intensidades de las fuentes luminosas y las iluminaciones de las superficies. Al observar todas las cosas de nuestro alrededor, encontraremos que algunas de ellas emiten luz y otras las reflejan. A los cuerpos productores de luz, como el sol, una hoguera, un proyector o una vela, se les llama cuerpos luminosos o fuentes de luz. Los cuerpos que reciben rayos luminosos, como un árbol, una mesa, etc. Se denominan cuerpos iluminados. (WIKIPEDIA. 2008. [https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa\\_\(%C3%B3ptica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa_(%C3%B3ptica)))

#### **3.2.1 Principales magnitudes fotométricas**

**La intensidad luminosa:** Es la cantidad de luz producida o emitida por un cuerpo luminoso. Para cuantificar la intensidad luminosa de una fuente de luz se utiliza la candela (cd) y la bujía decimal (bd). (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**La candela:** Equivale a 1/60 de la intensidad luminosa que emite 1cm<sup>2</sup> de un cuerpo negro a la temperatura del punto de fusión del platino (1773°C). (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**Una bujía decimal:** Equivale a la intensidad luminosa producida por una vela de 2cm de diámetro, cuya llama es de 5cm de altura. (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**Una intensidad luminosa de una candela:** Equivale a una intensidad luminosa de una bujía decimal: 1 cd= 1 bd. (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**El flujo luminoso:** Es la cantidad de energía luminosa que atraviesa en la unidad de tiempo una superficie normal (perpendicular) a los rayos de luz. La unidad del flujo luminoso es el lumen (lm). (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**Un lumen:** es el flujo luminoso recibido durante un segundo por una superficie de 1m<sup>2</sup>, limitado dentro de una esfera de radio y en cuyo centro se encuentra una fuente con intensidad luminosa de una candela. (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**La iluminación:** Es la cantidad de luz que reciben las superficies de los cuerpos. Su unidad de medida es el lux (lx). (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

**Un lux:** Es la iluminación producida por una candela o por una bujía decimal sobre una superficie de 1m<sup>2</sup> que se encuentra a 1 metro de distancia. (VEVNI. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>)

$$1\text{lux} = 1\text{cd} = 1\text{bd} / 1\text{m}^2$$

### 3.2.2 Principales magnitudes fotométricas

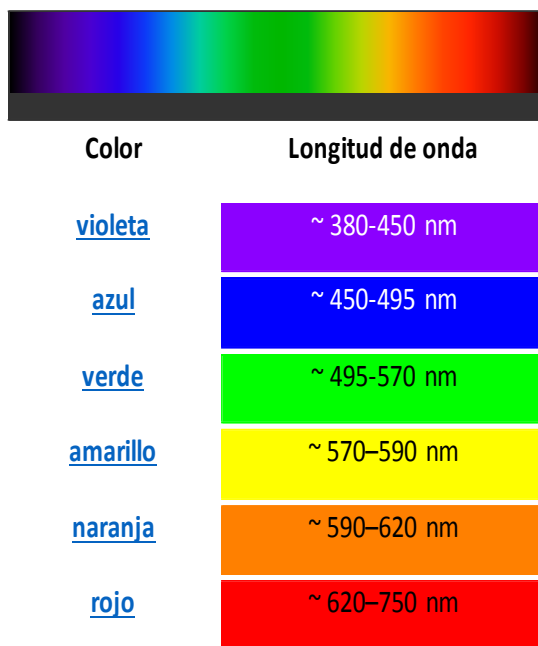
**Tabla 1-3:** Tabla de las principales magnitudes fotométricas

Magnitud fotométrica	Símbolo	Unidad	Abreviatura	Magnitud radiométrica asociada
Cantidad de luz o energía lumínica	$Q_v$	lumen·segundo	lm·s	Energía radiante
Flujo luminoso o potencia luminosa	$F$	lumen (= cd·sr)	Lm	Flujo radiante o potencia radiante
Intensidad luminosa	$I_v$	candela	Cd	Intensidad radiante
Luminancia	$L_v$	candela /metro <sup>2</sup>	cd /m <sup>2</sup>	Radiancia
Iluminancia	$E_v$	lux	Lx	Irradiancia
Emitancia luminosa	$M_v$	Lux	Lx	Emitancia

Fuente: WIKIPEDIA. 2008

### 3.3 La Luz

La luz es una radiación que se propaga en forma de ondas. Las ondas que se pueden propagar en el vacío se llaman ondas electromagnéticas. La luz es una radiación electromagnética.



**Figura 3-3.** Longitudes de onda de la luz

Fuente: WIKIPEDIA. 2014

#### 3.3.1 Características de las ondas electromagnéticas

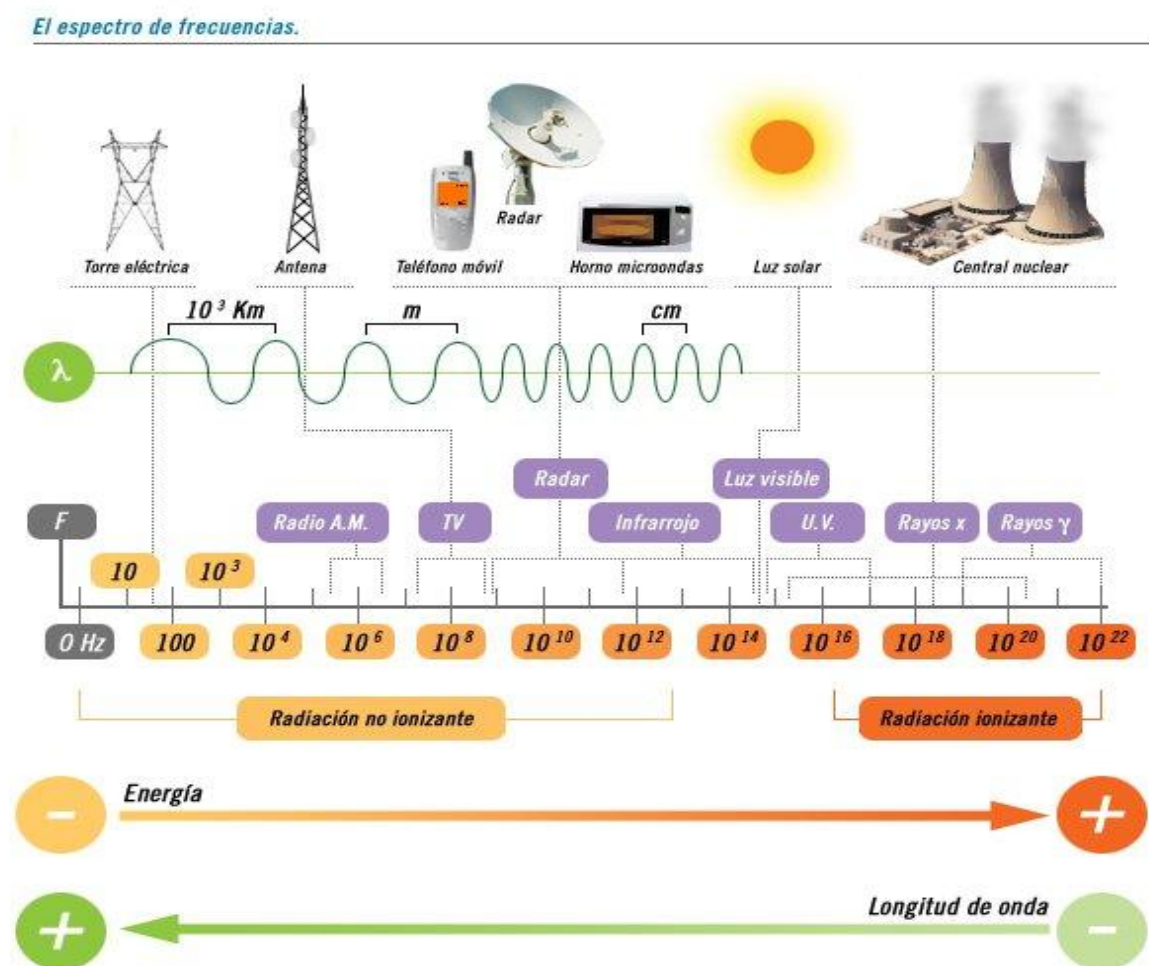
Las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío a la velocidad de 300000 km/s, que se conoce como "velocidad de la luz en el vacío" y se simboliza con la letra  $c$  ( $c = 300000$  km/s). (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

#### 3.3.2 Propiedades de las ondas

La velocidad de la luz en el vacío no puede ser superada por la de ningún otro movimiento existente en la naturaleza. En cualquier otro medio, la velocidad de la luz es inferior. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

La energía transportada por las ondas es proporcional a su frecuencia, de modo que cuanto mayor es la frecuencia de la onda, mayor es su energía. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

Las ondas electromagnéticas se clasifican según su frecuencia como puede verse en el siguiente diagrama:

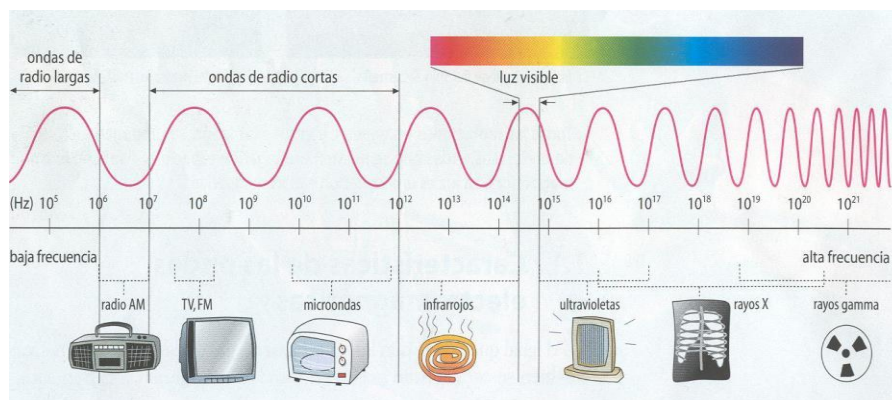


**Figura 4-3.** Características de las ondas electromagnéticas

Fuente: QUIMICAWEB. 2012

La luz es la radiación visible del espectro electromagnético que podemos captar con nuestros ojos. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))





**Figura 5-3.** Las ondas electromagnéticas

Fuente: (QUIMICAWEB. 2012)

### 3.4 Propiedades de la luz

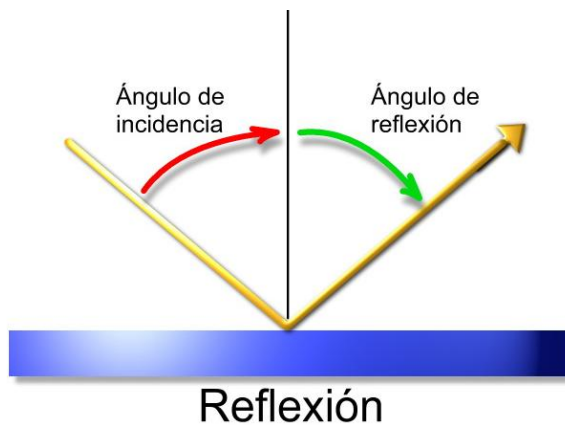
#### 3.4.1 Propagación de la luz

La luz se propaga en línea recta. La línea recta que representa la dirección y el sentido de la propagación de la luz se denomina rayo de luz (el rayo es una representación, una línea sin grosor, no debe confundirse con un haz, que sí tiene grosor). Un hecho que demuestra la propagación rectilínea de la luz es la formación de sombras. Una sombra es una silueta oscura con la forma del objeto. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

#### 3.4.2 Reflexión de la luz

La reflexión de la luz se representa por medio de dos rayos: el que llega a una superficie, rayo incidente, y el que sale "rebotado" después de reflejarse, rayo reflejado. Si se traza una recta perpendicular a la superficie (que se denomina normal), el rayo incidente forma un ángulo con dicha recta, que se llama ángulo de incidencia. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

La reflexión de la luz es el cambio de dirección que experimenta unos rayos luminosos al chocar contra la superficie de los cuerpos. La luz reflejada sigue propagándose por el mismo medio que el incidente. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

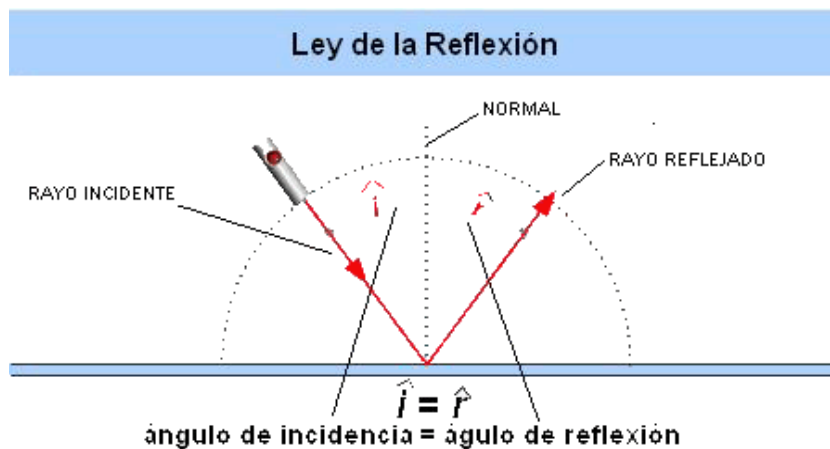


**Figura 6-3.** Ángulo de reflexión de la luz

Fuente: QUIJANO A, ALONSO. 2013

La reflexión de la luz cumple dos leyes:

- El rayo incidente, el reflejado y la normal están en un mismo plano perpendicular a la superficie. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)
- El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)



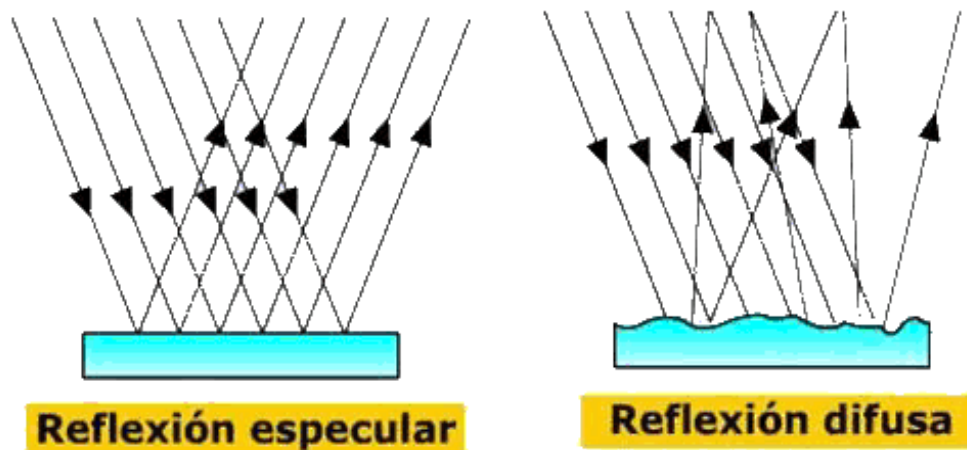
**Figura 7-3.** Ley de la reflexión

Fuente: QUIJANO A, ALONSO. 2013

Existen dos tipos de reflexión de la luz: reflexión especular y reflexión difusa.

**Reflexión especular:** La superficie donde se refleja la luz es perfectamente lisa (espejos, agua en calma) y todos los rayos reflejados salen en la misma dirección. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)

**Reflexión difusa:** La superficie presenta rugosidades. Los rayos salen reflejados en todas las direcciones. Podemos percibir los objetos y sus formas gracias a la reflexión difusa de la luz en su superficie. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)



**Figura 8-3.** Tipos de reflexiones de la luz

Fuente: QUIJANO, ALONSO. 2013

### 3.5 Refracción de la luz

La refracción de la luz es el cambio de dirección que experimentan los rayos luminosos al pasar de un medio a otro en el que se propagan con distinta velocidad. Por ejemplo, al pasar del aire al agua, la luz se desvía, es decir, se refracta. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)



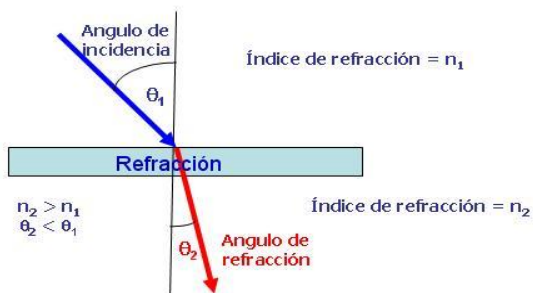
**Figura 9-3.** Refracción de la luz

Fuente: ESCOLARES. 2014

**Las leyes fundamentales de la refracción son:**

- El rayo refractado, el incidente y la normal se encuentran en un mismo plano. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)
- El rayo refractado se acerca a la normal cuando pasa de un medio en el que se propaga a mayor velocidad a otro en el que se propaga a menor velocidad. Por el contrario, se aleja de la normal al pasar a un medio en el que se propaga a mayor velocidad. (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)
- La relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en un medio en el que pueda propagarse se denomina índice de refracción ( $n$ ) de ese medio:  $n = c / v$  (QUIJANO, ALONSO. 2013. <http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>)

## Refracción de la luz: Ley de Snell



Ley de Snell:  $n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$  (año 1620)

Los dos rayos están en el mismo plano que la normal

**Figura 10-3.** Ley de Snell

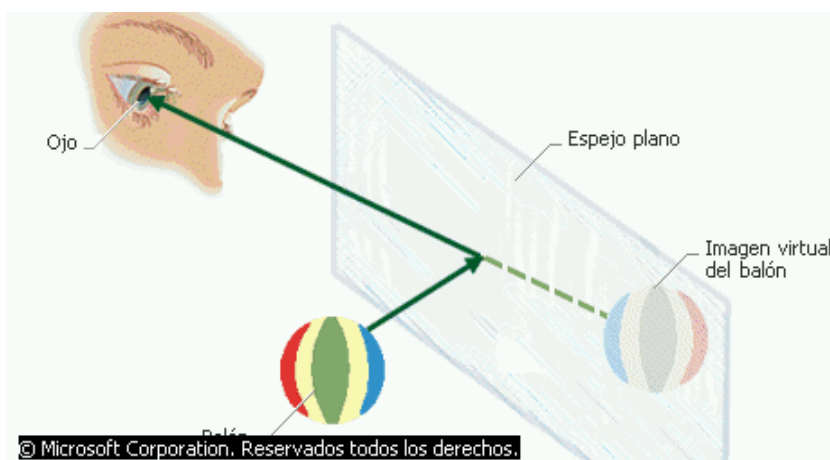
Fuente: QUIJANO, ALONSO. 2013

### 3.6 Espejo

Un espejo es toda superficie lisa y pulimentada capaz de reflejar los rayos luminosos. Según la forma de la superficie pueden ser planos o curvos. (WIKIPEDIA, 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))

#### 3.6.1 Espejo plano

Al trazar los rayos, según las leyes de la reflexión, se forma una imagen virtual "detrás del espejo". (DIAZ TAPIA, NELSON. 2010. <http://www.monografias.com/trabajos11/therion/therion.shtml>)

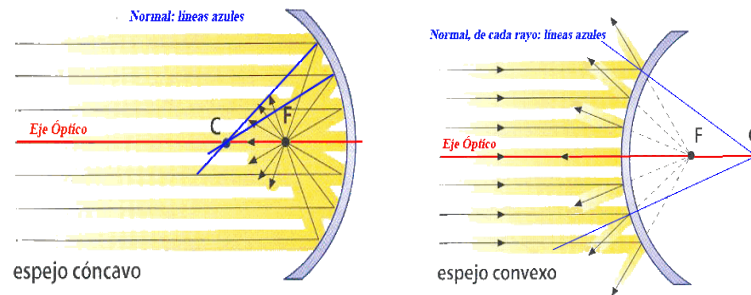


**Figura 11-3.** Espejos planos

Fuente: DIAZ TAPIA, NELSON. 2010

### 3.6.2 Espejos curvos

Los espejos curvos pueden ser cóncavos<sup>5</sup> o convexos<sup>6</sup>. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))



**Figura 12-3.** Espejos curvos

Fuente: WIKIPEDIA. 2014

#### 3.6.2.1 Espejo Cóncavo

Un espejo cóncavo refleja luz desde la parte curva interna. Cuando los rayos de luz que provienen de un objeto inciden paralelos al eje principal siguen la ley de reflexión. Los rayos que se reflejan sobre el espejo, a igual distancia del eje principal, son simétricos. Donde estos rayos se encuentran se haya el foco principal o punto focal del espejo. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))

Este punto queda en el medio del objeto reflejado y el punto que esta al medio del espejo. Un espejo cóncavo es un espejo convergente ya que los rayos reflejados se encuentran en el punto focal. Cualquier rayo que incida sobre el espejo se reflejará y pasará por el punto focal. El rayo incidente que pase por el foco se reflejará en una dirección paralela al eje principal. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))



**Figura 13-3.** Espejos cóncavos

Fuente: WIKIPEDIA. 2014

<sup>5</sup> Cóncavos: superficie curva con la parte central más hundida

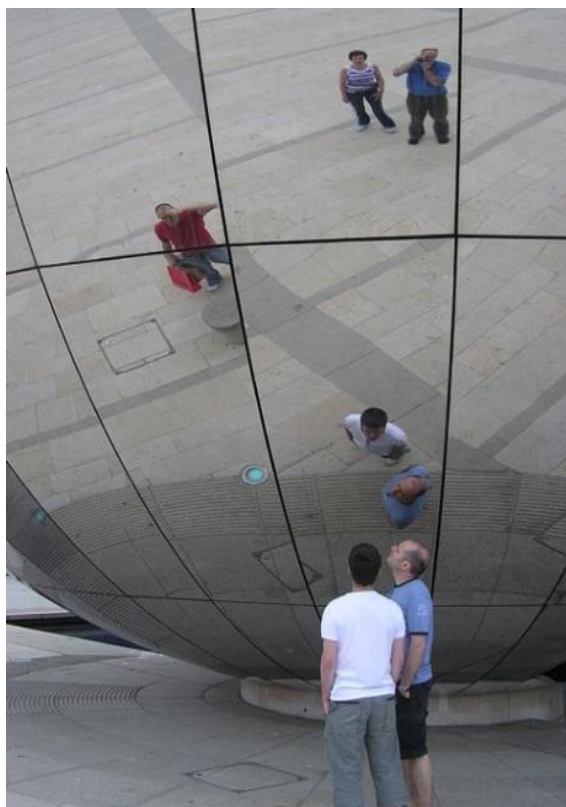
<sup>6</sup> Convexos: superficie curva con la parte central saliente

### 3.6.2.2 Espejo Convexo

Un espejo convexo, espejo ojo de pescado o espejo divergente, es un espejo curvo en el cual la superficie reflectante se encuentra deformada hacia la fuente de luz. Los espejos convexos reflejan la luz hacia afuera, por lo tanto no se los utiliza para enfocar luz. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))

Estos espejos siempre forman una imagen virtual, dado que el foco (F) y el centro de curvatura (2F) son ambos puntos imaginarios "dentro" del espejo, que no pueden ser alcanzados. Por lo tanto, las imágenes que se forman en este tipo de espejos no pueden ser proyectadas en una pantalla, dado que la imagen se encuentra detrás del espejo. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))

Un haz de luz colimada (paralela) diverge luego de reflejarse en un espejo convexo, dado que el vector normal a la superficie es distinto en cada punto del espejo. (WIKIPEDIA. 2014. [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo))



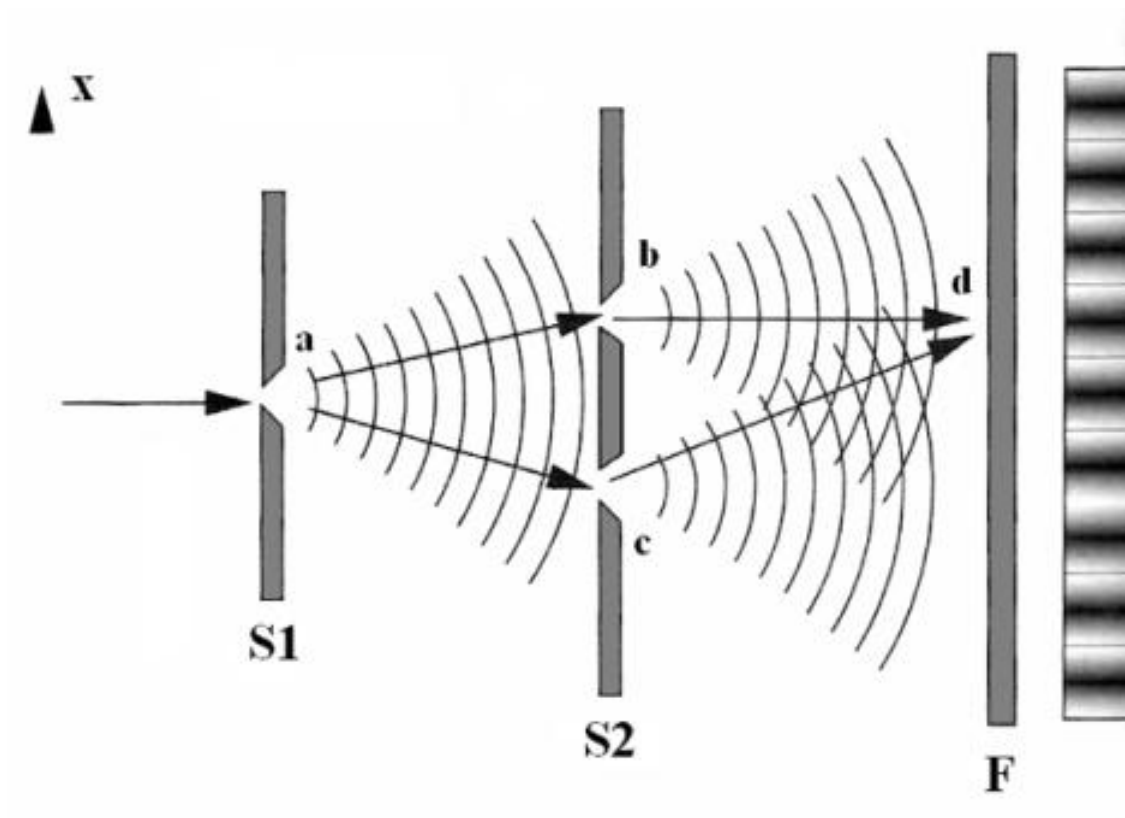
**Figura 14-3.** Espejo convexo

Fuente: WIKIPEDIA. 2014

### 3.7 Fenómenos de la luz

#### 3.7.1 Difracción

La difracción es un fenómeno propio de la dinámica de ondas, por lo que no se incluye en la dinámica de partículas. Se dice que una onda se difracta cuando modifica su dirección de propagación al encontrarse con un obstáculo. (DIARIO DE UN EXPLORADOR. 2009. <https://diariodeunexplorador.wordpress.com/2009/12/24/>)



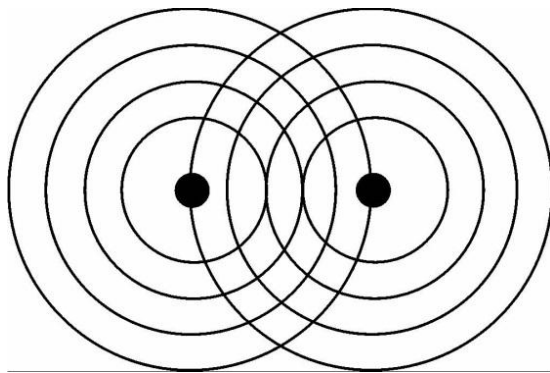
**Figura 15-3.** Difracción de la luz

Fuente: DIARIO DE UN EXPLORADOR. 2009

#### 3.7.2 Interferencia

En física, la interferencia es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud. El efecto de interferencia puede ser observado en cualquier tipo de ondas, como luz, radio, sonido, ondas en la superficie del agua, etc. (WIKIPEDIA. 2014. <https://es.wikipedia.org/wiki/Interferencia>)



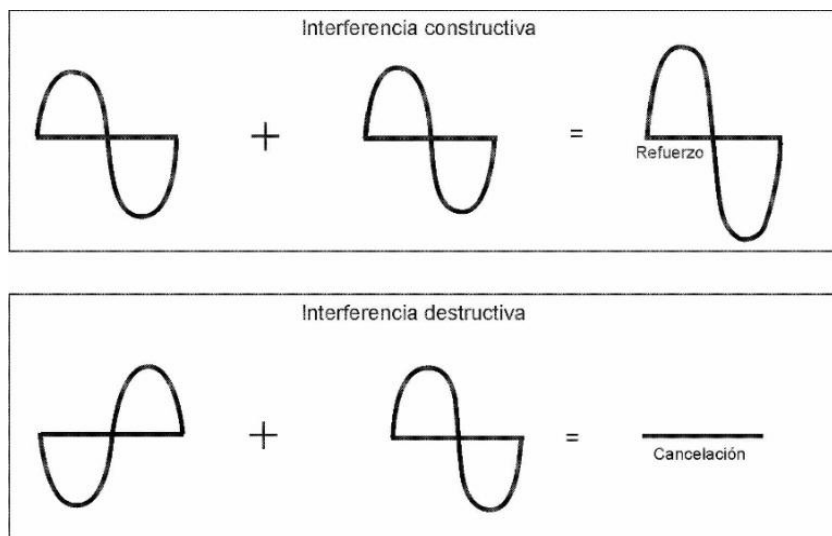


**Figura 16-3.** Ondas de interferencia

Fuente: PREPARATORIA ABIERTA. 2011

Cuando las ondas incidente y reflejada se cruzan, se interfieren describiendo la siguiente figura:

(PREPARATORIA ABIERTA. 2011. <http://www.preparatoriaabierta.com.mx/fisica-3/fisica3-fasc2.php>)



**Figura 17-3.** Interferencia constructiva y destructiva en una onda transversal

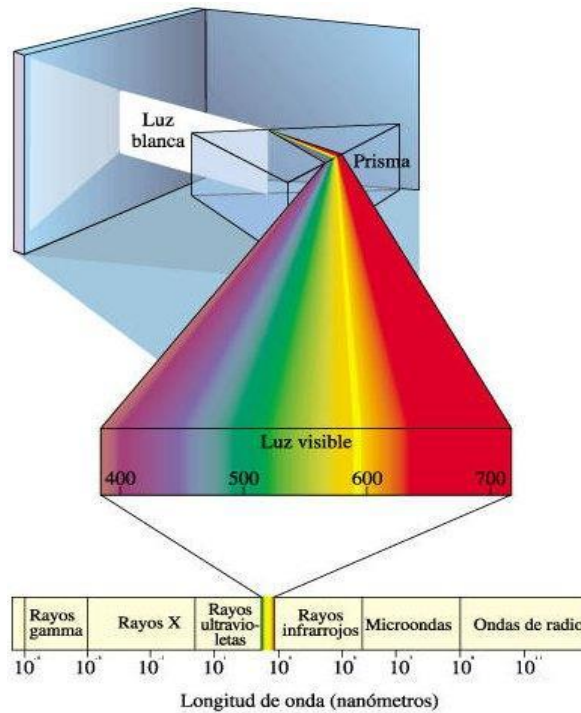
Fuente: PREPARATORIA ABIERTA. 2011

### 3.7.3 *Dispersión*<sup>7</sup> (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

La luz blanca es una mezcla de colores, si un haz de luz blanca atraviesa un medio dispersor, como, por ejemplo, un prisma, los colores se separan debido a que tienen diferentes índices de refracción.

(QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

<sup>7</sup> La dispersión de la luz es una manifestación de la refracción



**Figura 18-3.** Dispersión de la luz

Fuente: ARTIGOO. 2014

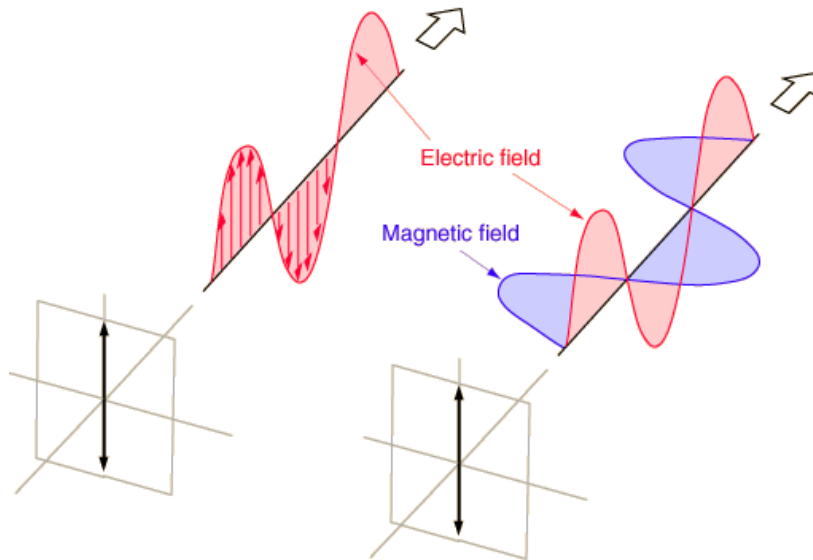
### 3.7.4 Luz Polarizada

La luz en la forma de una onda plana en el espacio, se dice que está linealmente polarizada. La luz es una onda electromagnética transversal, pero la luz natural por lo general no está polarizada, todos los planos de propagación son igualmente probables. Si la luz está compuesta de dos ondas planas de igual amplitud pero con una diferencia de fase de 90°, entonces se dice que la luz está polarizada circularmente. Si las dos ondas planas tienen diferente amplitud y están desfasadas entre sí 90°, o si el desfase es distinto de 90°, la luz se dice que está polarizada elípticamente. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)

#### 3.7.4.1 Clasificación de la luz polarizada

##### **Polarización Lineal**

Una onda electromagnética plana se dice que está linealmente polarizada. El campo eléctrico transversal de la onda va acompañado de un campo magnético como el que se ilustra. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)

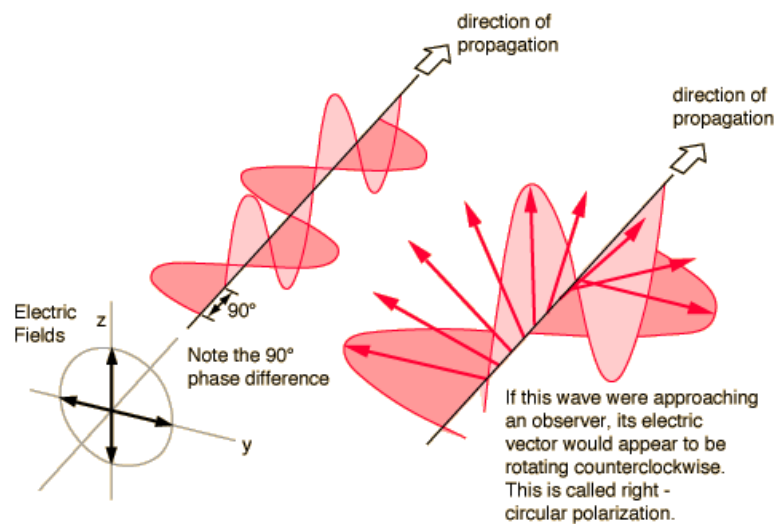


**Figura 19-3.** Polarización lineal de la luz

Fuente: HYPERPHYSICS. 2014

### Polarización Circular

Luz polarizada circularmente consta de dos ondas electromagnéticas planas perpendiculares con una diferencia de fase de  $90^\circ$ . La luz que se muestra a continuación, está polarizada circularmente. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)



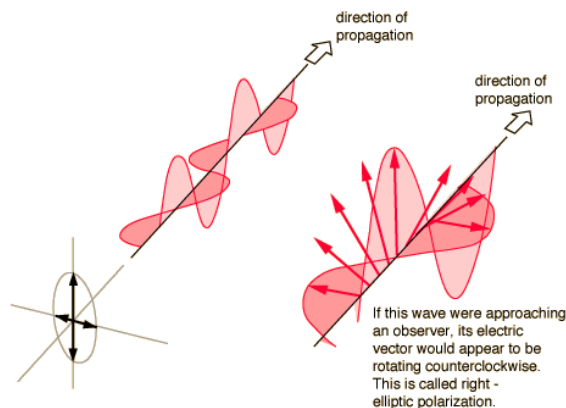
**Figura 20-3.** Polarización circular de la luz

Fuente: HYPERPHYSICS. 2014

Si la luz está compuesta de dos ondas planas de igual amplitud pero con una diferencia de fase de  $90^\circ$ , entonces se dice que la luz está polarizada circularmente. Si se pudiera ver la punta del vector del campo eléctrico, aparecería moviéndose en un círculo a medida que se acerca. Si mientras se mira la fuente de luz, el vector del campo eléctrico de la luz, viniendo hacia adelante aparece girando en sentido anti horario, se dice que la luz está polarizada circularmente hacia la derecha. Si fuera en sentido horario, se diría que está polarizada circularmente hacia la izquierda. El vector del campo eléctrico dibuja una vuelta completa, cuando la luz avanza una longitud de onda completa. Otra forma de decirlo es que si el dedo pulgar de la mano derecha apuntara en la dirección de propagación de la luz, el vector del campo eléctrico estaría girando en la dirección marcada por los demás dedos. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)

### Polarización Elíptica

La luz polarizada elípticamente consiste de dos ondas perpendiculares de amplitudes desiguales y con una diferencia de fase de  $90^\circ$ . La ilustración muestra una luz polarizada elípticamente a la derecha. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)



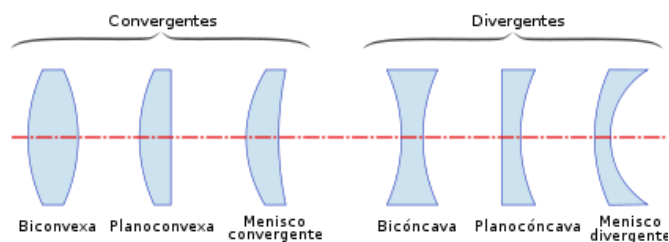
**Figura 21-3.** Polarización elíptica de la luz

**Fuente:** HYPERPHYSICS. 2014

Si el dedo pulgar de la mano derecha estuviera apuntando en la dirección de propagación de la luz, el vector del campo eléctrico, estaría girando en la dirección que señala el resto de los dedos. (HYPERPHYSICS. 2014. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>)

### 3.7.5 Las lentes

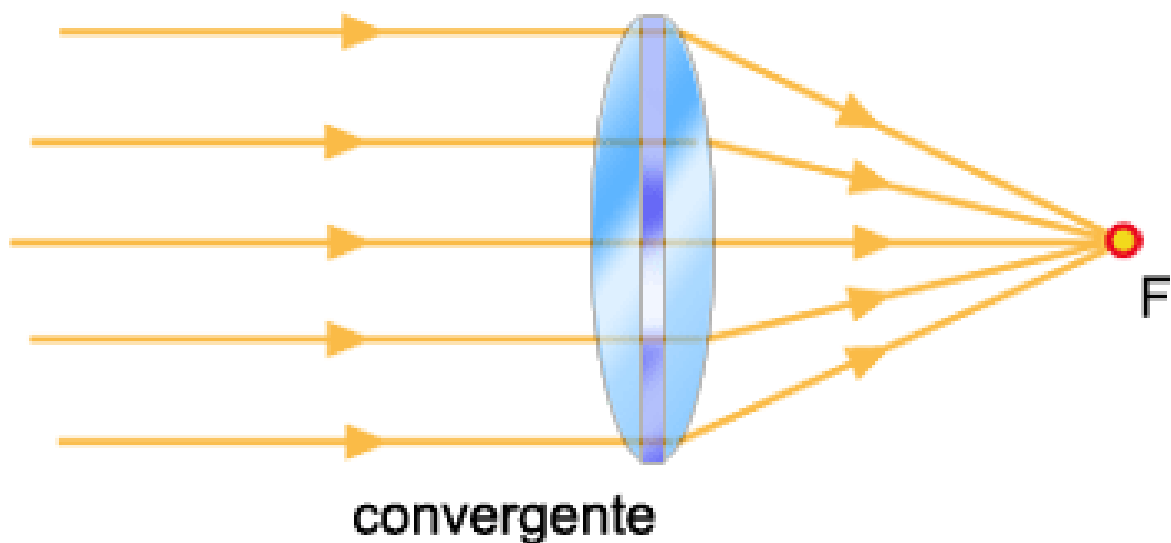
Se emplean para muy diversos fines: gafas, lupas, prismáticos, objetivos de cámaras, telescopios, etc. Existen dos tipos: (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 22-3.** Tipos de lentes

Fuente: WIKIALMERAYA. 2009

**Lentes convergentes:** Son más gruesas por el centro que por los extremos. Los rayos refractados por ellas convergen en un punto llamado foco. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 23-3.** Lentes convergentes

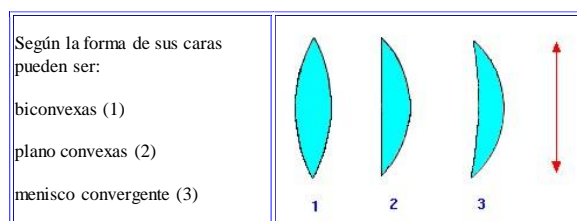
Fuente: QUIJANO A, ALONSO. 2013

### 3.7.5.1 Clasificación de las lentes convergentes

**Biconvexa o convergente:** Hace referencia a una lente con dos superficies esféricas y convexas iguales. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

**Plano convexo:** Denota una lente con una superficie plana en una cara y una superficie esférica y convexa en la otra cara. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

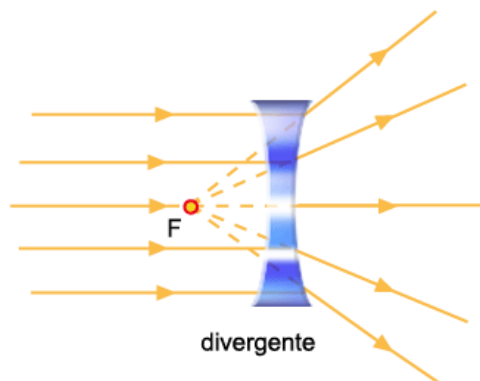
**Menisco convexo o convergente:** En el ámbito de la óptica, el menisco es una lente compuesta por una cara convexa y otra cara cóncava. Sus características le permiten tener distancia focal negativa o positiva, corrigiendo la aberración esférica que experimentan ciertos tipos de lentes. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 24-3.** Clasificación de los lentes convergentes

**Fuente:** Profesor en línea. 2014

**Lentes divergentes:** Son más gruesas por los extremos que por el centro. Los rayos refractados no convergen en un punto, sino que se separan. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 25-3.** Lentes divergentes

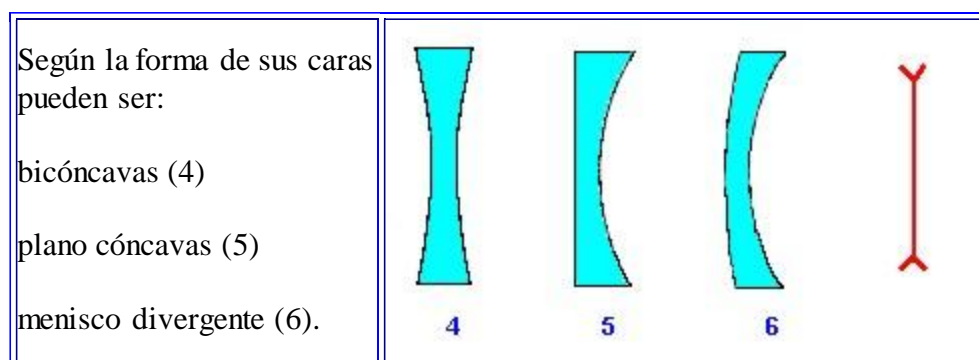
**Fuente:** QUIJANO A, ALONSO. 2013

### 3.7.5.2 Clasificación de las lentes convergentes

**Bicóncava:** Hace referencia a una lente con dos superficies esféricas y cóncavas iguales. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

**Plano cóncava:** Hace referencia a una lente con dos superficies una plana y una esférica cóncava. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

**Menisco cóncava o divergente:** En el ámbito de la óptica, el menisco es una lente compuesta por una cara convexa y otra cara cóncava. Sus características le permiten tener distancia focal negativa o positiva, corrigiendo la aberración esférica que experimentan ciertos tipos de lentes. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 26-3.** Clasificación de las lentes convergentes  
Fuente: Profesor en línea. 2014

### Imágenes a través de lentes

Para analizar las imágenes se emplean diagramas de rayos. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

### Las imágenes que se forman cuando la luz atraviesa una lente

Pueden clasificarse en: (a) imágenes reales; (b) imágenes virtuales. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

Las “reales” son aquellas imágenes que pueden ser recibidas en una pantalla ubicada de manera tal que la lente quede entre el objeto y dicha pantalla. Estas imágenes “reales” aparecen en la pantalla en forma invertida. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

Las “virtuales” no pueden ser recibidas sobre una pantalla porque se forman con la prolongación de los rayos refractados. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

**La luz y la materia:** los colores de las cosas, la materia se comporta de distintas formas cuando interacciona con la luz:

- **Transparentes:** Permiten que la luz se propague en su interior en una misma dirección, de modo que vuelve a salir. Así, se ven imágenes nítidas. Ejemplos: Vidrio, aire, agua, alcohol, etc. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

La transparencia es una propiedad óptica de la materia.



**Figura 27-3.** La luz y la materia transparente

**Fuente:** CLARIONWEB. 2012

- **Opacos:** Estos materiales absorben la luz o la reflejan, pero no permiten que los atraviese. Por tanto, no se ven imágenes a su través. Ejemplos: madera, metales, cartón, cerámica, etc.

La opacidad es una propiedad óptica de la materia. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))





**Figura 28-3.** Materia que absorbe la luz

Fuente: CLARIONWEB. 2012

- **Translúcidos:** Absorben o reflejan parcialmente la luz y permiten que se propague parte de ella, pero la difunden en distintas direcciones. Por esta razón, no se ven imágenes nítidas a su través. Ejemplos: folio, tela fina, papel cebolla, etc. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

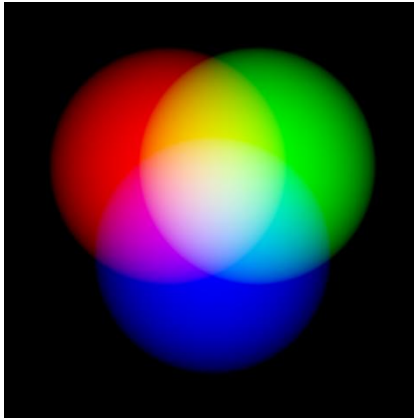


**Figura 29-3.** Material translucido

Fuente: CLARIONWEB. 2012

La luz blanca se compone de los diferentes colores del arco iris: violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))

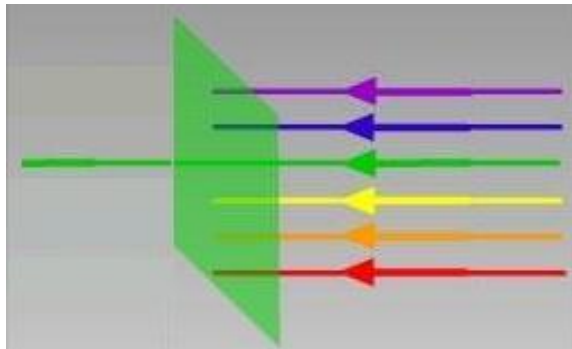
En realidad, existen tres colores: rojo, verde y azul, llamados colores primarios, que al mezclarse en diferentes proporciones dan lugar a todos los demás. Si se mezclan en las mismas cantidades producen luz blanca. (QUIMICAWEB. 2012. [http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/))



**Figura 30-3.** Color blanco con la fusión de colores primarios  
**Fuente:** FOTONOSTRA. 2009

Los colores de los objetos se deben a dos causas distintas:

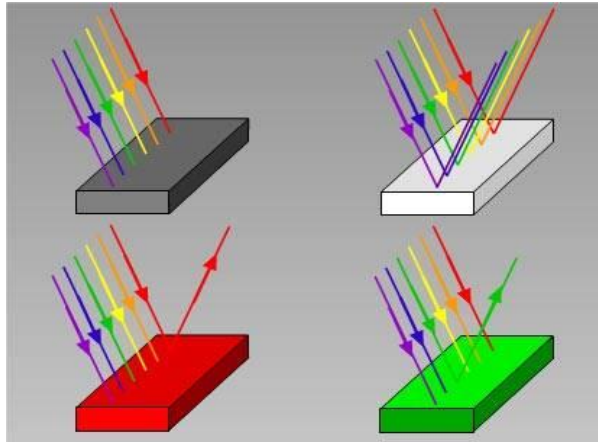
- **Color por transmisión:** Algunos materiales transparentes absorben toda la gama de colores menos uno, que es el que permiten que se transmita y da color al material transparente. Por ejemplo, un vidrio es verde porque absorbe todos los colores menos el verde. (FRESNO. 2014. [http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema\\_5.htm](http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema_5.htm))



**Figura 31-3.** Transmisión de colores

**Fuente:** FRESNO. 2014

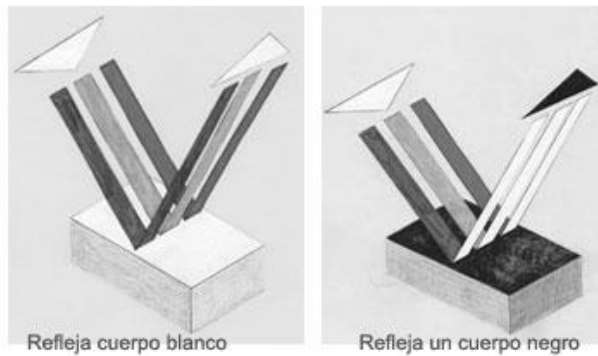
- **Color por reflexión:** La mayor parte de los materiales pueden absorber ciertos colores y reflejar otros. El color o los colores que reflejan son los que percibimos como el color del cuerpo. Por ejemplo, un cuerpo es amarillo porque absorbe todos los colores y sólo refleja el amarillo. (FRESNO. 2014. [http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema\\_5.htm](http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema_5.htm))



**Figura 32-3.** Reflexión de los colores

Fuente: FRESNO. 2014

Un cuerpo es blanco cuando refleja todos los colores y negro cuando absorbe todos los colores (Los cuerpos negros se perciben gracias a que reflejan difusamente parte de la luz; de lo contrario no serían visibles). (FOTONOSTRA. 2009. <http://www.fotonostra.com/grafico/coloresobjetos.htm>)



**Figura 33-3.** Reflejo de la luz en cuerpos monocromáticos

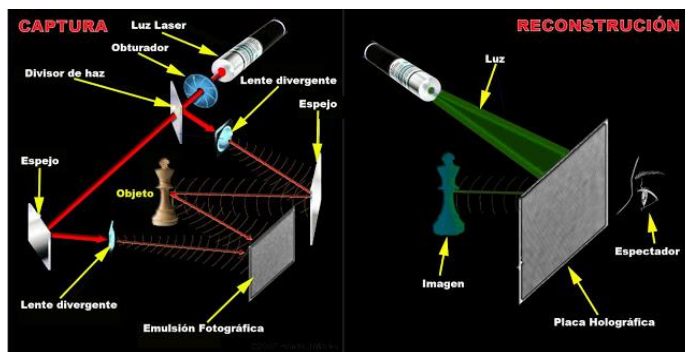
Fuente: FOTONOSTRA. 2009

### 3.8 Sistema de proyecciones holográficas

#### 3.8.1 Sistema de proyección holográfica

##### 3.8.1.1 Fundamentos técnicos de la holografía

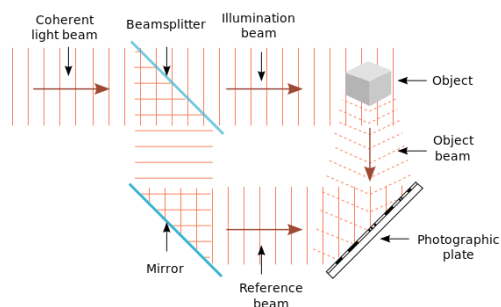
La Holografía consta de una primera parte para la grabación (captura) y de una segunda para la reconstrucción del holograma: (GARCÍA SANTIAGO, LOLA. 2005. [http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo\\_id=8619](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=8619))



**Figura 34-3.** Fundamentos técnicos de la holografía  
Fuente: PASTOR JAÉN, JOSÉ.

### 3.8.2 Grabación del holograma

La luz emitida por un láser se descompone en dos haces utilizando un espejo semitransparente. Uno de los haces ilumina el negativo fotográfico de forma directa. El haz objeto ilumina el objeto o escena de interés y la luz reflejada y difractada se dirige hacia el negativo, donde se superpone con la luz del primer láser. La superposición entre los dos haces sobre el negativo produce la impresión de una trama de franjas de interferencia. Sobre el negativo ha quedado registrado información de amplitud y fase de la escena capturada. (WIKIPEDIA. 2013. [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico))



Released under public domain by <http://en.wikipedia.org/wiki/User:Wykis>

**Figura 35-3.** Proceso de grabación de un holograma

Fuente: WIKIPEDIA. 2013

### 3.8.3 Reconstrucción del holograma

Para la reconstrucción de la imagen tridimensional se debe iluminar la placa fotosensible dependiendo del sistema de registro<sup>8</sup> holográfico unos con rayo láser de las mismas características que el haz de referencia y otros con luz ordinaria. (WIKIPEDIA. 2012. <https://es.wikipedia.org/wiki/Holograf%C3%ADa>)



**Figura 36-3.** Reconstrucción del holograma

Fuente: LÓPEZ, HECTOR. 2010

### 3.8.4 Sistemas holográficos

Para aumentar la capacidad de almacenamiento y para abaratar los costes de esta nueva técnica, se han ido planteando variantes sobre el sistema holográfico de grabación y reconstrucción de imágenes. Las mejoras de la holografía han dado lugar a diversos tipos de hologramas dependiendo del sistema de registro. Uno de estos tipos es el más utilizado en el caso de almacenamiento de datos: la holografía multiplexada. Esta técnica permite que muchos hologramas sean almacenados en un mismo cristal pero en diferentes ángulos. (ORTEGA, D. 2011. p 25)

Se describe a continuación algunos sistemas de hologramas:

**Holograma por transmisión:** Cuando los dos haces, objeto y referencia, llegan a la placa por el mismo lado, se denomina holograma por transmisión. (SOTO LEOPOLDO. 2010. <http://graficas.explora.cl/otros/expoquantos/holografia.html>)

Este tipo de holograma sólo puede ser visto apropiadamente con luz láser, debido a que la red de holograma difracta la luz en diferentes ángulos dependiendo de la longitud de onda. Es decir, si lo ilumináramos con luz blanca, cada color será desviado a diferentes lugares haciendo imposible

---

<sup>8</sup> Proceso de grabación del holograma

lograr una imagen nítida del objeto. (SOTO LEOPOLDO. 2010.  
<http://graficas.explora.cl/otros/expoquantos/holografia.html>)

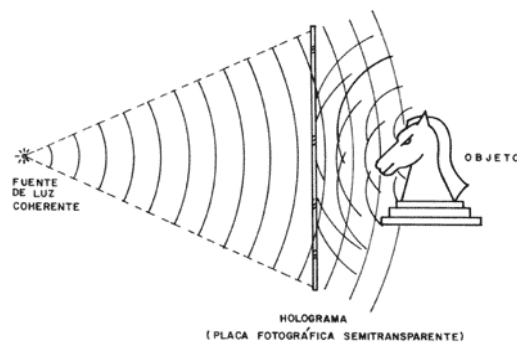


**Figura 37-3.** Holograma por transmisión

Fuente: LÓPEZ HÉCTOR. 2010

**Holograma por reflexión:** Si los haces objeto y referencia llegan por lados contrarios a la película, se está haciendo un holograma por reflexión. (SOTO LEOPOLDO. 2010.  
<http://graficas.explora.cl/otros/expoquantos/holografia.html>)

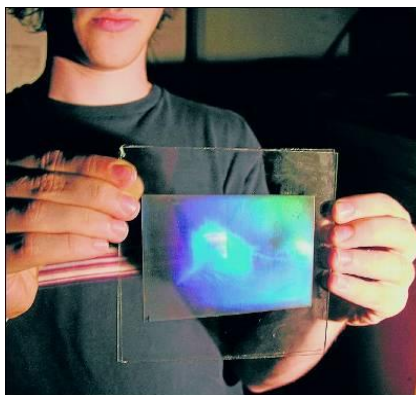
En este caso la red de difracción serán planos paralelos a la placa fotográfica. Este tipo de holograma puede ser visto con luz blanca, debido a que este tipo de red selecciona sólo una longitud de onda, aquella que es igual a la distancia entre planos, se puede demostrar que los demás colores interfieren destructivamente. (SOTO LEOPOLDO. 2010.  
<http://graficas.explora.cl/otros/expoquantos/holografia.html>)



**Figura 38-3.** Holograma por reflexión

Fuente: TARINGA. 2011

**Hologramas de plano imagen:** Un holograma de plano imagen es aquel en el que el objeto se coloca sobre el plano del holograma. Naturalmente, el objeto no está físicamente colocado en ese plano, pues esto no sería posible. La imagen real del objeto, formada a su vez por una lente, espejo u otro holograma, es la que se coloca en el plano de la placa fotográfica. Al igual que los hologramas de reflexión, éstos también se pueden observar con una fuente luminosa ordinaria, aunque sí es necesario láser para su exposición. (GUERRA, NIURKA. 2013. <http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>)

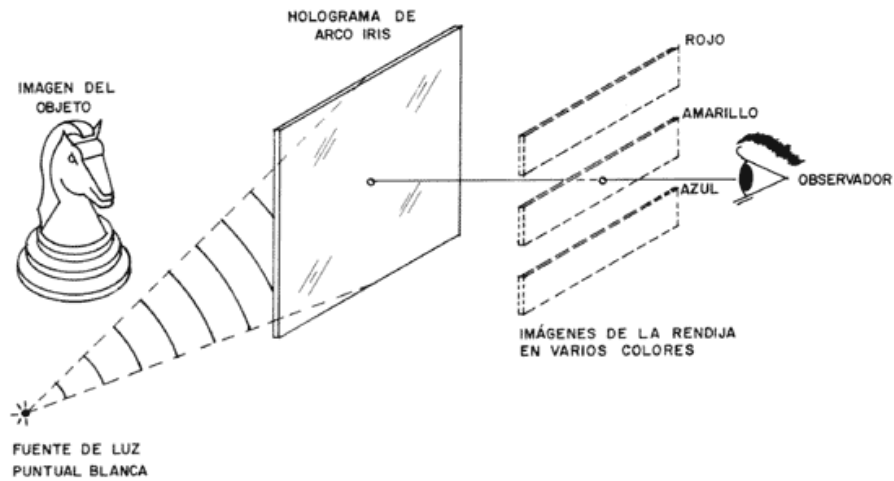


**Figura 39-3.** Holograma de plano de imagen

Fuente: TARINGA.2011

**Hologramas de arco iris:** Estos hologramas fueron inventados por Stephen Benton, de la Polaroid Corporation, en 1969. Con estos hologramas no solamente se reproduce la imagen del objeto deseado, sino que además se reproduce la imagen real de una rendija horizontal sobre los ojos del observador. (GUERRA, NIURKA. 2013. <http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>)

Naturalmente, esta rendija hace que se pierda la tridimensionalidad de la imagen si los ojos se colocan sobre una línea vertical, es decir, si el observador está acostado. Ésta no es una desventaja, pues generalmente el observador no está en esta posición durante la observación. Una segunda condición durante la toma de este tipo de hologramas es que el haz de referencia no esté colocado a un lado, sino abajo del objeto. (GUERRA, NIURKA. 2013. <http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>)



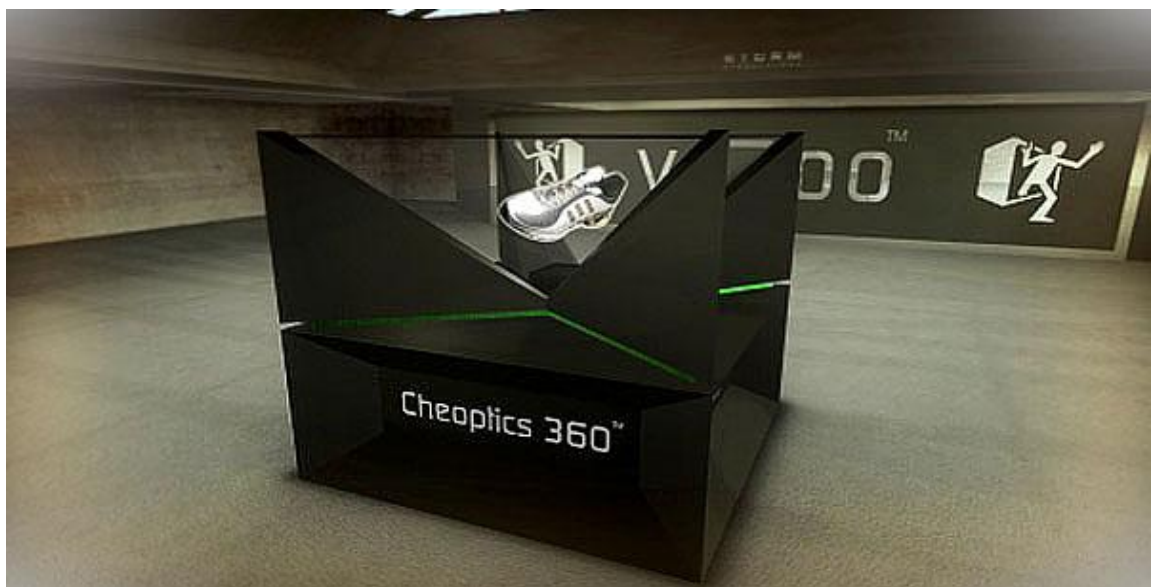
**Figura 40-3.** Holograma de arcoíris

Fuente: TARINGA. 2011

### 3.9 Sistemas holográficos actuales

#### Cheoptics 360

Es un proyector holográfico formado por una pirámide invertida que genera imágenes tridimensionales dentro de su espacio de proyección.



**Figura 41-3.** Sistema de proyección holográfico Cheoptic 360

Fuente: <http://www.greatgroup.ru/upload/medialibrary/03b/03bd9ed22d029c99a929ad2072987ed7.jpg>



### Mark III

El sistema denominado Mark III es una evolución de los dispositivos holográficos diseñados por el MIT durante la década de los 80. Los sistemas anteriores eran muy complejos y voluminosos; necesitaban hardware especializado para generar la señal de vídeo. El objetivo del proyecto es el de desarrollar un sistema de visualización holográfico de ámbito doméstico. Formará imágenes monocromáticas en 3D con unas dimensiones similares al cubo de Rubik.

Este nuevo modulador permite emitir luz en vertical y en horizontal, evitando así el uso de muchas lentes y espejos.



**Figura 42-3.** Sistema de proyección holográfico Mark III

Fuente: <http://www.technologyreview.com/news/407737/practical-holographic-video/>

### Heliodisplay

Es una tecnología creada por la empresa IO2Technology que reproduce hologramas en dos dimensiones sin utilizar un medio físico como una pantalla. Permite proyectar una imagen estática o en movimiento con una cierta calidad, de unas 27'' de tamaño, sin utilizar medios alternativos como humo o agua, y puede ser utilizado en cualquier entorno sin instalaciones adicionales. (GUERRA, NIURKA. 2013. <http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>)



**Figura 43-3.** Tecnología Heliodisplay

Fuente: IO2 TECHNOLOGY. 2014

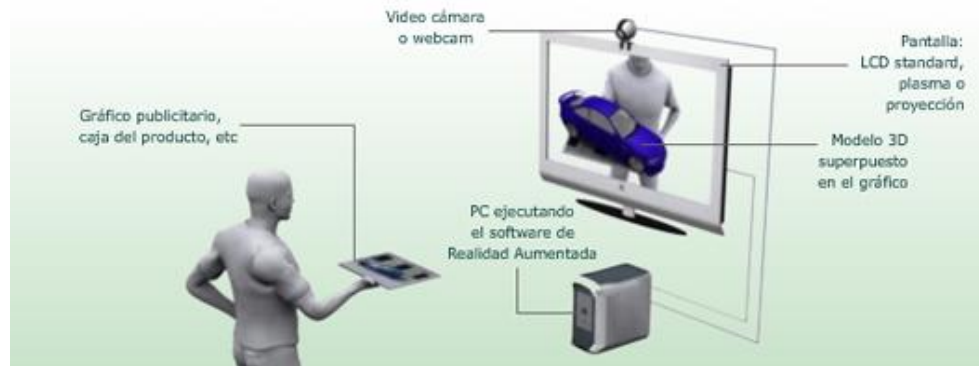
## CAPITULO IV

### 4. VIRTUALIZACIÓN DE LAS PIEZAS PATRIMONIALES E INTERACCIÓN DE LOS HOLOGRAMAS

#### 4.1 Virtualización de piezas patrimoniales

##### 4.1.1 Realidad aumentada

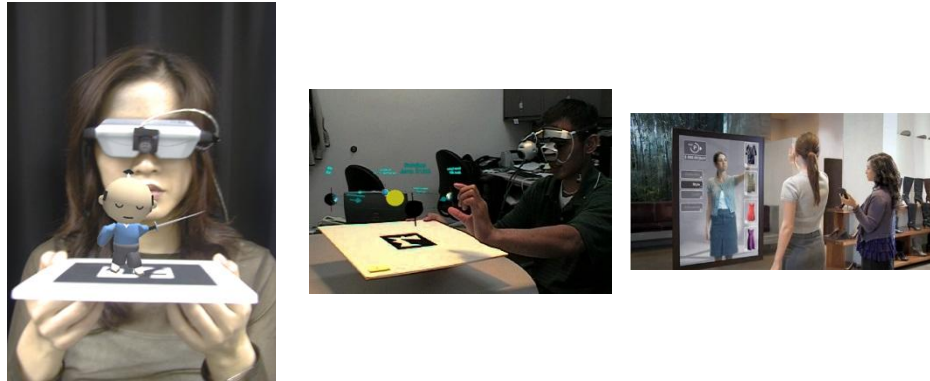
La Realidad Aumentada (RA) es el término que se usa para definir una visión a través de un dispositivo tecnológico, directa o indirecta, de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Consiste en un conjunto 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. (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_aumentada](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada))



**Figura 1-4.** Sistema de Realidad Aumentada

**Fuente:** <http://grupoeventia.wordpress.com/realidad-aumentada/>

Al igual que la Realidad Virtual (VR), la Realidad Aumentada (RA) se está convirtiendo en una plataforma emergente de entretenimiento en el ámbito educativo, científico y publicitario. La Realidad Aumentada no es más que una interfaz Hombre-Máquina.



**Figura 2-4.** Realidad aumentada aplicada en diferentes disciplinas

Fuente: <http://educarymotivar.blogspot.com/2013/06/realidad-aumentada-aplicacion-idonea.html>

#### 4.1.2 Realidad aumentada espacial

Las raíces de la realidad virtual y la realidad aumentada no son tan distantes, después de casi cuarenta años de investigación y desarrollo, no lo hacen seguir los mismos caminos tecnológicos.

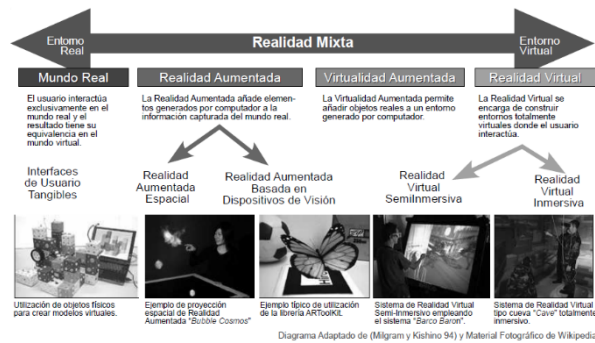


Figura 1.2: Taxonomía de Realidad Mixta según Milgram y Kishino.

**Figura 3-4.** Taxonomía de realidad mixta

Fuente: <http://iostudioidigital.blogspot.com/>

## 4.2 Métodos de modelado 3d

### 4.2.1 Introducción

El manejo del 3D como herramienta es hoy en día una ventaja competitiva para aquellos que quieren expandir sus capacidades creativas, comunicativas y profesionales, encontrando diversos campos de acción en Industrias como: Cine, Televisión, Video Juegos, Publicidad, Artes Digitales,

Visualizaciones médicas y cualquier otro derivado de su interés o profesión. Interpretar y reproducir la tridimensionalidad de las formas, espacios, situaciones, diseños, a partir de bocetos, ilustraciones, fotos y referencias de forma clara y precisa, permitiendo mediante un trabajo elaborado la óptima comunicación tridimensional de los proyectos ante un equipo de trabajo o una cadena de producción en animación de modelados de objetos, personajes, espacios, ambientes, etc., con técnicas profesionales para obtener resultados de calidad, para aumentar el realismo de lo generado en 3D.

El diseño de personajes y la animación en tres dimensiones ha alcanzado una calidad extraordinaria que permite realizar auténticas obras de arte. Los personajes femeninos como Lara Croft ocupan un papel muy importante en este campo, con millones de fans en el mundo real. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. pp. 37-38. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%3%A9sar+An%C3%ADbal>)

#### **4.2.2 Definición**

En computación, un modelo en 3D es un "mundo conceptual en tres dimensiones". Largo, ancho y profundidad de una imagen. Técnicamente hablando el único mundo en 3D es el real, la computadora sólo simula gráficos en 3D, pues, en definitiva toda imagen de computadora sólo tiene dos dimensiones, alto y ancho (resolución). Un modelo 3D desde un punto de vista técnico, es un grupo de fórmulas matemáticas que describen un "mundo" en tres dimensiones, desde un punto de vista visual, es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que una vez procesados (renderización), se convierten en una imagen en 3D o una animación 3d que los diseñadores manejamos, dejando las fórmulas a procesos computacionales.

Existen aplicaciones de modelado en 3D, que permiten una fácil creación y modificación de objetos en tres dimensiones. Estas herramientas suelen tener objetos básicos poligonales (esferas, triángulos, cuadrados, etc.) para ir armando el modelo. Además suelen contar con herramientas para la generación de efectos de iluminación, texturizado, animación, transparencias, etc. Algunas aplicaciones de modelado son: 3D Studio Max, Alias, Blender, Cinema 4D, Maya, etc.

El modelo en 3D describe un conjunto de características que, en conjunto, resultarán en una imagen en 3D. Este conjunto de características suele estar formado por objetos poligonales, tonalidades, texturas, sombras, reflejos, transparencias, translucidez, refracciones, iluminación (directa, indirecta

y global), profundidad de campo, desenfoces por movimiento, ambiente, punto de vista, etc. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. pp. 38-39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

### 4.2.3 Técnicas de modelado

Todos los objetos del mundo real están constituidos mediante formas básicas, cubos, cilindros, esferas, las cuales son modificadas para conseguir la forma deseada, al igual que en los software de modelados 3d donde se comienza con formas básicas, a la cuales se les pueden ir aplicando distintos modificadores, que cambian la apariencia de los mismos, se puede comenzar con un sólo objeto al cual se le pueden ir añadiendo otros objetos, o creándolos, desde el objeto base. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

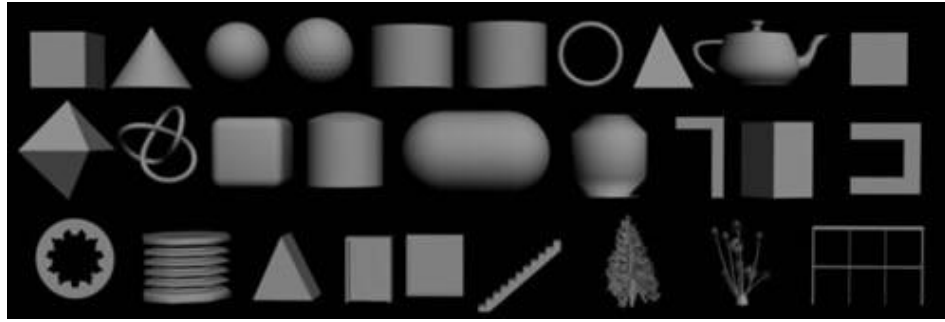
#### 4.2.3.1 Estructuras Predefinidas

Estructuras ya armadas por el sistema predefinidas en el software.

**Primitivas:** Caja, cono, esfera, geo esfera, cilindro, tubo, anillo, pirámide, tetera y plano. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Primitivas Extendidas:** Hedra, nudo toroide, caja "redondeada", cilindro "redondeado", tanque de aceite, capsula, sprindle, forma L, gengon, forma c, anillo ondulado, hose, prisma. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Librerías:** Son formas armadas, disponibles en 3d Max 7; puertas, ventanas, árboles, escaleras. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 4-4.** Estructuras predefinidas

**Fuente:** MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

Todas estas estructuras nos sirven para poder modelar objetos o escenas más complejas a partir de ellas. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 39. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

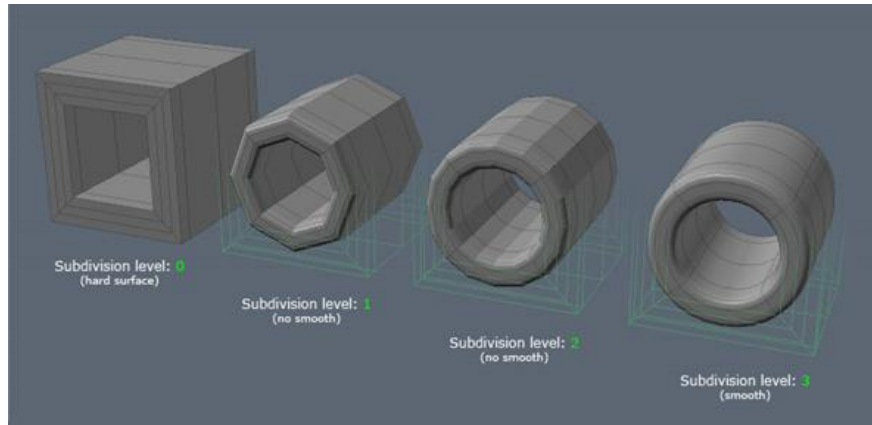
#### **4.2.3.2 Modelado Poligonal**

Los polígonos son una forma matemática de representar formas en tres dimensiones. Los polígonos son estructuras lógicas y eficientes, lo que los hace perfectos para usarse en aplicaciones en tiempo real (notablemente videojuegos).

El modelado poligonal consiste en disponer puntos (llamados vértices) en el espacio 3D, es decir, en un sistema de 3 coordenadas. Puedes pensar en estas coordenadas como tres ejes: altura, anchura y profundidad. Luego estos vértices son unidos por líneas, llamadas aristas (o edges en inglés). Al cerrar el espacio entre tres aristas se crea un triángulo, que es la menor unidad de superficie que puede existir en un modelo 3D. Es decir, un modelo tridimensional es un conjunto de figuras geométricas ordenadas de tal manera que adoptan la apariencia de un objeto, puede ser un cubo, un auto, un árbol, un ser humano, lo que sea. Podemos ordenar los polígonos en prácticamente cualquier forma y una vez definida la forma procedemos aplicar una textura o “piel” a nuestros modelos, con lo que conseguimos la apariencia que necesitemos, ya sea realista o estilizada.

Para el modelado poligonal se usan herramientas de edición de mallas en programas de modelado 3D. Existen muchos de estos programas, pero los más populares son Maya, 3DS Max, Softimage,

Blender, Lightwave, Wings, Rhino, y Cinema 4D, entre muchos más. Cada programa tiene distintas herramientas y métodos para la creación, pero todos se basan en el mismo concepto.



**Figura 5-4.** Modelados poligonal

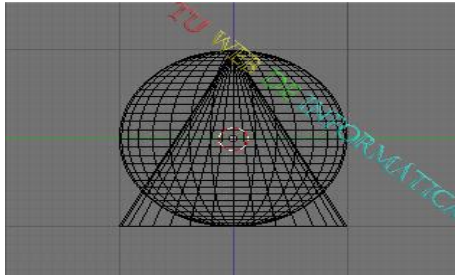
Fuente: <http://www.cristalab.com/tutoriales/fundamentos-basicos-de-modelado-3d-c1481/>.

## Ventajas y desventajas

El modelado de caja es un método rápido y fácil de aprender. También es apreciable más rápido que la colocación de cada punto por separado. Sin embargo, es difícil añadir grandes cantidades de detalles a los modelos creados con esta técnica. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 40. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

### 4.2.3.3 Operaciones booleanas

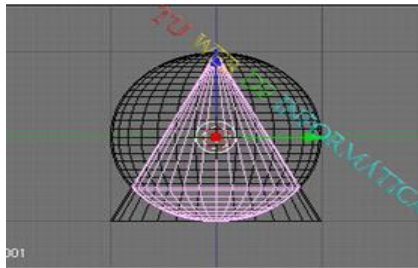
Las operaciones booleanas nos sirven sobre todo para crear nuevos objetos a partir de los objetos básicos. Estas operaciones son realizadas en el modo objeto (no en modo edición, como muchas que veremos en esta lección). Estas operaciones nos crean un nuevo objeto a partir de los dos anteriores, es decir, que los dos anteriores los seguimos teniendo. Además estas operaciones es aconsejable hacerlo con objetos malla (mesh) y que sean cerrados, no como el tubo que es un objeto abierto. Las operaciones booleanas son tres: (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. pp. 20-41. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 6-4.** Operaciones booleanas

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE.

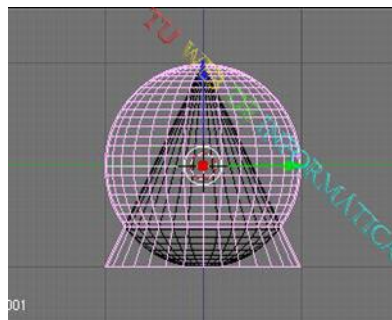
**Intersección:** Nos crea un nuevo objeto cuyo volumen es el común de los otros dos objetos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 41. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%3%A9sar+An%3%ADbal>)



**Figura 7-4.** Intersecciones booleanas

Fuente: <http://www.cristalab.com/tutoriales/fundamentos-basicos-de-modelado-3d-c1481/>.

**Unión:** Nos crea un nuevo objeto cuyo volumen es la suma de los otros dos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 41. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%3%A9sar+An%3%ADbal>)

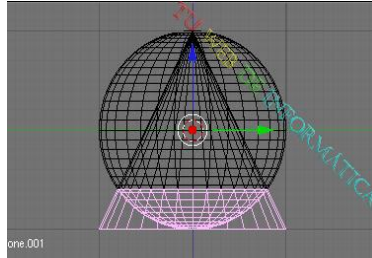


**Figura 8-4.** Unión de objetos en operaciones booleanas

Fuente: <http://www.cristalab.com/tutoriales/fundamentos-basicos-de-modelado-3d-c1481/>.



**Diferencia.** Nos crea un nuevo objeto cuyo volumen es la resta del primero que seleccionemos al otro. A diferencia de los casos anteriores, en este depende del orden en que seleccionemos a los objetos. Se podría decir que el primero que seleccionemos corta al segundo. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 42. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 9-4.** Diferenciación en operaciones booleanas

**Fuente:** <http://www.cristalab.com/tutoriales/fundamentos-basicos-de-modelado-3d-c1481/>.

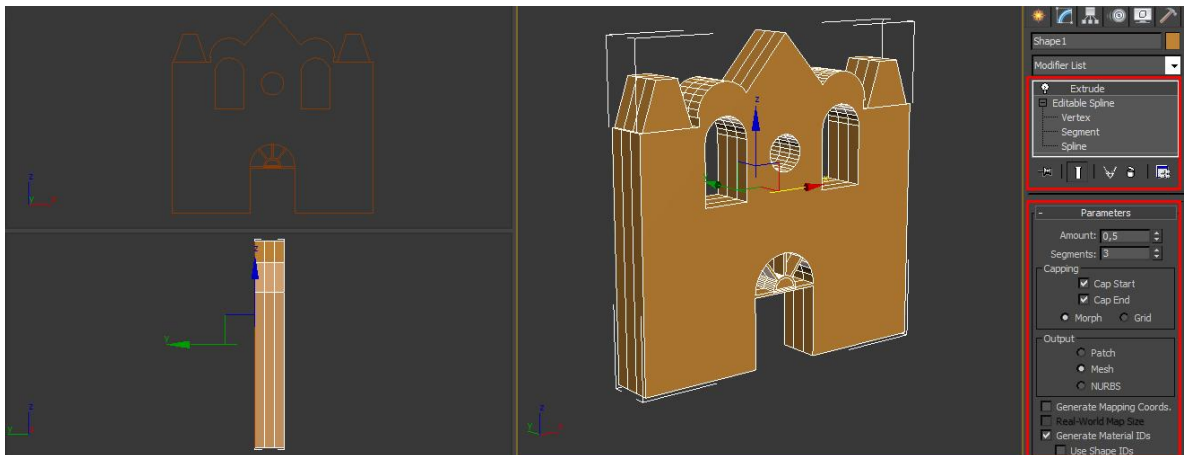
#### 4.2.3.4 *Extruir (Extrude)*

Consiste en dibujar una figura en dos dimensiones ya sean cerradas o abiertas, y después asignarle propiedades de altura, lo que hace es dotar de profundidad a las líneas haciendo que éstas contengan los 3 ejes de simetría, formando un prisma cuya sección sea la figura inicial. Entre los parámetros más importantes de la extrusión se encuentran: (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 42. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Cantidad (Amount):** Determina la distancia de la extrucción.

**Segmentos (Segmets):** Determina el número de segmentos a través de la extrucción.

**Extruir caras (Face extrude):** Extruye las caras seleccionadas, antes se tiene que aplicar un modificador de selección a nivel de caras, o aplicar un modificador que permita acceder a la selección de sub objetos de caras o polígonos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 42. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 10-4.** Método extruir

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

#### 4.2.3.5 Torno (Lathe)

Genera una rotación de 360° a un spline, la cual sirve como perfil para conformar un objeto 3d, generando secciones transversales con la splines, y conectándolas entre sí, lo cual forma la estructura del objeto creado mediante torno. Aunque por defecto el objeto se genera a 360°, se puede especificar el ángulo hasta cual se generará el objeto. Debe tener en cuenta las siguientes opciones al crear objetos mediante torno:

**Núcleo de soldadura (Weld core):** Suelda los vértices que se encuentra en la línea de revolución.

**Voltear normales (Slip normal):** Cambia la dirección de las normales del objeto.

**Segmentos (Segments):** Determina el número de segmentos que definirán el objeto, entre mayor sea el número más suavizado será el objeto.

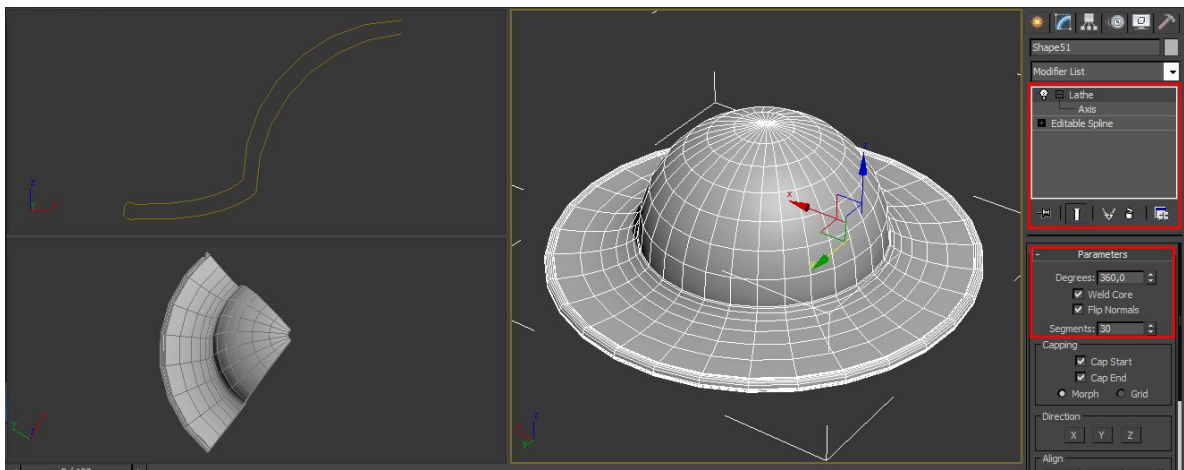
**Capas (Capping):** Determina si el objeto genera capas en los extremos, tanto al inicio, como en el final, sobre todo es más visible si el objeto no está generado a 360°.

**Dirección (Direction):** Determina en qué eje se producirá el modificador.

**Alineación (Aling):** Determina el eje donde iniciará la generación del objeto, pudiendo ser estas opciones: MIN (mínima), toma como referencia el punto mínimo de la splines, CENTER (centro) toma la parte media del spline, MAX (máximo), toma la parte máxima de la splines.

**Salida (Output):** Determina qué tipo se superficie se genera, ya sea MESH (malla), NURBS, o PATCH (corrector), por lo general se trabaja con malla. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



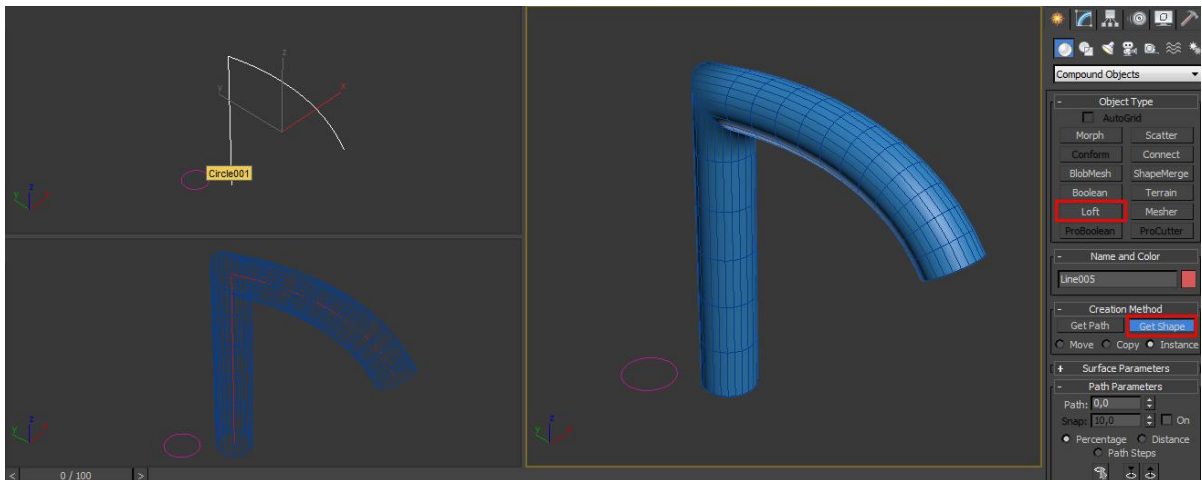
**Figura 11-4.** Método torno

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

#### 4.2.3.6 Loft

El objeto compuesto Loft, crea geometría tridimensional a partir de dos Spline, o figuras bidimensionales. Una se designa como Path, o Recorrido. La otra, será la Shape, que se desplazará siguiendo el recorrido.

Este método de creación es muy poderoso y flexible, y permite generar objetos complejos fácilmente modificables. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 44. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 12-4.** Método loft

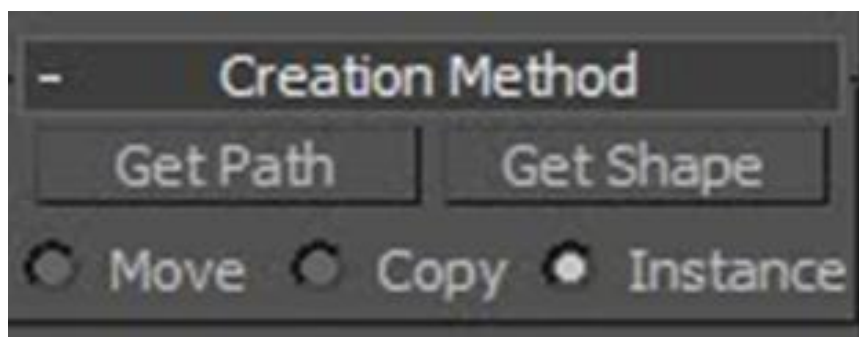
**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Para crear un Loft, debemos tener en la escena al menos dos Splines. Podemos comenzar tanto del Path, como de la Shape. Seleccionamos primero una spline, vamos a Crear > Geometry > Compound Objetc > Loft.

Una vez allí en la ventana **Creation Metod**, seleccionamos la otra spline.

Si comenzamos con el **path** seleccionado, debemos agregarle la Shape.

Si comenzamos con la **Shape**, debemos designar el **Path, Move/Copy/Instance**: define qué hacemos con la spline original.



**Figura 13-4.** Metodo de conexión

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

#### 4.2.3.7 NURBS

Acrónimo de Non-Uniform Rational B -Splines, es un estándar de la industria para el diseño y modelado de superficies. Es especialmente adecuado para el modelado de superficies con curvas complejas.

Las herramientas para el modelado con NURBS no requieren una comprensión de las matemáticas que produce estos objetos. NURBS es muy popular debido a que los objetos son fáciles de manipular de forma interactiva, y debido a que los algoritmos que los crean son a la vez eficiente y numéricamente estables. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 45. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

Las mallas poligonales, en comparación con las superficies NURBS tienen las limitaciones siguientes:

- El uso de polígonos puede dificultar la creación de superficies curvas complicadas.
- Como las mallas están facetadas, en las aristas de los objetos renderizados aparecen facetas. Es necesario un gran número de caras pequeñas para renderizar una artista con curva uniforme.
- Las superficies NURBS se generan analíticamente, su cálculo es más eficaz y se pueden renderizar sin aristas aparentes. (Una superficie NURBS renderizada es en realidad una aproximación mediante polígonos, pero la aproximación NURBS puede tener muy alta calidad.)
- Las NURBS pueden representar con precisión objetos geométricos estándar tales como líneas, círculos, elipses, esferas y toroides, así como formas geométricas libres como carrocerías de coches y cuerpos humanos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 45. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 14-4.** Modelado con superficies  
Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

#### 4.2.4 Escaneo 3D

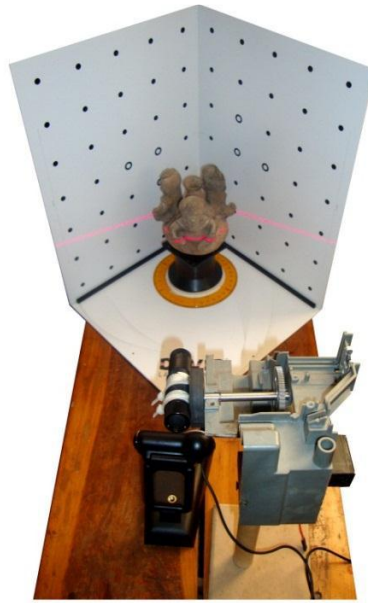
Un **escáner 3D** es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Desarrollados inicialmente en aplicaciones industriales (metrología, automóvil), han encontrado un vasto campo de aplicación en actividades como la arqueología, arquitectura, ingeniería, y entretenimiento (en la producción de películas y videojuegos). (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D))

El propósito de un escáner 3D es, generalmente, el de crear una nube de puntos a partir de muestras geométricas en la superficie del objeto. Estos puntos se pueden usar entonces para extrapolar la forma del objeto (un proceso llamado reconstrucción). Si la información de color se incluye en cada uno de los puntos, entonces los colores en la superficie del objeto se pueden determinar también. (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D))

Los escáneres 3D son distintos a las cámaras. Al igual que éstas, tienen un campo de visión en forma de cono, pero mientras una cámara reúne información de color acerca de las superficies dentro de su campo de visión, los escáneres 3D reúnen información acerca de su geometría. El modelo obtenido por un escáner 3D describe la posición en el espacio tridimensional de cada punto analizado. (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D))

Si se define un sistema esférico de coordenadas y se considera que el origen es el escáner. Estas coordenadas esféricas describen completamente la posición tridimensional de cada punto en el modelo, en un sistema de coordenadas local relativo al escáner. (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D))

Para la mayoría de las situaciones, un solo escaneo no producirá un modelo completo del objeto. Generalmente se requieren múltiples tomas, incluso centenares, desde muchas direcciones diferentes para obtener información de todos los lados del objeto. Estos escaneos tienen que ser integrados en un sistema común de referencia mediante, un proceso que se llama generalmente alineación, y que transforma las coordenadas locales de cada toma en coordenadas generales del modelo. El proceso completo que va de las tomas individuales a un modelo completo unificado define el flujo de captura de modelo 3D. (WIKIPEDIA. 2014. [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D))



**Figura 15-4.** Laser Rojo (David laser scanner 3d)

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

#### *4.2.4.1 Metodología para la optimización del escaneo 3d*

##### **Preescaneado**

**Preparación del equipo:** Cámara, brazo, paneles de calibración y plato electrónico. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 16-4.** Brazo y Plato Electrónico

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

Colocar la cámara y el láser en línea recta horizontal de tal forma que con el objeto formen un triángulo. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Iluminación:** Esta debe ser apropiada para la captura de la imagen que servirá para la librería de materiales y no se desvanezca el haz de luz láser. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Línea de haz de luz láser:** debe tener un ángulo de desplazamiento que cubra con su barrido el objeto. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



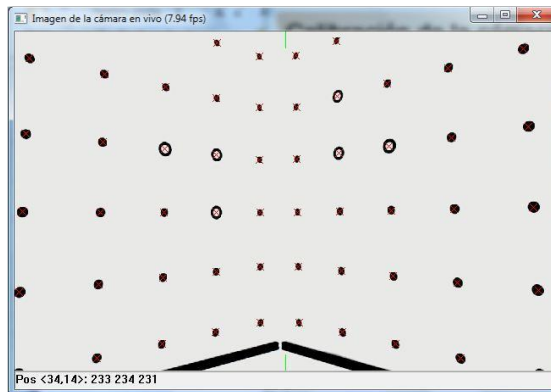
**Figura 17-4.** Láser Horizontal

**Fuente:** César Moreno y Pedro Vizúete

#### 4.2.4.2 Escaneo 3d

**Calibración del equipo:** Con la ayuda de los paneles que tienen un ángulo de  $90^\circ$  entre sí, calibramos la cámara para la obtención de datos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

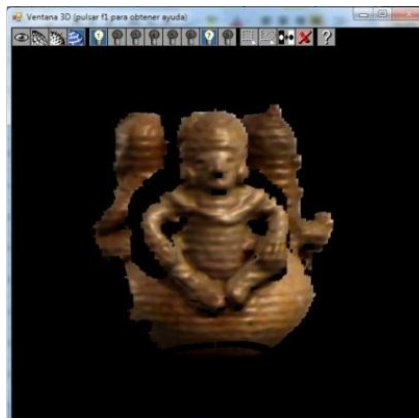




**Figura 18-4.** Calibración Óptima Cámara  
(David laser scanner 3d)

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

**Obtencion de datos frontales y superiores:** despues del primer escaneado frontal dependiendo de la complejidad del objeto obtendremos los demas escaneados en intervalos de entre ( $60^\circ$  y  $90^\circ$ ), y la parte superior del objeto inclinandolo a  $60^\circ$ . (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 19-4.** Escaneados a  $60^\circ$   
(David laser scanner 3d)

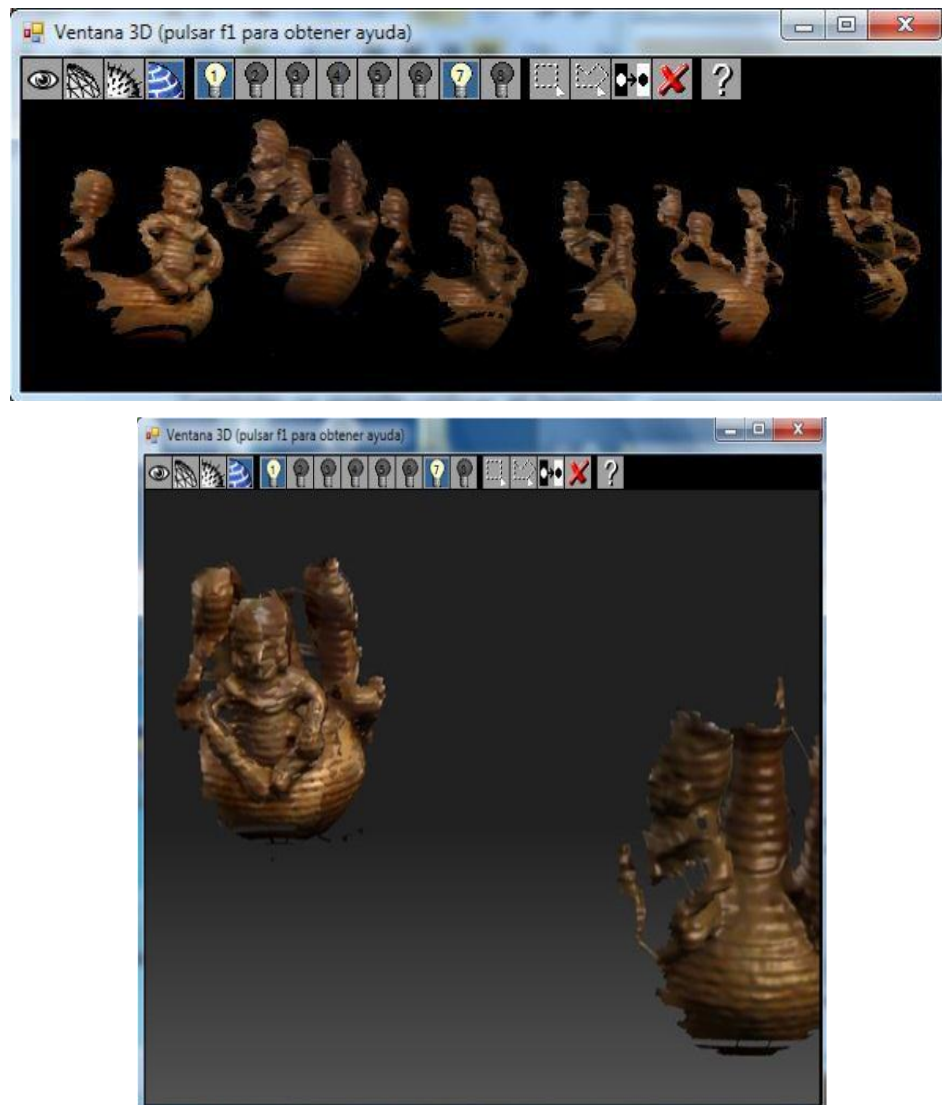
Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

#### 4.2.4. 3 Postescaneado

**Eliminación de datos ajenos:** Se borran datos que no pertenecen al objeto que no incida con la union de los datos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

**Unión de datos:** Alineación y combinación de escaneos 3d frontales y superior. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 20-4.** Alineación de los escaneados (David laser scanner 3d)

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

**Fusión:** Alineados las diferentes superficies fusionamos en uno solo el objeto teniendo como resultado una malla poligonal. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 21-4.** Alineación final de los escaneados  
(David laser scanner 3d)

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

**Reproducción:** Será de gran uso en medios virtuales. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 111. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



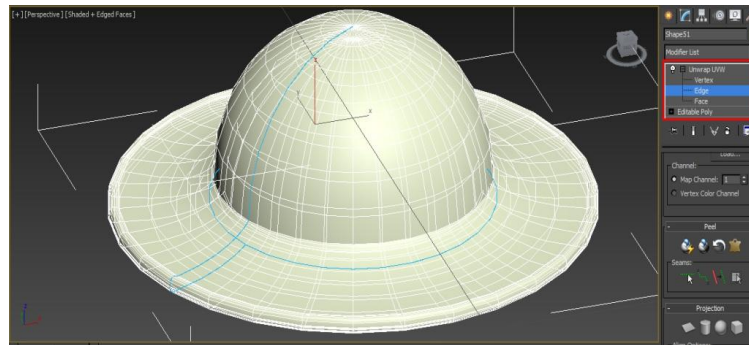
**Figura 22-4.** Fusión final de escaneados  
(David laser scanner 3d)

Fuente: MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012

### 4.3.1 Método de mapeado (Unwrap UVW)

El mapeado o las UVW son la propiedad que se les da a los modelos u objetos para hacer que las texturas se apliquen correctamente, esto quiere decir se cortara y desplegara todo el modelo u objeto para poder pintar y adaptar una textura.

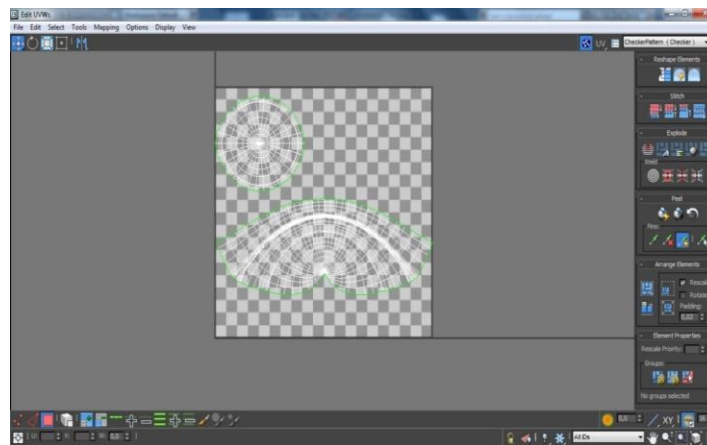
**Primero.-** Cortar el cuerpo u objeto, esto significa que dividiremos al objeto en partes utilizando el modificador Unwrap UVW, según nos interese para poder aplicar el mapeado fácilmente. Las líneas verdes indican el área de corte para que el objeto se pueda desplegar fácilmente.



**Figura 23-4.** Aplicación del modificador Unwrap UVW

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

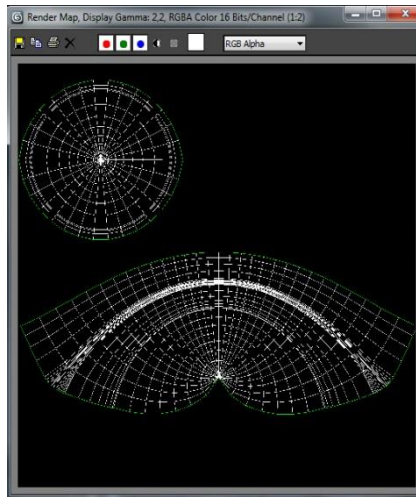
**Segundo.-** Desplegar los objetos, significa que vamos a desplegar cada una de las partes y modificarlas hasta que nos quede un desplegado perfecto.



**Figura 24-4.** Edición del modificador Unwrap UVW

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

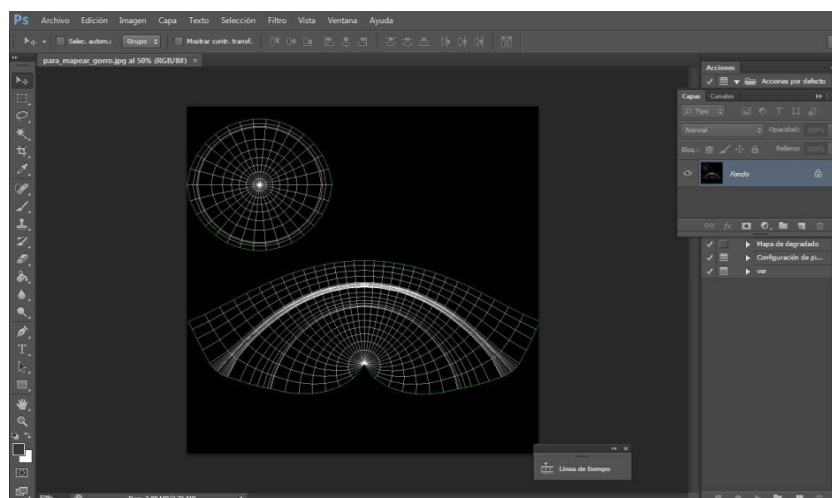
**Tercero.-** Una vez que ya tenemos las partes del objeto bien desplegadas procedemos ordenarlas y corregir tamaños, estos tamaños tienen que ser equilibrados para poder aplicar una textura o un material.



**Figura 25-4.** Render Final del Unwrap UVW

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

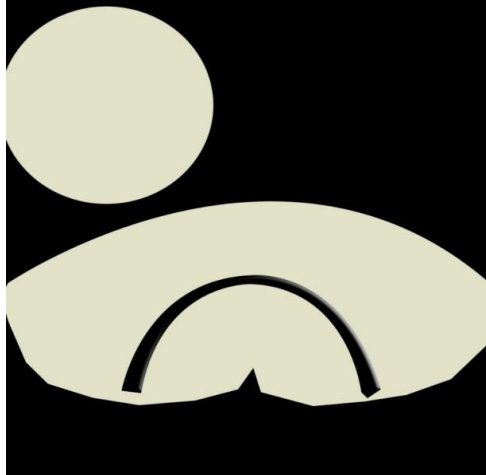
**Cuarto.-** Juntar o unir todas las partes del objeto para que sea uno solo, de esta forma procedemos a adquirir la imagen que nos permitirá aplicar un material o textura.



**Figura 26-4.** Aplicamos color o textura al Unwrap UVW

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Quinto.-** Abrimos la imagen y procedemos a editarla, añadiéndole color o texturas adecuadas. Obteniendo algo como esto.



**Figura 27-4.** Aplicamos color Unwrap UVW

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Sexto.-** Guardamos la imagen para poderlo aplicar a nuestro objeto modelado.

#### **4.4 Animación**

Para realizar animaciones realistas, hay que tener en cuenta las leyes de la naturaleza: animación basada en física, que utiliza cinemática y dinámica, muchos movimientos cotidianos son muy difíciles de reproducir, hay sistemas que simulan la física del mundo real para generar animaciones. Estos sistemas permiten realizar simulaciones de objetos al ser afectados por fuerzas externas, como viento, gravedad, o fuerzas definidas por el usuario. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 46. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%3%A9sar+An%C3%ADbal>)

##### **4.4.1 Cinemática**

La cinemática estudia los movimientos con independencia de las fuerzas que los producen y se una en animación con dos variantes:

**Cinemática directa:** es la posibilidad de mover algunas de las “piezas” de un personaje o escena 3D actuando sobre un punto y produciendo un movimiento sobre su eje o centro de rotación (por ejemplo, mover el brazo fijada la rotación sobre el hombro). El programa de animación 3D genera con fórmulas geométricas simples todos los movimientos necesarios de las partes ligadas a su vez a ella. En este caso, en la jerarquía de movimientos o giros definida, se parte de un eje fijo más importante (por ejemplo, el hombro) para mover elementos más sencillos (por ejemplo, el brazo). (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 47. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%2C%A9sar+An%2C%ADbal>)

**Cinemática inversa:** es la posibilidad de que moviendo elementos más sencillos en la jerarquía, el programa interpola el resto de las articulaciones o puntos de giro, que pueden ser configurados por el animador para conseguir que se muevan de acuerdo a eso. Este tipo de movimiento es mucho más interesante, pero a la vez más complejo, ya que en general no hay un solo modo de rotar los elementos entre sí para conseguir el movimiento final que pretende el usuario. Ejemplo, un codo puede girar en un sentido, pero no en otro. Por ello pueden configurarse márgenes de rotación que indiquen al software que límites tiene al momento de elegir unos movimientos u otros. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 47. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%2C%A9sar+An%2C%ADbal>)

#### **4.4.2 Dinámica**

La dinámica estudia el movimiento, tomando en cuenta las fuerzas que lo producen. Se puede obtener gran realismo, pero resulta difícil especificar la animación. Hay que tomar en cuenta la masa, aceleración, grados de libertad, restricciones del movimiento, movimientos prioritarios, etc.

La dinámica de los cuerpos rígidos articulados es más sencilla que la de los cuerpos deformables. Podemos distinguir: (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 47. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%2C%A9sar+An%2C%ADbal>)

**Dinámica directa:** a partir de las masas y fuerzas aplicadas, se calculan las aceleraciones. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 48. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%2C%A9sar+An%2C%ADbal>)

**Dinámica inversa:** a partir de las masas y aceleraciones, se calculan las fuerzas que hay que aplicar. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 48. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

#### 4.5 Prerenderización

La prerenderización se usa sólo para textura de objetos 3D estáticos. Por ejemplo, prerenderizando una pared en la cual hay una sombra, se consigue que el motor gráfico no tenga que calcular en cada fotograma la posición y todas las características de la sombra, si no solamente la imagen previamente asignada al objeto. También para otros detalles mínimos, posiblemente en el futuro prácticamente no se necesite debido a que le quita dinamismo a los gráficos. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 49. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 28-4.** Prerenderización

**Fuente:** José Torres y Wellington Correa

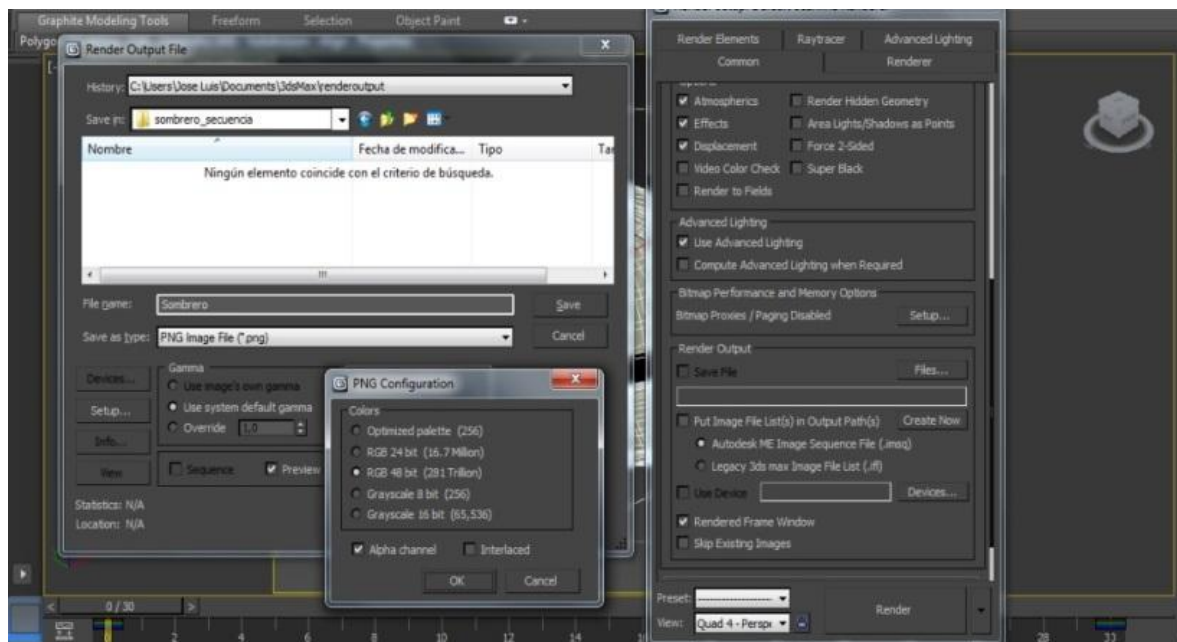
#### 4.6 Renderizado (Render)

Es un término usado en jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de iluminación. Es generar una imagen desde un modelo de visualizaciones en una computadora, más específicamente en 3D, la renderización es un proceso de cálculo complejo desarrollado por un ordenador destinado a generar una imagen 2D a partir de una escena 3D. En el proceso de renderización la computadora interpreta la escena en tres dimensiones y la plasma en una imagen bidimensional. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 49. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



La renderización se aplica más comúnmente a la infografía esta se desarrolla con el fin de imitar un espacio 3D formado por estructuras poligonales, comportamiento de luces, texturas, materiales (agua, madera, metal, plástico, tela, etc.) y animación, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles. Una parte importante de los programas dedicados a la infografía son los motores de renderizado, los cuales son capaces de realizar técnicas complejas como radiosidad, raytrace (trazador de rayos), canal alfa, reflexión, refracción o iluminación global. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 49. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

Normalmente no es posible visualizar en tiempo real el acabado final deseado de una escena 3D compleja ya que esto requiere una potencia de cálculo demasiado elevada, por lo que se opta por crear el entorno 3D con una forma de visualización más simple y técnica y luego generar el lento proceso de renderización para conseguir los resultados finales deseados. El tiempo de render depende en gran medida de los parámetros establecidos en los materiales y luces, así como de la configuración del programa de renderizado. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 49. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)



**Figura 29-4.** Parámetros de renderizado

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



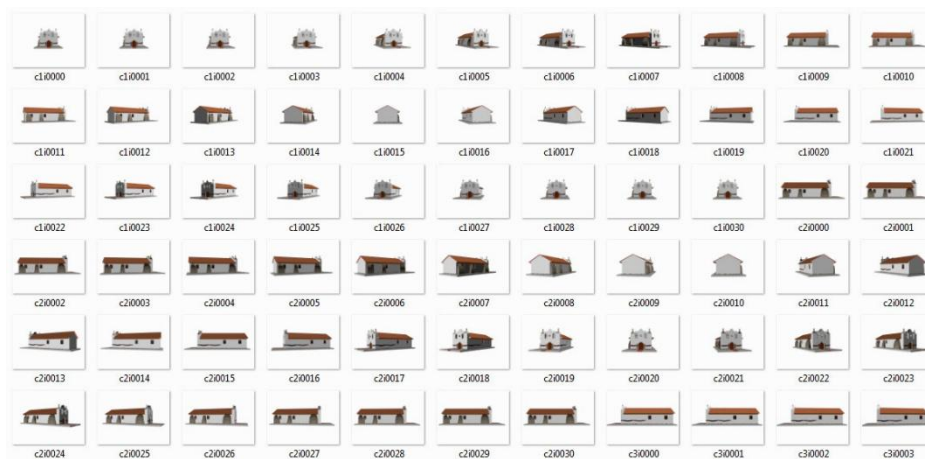
**Figura 30-4.** Renderizado en secuencia de imágenes

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



**Figura 31-4.** Secuencia de imágenes del sombrero en formato png<sup>9</sup>

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



**Figura 32-4.** Secuencia de imágenes de la capilla la moya

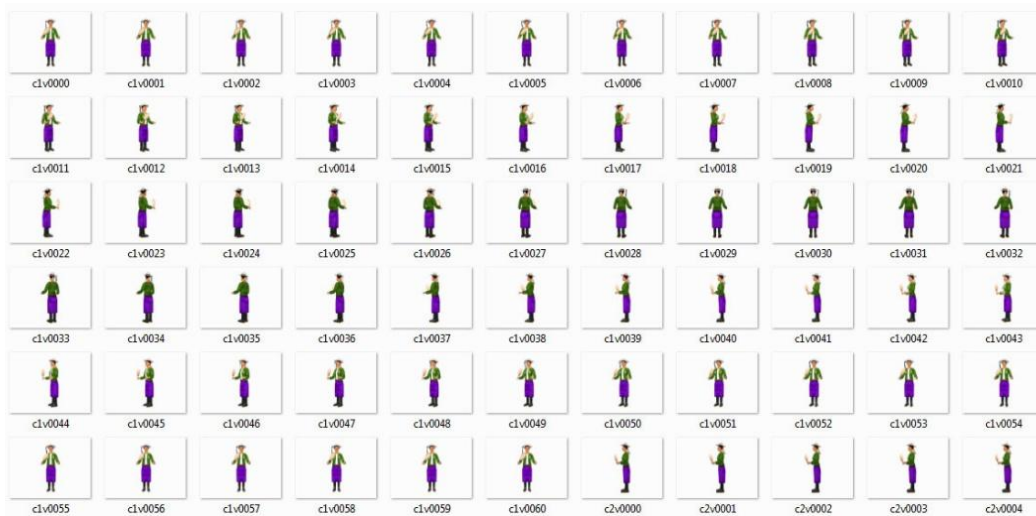
**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

<sup>9</sup> Formato de imagen sin pérdida de calidad



**Figura 33-4.** Secuencia de imágenes del museo Urkukunapak Wasi

Realizado por: José Torres y Wellington Correa



**Figura 34-4.** Secuencia de imágenes de la vestimenta de la mujer

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

### **Análisis comparativo de paquetes utilizados para modelados 3d (Autodesk 3d studio max, maya)**

Detalles Técnicos, Herramientas de selección y manipulación de objetos, Desenvolver UV (mapeado), Texturizado y Pintura, Animación y Simulación, Representación (Render), Interfaz y personalización (Menús y paneles), Formatos de archivo admitidos importar y exportar, Utilidades.

## Conclusión

3ds Max y Maya tienen sus propias fortalezas y debilidades, solo se puede apreciarlas a profundidad usándolas. 3D Max es un buen programa de 3D, sus tratamientos de modelado son lo suficientemente buenos como para poder abarcar juegos en 3D o animaciones a nivel de caricaturas. Pero por si solo es muy básico, necesita muchos plugins para poder realizar algo realmente profesional. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 52. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

En el caso de Maya su fortaleza son los efectos visuales de alto acabado, riggings complejos y proyectos para cine y televisión, es netamente más avanzado, e incluso tiene muchas más cosas y sus efectos físicos son más reales. (MORENO, C., & VIZUETE, P. 2012. p. 52. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>)

### 4.7 Cámara/Sensor Kinect



**Figura 35-4.** Sensor Kinect

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

#### 4.7.1 Características

El sensor contiene un proyector de infrarrojos combinado con un sensor CMOS monocromo que permite a Kinect ver la habitación en 3D en cualquier condición de luz ambiental. El rango de detección de la profundidad del sensor es ajustable gracias al software de Kinect capaz de calibrar automáticamente el sensor, basado en la interactividad y en el ambiente físico del usuario, tal como la presencia de sofás.

### **La Kinect permite:**

- Interactuar sólo caminar por delante del sensor.
- Las interacciones de Kinect dan la libertad de saltar, agacharte, y girar de una forma única.
- Kinect utiliza la tecnología de vanguardia para ofrecer una nueva forma de interactuar.
- Se requieren 175 MB de memoria.

### **4.8 Sdk de kinect para Windows**

El sdk (Software Development Kit) se trata de una librería que nos facilita diferentes funciones que nos ayudan a interactuar con el dispositivo Kinect. Básicamente pedirle información sobre los distintos esqueletos y de sus articulaciones. (MARCAL, M., & MURILLO, A. 2012. <http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-sdk-de-microsoft/>)

Kinect, una vez detecta el esqueleto humano, es capaz de facilitarnos información detallada de la posición exacta en el plano (X,Y,Z) de todas y cada una de las articulaciones en las que divide el esqueleto humano. Es gracias a esa información lo que permite que podamos desarrollar aplicaciones que funcionen con la interacción del cuerpo humano, sin necesidad de teclados, ratones ni touchpads. (MARCAL, M., & MURILLO, A. 2012. <http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-sdk-de-microsoft/>)

### **4.9 Kinect mouse**

Se trata de una librería que facilita diferentes funciones que nos ayudan a interactuar con el dispositivo Kinect.

#### ***4.9.1 Calibración del área de interacción con la Kinect***

##### ***4.9.1.1 Configurar el área de interacción con el usuario***

La ubicación correcta del sensor Kinect proporciona el mejor rendimiento de seguimiento corporal y reconocimiento. Indicaciones para una correcta calibración:

- Evitar colocar el sensor en la luz directa del sol.
- Colocar el sensor Kinect a la altura correcta.



**Figura 36-4.** Calibración de la kinect con la librería  
Kinect mouse

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

- El sensor funciona mejor cuando se coloca aproximadamente entre 0,6 m (2 pies) y 1,8 m (6 pies) del piso. Idealmente, el sensor debe estar dentro de 15 cm (6 pulgadas) por encima o debajo del holograma.
- Centre el sensor Kinect de manera horizontal

**Nota:** en habitaciones más pequeñas, trate de colocar el sensor lo más cerca posible de 1,8 m (6 pies).



**Figura 37-4.** Configuración de la cámara  
sensor kinect

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

- Aunque el sensor funciona si se coloca en lugares laterales, funcionará mejor si se centra.
- No coloque el sensor Kinect cerca de un parlante ni sobre una superficie que vibre.
- No coloque el sensor en la consola, en otros equipos electrónicos ni en cualquier cosa que vibre.
- Coloque el sensor Kinect cerca del borde de una superficie plana y estable.



**Figura 38-4.** Segunda configuración de la cámara sensor kinect

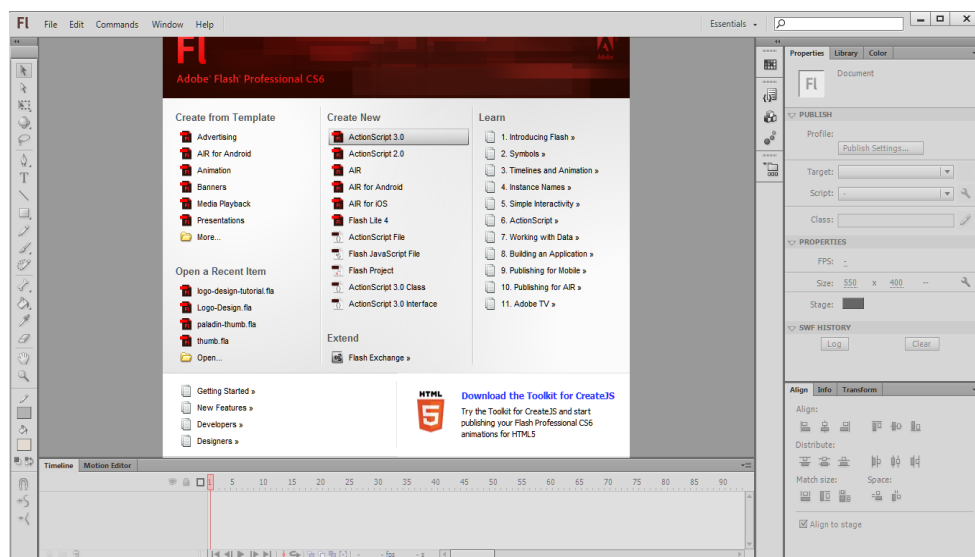
Realizado por: José Torres y Wellington Correa

- El sensor no puede ver sus pies si se coloca demasiado atrás.
- Coloque el sensor en un lugar donde se puede inclinar y ajustar de manera automática.
- El sensor Kinect debe ver todo el cuerpo del usuario.
- Despeje el área entre el sensor y los usuarios.
- Un usuario: debe estar de pie a 1,8 m (6 pies).
- Dos usuarios: deben estar de pie a 2,4 m (8 pies).
- Asegúrese de que el área de interacción tenga 1,8 m (6 pies) de ancho como mínimo y que no supere los 3,6 m (12 pies) de ancho o de longitud.
- Asegúrese de que la habitación tenga una buena iluminación y que sea uniforme

## 4.10 Análisis de software para animación

### 4.10.1 Adobe Flash CS6

Flash es un software cuya función es el desarrollo de contenidos interactivos multimedia, basado en lenguaje script y de vectores, este permite realizar todo tipo de aplicación o contenido animado. En principio fue desarrollado por la empresa Macromedia y en la actualidad Adobe se encarga de su distribución.



**Figura 39-4.** Software Adobe Flash CS6

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

### 4.10.2 Animación

Es el desarrollo de una ilusión que permite usar el movimiento para proyectar una sucesión de imágenes fijas en distintas posiciones, generando así un evento u objeto con apariencia viva. Esto es relativamente sencillo de hacer por medio de una computadora. Anteriormente la animación, se realizaba filmando secuencias dibujadas manualmente sobre materiales como plástico o papel, denominados celuloides; cada fotograma se creaba en una sola hoja de manera independiente.

La animación fotograma a fotograma o la ilusión de movimiento se crea capturando una secuencia de hojas plásticas llamadas celuloides pintadas a mano, luego estas se proyectan a una velocidad determinada, alrededor de 10 a 30 celuloides por segundo.



En la animación informática o electrónica, las ilustraciones se crean mediante programas fotograma a fotograma (hoja por hoja), luego se modifican y se reproducen.

Adobe Flash permite crear fotogramas clave e interpolar los fotogramas intermedios, lo que automatiza el desarrollo, generando animaciones en menor tiempo con menos recursos.

Otra técnica es la animación en tiempo real, aquí los fotogramas se crean por medio de una computadora y se proyectan en la pantalla. Esta técnica elimina la fase intermedia de digitalización de las imágenes. Esto es posible filmando un evento y digitalizándolo automáticamente por medio de sensores de movimiento. Sin embargo, la animación en tiempo real, no produce resultados de alta calidad, por lo tanto, a nivel profesional, solo se usa para la creación de animaciones simples y juegos de computadora.

Flash admite los siguientes tipos de animación:

- **Interpolaciones de movimiento**

Las interpolaciones de movimiento se utilizan para establecer las propiedades de un objeto, por ejemplo, la posición y la transparencia alfa de un fotograma y de nuevo, de otro fotograma. Flash interpola valores de las propiedades de los fotogramas intermedios y así las interpolaciones de movimiento resultan útiles para animaciones de movimiento continuo o para la transformación de objetos. Las interpolaciones de movimiento aparecen en la línea de tiempo como grupos de fotogramas contiguos y se pueden seleccionar como un solo objeto de forma predeterminada. Las interpolaciones de movimiento son realmente potentes y fáciles.

- **Interpolaciones clásicas**

Las interpolaciones clásicas son como las interpolaciones de movimiento, aunque más difíciles de crear. Las interpolaciones clásicas permiten agregar efectos de animación específicos que no son posibles en interpolaciones de tamaño.

- **Poses de cinemática inversa**

Las poses de cinemática inversa permiten estirar y doblar objetos de forma, así como vincular grupos en instancias de símbolos para que se muevan con naturalidad al mismo tiempo. Una vez añadidos los huesos a una forma o a un grupo de símbolos, puede cambiar la posición de los huesos o símbolos en los distintos fotogramas clave. Flash interpola las posiciones de los fotogramas intermedios.

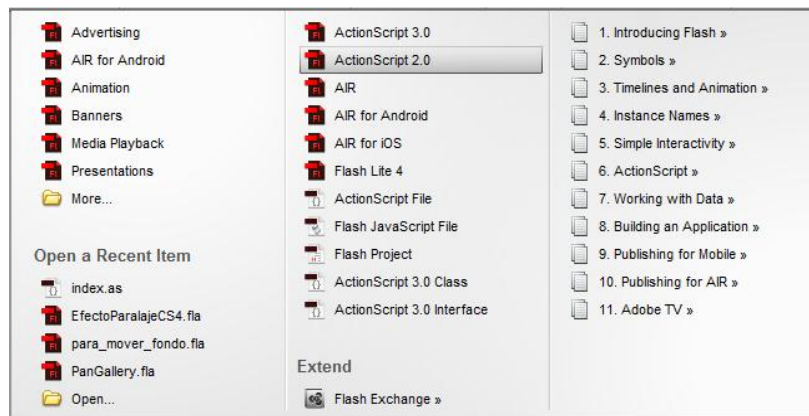
- **Interpolaciones de forma**

En la interpolación de forma, se dibuja una forma en un fotograma concreto de la línea de tiempo y se modifica o se dibuja otra forma en otro fotograma específico, después Flash interpola las formas intermedias de los fotogramas y crea la animación de una forma cambiante.

- **Animación fotograma a fotograma**

Esta técnica de animación permite especificar distintas ilustraciones para cada fotograma de la línea de tiempo. Por lo general se usa esta técnica para crear efectos de fotogramas en una película que sucede rápidamente. Esta técnica resulta útil en animaciones complejas, donde es preciso que los elementos gráficos de cada fotograma sean distintos:

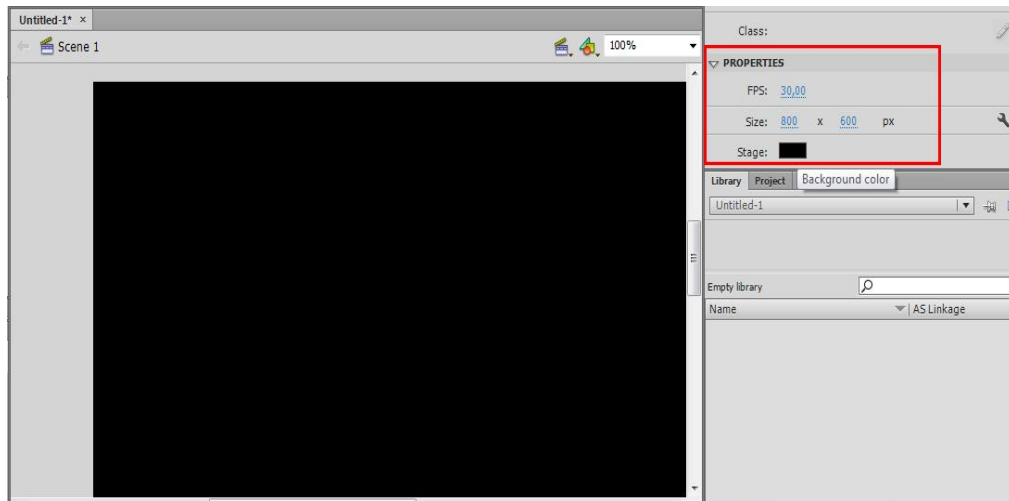
**Primero:** Abrimos un nuevo documento ActionScript 2.0



**Figura 40-4.** Creación de un documento 2.0

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

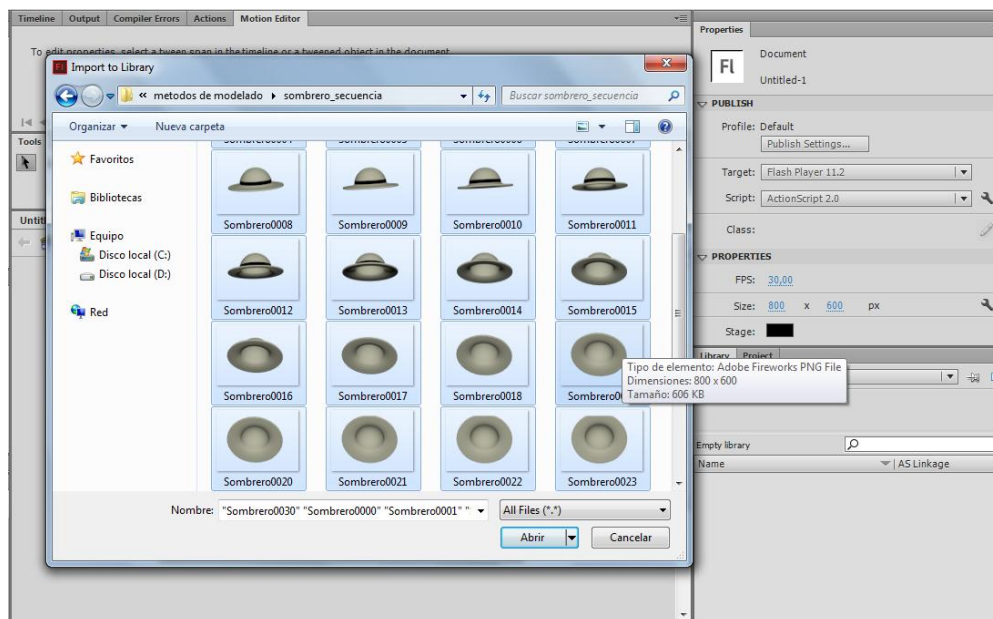
**Segundo:** Asignamos los parámetros correspondientes al documento como anchura: 800px, altura: 600px, fps: 30 y color de fondo: negro (0X000000).



**Figura 41-4.** Parámetros del documento

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

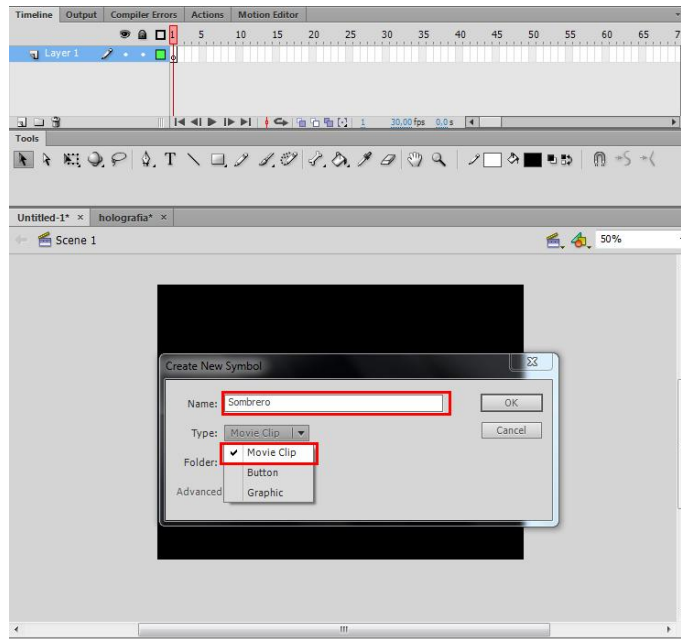
**Tercero:** Importamos la secuencia de imágenes a la librería



**Figura 42-4.** Importación de las secuencias de imágenes del sombrero

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Cuarto:** Creamos un símbolo del tipo clip de película (MovieClip).

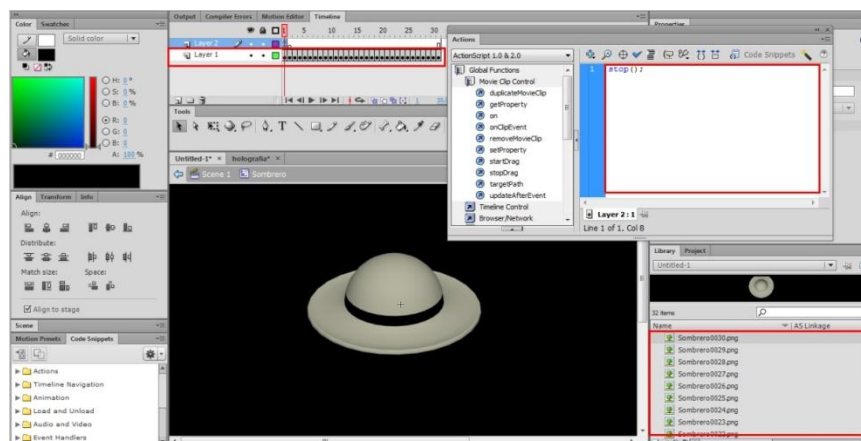


**Figura 43-4.** Creación de un Movie Clip

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Quinto:** Arrastramos de la librería la secuencia de imágenes hacia al movie clip, en la primera capa en la línea de tiempo, de cuadro en cuadro y los alineamos de forma centrada.

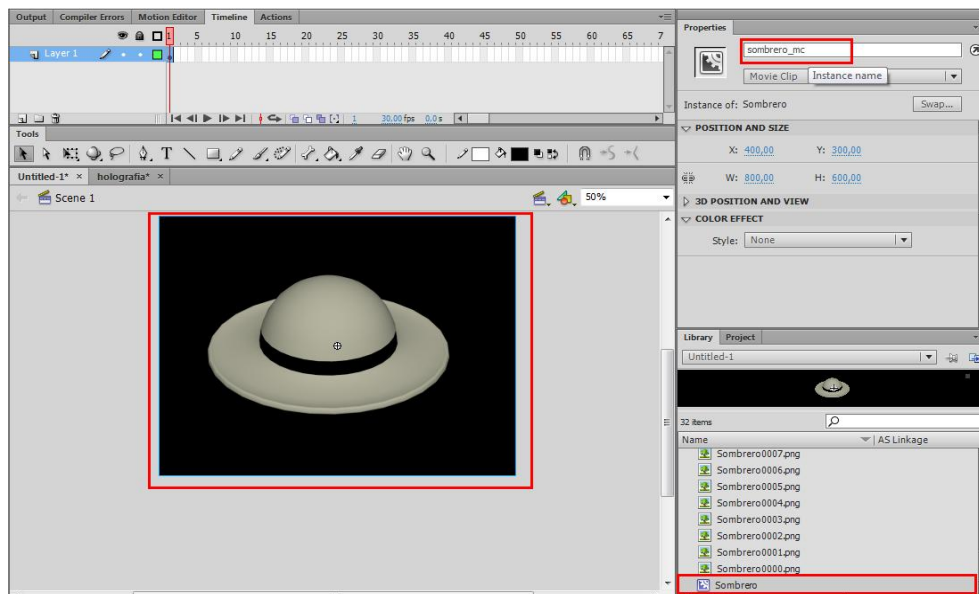
Después creamos una segunda capa, y en el primer cuadro de la línea de tiempo ponemos la siguiente acción: `stop()`;



**Figura 44-4.** Animación dentro de un Movie Clip

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

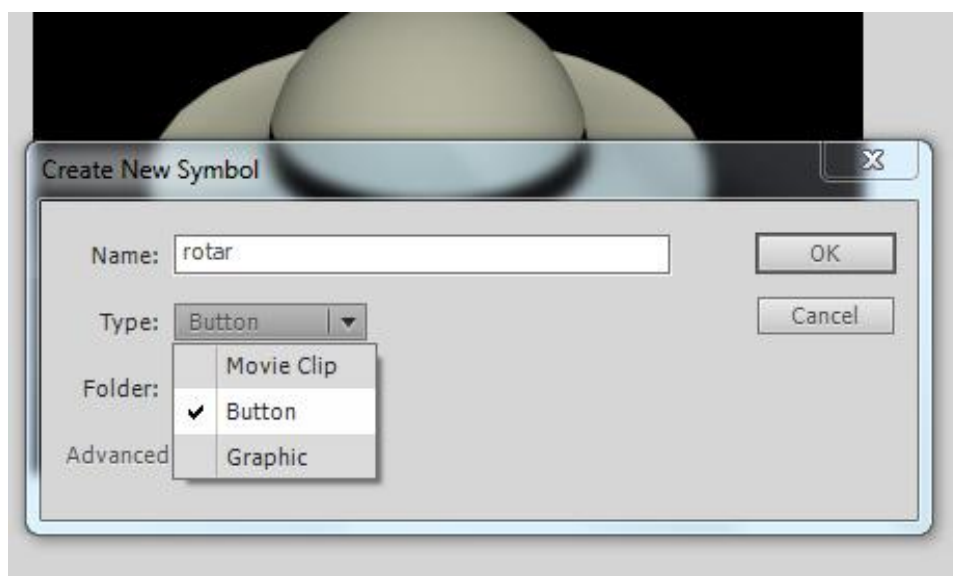
**Sexto:** Arrastramos el clip de película de la librería a la primera capa del escenario en la línea de tiempo y le asignamos un nombre de instancia: sombrero\_mc.



**Figura 45-4.** Asignación de nombre a un Movie Clip

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

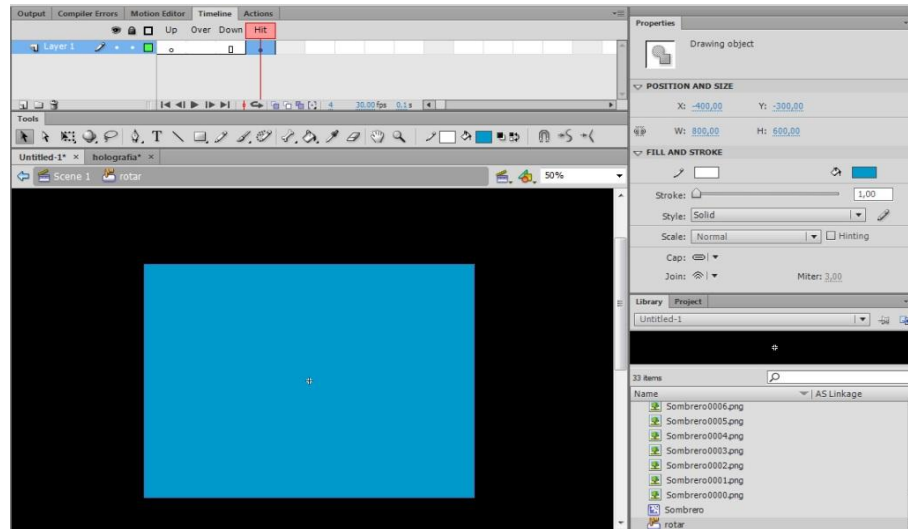
**Séptimo:** Nuevamente creamos un nuevo símbolo del tipo Botón.



**Figura 46-4.** Creación de un botón

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Octavo:** En los estados del botón hacemos un fotograma clave vacío en el estado zona activa. Creamos un cuadro de las dimensiones del escenario 800px de ancho por 600px de altura.



**Figura 47-4.** Activación de la zona activa de un botón

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Noveno:** Creamos una segunda capa en el escenario, seleccionamos el símbolo botón de la biblioteca y ubicamos en el escenario seleccionado el símbolo botón le asignamos un nombre de instancia: boton\_girar.

Abrimos el panel de acciones y ubicamos el siguiente código:

```
on(rollOver){
indice_rotacion=20;
fotograma_inicio=sombrero_mc._currentframe;
posicion_puntero=_root._ymouse;
delete this.onEnterFrame;
this.onEnterFrame=function(){
var deslizamientoY=_root._ymouse-posicion_puntero;
var deslizamientoFrames=int(deslizamientoY/indice_rotacion);
var fotogramaDestino=fotograma_inicio-deslizamientoFrames;
if(fotogramaDestino<1){
```

```

fotogramaDestino=sombrero_mc._totalframes+fotogramaDestino;
}
if(fotogramaDestino>sombrero_mc._totalframes){
fotogramaDestino=fotogramaDestino-sombrero_mc._totalframes;
}
sombrero_mc.gotoAndStop(fotogramaDestino);
}
}

```

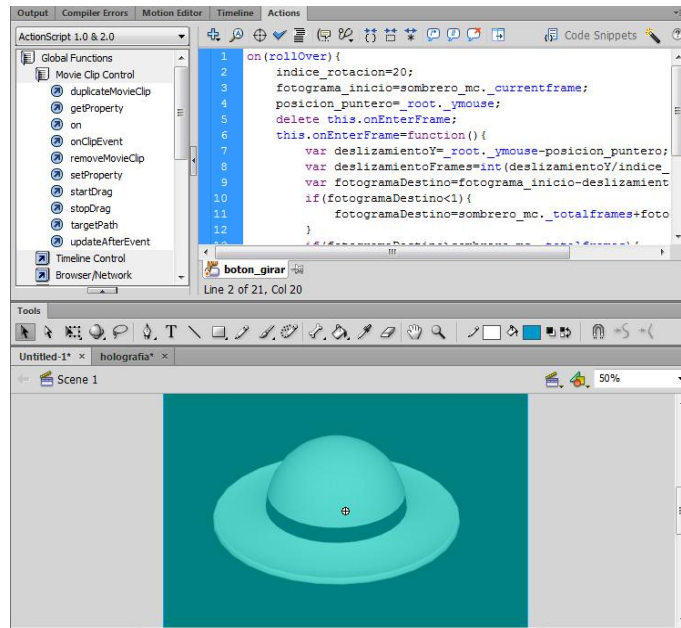
Esta secuencia de código permitirá rotar el sombrero en el eje y con el movimiento del mouse. El siguiente código:

```

on(press){
fscommand("quit");
}

```

Permite realizar la acción de presionar sobre el botón derecho del mouse, realizando el mando de salir de la aplicación.



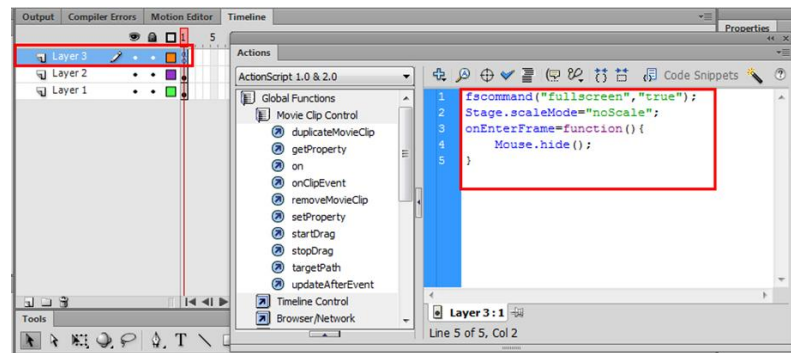
**Figura 48-4.** Generando la interactividad con el mouse

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

**Decimo:** Creamos una nueva capa en el escenario, y ubicamos en el primer frame (cuadro) la siguiente acción:

```
fscommand("fullscreen","true");  
Stage.scaleMode="noScale";  
onEnterFrame=function(){  
Mouse.hide();  
}
```

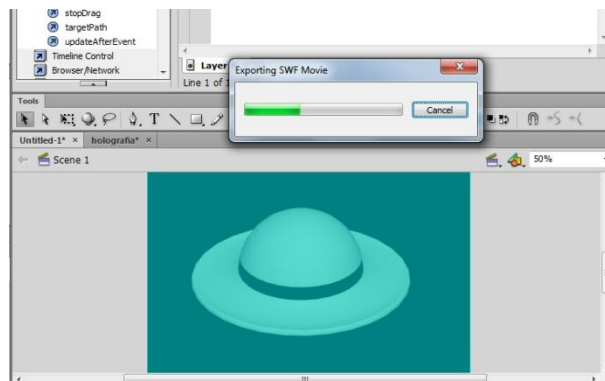
Esta acción permite hacer que la película se ejecute en pantalla completa, no se escale y el mando de desaparecer el cursor de la pantalla.



**Figura 49-4.** Acción para pantalla completa

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

**Décimo primero:** Se realiza un pre exportación para ver que la interactividad funcione



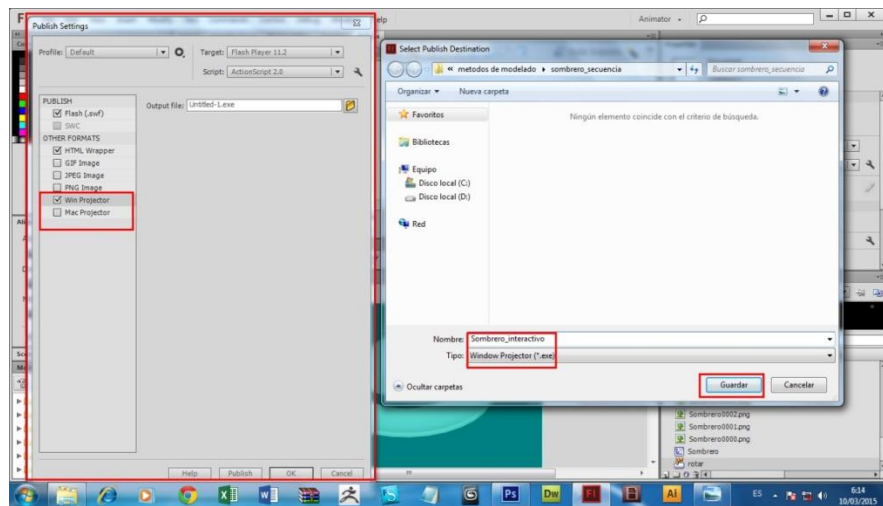
**Figura 50-4.** Pre exportación de interactividad

Realizado por: José Torres y Wellington Correa



**Décimo segundo:** Una vez comprobado que la interactividad funcione en el pre exportación se procede a realizar la exportación final con los siguientes parámetros:

Publicamos la película con projector de Windows si va para la proyección con pc sino con proyección para mac. Seleccionamos la versión actual de flashplayer que tengamos y el Script 2.0 que permitirá ejecutar la acción.



**Figura 51-4.** Exportación final de la película

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

**Décimo tercero:** Damos doble clic sobre el icono de Sombrero\_interactivo.exe para realizar la correspondiente interacción del holograma y los sensores de movimiento.



**Figura 52-4.** Ejecutable

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

## **CAPITULO V**

### **5. VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

#### **5.1 Validación de la hipótesis**

Para la validación de esta investigación se realizó varias pruebas, aplicando los estudios de los principios y fundamentos de la holografía y la animación para su interacción, mediante la proyección de haces de luz, software de animación y sensores de movimiento.

##### **PRUEBA 1:**

La realización de esta prueba se realizó en horas de la mañana de forma experimental, es decir tomando los dos proyectores de marca Epson lcd de 3000 lúmenes, conectados a sus ordenadores y sus imágenes respectivamente y de posición oblicua se procedió a proyectar en el espacio dando como resultado:

La no intersección de los haces de luz, al alcance de la visión humana, no se logró visualizar las imágenes proyectadas por condiciones de luz y condiciones ambientales. Logrando visualizar las imágenes en las paredes.

##### **PRUEBA 2:**

Para realizar la segunda prueba nos basamos en la investigación de un proyecto de graduación en el que se investiga acerca de las técnicas de visualización del efecto 3D:

##### **Técnica de imagen anaglífica**

Para realizar nuestras pruebas en técnica de imagen anaglífica se utilizó, software de modelado y animación 3d y el software de reconstrucción de visión estereoscópica 3D Anaglyph Maker.

2 proyectores de la marca Epson de 3000 lúmenes, no se utilizó cámaras por motivo del objeto a visualizar era por medio de modelado poligonal y no por capturas de objeto real, permitiendo de esta manera el uso de las cámaras del mismo software 3d.

**Pasos:**

Se realiza la representación del objeto a visualizar en el escenario 3d, con el uso del software 3d max.

Con la técnica de ejes paralelos las cámaras son ubicadas dentro del escenario 3d y ubicadas a una distancia media interpupilar de 65 mm de cámara a cámara ya que esta distancia media de las pupilas del ojo humano, puede variar 45mm y 75mm. Basado en investigación.

Se procede a realizar las capturas para el ojo izquierdo y derecho respectivamente.

Realizadas las capturas se procede a hacer la reconstrucción para la visión estereoscópica con la ayuda del software 3D Anaglyph Maker (También se lo puede realizar con Photoshop).

Cargamos las imágenes correspondientes en cada cuadro.

Seleccionamos la opción de Anaglyph Color (Red-Cyan), y damos clic en el botón Make 3D image, Nos realizara la imagen anaglífica automáticamente.

Proyectando la imagen anaglífica dando como resultado:

- El efecto tridimensional con un solo proyector.
- La desventaja con esta proyección es la utilización de gafas anaglíficas (Rojo-Cian) y la proyección sobre una superficie solida (Pared), con un solo proyector y no con la intersección de haces de luz.
- Con las dos imágenes separadas con su color correspondiente una para cada proyector rojo para el izquierdo y cian para el derecho superponemos las imágenes y el resultado que nos dio fue el siguiente:

- Se da el efecto tridimensional con ambos proyectores superpuestos, de igual manera como el anterior, se hace el uso de gafas anaglíficas (Rojo-Cian) y se proyecta sobre una superficie solida (Pared).
- Método por una parte no requerido para alcanzar nuestro objetivo.

Para que exista la intersección de los haces de luz de los proyectores la superficie a proyectarse debe permitir el paso y la intersección de los mismos.

### **Técnica de imagen polarizada**

Para esta prueba se realizó la fusión entre las técnicas de imagen polarizada paralaje (parallax) y la técnica autoestereoscópica basada en la prueba anterior y un video<sup>10</sup>, descrita a continuación:

- 2 proyectores de la marca Epson de 3000 lúmenes.
- La adquisición de 4 pantallas de laptops ya no en uso para obtener las hojas lenticulares y los Filtros polarizados.



**Figura 1-5.** Filtros polarizadores y hojas lenticulares de pantallas de laptop

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

---

<sup>10</sup> Interpolating Vertical Parallax for an Autostereoscopic 3D

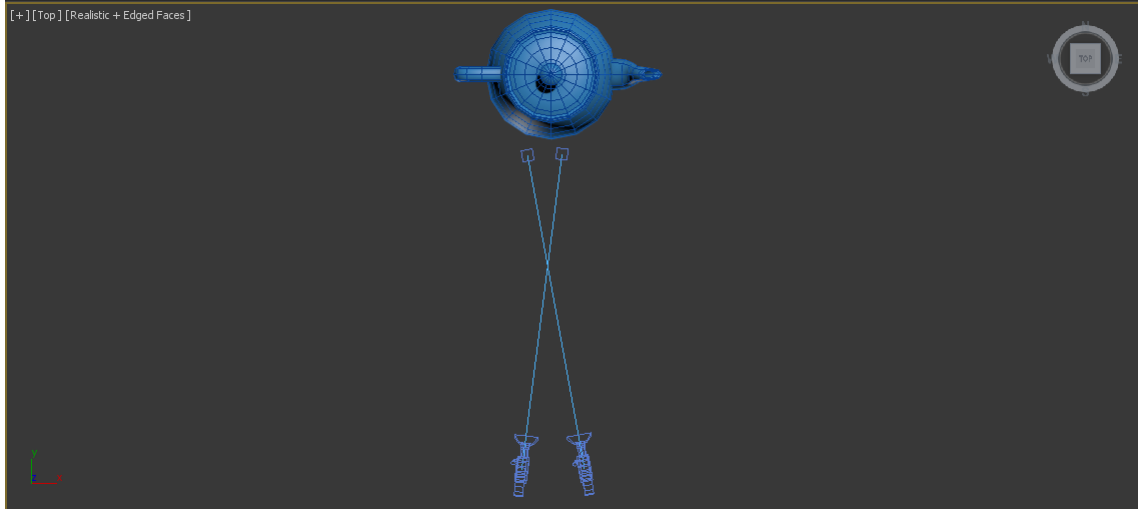


**Figura 2-5.** Filtros polarizados y hojas lenticulares

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Pasos:**

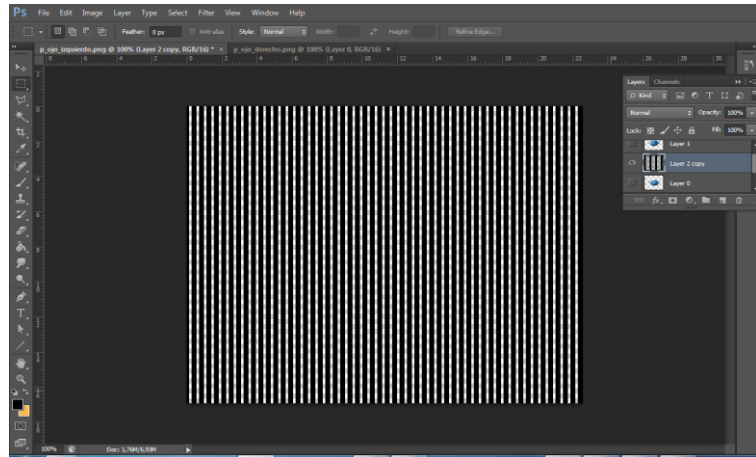
Se procede a realizar las capturas para el ojo izquierdo y derecho respectivamente. Con el uso de ejes convergentes de las cámaras.



**Figura 3-5.** Eje convergente de cámara

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

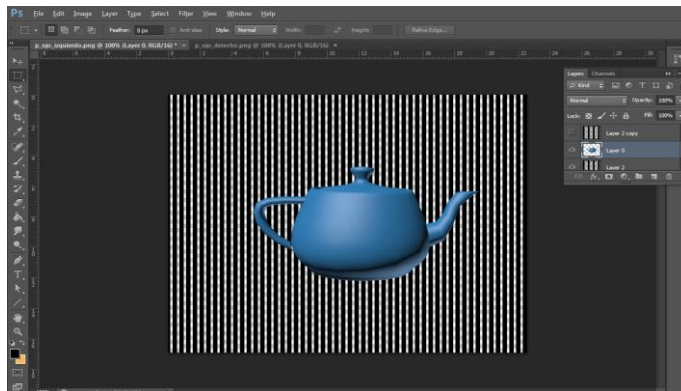
Abrimos photoshop y procedemos aplicar el efecto de imagen lenticular el mismo que consiste en un patrón basado en líneas verticales de 2px ancho por 2px de alto.



**Figura 4-5.** Efecto de imagen lenticular

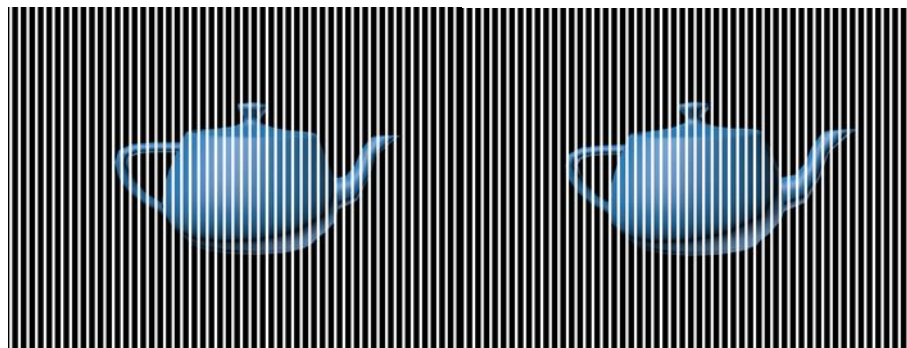
Realizado por: José Torres y Wellington Correa

Se procede enmascarar la imagen con el patrón de líneas verticales. Así para la siguiente imagen.



**Figura 5-5.** Superposición lenticular

Realizado por: José Torres y Wellington Correa



**Figura 6-5.** Imagen lenticular Ojos: Derecho e Izquierdo

Realizado por: José Torres y Wellington Correa

Superponemos la imagen cubriendo las líneas de los espacios en blanco obteniendo la siguiente figura:



**Figura 7-5.** Efecto final lenticular

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Procedemos a proyectar y superponer las imágenes respectivas para cada proyector obteniendo el siguiente resultado:



**Figura 8-5.** Proyección sobre superficie plana

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Aplicamos el filtro polarizado a 90° en cada proyector teniendo como resultado:

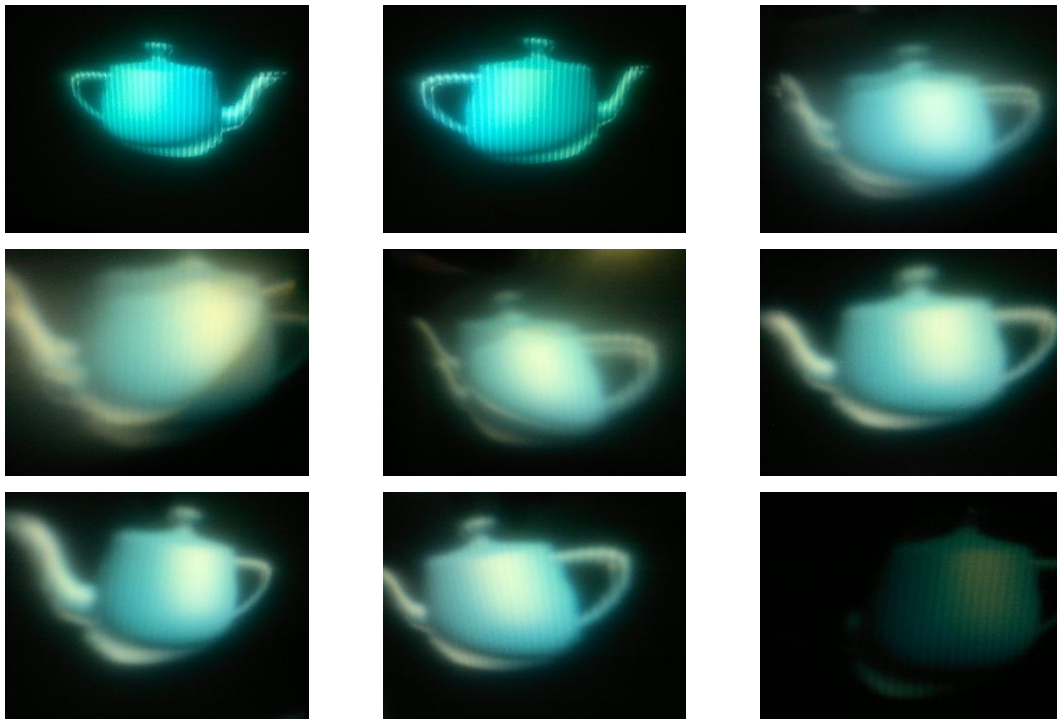


**Figura 9-5.** Proyección con filtros polarizados a 90°

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

En esta parte los filtros difuminan las imágenes perdiendo de esta manera la calidad de imagen para la visión.

Aplicamos las hojas lenticulares dándonos el siguiente efecto:



**Figura 10-5.** Efectos de profundidad con hoja lenticular

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



Hoja aplicada en frente de la pantalla LCD de la PC



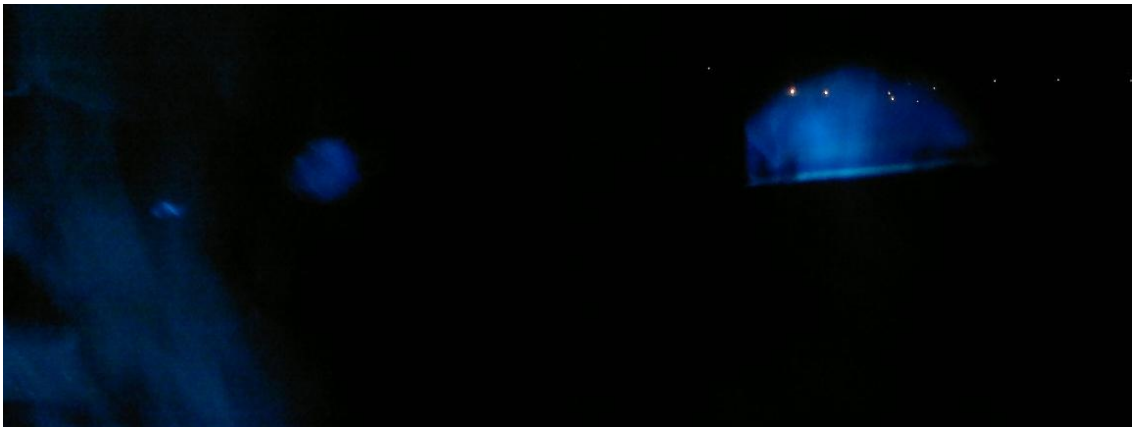
**Figura 11-5.** Efecto con hoja lenticular sobre una pantalla lcd

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

El efecto que produce la hoja lenticular es la sensación de profundidad con la duplicación de la imagen, al momento de desplazarse de forma horizontal va perdiendo la visibilidad del lado opuesto.

### **PRUEBA 3:**

Para esta prueba se utilizaron dos proyectores y el uso de un humidificador (Vapor de agua por ultrasonido). Guiándonos en la investigación en la realidad virtual espacial como unos de los representante es el: bubble cosmos y en el desarrollo de las pantallas de vapor en seco.



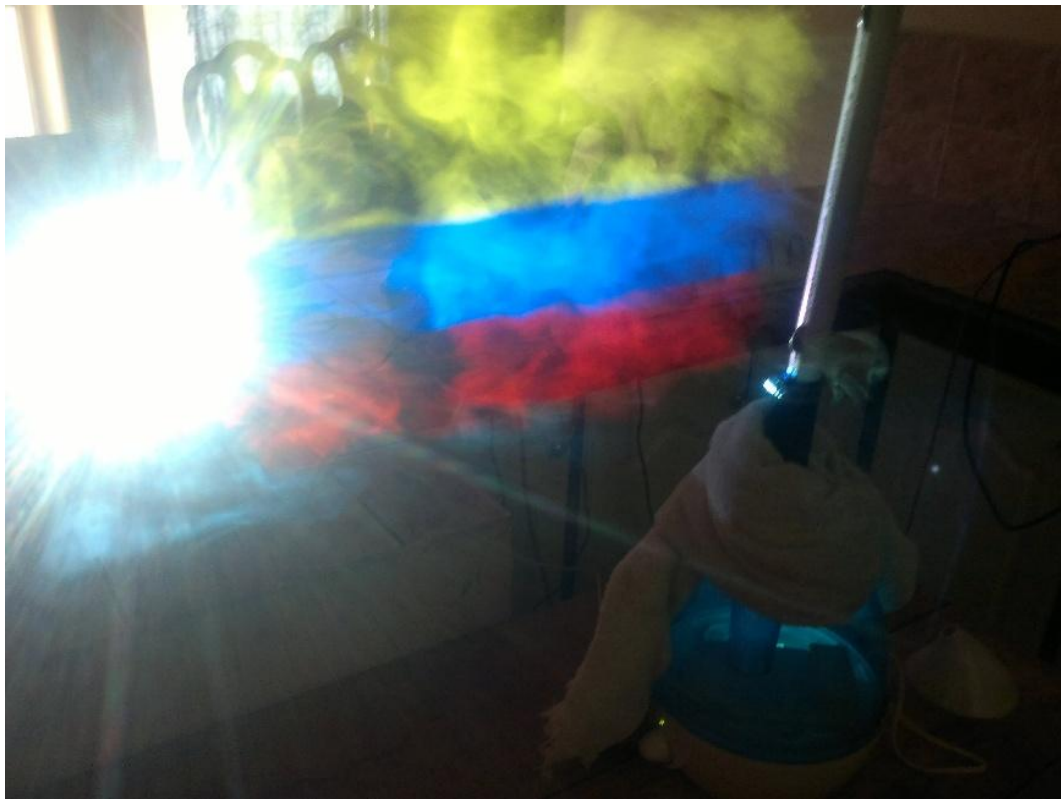
**Figura 12-5.** Prueba realizada con vapor de agua y dos proyectores

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Obteniendo los siguientes resultados:

Aquí en esta prueba no se logra visualizar correctamente la imagen a proyectarse, por condiciones atmosféricas naturales ya que el ambiente está lleno de pequeñas partículas de polvo las mismas que viajan en diferentes direcciones por efecto del viento, el mismo que hace que el vapor de agua no tome una dirección uniforme y constante permitiendo de esta manera la visualización variada y mezcla de la misma imagen.

Se realiza un prototipo que consta de un humidificador que genera vapor seco por ultrasonido, el mismo que es capturado en un tubo con un pequeño corte vertical que permita la salida del humo y forme una pantalla transparente logrando la interferencia y proyección de un holograma con un haz de luz. Permitiendo de esta manera una mejor visualización e interacción del holograma con la cámara/sensor Kinect, Sdk de kinect para Windows, y el software de animación interactivo adobe flash Cs6 y Kinect mouse.



**Figura 13-5.** Prueba realizada con humidificador y un proyector

Realizado por: José Torres y Wellington Correa



**Figura 14-5.** Nombre Wellington proyectada sobre vapor de agua

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Obteniendo como resultado:

- La interferencia de un haz de luz en el vacío.
- Generando un holograma no 100% bien definido.
- Logrando una interacción con el holograma con la ayuda de la cámara kinect, Sdk de kinect para Windows, el software de animación adobe flash Cs6 y kinect mouse.

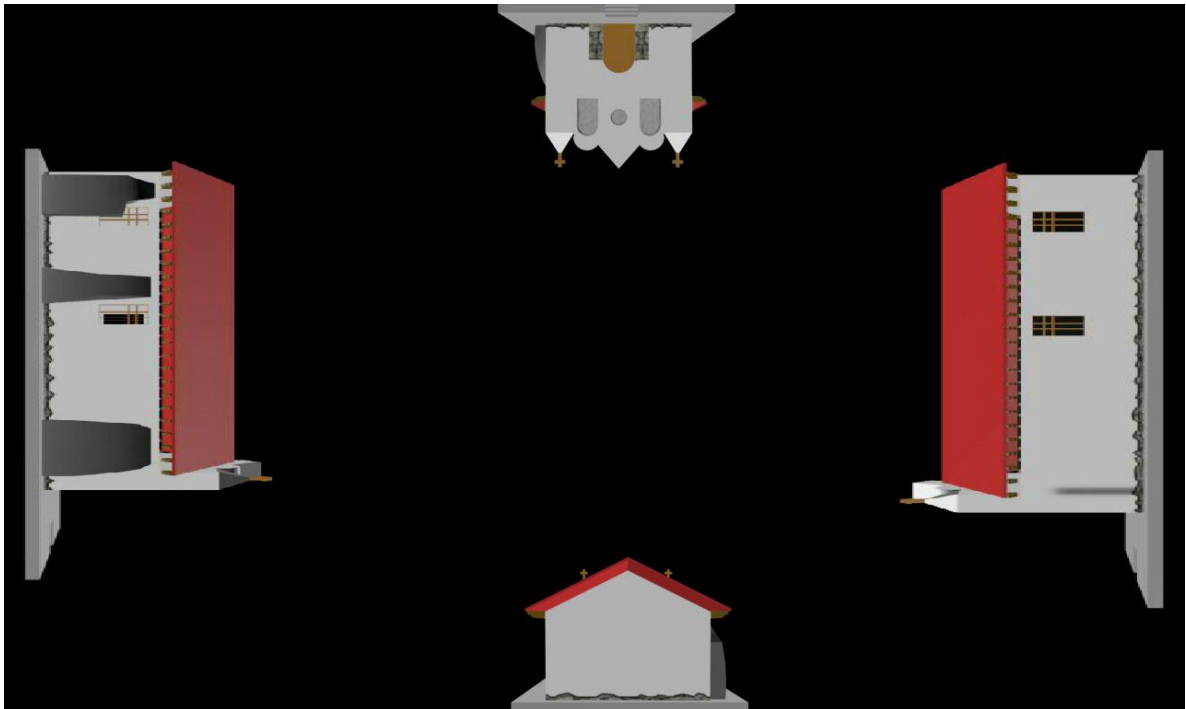
#### **PRUEBA 4:**

Para esta prueba se utilizó un proyector y el uso de un acrílico y una pirámide rectangular de vidrio truncada. Luego se realizó, la proyección de la pieza modelada sobre la superficie de acrílico haciendo la función de una pantalla, para luego ubicar encima del mismo acrílico la pirámide de vidrio permitiendo la reproducción de las imágenes en las diferentes caras de la pirámide.



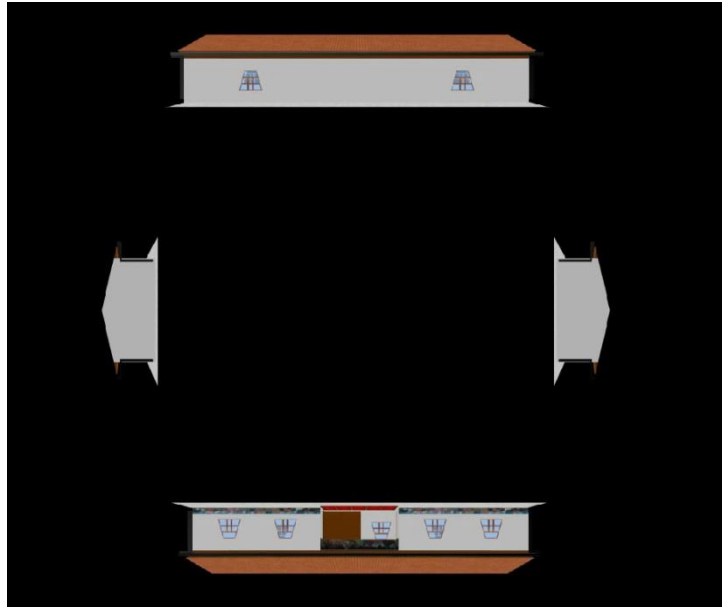
**Figura 15-5.** Pirámide rectangular truncada de vidrio

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



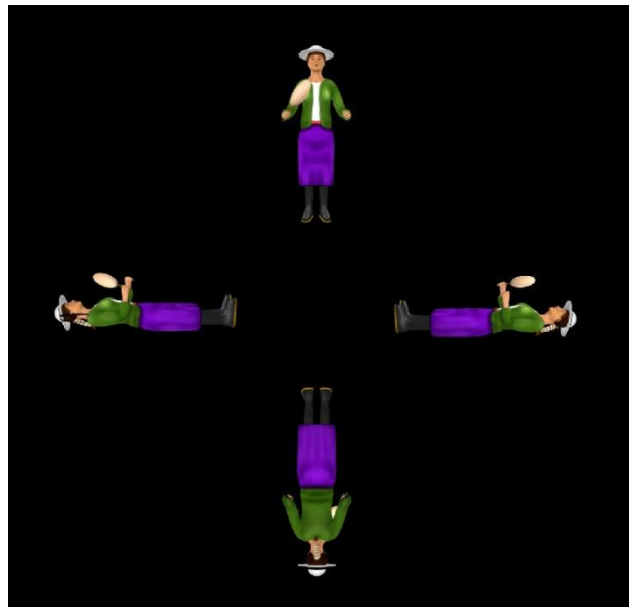
**Figura 16-5.** Calibración de la iglesia para la proyección

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



**Figura 17-5.** Calibración del museo para la proyección

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



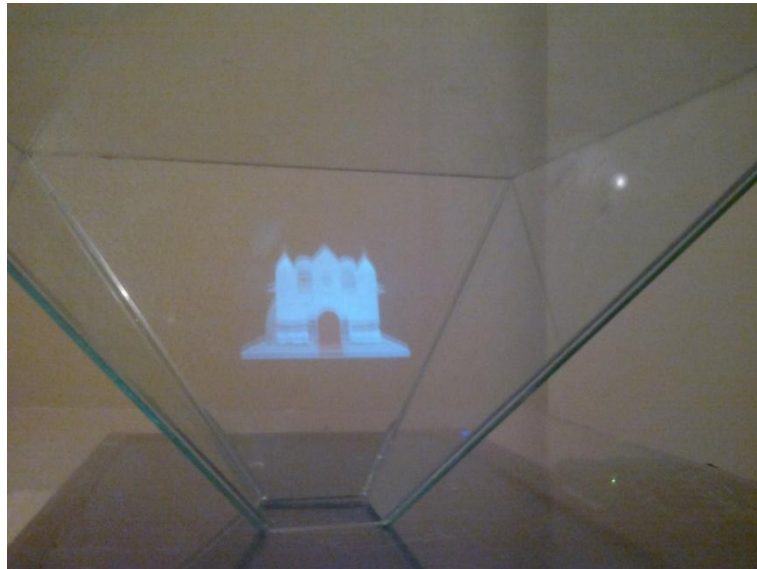
**Figura 18-5.** Calibración de la mujer para la proyección

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Obteniendo como resultado:

- La proyección de las imágenes en las cuatro caras de la pirámide.

- Las imágenes proyectadas desde el exterior de la geometría, generan en su interior la imagen holográfica, permitiendo la virtualización, reconstrucción e interacción de piezas patrimoniales y edificaciones de la Moya de Calpi.
- Logrando una interacción con el holograma con la ayuda de la cámara kinect, Sdk de kinect para Windows, el software de animación adobe flash Cs6 y kinect mouse.



**Figura 19-5.** Imagen holográfica de la iglesia en vista Frontal

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



**Figura 20-5.** Imagen holográfica de la iglesia en vista lateral

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa



**Figura 21-5.** Imagen holográfica de la iglesia vista en perspectiva

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

Se realizó una tabla de comparaciones de las pruebas realizadas, donde se aplica los principios y fundamentos de la holografía y si género o no la imagen holográfica y en qué porcentaje.

Una tabla del tipo de movimiento, fluidez e interacción que permite la cámara kinect.

Estas tablas de comparación se realizaron con la técnica de observación e interacción.

**Tabla 1-5:** Comparación de Pruebas holográficas

	<b>PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS APLICADOS</b>	<b>HOLOGRAMA GENERADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>PRUEBA 1</b>	Si	No	0%
<b>PRUEBA 2</b>	Si	No	0%
<b>PRUEBA 3</b>	Si	Si	70%
<b>PRUEBA 4</b>	Si	Si	100%

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

**Tabla 2-5:** Movimiento, fluidez e interacción del sensor kinect

	<b>MOVIMIENTO</b>	<b>FLUIDEZ</b>	<b>INTERACCIÓN</b>
<b>Cámara/Sensor kinect</b>	Corporal	90%	100%

**Realizado por:** José Torres y Wellington Correa

## CONCLUSIONES

- Mediante el estudio de la holografía se analizó sus principios en los cuales se fundamenta como son, la fase de construcción, interferencia de haces de luces y la fase de reconstrucción del holograma, también se basa en otros principios como, la interferometría, la luz y sus diferentes efectos físicos y ópticos de su naturaleza.
- Al proyectar dos haces de luz incoherente en el vacío no se genera un holograma, por la capacidad de lúmenes que genera su fuente luminosa, no sean optimas y las condiciones ambientales no sean las adecuadas.
- Los hologramas generados con haz de luz coherente necesitan de un sistema avanzado y costoso los mismos que generan un holograma en una superficie de dos dimensiones generando una profundidad en 3dimensiones.
- Los sistemas holográficos actuales hacen el uso de proyecciones con superficies reflectantes, que permiten visualizar o dar la sensación de un holograma en 3d dimensiones, los mismos que por su construcción son de grandes volúmenes y costosos.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprovechar las tecnologías, internet y atención a proyectos independientes para estudiar y conocer la creación de nuevos Sistemas Holográficos ya que existen varios investigadores en el mundo desarrollando interesantes estudios.
- Es necesario incluir nuevas herramientas tecnológicas para poder entender de mejor manera al crear un nuevo sistema holográfico, para que las personas tengan más participación y pueda generar conocimientos propios, acumular experiencia y puedan desarrollar un nuevo sistema.
- Para acogerse a este sistema se puede experimentar ya que el sistema se asemeja más a la reproducción de un holograma con luz y puede tomar cientos de caminos en su ejecución.
- Para que trascienda este sistema holográfico es necesario ponerla en conocimiento de estudiantes y grupos de personas que enriquezcan el trabajo y evolucione este primer indicio que se ha logrado.

## GLOSARIO

**Anáglifo:** Es una imagen o fotografía que, a partir de la combinación de dos colores complementarios, da la impresión de ser tridimensional.

**Calibración:** Es el procedimiento de comparación entre lo que indica un instrumento y lo que "debiera indicar" de acuerdo a un patrón de referencia con valor conocido.

**Chakana:** Es la cruz cuadrada o cruz andina, es un símbolo milenario originario de los pueblos indígenas de los andes centrales en los territorios donde se desarrollaron tanto la cultura inca como culturas pre incas.

**Coherente:** Se denomina luz coherente cuando dos puntos de una onda guardan relación de fase constante, es decir cuando conocido el valor instantáneo del campo eléctrico en uno de los puntos, es posible predecir del otro.

**Cóncavo:** Se llama cóncavo aquellas lentes que son más delgadas en el centro que en el borde.

**Convexo:** Se llama convexo aquellas lentes que son más gruesas en el centro que en el borde.

**Convergente:** Se dice que una luz es convergente, cuando dos haces de luz coinciden en un mismo punto.

**Difracción:** Es la capacidad de las ondas para cambiar la dirección alrededor de obstáculos en su trayectoria, esto se debe a la propiedad que tienen las ondas de generar nuevos frentes de onda.

**Digitalización:** Digitalizar es convertir cualquier señal de entrada continua (analógica), como una imagen o una señal de sonido, en una serie de valores numéricos.

**Divergente:** Se dice que una luz es divergente, cuando un haz de luz que sale de un foco común se separa.

**Electromagnética:** Es una rama de la física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría, la teoría de los campos.

**Espectro:** Es la radiación electromagnético que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.

**Fotometría:** Es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano, la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual.

**Fusión:** Método por el cual dos objetos se integran en un solo cuerpo.

**Haz:** Es un conjunto de partículas o rayos luminosos que parten de un mismo origen, que se propagan sin dispersión.

**Holografía:** Técnica de registro y reconstrucción de imágenes estereoscópicas de un objeto sin utilizar sistemas ópticos, basada en las propiedades coherentes de luz emitida por un láser.

**Holograma:** Es una imagen tridimensional de un objeto que puede ser observado desde cualquier punto de vista.

**Humidificador:** Es un aparato que sirve para nebulizar el agua a través de vibraciones ultrasónicas de muy alta frecuencia.

**Interacción:** Es una disciplina que estudia la acción y el intercambio de información entre dos organismos de forma recíproca, hombre-máquina.

**Interferencia:** En física la interferencia es un fenómeno en el que dos o más ondas se superponen para formar una onda resultante de mayor o menor amplitud.

**Kinect:** Es una cámara sensor que permite el control por movimiento combinado sin necesidad de usar ningún tipo de mando.

**Kichwa:** Es el segundo idioma más hablado de la familia de las lenguas quechuas empleada en el Ecuador.

**Láser:** Es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica, la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de luz coherente de un medio adecuado y con el tamaño, la forma y la pureza controlados.

**Lumen:** Es la unidad del sistema internacional de medidas para medir el flujo luminoso, su símbolo lm.

**Lux:** Es la unidad derivada del sistema internacional de unidades para la iluminancia o nivel de iluminación, su símbolo lx.

**Mapeado:** El mapeado es una manera de mapear texturas de tipo imagen sobre modelos tridimensionales. Se puede usar para aplicar texturas a formas arbitrarias y complejas como cabezas humanas o animales.

**Onda:** Son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse, las ondas electromagnéticas se propagan mediante una oscilación de campos eléctricos y magnéticos.

**Óptica:** Es rama de la física que toma la luz como una onda y explica algunos fenómenos que no se podrían explicar tomando la luz como un rayo, estos fenómenos son la difracción y polarización.

**Polarizada:** Es la propiedad por la cual uno o más de los múltiples planos en que vibran las ondas de luz se filtra impidiendo su paso, esto produce efectos como eliminación de brillos.

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

**SDK:** Es una abreviatura de las siglas en inglés software development kit, se trata de un conjunto de librería que nos facilita diferentes funciones que nos ayudan al desarrollo de sistemas operativos y la interacción con dispositivos.

**Secuencia:** Es una serie de elementos que se suceden unos a otros y guardan relación entre sí

**Subjetivo:** Se basa en los sentimientos de la persona.

**Sensor:** Es un dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones del entorno.

**Virtualizar:** Esta palabra se suele usar para referirse a algo que no existe realmente, sino sólo dentro del ordenador.

## BIBLIOGRAFÍA

**ARTIGOO.** *Luz Blanca.* [en línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/22]. Disponible en: <http://artigoo.com/luz-blanca>

**BERENA.** *Síntesis.* 2011. [blog]. [Consulta: 2014/12/20]. Disponible en: <http://berenaiswezitossfisica.blogspot.com/2011/12/sintesis-la-optica-es-la-parte-de-la.html>

**CEGESPU.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Santiago De Calpi.* Riobamba-Ecuador, 2011, pp. 30-275

**CLARIONWEB.** *La luz y los materiales.* [en línea]. 2012. [Consulta: 2014/08/23]. Disponible en: [http://www.clarionweb.es/6\\_curso/c\\_medio/cm604/cm60404.htm](http://www.clarionweb.es/6_curso/c_medio/cm604/cm60404.htm)

**DEFINICION DE.** *Cultura.* [en línea]. 2008. [Consulta: 2014/08/22]. Disponible en: <http://definicion.de/cultura/>

**DIARIO DE UN EXPLORADOR.** *Apuntes de física: teorías y leyes.* [en línea]. 2009. [Consulta: 2014/08/22] Disponible en: <https://diariodeunexplorador.wordpress.com/2009/12/24/>

**DIAZ TAPIA, NELSON.** *Óptica geométrica y ondulatoria.* [en línea]. 2010. [Consulta: 2014/10/09] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/therion/therion.shtml>

**ESCOLARES.** *Ley de refracción.* [en línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/22] Disponible en: <http://www.escolares.net/fisica/ley-de-refraccion/>

**FOTONOSTRA.** *Absorción y reflexión.* [en línea]. 2009. [Consulta: 2014/08/23]. Disponible en: <http://www.fotonostra.com/grafico/coloresobjetos.htm>

**FRESNO.** *La luz*. [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/22]. Disponible en:

[http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema\\_5.htm](http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/2ESO-anterior/tema_5.htm)

**GARCÍA SANTIAGO, LOLA.** *La holografía hoy: Nuevos documentos del futuro*. [En línea].

Granada-España: 2005. [Consulta: 2014/10/13]. Disponible en:

[http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo\\_id=8619](http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=8619)

**GUERRA, NIURKA.** *La holografía*. [En línea]. 2013. [Consulta: 2014/10/09]. Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos98/holografia/holografia.shtml>

**HYPERPHYSICS.** *Clasificación de la polarización*. [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/22].

Disponible en: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html#c4>

**IO2 TECHNOLOGY.** *System and Solutions*. [En línea]. 2014. [Consulta:]. Disponible en:

<http://www.io2technology.com/>

**LÓPEZ, HECTOR.** *Holografía y materiales*. [En línea]. 2010. [Consulta: 2014/09/09]. Disponible

en: <http://www-optica.inaoep.mx/laboratorios/holografia.php>

**MARCAL, M., & MURILLO, A.** *Kinect for developers*. [En línea]. 2012. [Consulta:

2014/08/23]. Disponible en: <http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-sdk-de-microsoft/>

**MONOGRAFÍAS.COM.** *Óptica geométrica*. [En línea]. 2010. [Consulta: 2014/10/09]

Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>

**MORENO, C., & VIZUETE, P.** *Metodología de optimización escáner 3d, reproducción digital 3d de piezas arqueológicas - cantón GUANO, creación del personaje y catálogo virtual*. [En línea].

(Tesis pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Diseño Gráfico. Riobamba-Ecuador. 2012. pp. 37-111. [Consulta: 2014/11/22] Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Moreno+Usinia%2C+C%C3%A9sar+An%C3%ADbal>

**ORTEGA, D.** *Impacto de la holografía en el sistema educativo en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales* (Tesis pregrado). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Guayaquil-Ecuador. 2011. pp. 20-45.

**PASTOR JAÉN, JOSÉ.** *Parallax 3D*. [Blog]. [Consulta: 2014/12/20]

Disponible en: <http://parallax3d.blogspot.com/2014/01/3d-11-sistemas-de-proyeccion-y.html>

**PREPARATORIA ABIERTA.** *Interferencia*. [En línea]. 2011. [Consulta: 2014/08/22]

Disponible en: <http://www.preparatoriaabierta.com.mx/fisica-3/fisica3-fasc2.php>

**PREPARATORIA ABIERTA.** *Interferencia constructiva y destructiva en una onda transversal*.

[En línea]. 2011. [Consulta: 2014/08/22]. Disponible en:

<http://www.preparatoriaabierta.com.mx/fisica-3/fisica3-fasc2.php>

**PROFESOR EN LÍNEA.** *Lentes*. [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/12/23]. Disponible en:

<http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Lentes.htm>

**QUIJANO A, ALONSO.** *Luz y sonido: luz*. [En línea]. 2013. [Consulta: 2014/10/20].

Disponible

en:

<http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta5/carpetas/quienes/departamentos/ccnn/CCNN-1-2-ESO/2eso/2ESO-12-13/Bloque-III/T-4-Luz-Sonido/T-4-Luz.html>

**QUIMICAWEB.** *La luz*. [En línea]. 2012 [Consulta: 2014/10/17]. Disponible en:

[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema5/](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/)

**RIVERA C, MANUEL.** *Patrimonio cultural tangible e intangible* [En línea]. 2010. [Consulta:

2014/10/09]. Disponible en: <https://manuelrivera23.wordpress.com/blog/revista-ajayu/patrimonio-cultural-tangible-e-intangible/>



**SCIELO.** “*Holografía: ciencia, arte y tecnología*”. Revista Brasileira de Ensino de Física [En línea], 2009, (Brazil) 31(1) [Consulta: 2014/11/11].ISSN 1806-9126. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172009000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000100011)

**SOTO LEOPOLDO.** *Expo Quantos*. [En línea]. [Consulta: 2014/12/23]. Disponible en: <http://graficas.explora.cl/otros/expoquantos/holografia.html>

**TARINGA.** *Breve historia de la holografía parte I*. [En línea]. 2011. [Consulta: 2014/012/01] Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/11695870/Breve-historia-de-la-holografia-parte-1.html>

**TARINGA.** *¿Es el universo un holograma?*. [En línea]. 2013. [Consulta: 2014/08/26]. Disponible en: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/16466650/Es-el-universo-un-holograma.html>

**VEVNI.** *Óptica geométrica*. [En línea]. 2010. [Consulta: 2014/10/09] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos10/opge/opge.shtml>

**WIKIALMERYA.** *Óptica-Resumen*. [En línea]. 2009. [Consulta: 2014/08/22]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~04001205/pmwiki/pmwiki.php?n=Fyq.%D3ptica-Resumen>

**WIKIPEDIA.** *Dispositivo Holográfico*. [En línea]. 2012. [Consulta: 2014/08/10]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico)

**WIKIPEDIA.** *Holografía*. [En línea]. 2012. [Consulta: 2014/08/12]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Holograf%C3%ADa>

**WIKIPEDIA.** *Fotometría óptica*. [En línea]. 2008. [Consulta: 2014/08/30] Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa\\_\(%C3%B3ptica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fotometr%C3%ADa_(%C3%B3ptica))

**WIKIPEDIA.** *Color*. [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/15] Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Color>

**WIKIPEDIA.** *Espejo curvo.* [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/16]

Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo\\_curvo](http://es.wikipedia.org/wiki/Espejo_curvo)

**WIKIPEDIA.** *Realidad aumentada.* [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/08/20]

Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_aumentada](https://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_aumentada)

**WIKIPEDIA.** *Interferencia.* [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/09/22]

Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Interferencia>

**WIKIPEDIA.** *Grabación.* [En línea]. 2013. [Consulta: 2014/09/22]

Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo\\_Hologr%C3%A1fico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dispositivo_Hologr%C3%A1fico)

**WIKIPEDIA.** *Escáner 3D.* [En línea]. 2014. [Consulta: 2014/12/22]

Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Esc%C3%A1ner_3D)

## ANEXOS

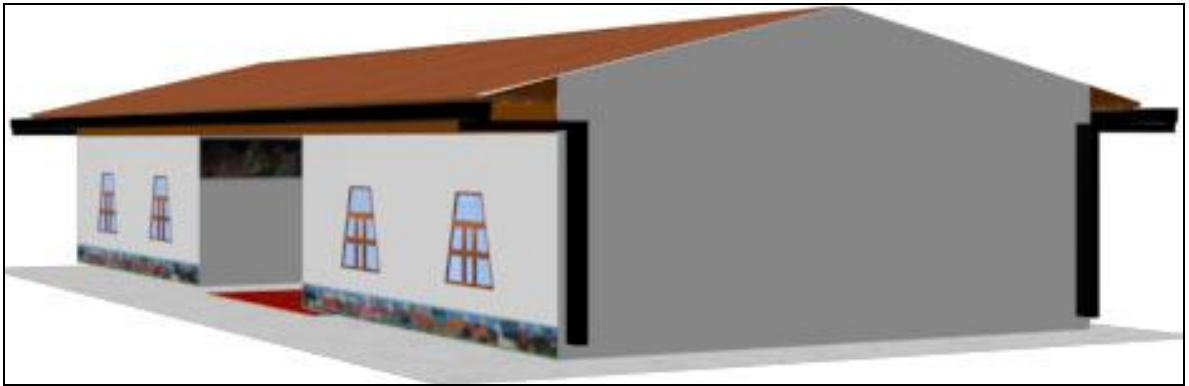
**Anexo A.** Modelado de la iglesia la moya



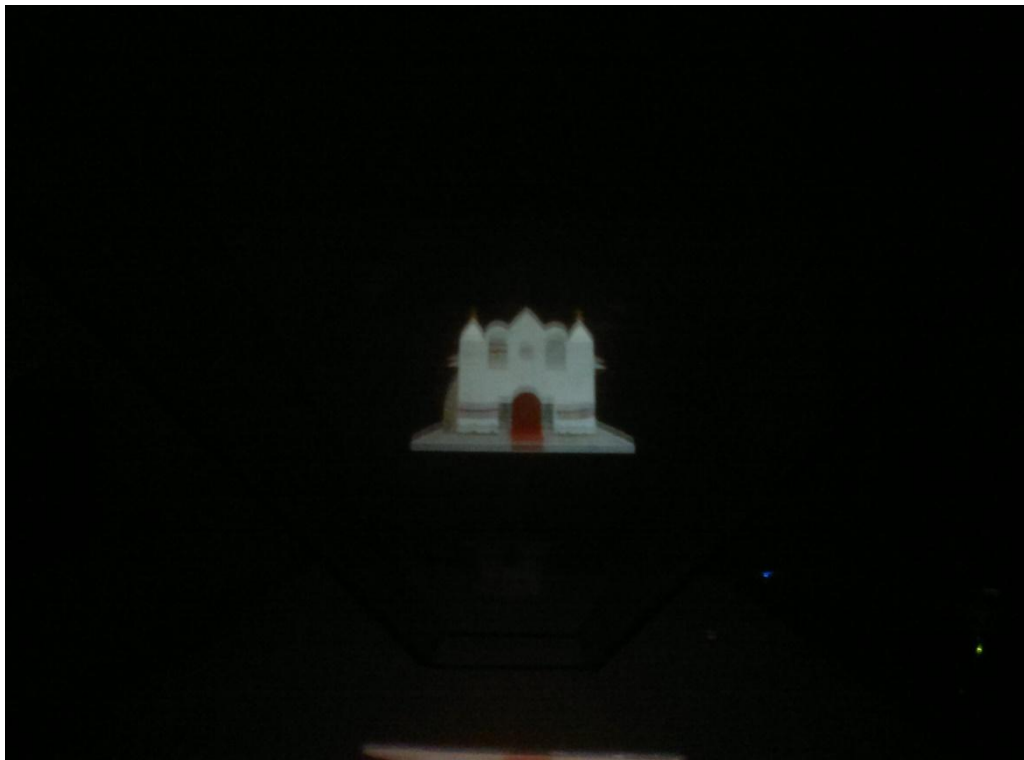
**Anexo B.** Modelado de la mujer y su vestimenta



**Anexo C.** Modelado del museo



**Anexo D.** Holograma de la iglesia sin luz ambiental



**Anexo E.** Cámara kinect ubicado en un trípode para su calibración

