

**Recomendaciones para la generación y distribución de  
contenidos educativos orientados a Televisión Digital Interactiva**



Monografía

**Darío Fernando Rojas Rosero  
Erney Octavio Tulande Dulcey**

Director: PhD. José Luis Arciniegas Herrera  
Asesor: Mg. Franco Arturo Urbano

**Universidad del Cauca**  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Departamento de Telemática**  
**Grupo de Ingeniería Telemática – GIT**  
Línea de investigación: Servicios avanzados de telecomunicaciones  
Popayán, Mayo de 2009

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. ESTADO DEL ARTE TELEVISION DIGITAL INTERACTIVA</b> .....	<b>5</b>
1.1. TELEVISIÓN DIGITAL.....	5
1.1.1. <i>Definición</i> .....	5
1.1.2. <i>Estándares para Televisión Digital</i> .....	5
1.1.3. <i>Comparación de los Estándares para Televisión Digital</i> .....	7
1.2. TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA.....	8
1.2.1. <i>Definición</i> .....	8
1.2.2. <i>Plataformas para Televisión Digital Interactiva</i> .....	9
1.2.3. <i>Globally Executable MHP (GEM)</i> .....	14
1.2.4. <i>Niveles de Interactividad</i> .....	14
1.2.5. <i>Tipos de Servicios o Aplicaciones Interactivas</i> .....	15
1.3. T-LEARNING.....	16
1.3.1. <i>Generalidades de T-learning</i> .....	16
1.3.2. <i>Ventajas y Desventajas de T-learning</i> .....	23
1.3.3. <i>Usabilidad</i> .....	24
1.3.4. <i>Producción de Contenido</i> .....	25
1.3.5. <i>Proyectos Relacionados</i> .....	27
<b>2. ESTADO DEL ARTE SOBRE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA ITV</b> .....	<b>29</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	29
2.2. DEFINICIONES.....	29
2.2.1. <i>Flujo de transporte</i> .....	29
2.2.2. <i>DVB-J</i> .....	29
2.2.3. <i>DVB-HTML</i> .....	30
2.2.4. <i>El modelo de pantalla en un receptor de televisión digital</i> .....	32
2.3. TIPOS DE CONTENIDO.....	33
2.3.1. <i>Servicio</i> .....	33
2.3.2. <i>Tipo de Letra</i> .....	34
2.3.3. <i>Texto</i> .....	34
2.3.4. <i>Imagen</i> .....	34
2.3.5. <i>MPEG Video Drips</i> .....	34
2.3.6. <i>Clips de Audio</i> .....	35
2.4. ARQUITECTURA DE EXTREMO A EXTREMO MHP.....	35
2.4.1. <i>Playout del Programa de Contenido</i> .....	37
2.4.2. <i>Herramientas de Producción y Autoría MHP</i> .....	37
2.4.3. <i>PSI/SI</i> .....	37
2.4.4. <i>AIT</i> .....	37
2.4.5. <i>DSM-CC</i> .....	38
2.4.6. <i>Flujo de eventos</i> .....	39
2.4.7. <i>Terminal MHP</i> .....	40
2.4.8. <i>Canal de Retorno</i> .....	40

2.4.9.	<i>Servidor de Aplicaciones</i> .....	40
2.5.	PLATAFORMAS MHP PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS.....	40
2.5.1.	<i>Opencaster</i> .....	41
2.5.2.	<i>Fraunhofer IMK MHP Payout System</i> .....	41
2.5.3.	<i>Comparación de las plataformas Opencaster y Fraunhofer IMK MHP</i> .....	41
2.6.	HERRAMIENTAS DE AUTORÍA MHP PARA LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS .....	42
2.6.1.	<i>Alticomposer</i> .....	43
2.6.2.	<i>Cardinal Studio</i> .....	43
2.6.3.	<i>Ortikon ACE</i> .....	44
2.6.4.	<i>SCOCreator</i> .....	45
2.6.5.	<i>MHPGen</i> .....	46
2.6.6.	<i>Análisis de las Herramientas</i> .....	46
2.7.	CONCLUSIONES.....	47
<b>3.</b>	<b>RECOMENDACIONES PARA LA GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS ADAPTADOS A ENTORNOS TVDI</b> .....	<b>49</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	49
3.2.	RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE DISEÑO DE CONTENIDOS .....	51
3.2.1.	<i>Pre-diseño del contenido educativo</i> .....	51
3.2.2.	<i>Optimizar la distribución de recursos</i> .....	53
3.2.3.	<i>Estilo del Texto</i> .....	53
3.2.4.	<i>Color del Texto</i> .....	54
3.2.5.	<i>Tamaño del texto</i> .....	55
3.2.6.	<i>Uso de Colores en la interfaz</i> .....	55
3.2.7.	<i>Uso de Imágenes</i> .....	56
3.2.8.	<i>Creación de una interfaz</i> .....	57
3.2.9.	<i>Elementos dentro de una interfaz</i> .....	58
3.2.10.	<i>Facilidad de uso de una interfaz</i> .....	59
3.2.11.	<i>Norma para generar aplicaciones para t-learning</i> .....	59
3.2.12.	<i>Segmentar el Contenido Educativo</i> .....	60
3.3.	RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INTERACTIVIDAD.....	60
3.3.1.	<i>Facilidad de Interacción</i> .....	61
3.3.2.	<i>Prioridad del Contenido educativo</i> .....	61
3.3.3.	<i>Tiempo de respuesta</i> .....	62
3.4.	RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE NAVEGACION DE CONTENIDOS .....	62
3.4.1.	<i>Ofrecer una opción de salida</i> .....	62
3.4.2.	<i>Ubicación de los botones de navegación</i> .....	63
3.4.3.	<i>Navegación intuitiva</i> .....	63
3.5.	OTRAS RECOMENDACIONES PARA LA GENERACION Y DISTRIBUCION DE CONTENIDOS EDUCATIVOS ORIENTADOS A TVDI.....	64
3.5.1.	<i>Envío de aplicaciones en un solo carrusel</i> .....	64
3.6.	RESUMEN .....	64
3.7.	CONCLUSIONES.....	65
<b>4.</b>	<b>HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS PARA T-LEARNING</b> .....	<b>66</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	66

4.2.	REQUISITOS.....	66
4.3.	TIPO DE APLICACIÓN .....	66
4.4.	HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA CREACIÓN DE ITV CREATION .....	67
4.4.1.	FFMPEG .....	67
4.4.2.	Framework Atris.....	68
4.5.	DISEÑO SOFTWARE .....	69
4.6.	ARQUITECTURA.....	69
4.7.	RESULTADO FINAL.....	71
4.8.	CARACTERÍSTICAS DE ITV CREATION .....	74
4.9.	CONTENIDO GENERADO .....	74
4.10.	REQUISITOS PARA SU USO .....	74
4.11.	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN .....	74
4.12.	CONCLUSIONES.....	75
<b>5.</b>	<b>CASO DE ESTUDIO .....</b>	<b>76</b>
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	76
5.2.	DESCRIPCIÓN DEL CURSO A VIRTUALIZAR.....	76
5.3.	PRODUCCIÓN DE CONTENIDO .....	76
5.3.1.	Fase de Preproducción .....	76
5.3.2.	Fase de Producción.....	78
5.3.3.	Postproducción.....	81
5.4.	RESULTADOS .....	82
5.4.1.	Tiempo de Arranque del Navegador EDiTVBW (Aplicación MHP).....	82
5.4.2.	Comparación entre la Distribución a través del Carrusel o Canal de Retorno.....	84
5.4.3.	Promedio que tarda en cargar una página. ....	87
5.4.4.	Presentación gráfica del Contenido sobre la pantalla del televisor .....	89
5.5.	PROBLEMAS .....	92
5.5.1.	CSS.....	92
5.5.2.	Texto y Saltos de Línea .....	92
5.5.3.	Tamaño del Video.....	93
5.4.4.	Superposición de Imágenes.....	94
5.4.5.	Presentación Gráfica del Contenido .....	95
5.6.	RESUMEN .....	96
5.7.	CONCLUSIONES.....	98
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....</b>	<b>99</b>
6.1.	CONCLUSIONES.....	99
6.2.	TRABAJOS FUTUROS.....	100
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>101</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfiles MHP .....	12
Figura 2. Arquitectura de la Plataforma MHP (Gutiérrez, 2005).....	13
Figura 3. Plataformas Basadas en GEM (Morris, 2005).....	14
Figura 5. Vista completa de un sistema de <i>t-learning</i> (ELU, 2006).....	18
Figura 6. Estructura de un curso de t-learning (Olševičová, 2007).....	19
Figura 7. Nivel de funcionalidad del modelo de <i>t-learning</i> (Päivi, 2006b).....	20
Figura 8. Características de la fase de preproducción (Päivi, 2006a).....	25
Figura 9. Lenguajes DVB-HTML (Moreno, 2006).....	30
Figura 10. Núcleo del DVB-HTML.(Cesar, 2005).....	31
Figura 11. Arquitectura DVB-HTML(Moreno, 2006). .....	32
Figura 12. Modelo de Pantalla MHP (DVB, 2003). .....	33
Figura 13. Arquitectura EDiTV(Urbano et al., 2008).....	35
Figura 14. Arquitectura de extremo a extremo MHP. ....	36
Figura 15. Modelo no guiado para contenido estructurado.....	49
Figura 16. Modelo guiado para contenido estructurado.....	50
Figura 17. Fuente Tiresias utilizada en televisión digital(BBC, 2005a). .....	54
Figura 18. Comparación entre pixeles de computador y televisor .....	56
Figura 19. Ejemplo de diseño en “L” .....	57
Figura 20. Ejemplo de un diseño ineficaz .....	57
Figura 21. Ejemplos de opciones de salida (a y b).....	63
Figura 22. GUI del Framework Atris.....	68
Figura 23. Arquitectura de iTV Creation.....	70
Figura 24. GUI iTV Creation.....	71
Figura 25. Pestañas de iTV Creation.....	73
Figura 26 Simple Interfaz Gráfica. ....	75
Figura 27. Subsistemas necesarios para crear el curso de agroindustria. ....	78
Figura 28. Estructura del Curso AgroEDiTV. ....	80
Figura 29. Validación.....	81
Figura 30. Tiempos de ejecución de los métodos de un Xlet, para diferentes velocidades con la cual es emitido el carrusel de objetos. ....	83
Figura 31. Tiempos de Descarga en diferentes medios de distribución. ....	85
Figura 32. Tiempos de Despliegue en diferentes medios de distribución.....	86
Figura 33. Tiempos que demora en cargar una página.....	87
Figura 34. Tiempo Total .....	88
Figura 35. Promedio del Tiempo que tarda en cargar una página. ....	89
Figura 36. Autenticación.....	89
Figura 37. Página Menú sobre la pantalla del televisor.....	90
Figura 38. Página Definición sobre la pantalla del televisor.....	90
Figura 39. Página Inconvenientes sobre la pantalla del televisor. ....	90
Figura 40. Página Introducción sobre la pantalla del televisor. ....	91
Figura 41. Páginas de las evaluaciones sobre la pantalla del televisor. ....	92
Figura 42. Hoja de Estilos. ....	92
Figura 43. Saltos de Línea .....	93
Figura 44. Página Beneficios desplegada en la pantalla del televisor. ....	93
Figura 45. Tamaño del video en diferentes STB .....	94
Figura 46. Superposición de Imágenes .....	94
Figura 47. Presentación Gráfica Formularios .....	95
Figura 48. Presentación Gráfica de Enlaces. ....	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándares para Televisión Digital (CNTV, 2008) (Coêlho, 2005)(DigitalRadioTech, 2007).....	8
Tabla 2. Versiones MHP (Pytelka, 2007).....	13
Tabla 3. Tipos de contenidos soportados por MHP.....	33
Tabla 4. Características de los sistemas de Playout.....	42
Tabla 5. Comparación de las características de las Herramientas de Autoría.....	46
Tabla 6. Requerimientos técnicos considerados en la fase de preproducción de contenido educativo (Päivi, 2006a).....	52
Tabla 7. Relación entre puntos, píxeles y recomendación de uso (Code4tv, 2008).....	55
Tabla 8. Comparación de las Aplicaciones DVB-J y DVB-HTML.....	67
Tabla 9. Componentes de iTV Creation.....	72
Tabla 10. Tamaño (Kb) de los contenidos de la página links y del curso AgroEDiTV.....	82
Tabla 11. Recomendaciones.....	97



## INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de facilitar el acceso a la educación a todo aquel que la necesita, han aparecido las prácticas de educación a distancia. Estas prácticas han exigido siempre la existencia de un elemento mediador entre el docente y el alumno. Generalmente, este mediador ha sido una tecnología (la radio, la televisión analógica, Internet) que ha ido variando en cada momento (Sangrá, 2002). Es aquí cuando nace el término, *e-learning*, cuya traducción sería “aprendizaje electrónico” (CRT, 2006) y como tal, en su concepto más amplio, puede comprender cualquier actividad educativa que utilice medios electrónicos para realizar todo o parte del proceso formativo (García, 2006).

El Internet es utilizado como la principal plataforma tecnológica por excelencia para prestar servicios de *e-learning*, debido a su posibilidad de acceso a la información, educación y cultura, a nivel mundial (ConexiónInternet, 2006). Sin embargo, el promedio mundial de acceso a Internet es únicamente del 19%; principalmente en ciudades importantes (CRT, 2006), de ahí que el acceso a las computadoras sea el principal problema en la expansión del *e-learning* (NationMaster, 2003). Adicionalmente, existen otros inconvenientes como la dificultad para acceder a conexiones de buena calidad enfrentado el problema de descarga de archivos y demás información, sin la efectividad necesaria (NationMaster, 2003).

A diferencia de Internet; la televisión ha alcanzado un grado de penetración muy alto. Según datos estadísticos de *Nation Master*, en el mundo existen 1.416.338.245 aparatos de televisión (215,5 aparatos por cada 1000 habitantes)(Päivi, 2006b). En Colombia existen más de 4.590.000 aparatos de televisión (106,86 por cada 1.000 colombianos), y un acceso poblacional superior al 80% de la población mundial (NationMaster, 2003), lo que consolida a la televisión como una tecnología altamente posicionada a nivel mundial (Päivi, 2006b).

La televisión ha sido el medio más popular para la enseñanza a distancia desde hace más de 50 años. En el marco del aprendizaje a través de la televisión, nace el concepto de *t-learning*, definido como el aprendizaje basado en televisión interactiva (NationMaster, 2003). En otras palabras, *t-learning* significa tener un acceso interactivo a materiales de aprendizaje abundantes en videos, a través de un televisor (NationMaster, 2003).

La *nueva televisión* no se limita simplemente a cambiar el formato de analógico a digital, permite además el envío de todo tipo de datos junto con los flujos de audio y vídeo; estos datos son en definitiva los que nos facilitan la interactividad (Caballero, 2002). Con la entrada de la televisión digital en Colombia, se abre las puertas a un amplio abanico de servicios y aplicaciones avanzadas a través del televisor y de nuevos dispositivos de usuario dentro del país (Caballero, 2002). Entre estos servicios, se encuentra la educación basada en televisión digital o *t-learning*, como se ha mencionado anteriormente en este documento; permitiendo que los usuarios puedan acceder al contenido desde cualquier lugar donde exista un televisor. Ello significa que el contenido del *t-learning* le puede llegar a una audiencia casi ilimitada.

Dado que la televisión digital interactiva (TVDi) ofrece posibilidades para aumentar las oportunidades de aprendizaje en el hogar, la escuela y el trabajo (Zajc, 2007), su apogeo ha sido grande dada la popularidad de la televisión a nivel mundial y el gran número de usuarios en busca de programas de educación en la televisión, quienes no tienen acceso a un computador, ya sea porque no pueden costear la compra de uno o son adultos mayores y les resulta muy complejo utilizar un computador o simplemente porque carecen de motivación para el uso de un computador sin acceso a Internet para el aprendizaje (Zajc, 2007).



En la Dirección de Tecnología del Instituto Politécnico Nacional de México definen a los contenidos educativos digitales como: “*materiales multimedia digitalizados que invitan al alumno a explorar y manipular la información en forma creativa, atractiva y colaborativa*” (Rojas, 2008). Un contenido educativo es un objeto virtual pero para ser de aprendizaje, debería ir acompañado elementos de contextualización y evaluación (Rojas, 2008).

Los denominados *contenidos educativos* remiten a una propuesta educativa centrada en los contenidos de aprendizaje que se presentan en formato multimedia o hipermedia y cuya utilización se prevé que sea posible en situaciones en que el grado de coincidencia física, espacial y temporal de profesores y estudiantes pueda darse en un grado mínimo o incluso no existir (Mauri, 2005). Este tipo de propuestas han tenido, en muchos casos y con los riesgos que suponen cualquier generalización, algunas características peculiares, que a su vez conllevan consecuencias de especial importancia para el análisis de la calidad de los contenidos (Mauri, 2005).

Entre esas características particulares se encuentra el medio, ya que tecnologías como la televisión o internet, tienen sus propias características diferenciadoras que hacen que las técnicas aplicadas en un medio, no resulten apropiadas en el ámbito de otro (Rey-López, 2006).

En *t-learning*, estas restricciones están relacionadas principalmente con las limitaciones impuestas por el televisor (la distancia entre el estudiante y la pantalla, que dificulta la lectura de texto, o el hecho de utilizar un control remoto). Además, las aplicaciones han de ejecutarse en un *set-top box*, cuyas prestaciones son más reducidas que las de un computador. Esto hace necesaria una nueva concepción de los objetos de aprendizaje que, al contrario que aquellos de *e-learning*, han de consistir principalmente en audio y vídeo (formatos tradicionales de televisión) tratando de reducir al máximo la aparición de texto, ya que resulta difícil su lectura (Rey-López, 2006).

Adicionalmente, en las plataformas de gestión de contenidos para televisión digital es importante la implantación de estándares para facilitar el aprovechamiento de los recursos, independiente del sistema a emplear.

El desarrollo efectivo de *t-learning* debería basarse en los esfuerzos de normalización existentes en los ámbitos de *e-learning*, sin embargo no existe una metodología para la interoperabilidad entre aplicaciones educativas en entornos de televisión digital y para facilitar la creación de metadatos educativos para los programas de televisión digital, igualmente en Europa donde el estándar utilizado es el DVB-T y la especificación *Multimedia Home Platform* (MHP) para la producción de contenidos educativos basados en televisión digital interactiva, cada proyecto/entidad utiliza su propio método, el cual en algunas ocasiones no es divulgado.

Es así como se han identificado los siguientes problemas:

Desconocimiento del proceso de producción de contenidos educativos para TVDi teniendo en cuenta que se requiere conocer en profundidad la tecnología de la TV Digital para determinar las potencialidades y limitaciones que ésta dará a los contenidos educativos. En este sentido la producción de contenidos para TVDi debe tener en cuenta particularidades propias de este medio como: la distancia a la cual se ve la TV, el hecho de utilizar un control remoto que comparado a un teclado del computador resulta limitado, la utilización de los *STB*, donde simplemente algunos de ellos disponen de canal de retorno y disco duro; lo que debe aprovecharse para potenciar la interactividad.



Desconocimiento de la infraestructura Hardware y Software requerida para llevar a cabo la generación y distribución de contenidos educativos para *t-learning* en un entorno de prueba.

La especificación SCORM ampliamente aceptada en teleeducación puede ser utilizada en el campo de la TVDi, pero se requiere estudiar y adaptar para que sea de utilidad en el ámbito de la TVDi.

Por todo lo anterior, surgen aquí las siguientes preguntas de investigación que abordará el presente trabajo de grado:

- ¿Cómo se debe llevar a cabo el proceso de generación y distribución de contenidos educativos en el campo de la televisión digital Interactiva (TVDi)?
- ¿Qué elementos configuran un entorno para prueba y desarrollo de contenidos educativos para TVDi?

Por consiguiente, mediante una exhaustiva investigación y recopilación de información técnica y metodológica, se producirá una base teórica de conocimiento alrededor de la generación, y distribución de contenidos para TVDi, teniendo en cuenta estudios que se hayan realizado en *e-learning* con el objeto de ver su aplicabilidad en entornos de TVDi; y así finalmente proponer unas recomendaciones para la generación y distribución de contenidos educativos para TVDi.

Además, se diseñará e implementará una herramienta para la generación de contenidos educativos para *t-learning* que siga la especificación MHP, y que permita la validación de las recomendaciones mediante la construcción de contenidos, para un curso de *t-learning*.

El presente documento está organizado en 5 capítulos. En el Capítulo 1, se realiza una investigación documental sobre el estado del arte de la televisión digital interactiva, y sobre aspectos generales de *t-learning*. En el capítulo 2 se identificaron los tipos de contenido que son soportados por MHP<sup>1</sup> y sus características. Adicionalmente se realiza un análisis de las plataformas y herramientas de autoría que existen para MHP, un estudio de la arquitectura del sistema de TVDi de extremo a extremo para entender como es la distribución y generación de contenidos, y finalmente un análisis sobre carrusel de objetos, primordial en la generación y distribución de contenido para TVDi. En el capítulo 3, se describen las recomendaciones para la generación y distribución de contenidos educativos adaptados a entornos de TVDi. El capítulo 4, contiene el análisis, diseño e implementación de una herramienta para la generación de contenidos educativos que siga la especificación *Multimedia Home Platform* (MHP). En el capítulo 5, se describe el caso de estudio teniendo en cuenta las recomendaciones planteadas y la herramienta de generación de contenido, a través del desarrollo de contenidos para un curso de *t-learning* que apoya procesos educativos a distancia en el programa de Tecnología de Agroindustria. Finalmente, se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

Adicionalmente a la monografía se tienen 17 anexos, los cuales deberán consultarse para profundizar en varios de los temas más importantes que se estudiaron y utilizaron para el desarrollo del presente proyecto.

- El anexo A: Carrusel de objetos.
- El anexo B: Tablas PSI/SI.

---

<sup>1</sup> MHP: Multimedia Home Platform.



- El anexo C: Plataformas MHP para la distribución de contenidos.
- El anexo D: Herramientas de autoría.
- El anexo E: Emuladores para ITV.
- El anexo F: Objetos de aprendizaje.
- El anexo G: Lineamientos para la generación de contenidos ITV.
- El anexo H: Implementación de plugins para la herramienta de autoría ITV Creation.
- El anexo I: Paleta de colores MHP.
- El anexo J: Navegación.
- El anexo K: Etiquetas DVB HTML.
- El anexo L: Requisitos, análisis y modelado de la herramienta ITV Creation.
- El anexo M: Manual de usuario.
- El anexo N: Curso de biocombustibles.
- El anexo O: Páginas DVB-HTML (ITV Creation).
- El anexo P: Pruebas y resultados obtenidos.
- El anexo Q: Despliegue de las páginas en el STB ADB global.

El presente trabajo de grado está enmarcado dentro del Proyecto EDiTV “Educación Virtual Basada en Televisión Interactiva para Apoyar Procesos Educativos A Distancia” de la Universidad del Cauca, aprobado por el Comité Técnico del Ministerio de Educación Nacional y COLCIENCIAS con cofinanciación del Ministerio de Educación Nacional (Arciniegas et al., 2007); el cual busca apoyar procesos educativos a distancia en el programa de Tecnología de Agroindustria ofrecido por la Universidad del Cauca a través del uso de educación virtual soportada en la combinación de tecnologías innovadoras de televisión interactiva con la infraestructura y los servicios de la red RENATA, siendo un proyecto innovador en el campo de investigación sobre *t-learning* (Arciniegas et al., 2007).

Con nuestro trabajo de grado aportaremos al proyecto EDiTV, un conjunto de recomendaciones para la generación y distribución de contenidos educativos adaptados a entornos de TVDi (Arciniegas et al., 2007) y el diseño e implementación de una herramienta para la generación de contenidos educativos para *t-learning* que siga la especificación *Multimedia Home Platform* (MHP).



## 1. ESTADO DEL ARTE TELEVISION DIGITAL INTERACTIVA

Este capítulo inicia con un estudio de los estándares que existen para televisión digital y las plataformas para televisión digital interactiva, posteriormente se abordan algunos de los servicios que han sido implementados en los sistemas de televisión digital interactiva y finalmente se profundizara uno de los servicios, específicamente el que se enfoca en brindar contenido educativo.

### 1.1. TELEVISIÓN DIGITAL

Antes de conocer que es la televisión digital interactiva, es necesario comprender el término televisión digital (TVD).

#### 1.1.1. Definición

La TVD es una tecnología que difunde las señales televisivas de tal manera que la imagen y el sonido, se convierten en información digital, a diferencia de la televisión analógica donde las señales representan ondas (Päivi, 2006b), permitiendo crear canales de retorno entre el usuario y el proveedor de contenidos, y facilitando la creación de aplicaciones interactivas.

#### 1.1.2. Estándares para Televisión Digital

Se resaltan tres entidades que están definiendo los formatos o estándares de TVD en el mundo: El ATSC (*Advanced Television Systems Committee*) de Estados Unidos, el DVB (*Digital Video Broadcast*) Europeo y el ISDB (*Integrated Service Digital Broadcast*) japonés. Sin dejar de mencionar al formato chino DMB-T/H (*Digital Multimedia Broadcast - Terrestrial/Handheld*).

##### 1.1.2.1. ATSC

El Comité de Sistemas de Televisión Avanzada (ATSC) es una organización internacional, sin fines de lucro, en cargada de desarrollar normas voluntarias para los sistemas avanzados de televisión (ATSC, 1983). ATSC está trabajando para coordinar las normas de televisión entre los diferentes medios de comunicación centrados en la televisión digital, sistemas interactivos, multimedia y comunicaciones de banda ancha.

El principal interés en su desarrollo fue la transmisión de servicios de televisión en alta definición, más conocido como HDTV (Televisión de Alta Definición) (ATSC, 1983). La televisión de alta definición permite una mayor definición de vídeo - formato panorámico, o con pantallas de aspecto 16:9, similar a la del cine, y en la fidelidad de audio, 6-1 para llegar a los canales de distribución del sonido.

Sin embargo, hay aspectos en los que este estándar es pobre: en apoyo de los servicios interactivos y la transmisión a dispositivos móviles (Cesar, 2005). Esta última característica es fácil de entender, al examinar la malla de cables en los Estados Unidos, que muestra la razón de una mayor inversión en este tipo de retransmisiones.

##### 1.1.2.2. DVB

El DVB es un consorcio de más de 300 operadores de red, difusores de TVD, proveedores de contenidos, fabricantes de equipos, etc., en unos 35 países; cuyo objetivo es crear estándares



para TVD y servicios de datos. Fue formado en septiembre de 1993 en el ámbito europeo (DVB, 1993).

El objetivo de DVB es el establecimiento de un marco de referencia para la introducción de servicios de TVD a través de diversos medios de transmisión, así como el desarrollo de normas y métodos de operación de sistemas de transmisión por satélite, cable, etc. (Gutiérrez, 2005).

El DVB mantiene relaciones constantes con los organismos de normalización mundial y con otros grupos vinculados a sistemas digitales, como DAVIC y MPEG (Gutiérrez, 2005):

- DAVIC (*Digital Audio Visual Council*, Consejo Audiovisual Digital): Organización internacional de normalización sin ánimo de lucro. Promueve la aplicación de servicios audiovisuales y digitales.
- MPEG (*Moving Picture Experts Group*): es un grupo de trabajo de la ISO/IEC (*International Organization for Standardization/Internacional Electrotechnical Comisión*, Organización Internacional para la Normalización/ Comisión Internacional de Electrotécnica). Desarrollan estándares para la representación de audio y vídeo digital.

Actualmente, DVB maneja diferentes medios de radiodifusión; por cable (DVB-C), terrestre (DVB-T), la distribución por satélite (DVB-S/DVB-S2) y dispositivos móviles (DVB-H). Todos ellos difieren en algunos aspectos, debido a los diferentes ámbitos de uso.

Las principales directrices de DVB son: dirigido al mercado, interoperabilidad y abierto, es decir el estándar es concertado, publicado y reconocido por organismos de estandarización (Cesar, 2005).

A través de DVB, Europa creó las especificaciones para todos los tipos de redes de DTV (DVB-T, DVB-C y DVB-S). Las características comunes de estos sistemas condujeron al desarrollo de un middleware estándar (MHP) para los tres tipos de redes (Morris, 2005).

### **1.1.2.3. ISDB**

Transmisión Digital de Servicios Integrados (ISDB) es el estándar de televisión y radio digital, creado y mantenido por la Asociación de Industrias de Radio y Negocios (ARIB) en Japón.

ARIB fue establecida por el Ministerio de Administración Pública, Asuntos Internos y Telecomunicaciones como una empresa de servicio público. Sus actividades incluyen las realizadas anteriormente por el Centro de Investigación y Desarrollo de Sistemas de Radio (RCR) y la Asociación de Tecnología de Radiodifusión (BTA) en el Japón (Schwalb, 2003).

El concepto del funcionamiento ISDB está inspirado en el servicio ISDN (Integrated Services Digital Network), debido a que ambos permiten transmitir de una sola vez múltiples canales de datos (Morris, 2005). Además de la transmisión de audio y video, ISDB también define transmisiones de datos con Internet como un canal de retorno sobre varios medios y con diferentes protocolos.

Tiene las mejores características que los otros modelos. Da apoyo técnico en la transmisión terrestre (ISDB-T y ISDB-TSB, o de radiodifusión sonora terrestre), por satélite (ISDB-S) y cable (ISDB-C). Su adaptación se complica debido a las fronteras con el idioma y la falta de documentación de apoyo.



#### **1.1.2.4. DMB-T/H**

Difusión multimedia digital terrestre abreviado como DTMB o DMB-T/H (Digital Multimedia Broadcast - Terrestrial/Handheld) es el estándar de televisión digital terrestre aprobado por la República Popular de China. El estándar cubre tanto TV móvil como la televisión tradicional o la televisión de alta definición, fue producto de la colaboración entre Universidades chinas: Shaghai que desarrollo el ASTB-T similar al ATSC, que coexiste con el DVB-T y Beijing que desarrollo el DMB-T (Díaz, 2008).

DTMB presenta las ventajas de los estándares, DVB-T, ADTB-T y TiMi 3, debido a que esté es una fusión de las tres tecnologías. Además, el radio de cobertura de la señal usando el estándar DTMB es 10 km (Clendenin, 2008), más grande que la implementación europea, el estándar DVB-T.

A pesar de las ventajas también existen deficiencias del estándar, al soportar ambos esquemas de modulación de una sola portadora y doble portadora, así como la no definición de los estándares de codificación de video por defecto (Clendenin, 2008). De ahí, que el costo de investigación y desarrollo y la complejidad del chip para este estándar se incrementa, dando lugar a STB más caros. Además, los programas de TV por compra que se emiten desde el extranjero en formato de televisión digital, habría que realizar una conversión de la señal para que se adapte al entorno de DTMB, ya que el estándar DTMB es ligeramente diferente al original DVB-T y ATSC.

#### **1.1.3. Comparación de los Estándares para Televisión Digital**

Los estándares ATSC, DVB, e ISDB adoptan el sistema de compresión de audio y video MPEG-2. Mientras que el estándar DTMB puede utilizar cualquier códec que soporte alta definición. Además, DVB e ISDB permitir el uso de otros métodos de compresión de vídeo, incluyendo JPEG y MPEG-4.

Cada uno de los estándares citados en la Tabla 1 soportan televisión alta definición (HDTV). Además, las principales diferencias de los estándares para televisión digital están relacionadas con la modulación y el ancho de banda. Todos los procedimientos de codificación y compresión de las fuentes de audio y video están basados en los estándares definidos por MPEG-2, aunque recientemente se está utilizando H.264/ MPEG-4 AVC.

Algo que caracteriza a DVB con respecto a los otros estándares, es el hecho de que DVB es un estándar más abierto, contrario al resto que proponen tecnologías propietarias. Además, DVB es el estándar más utilizado por los países del mundo, cerca de 120 países en los cinco continentes ya lo han adoptado y es el único estándar que ha producido apagones completos de la televisión analógica, como ha sucedido en Alemania, Finlandia, Holanda, Suiza, etc.

Cada estándar de televisión digital ha definido su propio mediador; para DVB el mediador es MHP (Multimedia Home Platform), en ATSC es DASE (*DTV Applications Software Environment*), OCAP para sistemas de cable, ACAP para la armonización de OCAP y ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*) definido para ISDB.



Estándar	Mediador	Sistema de Video	Sistema de Audio	Modulación	Ancho de Banda	Tipo de Sistema	Adoptado
ATSC	DASE	MPEG-2	Dolby AC3	8-VSB	6 MHz	ATSC-C	Estados Unidos, Canadá, Corea del Sur, México, Taiwán, Argentina, entre otros
						ATSC-T	
DVB	MHP	MPEG-2	MPEG-2	COFDM	7 MHz y 8 MHz	DVB-C	Europa, Australia, Nueva Zelanda, Rusia, Uruguay, Colombia, entre otros
						DVB-S	
						DVB-T	
ISDB	ÀRIB	MPEG-2	MPEG-2 AAC	BST-OFDM	6 MHz	ISDB-C	Japón
						ISDB-S	
						ISDB-T	
SBTVD (*)	GINGA	MPEG-4 (H.264)	MPEG-4 AAC	BST-OFDM	6 MHz	SBTVD-T	Brasil, Perú
DMB-T/H	--	Cualquiera que soporte HD	--	TDS-OFDM	8 MHz	DMB-T	China, Venezuela

-- No se tiene Información.

\* Sistema basado en el estándar japonés (ISDB) que incluye innovaciones brasileñas.

Tabla 1. Estándares para Televisión Digital (CNTV, 2008) (Coêlho, 2005)(DigitalRadioTech, 2007)

## 1.2. TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA

### 1.2.1. Definición

La convergencia de la DTV y la interactividad<sup>2</sup> resulta en la televisión digital interactiva (TVDi). TVDi combina la masiva audiencia de la televisión tradicional con la interactividad, similar a la que se observa actualmente en la Web; adicionalmente brinda nuevas posibilidades para el televidente, ya que puede acceder a información importante y a otros servicios sólo con presionar un botón en el control remoto. (Lytras, 2002).

La TVDi posibilita un rango de nuevos servicios que combinan video con datos y dan mayor control a los telespectadores sobre lo que ven, en comparación con el servicio ofrecido por la televisión analógica, donde el usuario simplemente es un espectador (Lytras, 2002).

A través del contenido personalizado, la calidad superior de video y audio y la interactividad, presentada en TVDi, es posible considerar la convergencia de aplicaciones de software de *e-learning*<sup>3</sup> a TVDi (Predroso, 2006).

<sup>2</sup> Interactividad: En TVDi, la interactividad es vista como la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión. La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuando.

<sup>3</sup> E-learning: la utilización de las nuevas tecnologías multimedia y de Internet para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colaboración a distancia.



Las características de TVDi son las siguientes:

- Personalización: En entornos de TVDi, la personalización hace referencia al uso de la tecnología y a la información vista, para adoptar el contenido interactivo a cada perfil individual.
- Digitalización: Hace referencia a los progresos tecnológicos que permiten la mejora en la calidad del sonido e imagen.
- Interactividad: El término "Interactividad" quiere decir que el control se muda de las redes y está localizada directamente en las manos del consumidor potencial (Lytras, 2002).
- La tecnología mejora la calidad de sonido y video, además incrementa el número de canales o admite la televisión de alta definición (HDTV por sus siglas en inglés High definition television).
- La posibilidad de la convergencia con la Web, permitiendo que el usuario acceda a Internet a través de la televisión.

### **1.2.2. Plataformas para Televisión Digital Interactiva**

Con el crecimiento de la ITV, los organismos de normalización de todo el mundo decidieron crear estándares abiertos para los mediadores necesarios para el funcionamiento de los servicios de iTV. Estos fueron desarrollados por los mismos órganos que producen las demás normas de DTV y diseñados para trabajar con su propio servicio de información y datos de las normas de difusión.

Hoy en día hay una serie de alternativas para sistemas mediadores. Algunas de ellas son sistemas propietarios (por ejemplo, MediaHighway, OpenTV), en este documento, se concentrara en estándares abiertos para satisfacer los requerimientos de mercado horizontal. Uno de los principales estándares abiertos es DVB-MHP que describen los mecanismos necesarios para integrar servicios de difusión, servicios interactivos y aplicaciones de Internet.

#### **1.2.2.1. OCAP**

OCAP (OpenCable Applications platform) es un estándar para aplicaciones de televisión interactiva. Fue establecido como estándar por CableLabs en los Estados Unidos como parte del proyecto OpenCable. OCAP se basa en el estándar DVB-MHP de conformidad con la especificación Globally Executable MHP o GEM (OpenCable, 2001).

OCAP proporciona una especificación software con el objetivo de permitir a los desarrolladores de servicios de televisión interactiva y aplicaciones, diseñar productos para que se ejecute con éxito en cualquier sistema de televisión por cable en los Estados Unidos, independiente del descodificador o receptor de televisión o sistema operativo.

#### **Tipos de Aplicación**

Hay dos tipos de aplicaciones OCAP: declarativo denominado OCAP-HTML y procedimental el OCAP-J.



OCAP-J son las aplicaciones escritas en java las cuales se denominan Xlets y consisten de un conjunto de clases Java que se emiten con un servicio.

OCAP-HTML se basan en páginas HTML que se emiten como parte de un servicio y consisten de XHTML, CSS y ECMAScript. Para el soporte de tales aplicaciones fue adicionada una segunda versión de OCAP.

### **Modelos de Aplicación**

OCAP soporta tres modelos de aplicación: bound, unbound y nativa (Informitv, 2009). Las aplicaciones bound son asociadas directamente con la sintonización del canal actual y terminan cuando el espectador selecciona otro canal. Las aplicaciones unbound no están vinculadas a un canal concreto y por lo tanto permanecen al alcance, incluso cuando el espectador cambia de canal y finalmente las aplicaciones nativas son aplicaciones que no están relacionadas con la emisión. Estas pueden ser almacenadas en el firmware de los STB.

#### **1.2.2.2. ACAP**

ACAP es el resultado de la armonización de los estándares OCAP y la especificación DASE (DTV Application Software Environment) de ATSC, para cumplir con la norma GEM. ACAP define dos tipos de aplicaciones ACAP-J y ACAP-X (Informitv, 2009).

#### **ACAP-J**

Es el entorno procedimental de los receptores de televisión digital definidos en EE.UU (Informitv, 2009). Se basa en las mismas API Java y el modelo de aplicación de OCAP.

Temas como la seguridad, aplicación y modelos gráficos manejados por ACAP-J son diferentes a DVB-J. Por ejemplo, la arquitectura de gráficos ACAP-J no asegura la presencia de un fondo plano y toma en cuenta la resolución NTSC National Television System Committee (Cesar, 2005). ACAP-J además de supervisar la aplicación, define dos tipos de servicios: bound y unbound. Con el fin de señalar las aplicaciones bound y Unbound, ACAP define, además de la tabla de AIT, la tabla XAIT (extended Application Information Table).

#### **ACAP-X**

En términos de modularización XHTML, ACAP-X es un superconjunto de XHTML básico, comparables a XHTML 1.1 (Morris, 2005). La única diferencia es que no soporta mapas de imágenes del lado del servidor, sino que incluye el soporte de frames. ACAP también incluye una serie de medios populares como vídeo, gráficos animados, audio y el texto (por ejemplo, ECMAScript).

Lo más ambicioso de ACAP es el número de tipos de aplicaciones que soporta, incluyendo ACAP-X, ACAP-J, los mecanismos de seguridad, e incluso comprimido (es decir, ZIP). La hoja de estilo soportada es un subconjunto de CSS2, similar al enfoque utilizado en DVB-HTML, pero sin las extensiones que se le hicieron a W3C (Cesar, 2005). Por último, el árbol DOM definido especifica los siguientes módulos: núcleo fundamental, extensiones del núcleo, vista, hojas de estilo, CSS, eventos, teclado, ratón e interfaz de usuario.



### 1.2.2.3. ARIB

ARIB es la asociación de industria de radio y negocios en Japón y es un organismo que desarrolla estándares para las telecomunicaciones y la radiodifusión (ARIB, 1997).

ARIB define los estándares STD-23 y el STD-24 para el desarrollo de aplicaciones de televisión digital.

#### STD-23

En su concepción, ARIB únicamente incluía un entorno declarativo STD-24. Con el fin de armonizar sus estándares a la especificación GEM, se produjo el estándar ARIB STD-B23 (Application Execution Engine Platform for Digital Broadcasting), el cual es una combinación entre el GEM y ARIB STD-B24.

Algunas de las extensiones específicas para GEM, incluyen, por ejemplo, las fuentes del idioma japonés y el formato de vídeo H.264. Además, las aplicaciones son transmitidas mediante un carrusel de datos en lugar de un carrusel de objetos.

#### STD-24

Especifica el BML (*Broadcast Markup Language*) como formato de edición, de las aplicaciones para los receptores de televisión digital. La especificación BML es realmente ambiciosa, ya que es un superconjunto del XHTML 1.1. De hecho, incluye todos los módulos del XHTML (Cesar, 2005). Probablemente el hecho de que los consumidores japoneses tienen un alto nivel de adopción de tecnología que no puede compararse con otros mercados como el americano y el europeo.

STD-24 maneja un amplio número medios. Por ejemplo, además del MPEG-2, incluye soporte para video y audio MPEG-4, caracteres japoneses, streaming de texto, totalmente compatible con CSS2 e incluye algunas de las propiedades del módulo de interfaz de usuario CSS3, tales como índice de navegación. Por último, incluye el núcleo DOM Nivel 1, la extensión, y HTML, y algunas extensiones BML (Cesar, 2005).

### 1.2.2.4. Multimedia Home Platform (MHP)

MHP es un estándar del DVB<sup>4</sup> que define una interfaz genérica entre aplicaciones digitales y los terminales en los que se ejecutan.

MHP ofrece una solución para la ejecución de aplicaciones interactivas y para la presentación de contenidos de Internet en el terminal de usuario. Proporciona un modelo abstracto para el acceso a flujos de información, eventos, archivos, registros de datos y recursos hardware.

MHP se ha construido aprovechando normas y recomendaciones ya existentes y probadas:

- DAVIC Digital Audio Video Council: funciones básicas en aplicaciones de audio y video.
- HAVi botones y elementos para la creación de entornos de usuario.
- JAVA clases java, Máquina Virtual, JAVA TV y JMF.

---

<sup>4</sup> DVB (Digital Video Broadcasting) : es el estándar para la televisión digital europea

- DSM-CC protocolo de encapsulado de ficheros de aplicaciones en un carrousel lineal de datos.

Como se ha mencionado DVB es el estándar de televisión digital más utilizado en el mundo, además su mediador MHP ha servido de base para GEM que ha sido diseñado para lograr la interoperabilidad entre los diferentes estándares de televisión digital Europeo, Japonés y Americano. Sumado a ello, Colombia escogió la plataforma DVB-MHP para ofrecer servicios de televisión digital interactiva (CNTV, 2008). De ahí que se haya optado por profundizar MHP en este trabajo de grado.

#### 1.2.2.4.1. Perfiles de MHP

La especificación DVB-MHP define tres perfiles de distinta complejidad, cuya diferencia básica corresponde a diferentes niveles de interactividad (Gutiérrez, 2005).

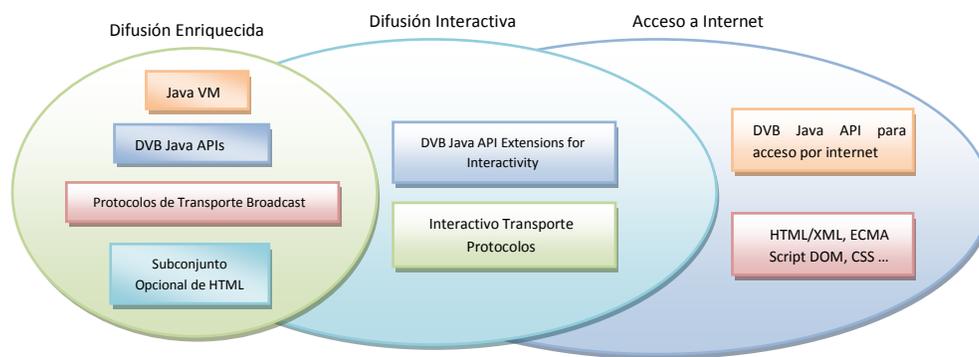


Figura 1. Perfiles MHP

De la Figura 1 se puede observar los 3 perfiles MHP:

- **Difusión Enriquecida (Enhanced Broadcast):** Es el perfil más restringido que combina la difusión de audio y vídeo con la posibilidad de ejecutar aplicaciones, que ofrecerán interactividad local sin la necesidad de un canal de retorno. Las aplicaciones interactivas son descargadas únicamente a través del broadcast.
- **Difusión Interactiva (Interactive Broadcast):** Extiende el perfil del Enhanced Broadcast incorporando comunicaciones bidireccionales a través del *canal de retorno* IP hacia el servidor, incrementando el número de servicios interactivos debido a la existencia del canal de retorno.
- **Acceso a Internet (Internet Access):** Extiende el perfil de difusión interactiva proporcionando contenidos y servicios de internet. Este perfil obliga al receptor a disponer de un navegador y un cliente de e-mail como parte del *software residente* en el receptor, facilitando el acceso a los contenidos de Internet desde la aplicación *MHP*.

#### 1.2.2.4.2. Arquitectura MHP

Con el fin de lograr los objetivos de interoperabilidad y de compatibilidad con versiones (o perfiles) anteriores, la plataforma se organiza siguiendo una arquitectura en capas.

La arquitectura genérica de un receptor MHP está definida en tres capas (MHP-KDB, 2006):

- **Recursos HW:** Típicamente estos recursos son procesadores MPEG, dispositivos de E/S, CPU, memoria y el sistema de gráficos. En esta capa también se localizan los drivers.
- **SW de sistema:** Capa de recursos software independiente del hardware, también conocida como *middleware*. Esta capa usa los recursos disponibles para proporcionar una plataforma de cara a las aplicaciones.
- **Aplicaciones:** Se encuentra en la parte superior de la arquitectura y es lugar donde se sitúan las diversas aplicaciones descargadas y que utilizan los servicios ofrecidos por las capas inferiores.

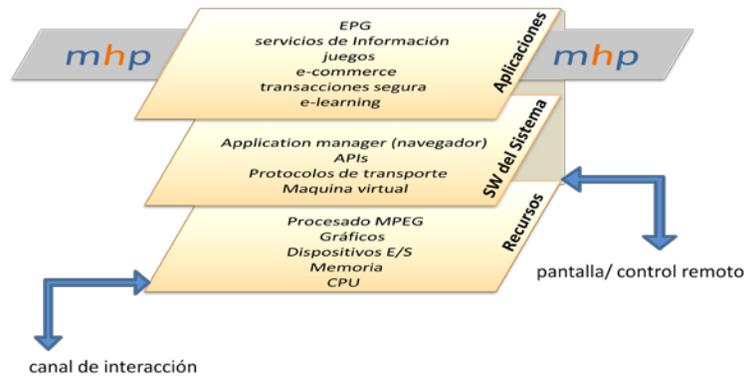


Figura 2. Arquitectura de la Plataforma MHP (Gutiérrez, 2005)

La norma MHP se centra en la descripción de la capa de software de sistema y en la interfaz entre ésta y la capa de aplicación (API MHP).

#### 1.2.2.4.3. Versiones de MHP

MHP es un conjunto de estándares los cuales describen completamente los sistemas de middleware abiertos DVB. Hasta el momento se han publicado tres versiones de la especificación MHP, cada una adiciona nuevas características. Las versiones de MHP y sus principales características son listadas en la Tabla 2.

Versión MHP	Especificación ETSI	Características
1.0	ES 201 812	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicaciones broadcast.</li> <li>• Datos a través de IP.</li> <li>• Soporta DVB-C, DVB-T y DVB-S.</li> </ul>
1.1	TS 102 812	Adiciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenamiento de aplicaciones.</li> <li>• Aplicaciones a través de IP.</li> <li>• Soporta tarjetas inteligentes.</li> <li>• Video de alta definición.</li> <li>• Gráficos de alta definición.</li> <li>• Soporta video sobre demanda.</li> <li>• Subconjunto opcional de DVB-HTML.</li> </ul>
1.2	TS 102 590	adiciona: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfil DVB-IPTV.</li> <li>• Soporta NON-DVB IPTV.</li> <li>• Monitorear aplicaciones.</li> <li>• Unbound aplicaciones.</li> </ul>

Tabla 2. Versiones MHP (Pytelka, 2007)

### 1.2.3. Globally Executable MHP (GEM)

GEM aparece como una consecuencia de una petición de CableLabs para unificar MHP con el estándar DASE definido por ATSC (MHP-KDB, 2006).

Es un framework orientado a permitir a las distintas organizaciones trabajar en armonía en cuanto a especificaciones técnicas, como por ejemplo, la elección de un único runtime de ejecución y un único conjunto de APIS. El objetivo es que tanto aplicaciones como el contenido funcionen en todas las plataformas basadas en GEM, en la actualidad esto solo funciona en teoría.

La especificación GEM consiste de un subconjunto de MHP (ver Figura 3) que ha sido diseñado teniendo en cuenta las diferentes posibles implementaciones del mismo estándar middleware (Cesar, 2005).

Este subconjunto incluye:

- Aspectos técnicos de interoperabilidad derivados de los estándares anteriores como DASE y ACAP.
- Aspectos relacionados con los mecanismos de transmisión: modulación, entrega y certificados.
- Aspectos de mercado de los operadores de red.

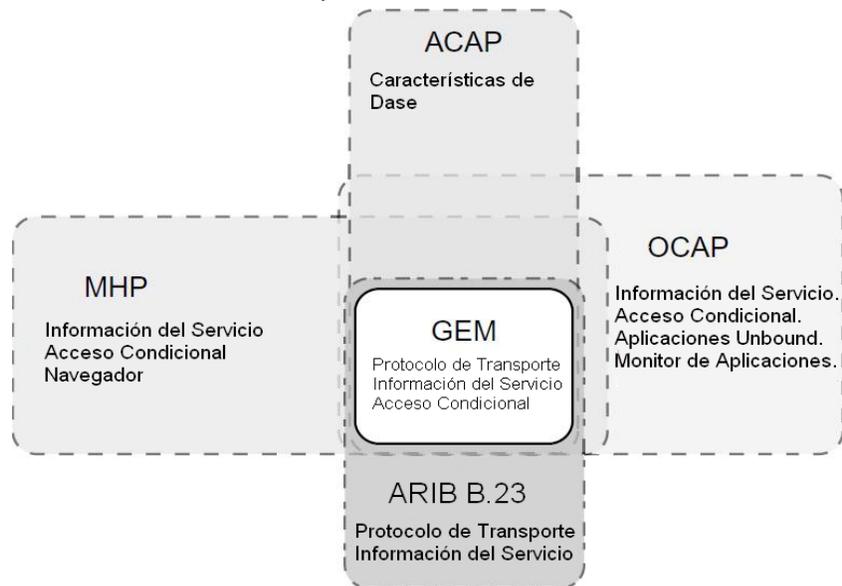


Figura 3. Plataformas Basadas en GEM (Morris, 2005).

De la Figura 3 podemos observar como MHP, ACAP, OCAP y ARIB D.23 tienen la misma base. Así mismo, se puede observar que las diferencias entre los estándares, recaen en las características adicionales que se agregan a GEM para formar cada uno de los estándares.

### 1.2.4. Niveles de Interactividad

La interactividad permite a los televidentes interactuar con el contenido desplegado en el TV. A veces la interacción puede requerir comunicación entre el televidente y el proveedor de contenido. Para realizar tal comunicación es necesario de un canal de retorno.



De acuerdo a como se utilice el canal de retorno, la interactividad se puede clasificar en:

- **Interactividad local:** La información es enviada mediante el flujo broadcast. El televidente puede interactuar localmente con la información almacenada en el dispositivo.
- **Interactividad remota:** En este caso el usuario interactúa con un proveedor de servicios remoto, al que se conecta mediante un canal de retorno.

### 1.2.5. Tipos de Servicios o Aplicaciones Interactivas

La televisión digital interactiva ofrece gran variedad de servicios a sus televidentes y mejorar sus condiciones de espectador (Urbano et al., 2008). Debido a las diversas formas de interactividad, también se puede encontrar diferentes tipos de aplicaciones. A continuación tenemos algunos tipos de servicios o aplicaciones interactivas (Urbano et al., 2008):

#### ***EPG (electronic program guide)***

Las EPG son listas con los canales de TV disponibles y los programas que están disponibles en estos canales. El programa de datos se obtiene, generalmente por los datos entregados por el Servicio de Información (SI) de los datos de los servicios de radiodifusión.

#### ***Digitext y teletext***

TVDi brinda la oportunidad de ofrecer todo tipo de información adicional relacionada con el programa de televisión similar en la forma en que se hace en Internet. Adicional a su función de regular, los organismos de radiodifusión o prestadores de servicios pueden ofrecer imágenes, audio y vídeo en portales interactivos, en su mayoría basados en la interactividad bidireccional especialmente para la entrega de vídeo.

#### ***Correo y Chat***

Correo y Chat son aplicaciones de interactividad bidireccional de tipo real, ya que implican la comunicación entre los usuarios finales. Estas aplicaciones requieren el uso del canal de retorno para conectarse a un servidor de correo en Internet y un teclado físico o virtual en la pantalla.

#### ***Servicios de vídeo bajo demanda***

TVDi también puede funcionar como una interfaz para la distribución de servicios de vídeo bajo demanda (VoD). A través de este portal los clientes seleccionan las películas de una serie de películas disponibles. Las películas se transmiten o se entregan en un horario fijo y las acciones de los clientes en el portal se limitan a permitir el acceso.

#### ***T-Learning***

Se considera el *T-learning* como la convergencia de la televisión interactiva y el *e-learning*, entendiendo este último como el uso de las tecnologías computacionales (específicamente Internet) para soportar el entrenamiento y las actividades educativas (Urbano et al., 2008).

*T-learning*<sup>5</sup> no es una adaptación de *e-learning* para TVDi, pues cuenta con sus propias características distintivas, relacionadas, en gran parte, con las restricciones impuestas por el televisor y el STB, tales como la baja resolución de la pantalla, el hecho de que la interacción haya de llevarse a cabo a través de un control remoto, un teclado virtual, entre otros.

<sup>5</sup> El término *t-learning* se utiliza con el significado de aprendizaje interactivo a través de un televisor.



Igualmente es importante conocer algunas particularidades que no tienen que ver con aspectos tecnológicos sino sociales: la predisposición que un alumno de *t-learning* presenta hacia la educación es completamente diferente a la de aquél de *e-learning*. Mientras que el segundo tiene una actitud activa hacia el aprendizaje, ya que ha sido él mismo quien ha decidido tomar parte en la experiencia educativa; el primero es normalmente más pasivo y habrá de ser atraído hacia ella a partir de actividades de entretenimiento que puedan resultarle interesantes.

Otros tipos de servicios y aplicaciones interactivas son: T-Salud, Juegos, Compras, Votación, Servicio de noticias o acontecimientos, Reporte meteorológico y Servicio de tráfico.

### **1.3. T-LEARNING**

Este trabajo de grado está enfocado en el contexto de *T-learning*, por lo que se profundizará en mayor medida en este tipo de aplicación o servicio interactivo soportado en TVDi.

En la búsqueda de tecnologías que afronten el desafío de las nuevas necesidades de la educación, se encuentra la TVDi (CNTV, 2008), como producto de la evolución de la televisión analógica hacia una televisión digital. Este es un medio alternativo para apoyar procesos educativos convirtiéndose en una verdadera oportunidad de aprendizaje, dado que la televisión supera la barrera de penetración que tienen los computadores, permitiendo el acceso a un mercado mayor y más generalizado.

Además de la gran difusión de la televisión en el mundo entero, la tecnología TVDi provee una serie de nuevas características que pueden ser explotadas para propósitos de aprendizaje, pero no existe la experiencia de la construcción de un sistema de aprendizaje basado en televisión digital interactiva (TVDi). En pequeña escala se han llevado a cabo experimentos basados en *t-learning*, pero no se dispone de modelos para facilitar y apoyar el aprendizaje a través de TVDi (Päivi, 2006a). Por esto es importante realizar ahondar en lo que es *t-learning*, ya que este trabajo de grado se centra en la aplicación de la TVDi en entornos educativos a distancia.

A continuación se analiza aspectos generales sobre *t-learning*, principalmente algunas características relevantes desde el punto de vista técnico.

#### **1.3.1. Generalidades de T-learning**

##### **1.3.1.1. Antecedentes**

*E-learning* utiliza usualmente como apoyo un computador conectado a Internet, sin embargo este escenario limita mucho la población objetivo sobre todo en el caso de países en vía de desarrollo (Urbano et al., 2008). En Latinoamérica incluso en Europa la penetración de la televisión es mucho mayor comparada con la penetración alcanzada por computadores conectados a Internet, es por ello que la televisión analógica ha sido utilizada para apoyar procesos educativos a distancia, principalmente para aprendizaje informal.

Con el salto hacia la TVDi, se abren nuevas posibilidades de interactividad, lo que le genera un valor agregado al proceso educativo existente con la televisión tradicional (Urbano et al., 2008).

### 1.3.1.2. Concepto de T-learning

El término *t-learning*, se define como: *aprendizaje interactivo basado en televisión*, lo cual implica tener acceso interactivo a material de aprendizaje rico en video, a través de un televisor.

Para darse este proceso interactivo, se requiere de la convergencia de dos tecnologías, que contribuyan en el proceso de aprendizaje interactivo. Estas dos tecnologías son la televisión y la tecnología computacional (principalmente Internet), como se muestra en la Figura 4:

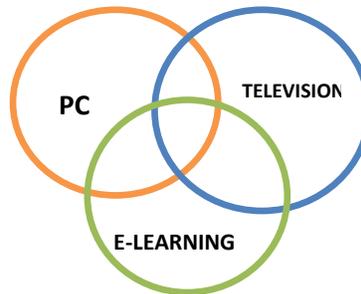


Figura 4. Convergencia entre el PC, televisión y e-learning.

### 1.3.1.3. Perspectiva general de un sistema de t-learning

#### Vista General

En la Figura 5 se presenta la vista general de un sistema de *t-learning* propuesto en el proyecto europeo *Enhanced Learning Unlimited* (ELU, 2006), donde se muestran los diferentes componentes y actores del sistema, y se observa las principales etapas en la generación y distribución del contenido, desde la producción del contenido hasta que este llega al usuario final. Dichos componentes se describen a continuación:

- *Producción de Contenidos*: En este componente se diferencian dos roles, el creador de aplicaciones interactivas y el creador de contenidos educativos. Para el primero, se encuentran las herramientas de creación de aplicaciones interactivas orientadas a *t-learning*; para el segundo están las herramientas de edición de contenidos educativos.
- *Plataformas Back End*: Estas plataformas están constituidas por el servidor de aplicaciones y el servidor de radiodifusión. En el escenario de aprendizaje el servidor de aplicaciones puede corresponder a un servidor especializado como lo es el Sistema de Gestión de Contenidos (CMS) y dado el caso el Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS).
- *Canales de transporte*: Entre ellos se encuentran el *canal de radiodifusión* y el *canal de retorno*. El primero es unidireccional y por él se envía audio, video y datos; y esta soportado por tecnologías de Cable, Terrestre o Satelital. El canal de retorno es bidireccional y se utiliza para dar mayor soporte a la interactividad; esta soportado por tecnologías TCP/IP.
- *Plataformas de Renderización (Rendering)*: Conformadas principalmente por los receptores de TV Digital Interactiva o Set top box, donde se analizan las propiedad del contenido antes de ser mostrado en pantalla.

- *Usuario final*: Corresponde a los usuarios (televidentes) que en este caso serían vistos como aprendices. Este usuario interactúa con el sistema principalmente con el control remoto.

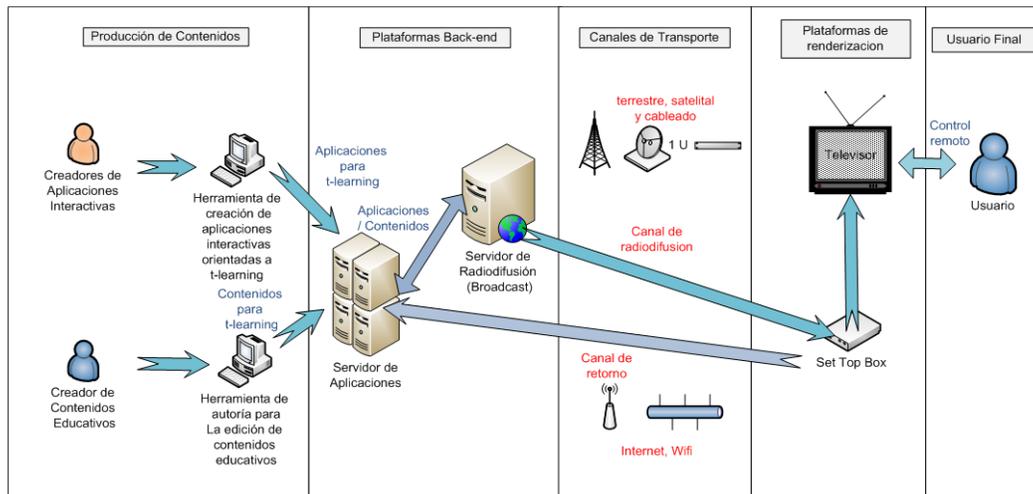


Figura 5. Vista completa de un sistema de *t-learning* (ELU, 2006)

### Contenidos para t-learning

La utilización de STB que soporten el estándar MHP, abre la posibilidad de ofrecer aplicaciones educativas a los televidentes, siempre y cuando el STB disponga de un canal de retorno, que es lo recomendable para que los televidentes puedan interactuar con el contenido (Olševiĉová, 2007). En caso contrario la interactividad sería local, es decir, con el contenido enviado a través del canal de radiodifusión (Olševiĉová, 2007).

De esta forma las oportunidades educativas a ofrecer a un televidente están limitadas por la tecnología. Teniendo en cuenta lo anterior se tienen los siguientes escenarios:

- Utilizando un STB limitado (sin dispositivo de almacenamiento) sin canal de retorno.
- Utilizando un STB limitado con canal de retorno.
- Utilizando un STB con disco duro que permita el almacenamiento del contenido para que el televidente pueda observarlo nuevamente, y con canal de retorno.

Por otro lado, teniendo en cuenta que una de las grandes ventajas de la TVDi es que se pueden ofrecer muchos programas en paralelo, para la educación esto significa que es posible entregar contenido personalizado teniendo en cuenta la edad de los televidentes, su estilo de aprendizaje, el nivel de educación formal o sus intereses personales (Olševiĉová, 2007).

Dentro de la generación de contenido educativo para TVDi es posible la integración de varios componentes multimedia y de esta manera crear material educativo y contenidos adecuados para su distribución a través de una infraestructura de TVDi (Bellotti, 2008).

Gracias a esto el autor del contenido educativo puede manejar separadamente los componentes que conforman el contenido (texto, imágenes y video), así como los parámetros para definir características del contenido creado (elementos descriptivos del contenido).

En la Figura 6 se observa una estructura de un curso de *t-learning* propuesta dentro del proyecto ELU (ELU, 2006). Dentro de esta estructura, los cursos para *t-learning* están

conformados por un conjunto de unidades de aprendizaje emitidas a través del canal de radiodifusión de un sistema de *t-learning*, para las que se definen ciertos objetivos educativos (Olševičová, 2007). Cada unidad de aprendizaje está compuesta por una secuencia de eventos de aprendizaje denominados *recursos*. Con respecto al nivel de la participación del estudiante en el proceso de aprendizaje, estos elementos pueden ser pasivos o activos.

Los componentes multimedia (video, audio e imágenes) son los recursos básicos dentro de una unidad de aprendizaje. Dado que el entorno en el cual son desplegados los cursos de *t-learning* es la TVDi, esas unidades de aprendizaje deben ser ricas en video (Olševičová, 2007).

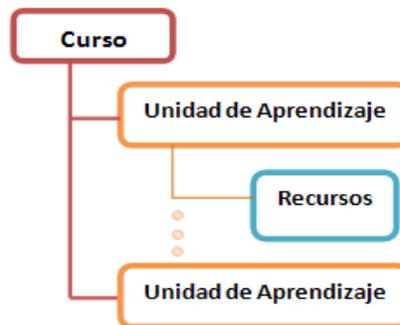


Figura 6. Estructura de un curso de t-learning (Olševičová, 2007)

### Escenarios de Aprendizaje en t-learning

Partiendo de la existencia de dos predisposiciones a la educación a través de la televisión, existen dos escenarios de aprendizaje que están en proceso de experimentación en proyectos como T-MAESTRO (*T-learning Multimedia Adaptive Educational SysTem based on Reassembling TV Objects*)(Rey-López, 2007).

- *Edutainment*: Partiendo de la premisa que el estudiante de *t-learning* tiene una actitud pasiva hacia la educación ha surgido un nuevo concepto, el *edutainment*, haciendo referencia al desarrollo de modelos para un proceso de aprendizaje menos formal. Este busca la convergencia entre la educación y el entretenimiento. Las experiencias en *edutainment* se basan en el seguimiento de un curso de naturaleza educativa formal que ha sido mejorado para que resulte más efectivo y entretenido, añadiéndole contenido audiovisual relacionado. Esto es lo más próximo al aprendizaje formal.

Por ejemplo, en T-MAESTRO, los cursos de *edutainment* son cursos formales que tienen apoyo de contenido audiovisual tradicional, es decir, programas de televisión.

- *Entercation*: Con este escenario se busca la creación de cursos para usuarios que no tengan la predisposición al aprendizaje. Consiste en ofrecer al televidente, contenidos educativos relacionados con el programa que está viendo y que le permitirán profundizar en el tema que se está tratando. Por ello, si decide participar en la experiencia educativa que se le ofrece, lo hará sin tener la más mínima intención previa. A este modo de aprendizaje se le llama *entercation*, puesto que es más próximo al entretenimiento que a la educación formal.

En T-MAESTRO los cursos de *entercation* consisten de material educativo que complementa los programas que ve el televidente. El televidente es quien decide si accede a los elementos educativos para obtener más información sobre el programa que está viendo.



### 1.3.1.4. Modelo de t-learning para el aprendizaje a través de la TVDi

Dentro de la tesis doctoral llamada “*Modelamiento y producción de contenidos de aprendizaje a distancia Concepto para Televisión digital interactiva*” de Päivi Aarreniemi-Jokipielto de la Universidad de Helsinki en Finlandia; el autor propone un modelo<sup>6</sup> de *t-learning*, con el cual aspira a describir las oportunidades de aprendizaje de la televisión digital interactiva.

Este define las diferentes características en *t-learning* y describe qué tipo de aprendizaje está permitido a través de la TVDi. El modelo está basado en elementos clave del aprendizaje a través de TVDi. El modelo incluye dos niveles (Päivi, 2006b):

#### Nivel general

El nivel general incluye: Tecnología y Tipo de aprendizaje.

Dentro del modelo se admite la utilización de diferentes tecnologías para llevar a cabo el proceso de aprendizaje, donde la tecnología de TVDi es la principal y tecnologías como IP y móviles son permitidas, para utilizarse en un medio secundario.

El aprendizaje puede ser dividido en cuatro tipos dependiendo del propósito del aprendizaje o de la situación del aprendizaje. Los tipos de aprendizaje son: Aprendizaje formal, Aprendizaje informal, Aprendizaje no formal, *Edutainment* (Päivi, 2006b).

Actualmente el aprendizaje vía TVDi ha sido primordialmente de tipo *edutainment* y aprendizaje informal.

#### Nivel de funcionalidad

La Figura 7 muestra los diferentes niveles de funcionalidad del modelo de *t-learning*, donde cada elemento se interrelaciona con todos y cada uno de los demás elementos.

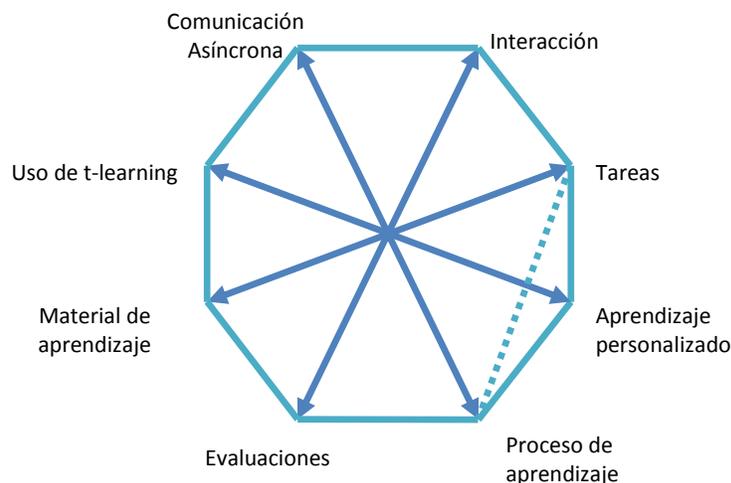


Figura 7. Nivel de funcionalidad del modelo de *t-learning* (Päivi, 2006b)

A continuación se detalla cada uno de los elementos dentro del nivel de funcionalidad:

<sup>6</sup> Modelo: Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo.



## Uso de t-learning dentro de un curso o proceso de aprendizaje

*T-learning* posee los recursos tanto pedagógicos como técnicos para ofrecer cursos completos basados en TVDi. También puede usarse como un elemento de apoyo en un proceso de aprendizaje presencial o en la educación basada en Web.

### Material de Aprendizaje

El tipo de material de aprendizaje en televisión analógica ha sido basado en videos. Sin embargo la TVDi permite el uso de animaciones, material basado en texto y el uso de imágenes, sin que el video deje de ser el componente principal dentro del contenido educativo. El formato de hipertexto permite la estructura no lineal del contenido, donde los estudiantes pueden estudiar el material en orden deseado (Päivi, 2006a).

### Interacción

Cuando se habla de *Interactividad* en TVDi, se asocia principalmente al rol del televidente que pasa a ser un elemento activo capaz de escoger aquello que realmente le interesa y beneficiarse de nuevos servicios ofrecidos a través del televisor. Esta interactividad se puede lograr por medio de un control remoto, mediante el envío de datos a través de un canal de TVDi.

Lo anterior crea un contexto que ofrece nuevas posibilidades para el aprendizaje cuando se compara los programas educativos tradicionales utilizando la televisión analógica y la educación basada en TVDi, por lo que la interacción es el requisito más importante de t-learning (Päivi, 2006a).

De acuerdo con estudios en el tema, el aprendizaje a través de TVDi, tiene que ser un proceso activo e interactivo, el cual tiene lugar en tres escenarios:

- Estudiante – Material educativo: Dentro de este tipo de interacción, el usuario se relaciona con el contenido educativo, siendo el control remoto el principal elemento de interacción. Este material debe caracterizarse por incluir todos los recursos necesarios (video, imágenes ilustrativas, animaciones, entre otras) para que el proceso de enseñanza experimentado por el televidente sea el adecuado para su aprendizaje.
- Estudiante – Tutor o Experto: La interacción con un tutor o experto, lleva al estudiante a indagar sobre aspectos puntuales dentro del proceso de aprendizaje como pueden ser dudas, comentarios, refuerzos, entre otras. Este tipo de interacción tiene por objetivo asegurar que la educación sea verdaderamente integral y personalizada.
- Estudiante – Estudiante: Este tipo de interacciones se lleva a cabo a través de un chat o foros, donde los estudiantes comentan sobre un tema en particular relacionado al contenido educativo.

La interacción dentro de la TVDi, depende de las características de los dispositivos utilizados, principalmente el STB. Si se dispone de un STB con conexión a Internet, obtenemos una mayor flexibilidad y el acceso alternativo a Internet, lo cual nos facilita el proceso de interacción con otros involucrados dentro del proceso de aprendizaje (tutores o estudiantes)(Päivi, 2006b).



## Proceso de aprendizaje

El proceso de aprendizaje se relaciona con el aprendizaje significativo que es cuando aprendemos algo y lo llevamos a la práctica. Los factores que nos facilitan el aprendizaje son los siguientes (Päivi, 2006b):

- La motivación el cual es el tener el deseo de hacer algo.
- La concentración la cual es la capacidad de interés y curiosidad en el tema.
- Actitud lo cual es tomar una decisión y participar activamente.
- Organización es conocer el tema el cual se va a desarrollar y tener una estructura completa del contenido a ofrecer.
- Comprensión es el entendimiento y entender el significado del tema que se va a manejar.

Dentro de un proceso de aprendizaje en *t-learning*, el televidente tiene un papel activo en su propio proceso de aprendizaje, ya que debido a las características de personalización del aprendizaje que ofrece *t-learning* se requiere la motivación del estudiante para comenzar un proceso formativo por televisión. De ahí que el contenido debe ser un medio para el desarrollo intelectual del estudiante y no ser visto solamente como un recurso (Päivi, 2006b).

## Tareas

Las tareas se refieren a los trabajos asignados a los estudiantes por sus profesores para complementar el aprendizaje, fuera de clase. Dentro de *t-learning*, las tareas no necesariamente las asigna un profesor, sino que se trata de actividades relacionadas con los contenidos educativos mostrados a un televidente. Estas tareas dependen del tema tratado, del contexto teórico y de la tecnología utilizada.

## Evaluación

Dependiendo del tipo de aprendizaje (formal o informal), las evaluaciones en el proceso de aprendizaje basado en TVDi, tendrán un proceso diferente. Partiendo del hecho de que en aprendizaje formal, se requiere que se supervise la evaluación por parte de un profesor, que certifique los resultados obtenidos por un televidente; mientras que en aprendizaje informal, las evaluaciones podrían estar basadas en autoevaluaciones.

Dentro de las evaluaciones, es muy popular el método de preguntas de selección múltiple, ya que permite al televidente seleccionar la respuesta con la ayuda de su control remoto, sin la necesidad de utilizar otro tipo de dispositivo interactivo como lo puede ser un teclado virtual (Päivi, 2006a).

## Aprendizaje personalizado

Ya que los televidentes, generalmente viven el proceso de aprendizaje de manera individual es importante tener en cuenta las características sociales tanto del televidente como de su entorno.

Dentro de *t-learning* es muy importante la predisposición que presentan los televidentes hacia la educación. Al contrario que los usuarios de *e-learning*, que acceden a los contenidos educativos por iniciativa propia, los televidentes, acostumbrados a los más de cincuenta años de historia de la televisión, se han convertido en espectadores pasivos que conciben la televisión como un medio orientado al entretenimiento. Por esta razón, la personalización del



contenido, dependiendo de la experiencia y las preferencias de los televidentes, es esencial en TVDi, ya que hará que los objetos educativos resultan más atractivos y efectivos al alumno, puesto que tendrán en cuenta sus preferencias y conocimientos previos.

El contenido educativo debe tener la capacidad de modificar su comportamiento según las propiedades concretas del estudiante, que consisten en las características más relevantes de un usuario para un determinado dominio de aplicación (Rey-López, 2007).

### **Comunicación Asíncrona**

Desde el punto de vista tecnológico la comunicación asíncrona, el uso de múltiples canales de comunicación, la posibilidad de elegir el lugar de aprendizaje y la disponibilidad 24/7<sup>7</sup> permiten al estudiante acceder al contenido educativo cuando disponga de tiempo, de ahí que exista una dependencia entre los diferentes elementos dentro del modelo y la comunicación.

La disponibilidad 24/7 se relaciona a la flexibilidad que tiene los estudiantes para elegir el día y la hora del día en que van a estudiar (Päivi, 2006a).

#### **1.3.2. Ventajas y Desventajas de T-learning**

##### **1.3.2.1. Ventajas**

- Una de las ventajas de *t-learning* es la accesibilidad a la tecnología de la televisión, lo que le da a *t-learning* una mayor posibilidad de penetración entre la población en general (Klimčuk, 2008).
- La generación y distribución del contenido para *t-learning*, tiene un costo bajo debido a la digitalización global de los contenidos, el cual además permite extender rápidamente el uso de la tecnología e incrementar las herramientas para apoyar los procesos educativos (Klimčuk, 2008).
- La reusabilidad del contenido, ya que este puede utilizarse una y otra vez. Esto permite la granularidad del contenido educativo, que también se ve reflejado en los costos de producción de contenidos para *t-learning* (Klimčuk, 2008).
- La utilización de un canal de retorno en *t-learning*, permite la interactividad entre el usuario final y el proveedor de contenidos (Zajc, 2007).
- La personalización en relación con *t-learning*, sugiere que el potencial de *t-learning* para adoptar una selección de servicios disponibles de acuerdo con los intereses de los usuarios finales (Lytras, 2002).

##### **1.3.2.2. Desventajas**

- Dentro de los problemas de *t-learning*, se encuentra el entorno de visualización de los contenidos a través de una pantalla de televisión, ya que la resolución de las pantallas

---

<sup>7</sup> 24/7: Disponibilidad de un sistema , 24 horas al día y 7 días a la semana



y la distancia entre el televidente y la pantalla del TV es muy larga, lo que conlleva a que la cantidad de información sobre la pantalla sea menor (Klimčuk, 2008).

- La inclusión de un canal de retorno, utilizado para el proceso de comunicación entre el usuario final y el proveedor de contenidos, debe ser de banda ancha, ya que es importante que el procesamiento de las peticiones sea lo más rápido posible, por ejemplo en pocos segundos (Klimčuk, 2008).
- Los costos iniciales de inversión para un sistema *t-learning* pueden ser elevados, debido principalmente al costo de los equipos utilizados en cada etapa de la generación y distribución del contenido educativo.

### 1.3.3. Usabilidad

Un aspecto clave en el desarrollo y la utilización de aplicaciones de *t-learning* es la relacionada con la usabilidad y el diseño de interfaces para aplicaciones TVDi, que pueden ser utilizadas de manera que se facilite la interacción con el usuario final. Dentro del documento "*Directrices de Diseño y evaluación de la Televisión interactiva desde una perspectiva de Usabilidad*", (Collazos et al., 2008), los autores afirman que en el marco de la ingeniería de Usabilidad se han detectado como aspectos generales válidos para el diseño de la iTV, los siguientes: Percepción visual, Papel del color y Aspectos culturales.

**Percepción Visual:** Leyes de la Gestalt desarrolladas a comienzos del siglo 20, se aplican a la percepción visual de los humanos, y enfatizan que las personas percibimos los objetos como patrones bien organizados más que partes discretas:

- **Directriz 1:** Ley de la Proximidad. Los elementos que están muy cercanos a los demás espacialmente son percibidos como si perteneciesen al mismo grupo. Se recomienda por lo tanto agrupar los elementos que pertenecen a un mismo grupo muy cerca.
- **Directriz 2:** Ley de la similaridad. Los elementos que se ven similares son percibidos por la cognición humana como si perteneciesen al mismo grupo. Se recomienda colocar juntos a los elementos que visualmente son similares.
- **Directriz 3:** Ley de la Simetría. Los elementos que están organizados simétricamente son interpretados como una unidad. La organización simétrica crea estructuras fuertes; las asimétricas causa que los elementos se pierdan en la pantalla.
- **Directriz 4:** Ley de la buena continuidad. En la experiencia perceptual hay una tendencia a que los miembros constituyan grupos, a que las figuras incompletas se completen, definan y precisen, y a que el campo total sea organizado en figura y fondo. Mediante estas capacidades, la percepción es un proceso que busca un estado de equilibrio, donde las formas alcanzan un máximo de estabilidad y la organización total es más completa.
- **Directriz 5:** Ley de la simplicidad. Los estímulos ambiguos tienden a analizarse de la forma más simple. Se recomienda proveer estructuras que sean lo más simples posibles.
- **Directriz 6:** Ley de la experiencia. Esta es una ley muy discutida porque ataca cuestiones de fondo. El papel que desarrolla la madurez y la experiencia en el proceso de la visión configurada no es simple, pero su experimentación con seres humanos conlleva serias implicaciones.



**Papel del Color (Directriz 7):** Los colores juegan un papel muy importante no sólo en la estética sino en la funcionalidad. Adicionalmente desempeñan un papel importante en la orientación, estructura y clarificar diferencias entre los elementos visuales, lo que puede facilitar el acceso a la información. Los colores frecuentemente son percibidos de forma inconsciente, y ellos pueden causar muchas emociones en las personas, por lo cual es importante tener en cuenta su utilización y combinación. Se recomienda no colocar ninguna conducta importante únicamente mediante colores, utilizar colores perfectamente distinguibles y comprobar la visualización en distintas condiciones.

**Aspectos Culturales (Directriz 8):** La cultura de una región o país puede hacer percibir un mismo objeto de maneras diferentes en puntos geográficos diferentes. Hay que cuidar cómo se dibujan hombres y mujeres juntos y cómo van vestidos. Algunos símbolos como la esvástica, hoz y martillo, sol nascente, cruces y estrellas representan ideas políticas y/o religiosas. En un país fundamentalista pueden entenderse como ofensivas cosas que en Occidente no tienen ningún significado: Mover la cabeza, decir adiós con la mano, mujeres en bikini, bebidas alcohólicas, etc.

#### 1.3.4. Producción de Contenido

El proceso de producción de contenidos para *t-learning* se compone de las siguientes partes: preproducción, producción y postproducción (Päivi, 2006a).

##### 1.3.4.1. Fase de Preproducción

La fase de preproducción define el objetivo del servicio y establece una serie de requisitos para el servicio de aprendizaje. Las necesidades del servicio dependerán del objetivo que se busca a través del servicio.

Esta fase es muy importante ya que las decisiones adoptadas tienen gran influencia en el servicio de *T-learning*. En la fase de preproducción, los requisitos examinados son lo que se ilustran en la Figura 8:

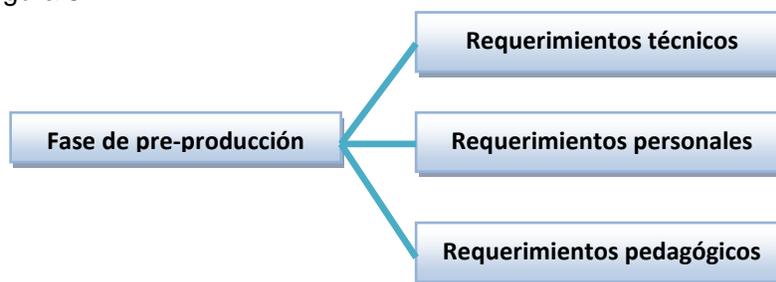


Figura 8. Características de la fase de preproducción (Päivi, 2006a)

En esta fase se especifican los requisitos técnicos, personales y pedagógicos de los recursos educativos. Dentro de los requerimientos técnicos se encuentran: transmisión, dispositivos y usabilidad.

Los rasgos personales de los alumnos que afectan a su aprendizaje son criterios a tener en cuenta. Es de esperar que el objetivo del grupo de estudiantes incluya a las personas con discapacidad, esto debe ser reconocido en la fase de preproducción. Lo mismo se aplica para el aprendizaje informal, por eso dentro de los requisitos personal deben estar la información concerniente sobre el tipo de aprendizaje (formal o informal), la accesibilidad geográfica, la



motivación, las expectativas y si existen necesidades especiales (por ejemplo deficiencias visuales y auditivas).

Los requisitos pedagógicos vienen relacionados con el objetivo y la parte teórica de un curso, el contenido y los módulos del curso, los tipos de material didáctico y las sesiones, la orientación, evaluación, pruebas y esfuerzos para apoyar el proceso de aprendizaje (Päivi, 2006b).

#### **1.3.4.2. Fase de Producción**

Dentro de esta fase, se encuentran:

- La producción del repositorio<sup>8</sup> del sistema: Las actividades dentro de la producción del repositorio del sistema son:
  - Creación del contenido para la TVDi.
  - El almacenamiento del contenido en bases de datos.
  - Descripción de su contenido (metadatos).
  - La definición de los medios necesarios y formato de contenido de las mismas.
  - La búsqueda del contenido de una base de datos.
- Producción de las características del sistema de información; refiriéndose a que tiene que haber una forma para presentar el material de aprendizaje y sesiones. El contenido necesita tener una estructura y los estudiantes deben tener una manera de navegar por el contenido.
- Requisitos generales de la televisión como un medio. Los productores de contenido tiene que considerar las siguientes cuestiones para el diseño y la producción de materia didáctico:
  - Pantalla limitada.
  - Control remoto de un receptor como el único dispositivo de control.
  - La pantalla de televisión es visto desde una distancia más larga.
  - Navegación.
  - El desplazamiento no es posible.
  - Funcionalidad de la televisión limitada.
  - El entorno de la televisión es diferente desde el PC.
  - Teclado virtual es el único medio de la escritura.
  - Teclado virtual es controlado con un mando a distancia.
- Definir el tipo de interacción que se va a utilizar en *t-learning* (Päivi, 2006b).

#### **1.3.4.3. Fase de Postproducción**

Durante la fase de postproducción, diferentes tipos de materiales de aprendizaje tales como DVB-HTML, videos, y animaciones se combinan para formar el curso. Al final es importante que se verifique si el proceso de aprendizaje está habilitado durante todo el curso. La orientación del aprendizaje y la interacción tienen que ser garantizadas y las instrucciones

---

<sup>8</sup> Un repositorio, depósito o archivo es un sitio centralizado donde se almacena y mantiene información digital, habitualmente bases de datos o archivos informáticos (<http://www.educativa.com/docs/Repositorio.pdf>).



para el ambiente de aprendizaje tienen que ser por escrito. El contenido podría ser empaquetado como los servicios de radiodifusión o de servicios por demanda (Päivi, 2006b).

### 1.3.5. Proyectos Relacionados

En el ámbito nacional aun no existen desarrollos sobre televisión digital interactiva y sobre todo en entornos de aprendizaje basados en esta tecnología ya que en Colombia, la CNTV eligió hace pocos meses el estándar para la TV Digital. En el ámbito internacional existen proyectos en diferentes universidades, igualmente hay un auge en empresas dedicadas a aplicaciones propietarias relacionadas con televisión digital interactiva, pero limitándose a *t-learning*, son las universidades, quienes han adelantado un proceso investigativo y de desarrollo.

A continuación se referencian y describen los proyectos más representativos:

ELU (*Enhanced Learning Unlimited*) es un proyecto europeo, que busca el desarrollo de un medio de *t-Learning*, la concepción y puesta en marcha de un marco pedagógico para *t-Learning* (Päivi, 2006b). ELU se centra en las posibles necesidades de aprendizaje de los usuarios dentro de los tres principales dominios:

- Plataforma de aprendizaje.
- Contenidos de aprendizaje.
- Procesos de aprendizaje.

El objetivo principal del proyecto ELU es fomentar el uso de MHP y TVDi, formulando un nuevo enfoque pedagógico aprovechando el potencial de iTV. En la parte pedagógica, se examina la forma de reducir la brecha entre "entretenimiento" y "aprendizaje participativo" y la forma de convertir un espectador pasivo en un estudiante activo.

En España, el desarrollo de aplicaciones educativas basadas en *t-learning*, ha hecho que las universidades vengán trabajando desde hace varios años en un proceso de I+D, lo que ha llevado a un cierto nivel de maduración concerniente a la utilización de esta tecnología con fines educativos.

EL G.R.I.S (Grupo de redes e ingeniería de software) de la Universidad de Vigo (España), posee una línea de investigación basada en televisión digital interactiva la cual se centra en el estudio y análisis de los sistemas necesarios para la generación, transmisión y recepción de la nueva televisión digital interactiva, haciendo especial hincapié en todo aquello relacionado con las normas DVB (Digital Video Broadcasting) (Collazos et al., 2008).

Uno de los proyectos basados en aprendizaje a través de iTV, que ha desarrollado el grupo G.R.I.S, es el de t-MAESTRO (Multimedia Adaptive Educational System based on Reassembling TV Objects), el cual es un tutor inteligente en el campo de *t-learning*. Su característica más destacable radica en la posibilidad de crear cursos a la carta adaptados a las necesidades de cada alumno, más allá de la simple selección de cursos genéricos (De Franco et al., 2007). Otra novedad consiste en la inclusión de contenidos audiovisuales que no han sido específicamente creados con fines educativos- en los propios cursos, como material de apoyo a los contenidos educativos. Esta última característica permite que los cursos resulten más entretenidos y atractivos para el estudiante, moviéndose de este modo, en los



dominios de *Edutainment*<sup>9</sup> y *Entercaction*<sup>10</sup> y no en los de la educación puramente formal (Olševičová, 2007). La herramienta *SCO Creator* fue desarrollada en el contexto de este proyecto para la creación de SCO autoadaptativos a partir de plantillas Java predefinidas. Los objetos educativos autoadaptativos se caracterizan por la capacidad de modificar su comportamiento según las propiedades concretas del estudiante, para lo cual utilizan un fichero de adaptación que contiene las reglas que indican qué apariencia han de mostrar al estudiante de acuerdo con un conjunto de parámetros de adaptación preestablecidos (Olševičová, 2007).

---

<sup>9</sup> *Edutainment*: Seguimiento de un curso de naturaleza educativa formal que ha sido mejorado para que resulte más efectivo y entretenido, añadiéndole contenido audiovisual relacionado (Olševičová, 2007).

<sup>10</sup> *Entercaction*: Ofrecer al telespectador contenidos educativos relacionados con el programa que está viendo y que le permitirán profundizar en el tema sobre el que éste ve (Olševičová, 2007).



## 2. ESTADO DEL ARTE SOBRE GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS PARA ITV

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Con las ventajas que ofrece la televisión digital respecto a la análoga, se han generado nuevos servicios que tradicionalmente no estaban asociados a este medio, lo cual ha ocasionado la aparición de nuevas herramientas para generar contenido, ya que las herramientas existentes no han suplido las necesidades que requiere este medio.

Como la televisión interactiva es un medio totalmente diferente a un sitio web, con experiencia y requerimientos totalmente distintos; es importante conocer el sistema de iTV de extremo a extremo para entender como es el proceso de generación y distribución de contenidos. Es así, como en este capítulo se abarcará temas relacionados con la generación y distribución de contenidos para iTV, así mismo, se dará una visión global de las herramientas que existen para la generación y distribución de los mismos.

### 2.2. DEFINICIONES

En esta sección se abarcará conceptos muy utilizados en los procesos de generación y distribución de contenidos en iTV.

#### 2.2.1. Flujo de transporte

Se refiere a un protocolo de comunicación de audio, video y datos que se especifica en MPEG-2. Su objetivo de diseño es permitir la multiplexación de las señales digitales de audio y video para sincronizar la salida (Morris, 2005).

El flujo de transporte o TS (de sus siglas en inglés Transport Stream) ofrece muchas funcionalidades de corrección de errores para el transporte de los datos poco confiables y se utiliza en aplicaciones de emisión como DVB y ATSC.

#### 2.2.2. DVB-J

Una aplicación DVB-J (también conocida como Xlet) es un programa escrito en Java que cumple dos condiciones principales (Cesar, 2005):

1. Hace uso únicamente de las librerías y APIs de clases Java (JMF, JSEE, JavaTV) definidas expresamente en la norma MHP.
2. Genera y atiende a una serie de señales que implementan un ciclo de ejecución perfectamente especificado en la norma MHP, y que permite que una aplicación sea fácilmente controlada por el gestor de aplicaciones de la máquina MHP. El gestor de aplicaciones es la entidad encargada de arrancar y parar las distintas aplicaciones y de monitorizar su ejecución.

Para el API MHP, el DVB ha aprovechado varios trabajos anteriores para incluirlos en la especificación. Se pueden distinguir cuatro bloques (Gutiérrez, 2005):

- **Sun Java API:** Incluye los siguientes paquetes:
  - JMF (*Java Media Framework*) APIs. MHP utiliza JMF para presentar y controlar el audio y el vídeo.



- Parte del núcleo fundamental definido en la plataforma Java JDK 1.1.8.
  - JSEE (*Java Secure Sockets Extensión*) APIs. Conjunto de paquetes que aseguran comunicaciones seguras a través de Internet.
  - Subconjunto de la API JavaTV. JavaTV es un conjunto de paquetes genéricos que proporcionan un control sobre funcionalidades exclusivas del entorno de la TV interactiva, y que pueden ser definidas de manera independiente de un protocolo de transporte específico.
- **Interoperabilidad de Audio/Video (HAVi):** Define las características más apropiadas que deben tener los elementos empleados para desarrollar la interfaz gráfica de las aplicaciones en un contexto como el de la televisión. Los paquetes HAVi incluidos en la especificación MHP sustituyen las funcionalidades del java.awt que han sido omitidas en MHP.
  - **Consejo Digital de Audio Video (DAVIC):** Se ocupa de los temas relacionados con el flujo MPEG. Trata temas relacionados con funciones de bajo nivel del STB: sintonización del flujo de transporte, acceso condicional, filtrado de secciones privadas de MPEG-2, uso de recursos escasos, etc.
  - **APIs específicas definidas por DVB:** En ellas se definen todos los aspectos necesarios para gestionar las nuevas funcionalidades de los receptores como el manejo de eventos, aplicaciones, carrusel de objeto etc. que aún no han sido cubiertos por las APIs ya mencionadas.

### 2.2.3. DVB-HTML

DVB-HTML es un nuevo tipo de aplicación, opcional, especificado en el MHP 1.1. Se presenta como un plug-in<sup>11</sup> en el perfil de Difusión Enriquecida y como opcional en los perfiles Difusión Interactiva y de Acceso a Internet (Moreno, 2006). DVB-HTML está destinado a los organismos de radiodifusión que deseen entregar contenido basado en XML, el cual facilita cualquier intento de normalización. Es importante notar que DVB-HTML y el navegador del cliente definido en el perfil de acceso a Internet son temas distintos (Cesar, 2005). El primero se especifica en MHP como un formato basado en XML, garantizando la interoperabilidad entre los organismos de radiodifusión. En contraste, el perfil de acceso a Internet no especifica qué lenguaje XML debe soportar el navegador. Por lo tanto, sería posible implementar el perfil de acceso a Internet y no soportar DVB-HTML.

Como se ilustra en la Figura 9, DVB-HTML incluye una serie de estándares de la W3C, como XHTML (Núcleo DVB-HTML), CSS Nivel 2, DOM Nivel 2, y ECMAScript.

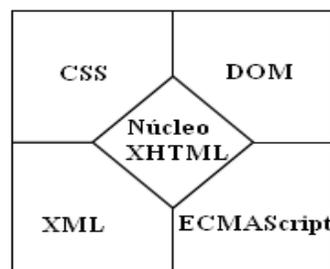


Figura 9. Lenguajes DVB-HTML (Moreno, 2006)

<sup>11</sup> Plug-in: es un módulo hardware o software que añade una característica o un servicio específico a un sistema más grande (<http://www.masadelante.com/faq-plug-in.htm>).

El núcleo de DVB-HTML es un superconjunto del XHTML básico e incluye un nuevo módulo, Eventos Intrínsecos DVB, dentro de un nuevo espacio de nombres XML: dvbhtml, Tal cual como se aprecia en la Figura 10.

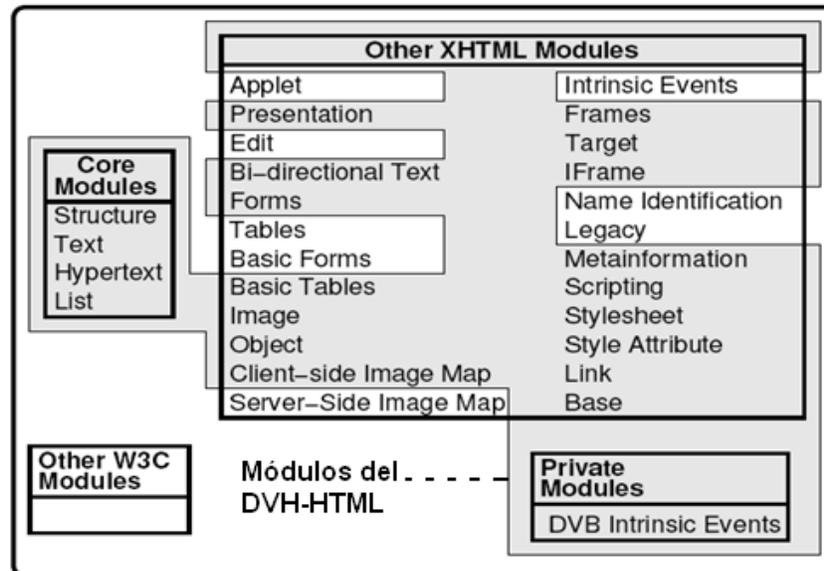


Figura 10. Núcleo del DVB-HTML.(Cesar, 2005)

En la Figura 10, la modularización XHTML incluye todos los módulos a excepción del módulo privado que proporciona una funcionalidad para los autores de contenido para el registro seguro de eventos.

DVB-HTML es totalmente compatible con la especificación W3C CSS nivel 2, esto no significa que soporte todas las propiedades, tipos de datos y las reglas definidas en CSS 2.0. Un subconjunto ha sido definido y extendido para hacer frente a las limitaciones de entornos de TV (Heß, 2005) (Moreno, 2006).

Propiedades de las extensiones DVB:

- **DVB-tv:** Es un nuevo tipo de medio que ha sido creado para utilizar diferentes plataformas (PDAS, teléfonos móviles, PC, STB) y ser capaz de diferenciar los entornos de tv.
- **Compose-rule y Opacity:** Para realizar efectos de transparencia dentro del plano de gráficos.
- **Clip-video:** Coloca una pieza de video en una localización dada.
- **Navegación Direccional:** Las propiedades de navegación (nav-up, nav-down, naw-left, nav-right) permiten gestionar cuatro direcciones de navegación a través del control remoto.
- **Viewport:** Ha sido creada junto con otras propiedades relacionadas, con el fin de definir el bloque inicial (tamaño, posición) que contiene la aplicación DVB-HTML.

DVB-HTML incluye una serie de módulos DOM Nivel 2. DOM es una interfaz de programación que suministra acceso a los contenidos, estructura y estilo de documentos XML y HTML, por lo tanto permite añadir dinamismo a las aplicaciones DVB-HTML, además, DVB-HTML incluye nuevos módulos (Moreno, 2006) (Morris, 2005):

- *DVB-HTML DOM*: Para sustituir al módulo DOM Nivel 2 HTML, ya que soporta DTD HTML 4.01, el cual no es necesario.
- *DVB Events DOM*: Permite integrar DVB-HTML dentro de la plataforma MHP.
- *Key Events DOM*: Para vincular los eventos al control remoto.
- *DVB CSS DOM*: Permite el acceso a las extensiones CSS para los entornos de televisión.
- *DVB Environment*: Para que una aplicación DVB-HTML pueda acceder a la programación de algunas variables de entorno, por ejemplo las que contienen la ventana o el marco o algunos parámetros del procesador de aplicaciones HTML.

ECMAScript: Es la normalización de la versión de JavaScript. El lenguaje de scripting que permite el acceso de los documentos públicos DVB-HTML a clases Java (DVB-J)(Heß, 2005).

Finalmente DVB-HTML especifica cuestiones tales como un modelo de aplicación, un puente con DVB-J, un modelo de seguridad y sincronización de Audio/Video. El puente es una interfaz que permite al motor de la presentación acceder a métodos (Ejemplo, para cambiar el tamaño del contenido de Audio/Video emitido). La Figura 10 describe la relación de DVB-HTML y DVB-J (Cesar, 2005).

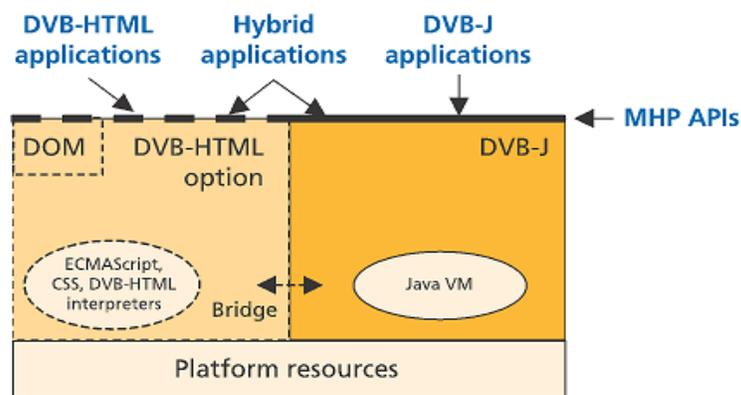


Figura 11. Arquitectura DVB-HTML(Moreno, 2006).

#### 2.2.4. El modelo de pantalla en un receptor de televisión digital

El modelo es ligeramente diferente del que se utiliza para PC, porque no se tiene la suficiente potencia de procesamiento para hacer todo el trabajo software (Coêlho, 2005). Debido a esto, las capacidades del hardware desempeñan un papel importante en la estructura del modelo de los gráficos.

La pantalla en un receptor DTV lógica se divide en tres capas (ver Figura 12): la capa de fondo (HBackgroundDevice) la cual permite mostrar un simple color de fondo detrás de cualquier grafico sobre la pantalla, esta capa también permite mostrar una imagen fija pero con una serie de limitaciones; la capa de video (HVideoDevice), es la capa que permite mostrar cualquier contenido de video, y dependiendo del receptor utilizado se puede realizar operaciones de posicionamiento y desplegar un video en la capa de gráficos mediante los componentes de video (Morris, 2005). La capa superior de la pantalla es la capa de gráficos (HGraphicsDevice).

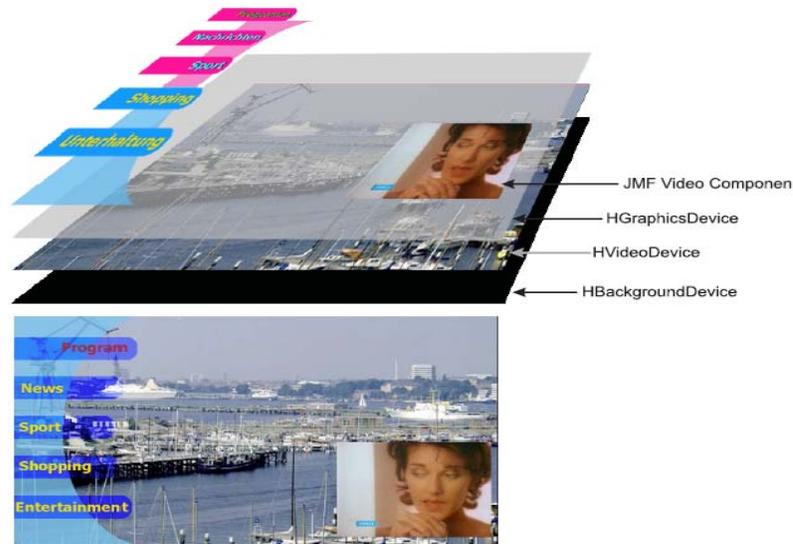


Figura 12. Modelo de Pantalla MHP (DVB, 2003).

### 2.3. TIPOS DE CONTENIDO

Al generar contenido, es importante identificar los tipos de contenido soportados y sus limitaciones que presentan. A continuación, se exponen los contenidos soportados por MHP.

Contenido	Formato	Tipo MIME	Extensión
Imagen	JPEG	image/jpeg	.jpg
	PNG	image/png	.png
	GIF	image/gif	.gif
	MPEG I-frame	image/mpeg	.mpg
Video	MPEG-2 video	video/mpeg	.mpg
	MPEG-2 video drips	Video/dvb.mpeg.drip	.drip
Audio	Datos de audio MPEG-2	Audio/mpeg	.mp2
Texto	Plano	text/dvb.subtitle	.txt
	UTF8	text/dvb.utf8	.txt
Subtitulo	Datos del subtítulo DVB	image/dvb.subtitle	.sub
		text/dvb.subtitle	.sub
Teletexto	Datos del teletexto DVB	text/dvb.teletext	.tlx
Tipo de Letra	Fichero de datos del tipo de letra.	Application/dvb.pfr	.pfr
DVB-HTML	Fichero DVB-HTML	text/xml	.xml
		Application/xml	.xml
	Hojas de Estilo CSS	text/css	.css
	Fichero ECMAScript	Text/ecmascript	.js
DVB-J	Fichero de la clase Xlet	Application/dvbj	.class
Servicio	Servicio DVB	Multipart/dvb.service	.svc

Tabla 3. Tipos de contenidos soportados por MHP.

#### 2.3.1. Servicio

DVB llama servicio a lo que en lenguaje coloquial se conoce como un canal de televisión. Un servicio está formado por un conjunto de flujos elementales (Flujo de Audio, Flujo de Video, Flujo de Datos y aplicaciones) agrupados lógicamente.



El fichero del servicio DVB es usado por MHP como un tipo MIME para la radiodifusión de servicios DVB, es decir, la información relacionada con los Elementary Stream es enviada mediante este archivo.

### **2.3.2. Tipo de Letra**

Los receptores MHP incluyen sólo el tipo de letra Tiresias por defecto, por lo tanto, si se quiere utilizar otros tipos de letra para dar al texto distintas apariencias, se debe enviar el archivo, que define el tipo de letra, junto con la aplicación.

### **2.3.3. Texto**

Los terminales MHP soportan dos tipos de archivos texto: los planos y los UTF8. Los archivos de texto plano sólo soportan caracteres definidos por Western European, por lo cual tildes no son soportadas (Morris, 2005). Los archivos de texto UTF8 manejan múltiples formatos, este ha sido definido para soportar caracteres no europeos (DVB, 2003).

### **2.3.4. Imagen**

Un receptor puede desplegar imágenes en un número de formatos, tales como GIF, JPEG, y PNG. Alternativamente, se puede usar MPEG I-Frame<sup>12</sup> para desplegar una imagen en pantalla completa o un video drips para desplegar muchas imágenes, que solo tienen pequeñas diferencias (Morris, 2005). En ambos casos, se necesita ser consciente de las limitaciones. Algunos receptores pueden usar el decodificador hardware MPEG para decodificar los I-Frames, video drips, y para la difusión de video. Así, al desplegar imágenes que usan esos formatos pueden afectar el video que se esté reproduciendo, es decir, el video presentara fallas mientras el frame es decodificado.

GIF es un formato gráfico con una buena compresión sin pérdidas, para imágenes con baja profundidad de color. El formato PNG debería ser usado en lugar del formato GIF, debido a que el soporte de este formato es opcional y las animaciones GIF no son soportadas (DVB, 2003).

### **2.3.5. MPEG Video Drips**

El modo de alimentación a gota consiste en permitir a una aplicación alimentar progresivamente al decodificador MPEG-2 con trozos de un flujo de MPEG-2 (Morris, 2005). En este modo, solo se requiere que el decodificador maneje los I-Frame y P-Frame<sup>13</sup> (no B-Frames<sup>14</sup>). Si se alimenta al decodificador de video MPEG-2 con contenido invalido. El contenido es descartado y no hay garantía de que una vez el contenido sea descartado, una nueva secuencia válida de bytes sea desplegada (a menos que el decodificador sea reiniciado).

---

<sup>12</sup> I-Frame: Es una imagen que es usada en la compresión de video, la cual está definida completamente, es decir, no necesita de otras imágenes (Frames) para ser codificada.

<sup>13</sup> P-Frame: Tiene solo parte de la información de la imagen, por lo que necesita menos espacio que un I-Frame para almacenarse. Para ser codificada necesita del I-Frame o P-Frame anterior en la secuencia de video.

<sup>14</sup> B-Frame: De los Frames utilizados en la compresión de video, este es el que ahorra más espacio. Es codificado usando las diferencias con respecto a un I-Frame predecesor y un P-Frame sucesor en la secuencia de video.

**Nota:** Los P-Frame y los B-Frames mejoran las tasas de compresión de video.

### 2.3.6. Clips de Audio

Tanto MHP como OCAP soportan sólo el formato de audio MPEG-1 (capa 1 ó 2) con las restricciones impuestas en el ETSI TR 101 154 (Morris, 2005), que es el mismo estándar utilizado para audio en los servicios DVB.

La mayoría de los clips de sonido se descargan por el carrusel de objetos, de ahí que entre más grandes sean los ficheros de sonido, más tardarán en descargarse, y puede que esto afecte al tiempo de carga de otros archivos al aumentar la latencia del carrusel (MHP-KDB, 2006). Además, los ficheros grandes utilizan más memoria, lo que puede dar problemas en receptores con poca RAM.

Los receptores MHP, no son capaces de mezclar clips de sonido, por lo que un receptor sólo puede reproducir un clip a la vez (Morris, 2005).

## 2.4. ARQUITECTURA DE EXTREMO A EXTREMO MHP

Para entender como es el proceso de distribución de contenidos se hace necesario identificar los componentes más importantes que hacen parte del sistema de iTV, mediante la arquitectura presentada en la Figura 13.

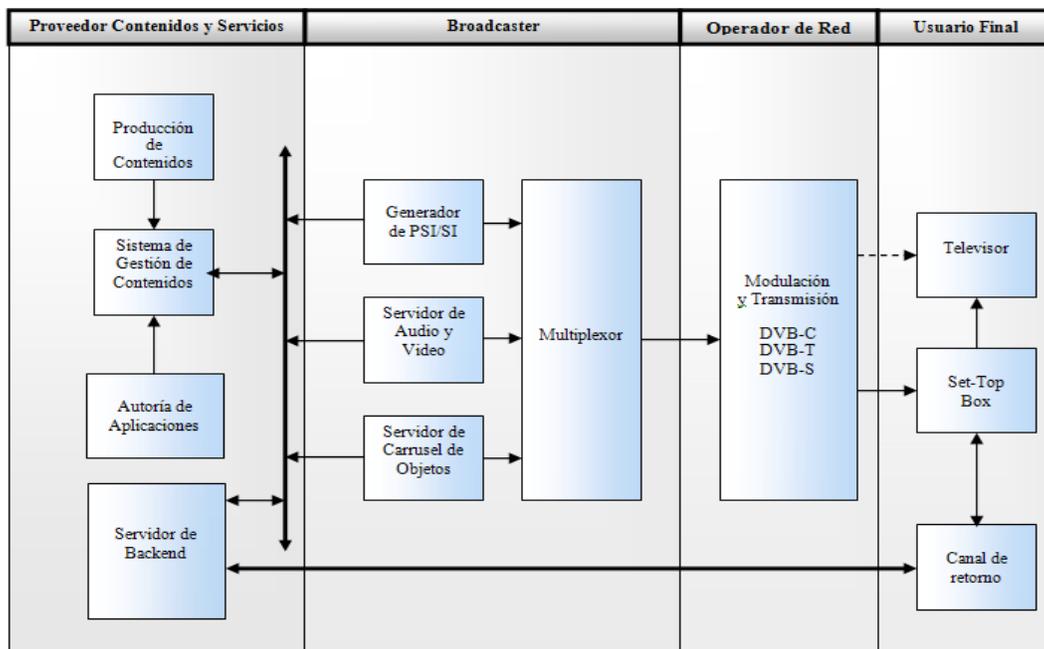


Figura 13. Arquitectura EDiTV<sup>15</sup>(Urbano et al., 2008).

La Figura 13 permite identificar los componentes tecnológicos en cada una de las áreas que hacen parte del sistema de televisión digital interactiva. Prácticamente son las mismas áreas que se tenían en la televisión tradicional, adicionando nuevos componentes para el desarrollo de aplicaciones interactivas y para soportar comunicaciones bidireccionales entre el proveedor de contenidos y el STB.

<sup>15</sup> EDiTV: Acrónimo dado al proyecto Educación Virtual Basada en Televisión Interactiva para apoyar procesos educativos a distancia

Las áreas que hacen parte del sistema de televisión digital son:

- *Proveedor de contenidos y servicios*: Este componente se encarga de la producción, autoría, adecuación y gestión de los contenidos como audio, video, datos, aplicaciones y servicios.
- *El broadcaster*: Se encarga de adicionar a los flujos de A/V las aplicaciones y realizar su emisión hasta el terminal del usuario a través de la red de transmisión. El hecho de incluir en el TS las aplicaciones a mérita que sean señalizadas. La señalización sirve para diferentes propósitos (Pantle, 2003).
  - Para dar aviso a un receptor que una aplicación está disponible.
  - Para indicarle al receptor cual es el contenido de la aplicación.
  - Para proporcionar señalización eventual del difusor a la aplicación.
- *Operador de Red*: Suministra la red de transmisión.
- *Usuario final*: Es el propietario de un terminal que soporte MHP. Así mismo de la presencia o no de una conexión de retorno para el terminal a través de Internet.

Para abarcar más en detalle los componentes que hacen parte del sistema de televisión digital se profundizará su arquitectura (Figura 14). Para lo cual, se tomara como base el estudio realizado por (MHP-KDB, 2006). En el cual, se tiene el Playout encargado de generar los contenidos audiovisuales, los tradicionales a la televisión analógica, y la herramienta de autoría con la cual se crean las aplicaciones. Terminados los contenidos, se genera el carrusel de objetos, el cual convierte los archivos y directorios de las aplicaciones a módulos, los cuales serán enviados uno detrás de otro, una vez el ultimo módulo se ha enviado el proceso se repite de ahí el nombre de carrusel de objetos. Por otro lado, también se debe generar las tablas PSI/SI que llevaran información del servicio y de las aplicaciones que está disponga. Posteriormente, se multiplexa toda la información y se genera un único flujo MPEG-2 que será emitido a través del operador de red y finalmente la señal es recibida por el terminal MHP (Televisor o STB). Además, hay la posibilidad de utilizar un canal de retorno que permitirá incrementar la interactividad ya que el usuario puede tener comunicación directa con el proveedor de contenidos a través de un servidor de aplicaciones.

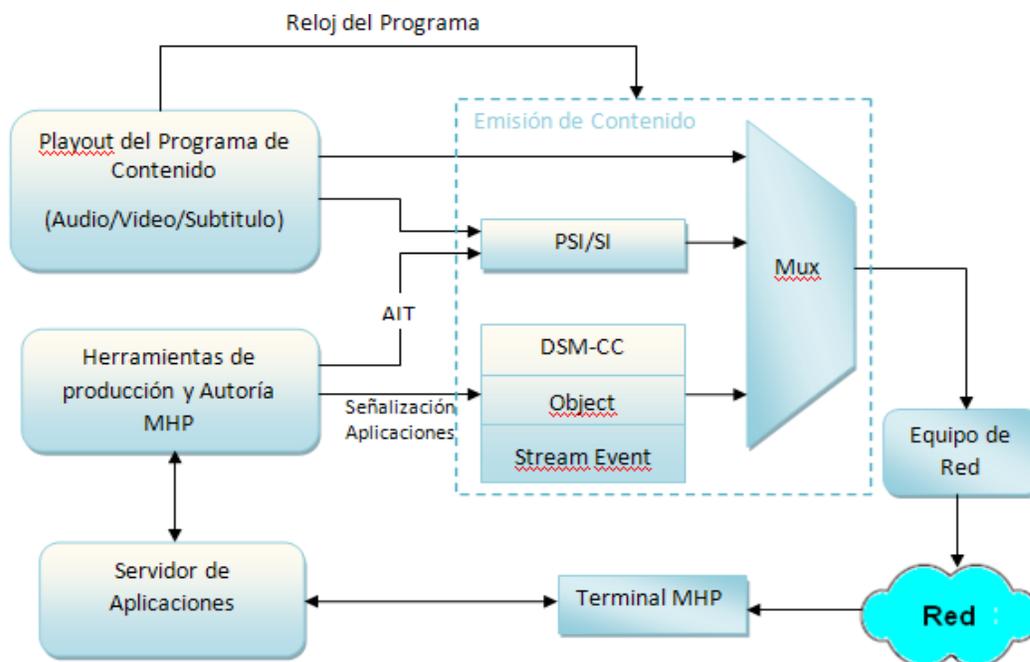


Figura 14. Arquitectura de extremo a extremo MHP.



#### **2.4.1. Playout del Programa de Contenido**

Este componente integra la codificación del audio y video; la generación del carrusel de objetos, datos y eventos; la generación de la información de programas, servicios y aplicaciones, y la multiplexación de todos estos contribuyentes para la generación de un único flujo de transporte MPEG-2 que será modulado posteriormente para su Transmisión. Adicionalmente, se realiza la programación de la emisión (programas, aplicaciones interactivas y eventos) y configuración de algunos parámetros de transmisión como la tasa de bits (Amaya, 2008).

El Playout del programa de contenido no es específico de los sistemas MHP. Es una función necesaria en las redes de radiodifusión, independientemente de la plataforma utilizada. El contenido del programa es enviado desde un proveedor de contenidos al sistema de radiodifusión, encargado de alimentar la red.

#### **2.4.2. Herramientas de Producción y Autoría MHP**

Son herramientas destinadas a los desarrolladores de aplicaciones para facilitar la creación y el desarrollo de aplicaciones para televisión digital interactiva MHP. Algunas herramientas permiten analizar y probar las aplicaciones.

Las herramientas más utilizadas son las de autoría que permite a los diseñadores de contenido integrar una amplia gama de medios para crear contenido profesional e iterativo (Harris, 2008).

#### **2.4.3. PSI/SI**

Video, audio y datos son todos intercalados cuando se transmiten en un solo *TS*. Dentro de los estándares de transmisión DVB, las fuentes de datos separados son identificadas con un único identificador PID (Becker et al., 2005).

Las tablas PSI/SI se utilizan como una tabla de contenidos, permitiendo navegar entre todos los PID recibidos. Debido a la naturaleza de los *TS*, las tablas han definido un mínimo de intervalos de repetición, durante la emisión, para garantizar el máximo tiempo de acceso (Walter, 2004).

Las tablas SI (Servicio de Información) son una adición a la especificación PSI, definida por DVB, que también se conoce como DVB-SI. SI contiene los metadatos necesarios para localizar, sintonizar y visualizar los servicios sobre un terminal (Morris, 2005).

Parte de la especificación DVB-MHP es la tabla de información de aplicaciones (AIT). Aunque no forma parte de las tablas PSI/SI la tabla es referenciada en una o más PTMs.

En el Anexo B se tiene una descripción de cada una de las tablas.

#### **2.4.4. AIT**

La especificación MHP define la tabla AIT (*Application Information Table*) que contiene una descripción de todas las aplicaciones que pueden ejecutarse durante la emisión de un servicio (Gutiérrez, 2005). Se trata de una tabla adicional a la señalización de las tablas de información de servicio PSI y SI que definen MPEG-2 y DVB respectivamente. Es una tabla obligatoria para cada servicio con aplicaciones asociadas, y debe retransmitirse con un intervalo máximo de repetición de 10 segundos (Morris, 2005).



#### 2.4.5. DSM-CC

DSM-CC (Digital Storage Media–Command and Control) es un estándar de difusión de datos. DSM-CC se integra dentro del estándar MPEG-2 y define una colección de protocolos que pueden combinarse o utilizarse de forma separada (Pytelka, 2007). En MHP, el DSM-CC ofrece, entre otras cosas, un mecanismo para transmitir aplicaciones y datos MHP vía un canal broadcast en forma de carrusel, y una forma para sincronizar estas aplicaciones con el audio y el vídeo de un servicio mediante los llamados flujo de eventos (Morris, 2005).

DSM-CC soporta dos tipos de carrusel: El carrusel de datos y el carrusel de objetos (Morris, 2005):

##### **Carrusel de Datos**

Son los más simples, estos proveen una forma para el que broadcaster transmita bloques de datos al receptor. Este método no entrega información de que tipo de datos son y es utilizado por la especificación ATSC.

El carrusel de datos DVB está basado en la especificación ISO / IEC 13818-6 sobre el carrusel de datos DSM-CC y soporta los servicios de radiodifusión que requieren la transmisión periódica de módulos de datos a través de las redes de radiodifusión DVB (Peng, 2002).

La transmisión de los datos, dentro del carrusel de datos es organizada en módulos, que se subdividen en bloques. Cada uno de los bloques tienen el mismo tamaño a excepción del último bloque de cada módulo, que puede ser menor. Los módulos son una delimitación de grupos separados lógicamente de los datos, dentro de un carrusel de datos, que pueden ser agrupados en un grupo de módulos si lo requiere el servicio (Peng, 2002).

##### **Carrusel de Objetos**

Es una mejor solución construida a partir del carrusel de datos; provee funcionalidad similar a un sistema de archivo. DVB usa este formato, y se utiliza en MHP y OCAP. Un solo carrusel de objetos puede ser transmitido dentro de más de un servicio.

En MHP, las aplicaciones y los datos se envían en el carrusel de objetos, mientras que los eventos se envían como un flujo de eventos. Como los sistemas broadcast son unidireccionales, el cliente (STB) no tiene la forma de pedir datos al sistema. Por tal motivo, los datos se organizan en carruseles, es decir, los ficheros se difunden por el canal broadcast unos detrás de otros y así sucesivamente (Morris, 2005). Esto significa, que es posible que el cliente tenga que esperar una vuelta entera para poder acceder a un fichero específico, a no ser que el fichero se repita varias veces en una misma vuelta.

Respeto a la transmisión de los datos DSM-CC, todos los mensajes del carrusel de objetos se transmiten utilizando el formato de secciones DSM-CC (Heß, 2005):

- Longitud máxima de la sección (*Object Carrousel*) 4096 bytes.
- Cabecera 12 bytes.
- Carga útil 4084 bytes.

El estándar DSM-CC ofrece la opción de escoger entre un CRC32 o un *checksum* para la detección de los bits erróneos.



## Mapeado de objetos a módulos de carruseles de objetos

Los carruseles de objetos DSM-CC permiten transportar uno o más objetos (archivos o directorios) en un módulo del carrusel de datos. Para optimizar los requisitos de características y memoria, se especifica (MHP-KDB, 2006):

- Al mapear objetos a módulos de un carrusel de datos, solamente los objetos estrechamente relacionados se deben poner en el mismo módulo. Si en el proceso de recuperación de un objeto del carrusel un terminal MHP adquiere un módulo que contiene objetos múltiples, debe procurar almacenar estos, ya que se espera que estén relacionados con el objeto solicitado y se necesiten pronto.
- El tamaño de un módulo que contiene objetos múltiples no debe sobrepasar los 65536 bytes descomprimido. A los terminales MHP que cumplan esta especificación sólo se les exige que puedan manejar objetos de igual o menor tamaño. Los módulos que contienen un sólo mensaje del archivo pueden exceder 65536 bytes, quedando el límite superior restringido solamente por los recursos de la memoria en el terminal de MHP.
- Además de estas limitaciones, el directorio y los mensajes de la entrada de servicio se limitan a 512 objetos por mensaje.

### 2.4.6. Flujo de eventos

El flujo de eventos o SE (de su siglas en ingles Stream Events) son anotadores incrustados en el TS como secciones privadas. Los TS deben contener un carrusel de objetos, que contenga al menos un objeto del flujo de eventos. Este objeto identifica al evento adecuado. Dentro de un flujo de evento se puede transmitir información (texto, dígitos) específica para la aplicación, que puede utilizarse para ofrecer información adicional.

Tipos de SE (Walter, 2004):

- Eventos hágalo ahora (*do it now event*): El evento es activado de inmediato (tan pronto como sea posible). Este tipo de eventos son de un solo intento, lo cual implica que no se volverán a repetir, de ahí que el terminal MHP debe hacer un esfuerzo especial para asegurarse de recibirlos. Son ideales para sincronizar una aplicación MHP con un programa que se emite en directo.
- Eventos programados (*scheduled events*): Se crean antes de que el evento realmente ocurra, se envían una o varias veces en grupo al terminal MHP. El terminal MHP coge estos eventos de flujo programados y los almacena hasta que el NPT<sup>16</sup> alcanza el tiempo programado que marca el evento.

Los eventos programados ofrecen una mayor precisión, pero incrementa la complejidad. Estos eventos sólo pueden utilizarse para contenido pregrabado, ya que la emisión concreta del contenido audiovisual debe conocerse con tiempo para crear los *timestamps*<sup>17</sup> de la programación del flujo de eventos.

---

<sup>16</sup> El NPT es un frame exacto de tiempo definido por DSM-CC y se reconstruye a partir de la información PCR presentada en el flujo MPEG-2.

<sup>17</sup> Timestamps: Son una secuencia de caracteres, que denotan la hora y fecha (o alguna de ellas) en la cual ocurrió determinado evento.



#### **2.4.7. Terminal MHP**

Es el dispositivo que ejecuta las aplicaciones MHP, es decir, presenta las aplicaciones al usuario y por medio del terminal el usuario interactúa con el sistema.

El terminal MHP puede interactuar con dispositivos de terceros por lo general con tarjetas inteligentes, así mismo, puede usar el canal de retorno para interactuar con sistemas externos.

#### **2.4.8. Canal de Retorno**

Un componente importante en la arquitectura E2E<sup>18</sup> es el canal de retorno. Este adiciona la interactividad real a distancia a todo el sistema (Urbano et al., 2008). El canal de retorno puede analizarse sobre la base de las tecnologías disponibles y sobre la base de como las aplicaciones utilizan el canal de retorno.

Una aplicación MHP normalmente utiliza un canal de retorno para tener un enlace bidireccional entre el receptor MHP y servidores de aplicaciones. Estos servidores son aplicaciones específicas y pueden tener una interfaz de cada aplicación.

Desde un punto de vista técnico, los canales de retorno se pueden dividir en canales de interacción por cable y móvil. Para cada categoría, hay conexiones que son temporales (PSTN) y conexiones que siempre están activas (Banda ancha). En los canales de interacción por cable se tiene: el modem PSTN y los de banda ancha, tales como xDSL o FTTN, utilizan modem especiales los cuales pueden ser instalados en el receptor o el receptor puede conectarse mediante una puerta de enlace Ethernet (con cable o inalámbrico WiFi) o por USB.

Las principales tecnologías para los canales de interacción móvil son los modem GSM, que es comparable en uso con un módem PSTN y una conexión GPRS, que es comparable en uso con ADSL y la tecnología 3G (UMTS).

#### **2.4.9. Servidor de Aplicaciones**

Los servidores de aplicaciones son probablemente los componentes menos estandarizados de la arquitectura E2E. Esto se desprende del hecho de que son específicos en cada aplicación.

Algunas aplicaciones necesitan acceder o almacenar información en un repositorio central, este almacenamiento puede ser implementado con servidores de aplicaciones. El terminal MHP se comunica con los servidores de aplicaciones utilizando el canal de retorno. El servidor de aplicaciones puede responder a través del canal de retorno o a través del flujo broadcast.

Como el servidor de aplicaciones tiene mucho más recursos que el terminal MHP, a menudo es una buena elección de diseño para poner la lógica de la aplicación en el servidor, en la medida que los terminales MHP soporten el canal de interacción (perfil de difusión interactivo dvb-mhp). El servidor de aplicaciones puede acceder a otros sistemas para llevar a cabo operaciones solicitadas en nombre del terminal MHP (Gutiérrez, 2005).

### **2.5. PLATAFORMAS MHP PARA LA DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS**

A continuación, se abarcará uno de los componentes más importantes y complejos que tiene los sistemas de televisión digital como son las plataformas utilizadas en la distribución de contenidos.

---

<sup>18</sup> E2E: Extremo a Extremo (End-to-End)



### 2.5.1. Opencaster

Opencaster, antiguamente JustDVB-it, es un servidor de Playout open source para el sistema GNU/Linux, el cual permite gestionar los flujos de transporte MPEG-2, generar las tablas PSI/SI (ver Anexo B) e incluye un generador de carrusel de objetos. De manera que, Opencaster puede ser tratado como una colección de programas para generar, procesar, difundir y multiplexar un flujo de transporte MPEG-2 (Avalpa, 2008).

Una definición más general de Opencaster es un generador de TS que puede ser conectado a una red DVB a través de una interfaz de salida DVB-ASI.

#### Características

- Es libre y de código abierto.
- Manipula los TS en tiempo real de muchas fuentes o almacenados en un disco duro.
- Salida DVB-S, DVB-T y DVB-C con el hardware Dektec DTA110T.
- Generador de PSI/SI.
- Generador de carruseles de objetos.
- Generador de carruseles de datos.
- Codificación de audio y video MPEG-2 apoyado por FFMPEG.
- Sustitución de paquetes nulos.
- Inserción uniforme de paquetes nulos.
- Analizador de la cabecera de emisión de los flujos de audio y video.

### 2.5.2. Fraunhofer IMK MHP Playout System

Fraunhofer es una solución de bajo costo que cumple con gran parte de las características que debe tener los sistemas de Playout MHP, como carrusel de objetos, multiplexación en tiempo real, múltiple protocolo, encapsulación, secciones privadas y soporte de salida de flujos ASI (Nybo, 2006).

#### Características

- Es estable y flexible.
- Genera y analiza todo el MPEG-2, DVB, tablas MHP y descriptores.
- Arquitectura de plugins para agregar nuevas funcionalidades.
- El sistema es controlado por una simple y fácil interfaz de usuario.
- Compilador de carruseles para generar el carrusel de objetos MHP.

### 2.5.3. Comparación de las plataformas Opencaster y Fraunhofer IMK MHP

Para hacer la comparación se hará uso de la Tabla 4 que ilustra las características de las plataformas.

Como se puede observar en la Tabla 4, cada uno de estos sistemas dispone de los requisitos básicos que debe tener un sistema de Playout, como es un generador de carruseles de objetos, un generador de las PSI/SI, un multiplexor en tiempo real de los TS y una salida de flujos ASI, además soporta información basada en archivos.



La plataforma Fraunhofer IMK MHP es estable, fiable y de bajo costo, ofrece más funcionalidades que el Opencaster, pero tiene el inconveniente de no soportar ningún tipo de evento. Cabe destacar que maneja un mayor número de tipos de datos, tanto para la salida como la entrada en comparación con el Opencaster. Además la plataforma Fraunhofer IMK MHP dispone de una interfaz gráfica de usuario lo que facilita su uso.

	Opencaster	Fraunhofer IMK MHP play out System
Interfaz gráfica de usuario	No	Si
Configuración de archivos	Si	Si
Java API	No	No
Multiplexación en tiempo real	Si	Si
Múltiples carruseles por servicio	Si	Si
Tipo de dispositivo	SW	SW
<b>Sistema Operativo</b>		
Windows	No	No
Linux	Si	Si
<b>Eventos</b>		
Eventos Hágalo ahora	Si	No
Eventos programados	Si	No
<b>Gestión</b>		
Ancho de banda	Si	Si
Flujo de transporte	Si	Si
Tablas AIT	Si	Si
<b>Entrada</b>		
Información basada en archivos	Si	Si
Archivos de flujo de transporte	Si	Si
ASI-Stream	No	Si
<b>Salida</b>		
ASI-Stream	Si	Si

Tabla 4. Características de los sistemas de Playout.

Opencaster es un servicio gratuito y de código abierto, de ahí que puede ser utilizado en la implementación de un laboratorio de pruebas para iTV de bajo costo, además es una buena herramienta para los desarrolladores de aplicaciones. Opencaster es ideal para implementar servicios de televisión en zonas residenciales y hoteles que no requieren grandes prestaciones como los servicios que ofrecen los organismos de radiodifusión.

En términos de costos el OpenCaster es el mejor, pero es el más complejo en cuanto a su utilización ya que no incorpora interfaces de usuario, tal es el caso del carrusel de objetos que si se quiere otra configuración a la que trae Opencaster por defecto, se necesita tener conocimiento en programación en Perl y C para cambiar la configuración de los script que generan el carrusel, a diferencia de los comerciales que traen interfaces de usuario intuitivas para configurarlo.

Si desea profundizar y conocer otras plataformas para la distribución de contenidos MHP, remítase al Anexo C.

## 2.6. HERRAMIENTAS DE AUTORÍA MHP PARA LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS

En la actualidad existe una gran variedad de herramientas de autoría MHP, dirigidas tanto a desarrolladores, diseñadores de interfaces como a organismos de radiodifusión.



En este documento se hace una recopilación de herramientas de autoría que han sido concebidas para generar contenido educativo. Así mismo, herramientas de autoría comerciales para iTV que cumplen con las siguientes características:

- Interfaz amigable, rápida y fácil de usar.
- Diseño: Facilidad de Edición de las Interfaces.
- Manejo de Plantillas.
- Soporte de MHP.
- Disponible en PC.
- Acceso a nuevos componentes, uso de plugins.
- Permitir pre visualización.

### **2.6.1. Alticomposer**

Es la herramienta de autoría de Alticast que brinda soluciones de extremo a extremo, para la producción de contenido iTV. Alticast apoya otras plataformas, así la herramienta se pueda utilizar para crear contenido en cualquier sistema compatible con DVB-MHP o ATSC-DASE (Alticast, 1999).

AltiComposer difiere de otras herramientas de autor, porque es totalmente gráfica y no requiere ningún cambio de codificación o en la creación de estructuras XML. Los diseñadores y los desarrolladores tan sólo apuntan y hacen clic en el ratón para crear aplicaciones sofisticadas iTV.

#### **Ventajas (Pantle, 2003)**

- Interfaz de usuario Intuitiva.
- Incorpora un emulador para probar el funcionamiento de las aplicaciones.
- Permite ampliar su funcionalidad, mediante el desarrollo de sus propios componentes a través del CDK<sup>19</sup>.
- El componente para el establecimiento del canal de retorno no está integrado pero se puede agregar.

#### **Desventaja**

- No permite editar código java.
- Ha sido concebida pensando en la generación de contenido de entretenimiento.

### **2.6.2. Cardinal Studio**

Cardenal Systems ofrece sistemas completos para la televisión digital y, en particular, software para entornos de producción y reproducción de aplicaciones interactivas MHP en TV digital. El principal interés de cardinal systems radica en el rápido desarrollo y gestión eficiente de aplicaciones MHP (Cardinal, 1993).

#### **Ventajas (Cardinal, 1993)(Pantle, 2003)**

- La interfaz de usuario es intuitiva.

---

<sup>19</sup> CDK: Component Developer Kit



- El Cardinal cubre las necesidades de prácticamente cualquier persona que trabaje con el estándar DVB.
- Maneja plantillas para el rápido desarrollo de las aplicaciones.
- Compatible con los últimos middleware MHP.
- Soporta los modos de pantalla 4:3 y 16:9.
- Permite edición de código java.
- Amplia variedad de componentes.
- Incluye un kit de desarrollo para desarrollar sus propios componentes.
- Tiene un emulador para probar las aplicaciones.
- Componentes adicionales, disponible con código fuente.

### **Desventaja**

- Ha sido concebida pensando en la generación de contenido de entretenimiento.

Una extensión profesional de Cardinal es el Carnal Studio Component Pack. Este incluye varios componentes que ayudan a acelerar el proceso de desarrollo de aplicaciones MHP. El Component Pack viene con una serie de proyectos y código fuente. El código fuente de los componentes puede ser libremente modificado y re-compilados para diversas necesidades. Todos los componentes son probados en set-top-boxes MHP, actualmente disponibles en el mercado (Cardinal, 1993).

### **2.6.3. Ortikon ACE**

Ortikon ACE es una plataforma basada en el navegador MHP (Ortikon, 1987). El entorno de autoría se compone principalmente de Ortikon ACE Publisher (Editor) y Ortikon ACE Browser Emulator.

- ***ORTIKON ACE Publisher***

*ORTIKON ACE Publisher* es una herramienta de producción de contenido basada en web (Ortikon, 1987). Permite la producción rápida y la actualización de contenido iTV (compatibilidad DVB-HTML). El texto y las imágenes se insertan a la interfaz web y los diseños son seleccionados a partir de los estilos pre-definidos. *También pueden ser utilizados editores de texto HTML ordinarios en la creación de contenido para el browser de ORTIKON ACE.*

- ***ORTIKON ACE Browser Emulator***

Es una aplicación para PC rápida, fácil y eficiente en la producción de contenidos. Se puede utilizar para obtener una vista previa del contenido simultáneamente con el diseño. La herramienta es una aplicación WYSIWYG<sup>20</sup> (Ortikon, 1987). Por lo tanto, la pantalla en DTV será exactamente la misma que se ve en la herramienta.

### **Ventajas (Ortikon, 1987)**

- Tiene una interfaz intuitiva.
- Soporta DVB-HTML.
- Manejo de plantillas.

---

<sup>20</sup>WYSIWYG: Lo que ve es lo que obtiene (What You See Is What You Get)



- El código java del browser se transmite una solo vez. Además el código java es modular y optimizado, a diferencia del código generado por otras herramientas de autoría.
- Se puede utilizar cualquier editor de texto HTML en la generación de contenido para el browser Ortikon.
- Optimiza el uso valioso del ancho de banda del broadcast gracias al browser DVB-HTML.

### **Desventajas**

- Para desplegar las aplicaciones generadas por Ortikon ACE Publisher en el STB, se necesita del browser que Ortikon ofrece.
- El emulador es ofrecido como una aplicación por separado.
- Las aplicaciones se limitan únicamente a las etiquetas soportadas por el browser de Ortikon.

#### **2.6.4. SCOCreator**

SCOcreator es la herramienta que surgió del proyecto T-Maestro para facilitar la creación a docentes no familiarizados con la programación y las normas de *e-learning*. Esta herramienta permite la creación de SCO auto-adaptativos, basados en la norma SCORM<sup>21</sup>, a partir de plantillas java (DVB-J) (Rey-López, 2007).

Los objetos educativos auto-adaptativos se caracterizan por la capacidad de modificar su comportamiento según las propiedades concretas del estudiante, para lo cual utilizan un archivo de adaptación que contiene las reglas que indican qué apariencia han de mostrar al estudiante de acuerdo con un conjunto de parámetros de adaptación preestablecidos(Rey-López, 2007).

### **Ventajas**

- Absorbe la complejidad que presenta el desarrollo de los SCO auto-adaptativos; así los creadores de contenidos se centralizaran en los aspectos pedagógicos y no en la programación java.
- Permite elegir la plantilla apropiada, para la creación de los SCO auto-adaptativos.
- Permite modificar las propiedades de los diferentes elementos que hacen parte de una plantilla, de tal manera que se tenga el comportamiento deseado de cada una de ellas.
- Las plantillas java contienen las funcionalidades del SCO, las cuales se comportaran de acuerdo a los ficheros de configuración que se reciba en tiempo de ejecución.
- Utiliza un formulario que permite la creación de metadatos IEEE LOM<sup>22</sup> para dichos SCO auto-adaptativos.

### **Desventajas**

- No soporta WYSIWYG.
- El contenido a generar está atado al uso de las plantillas predefinidas.
- No dispone de un emulador.

---

<sup>21</sup> <http://www.adlnet.org/>

<sup>22</sup> LOM: Learning Object Metadata



### 2.6.5. MHPGen

Es una aplicación que fue desarrollada con el objeto de generar contenidos interactivos para MHP. MHPGen es una herramienta *entry-level* o de iniciación, que permite a cualquier persona sin conocimientos técnicos de programación, ni del estándar MHP, pueda generar una aplicación MHP lista para emitir (MHPGen, 2007).

Esta no es una herramienta terminada por el contrario esta en continuo desarrollo y para ello cuenta con una plataforma de desarrollo donde se pueden encontrar facilidades para quienes deseen hacer uso de esta herramienta.

#### Ventajas

- Es multiplataforma.
- Trabaja con un sistema de plantillas para minimizar el tiempo de generación, facilitar la reusabilidad y mantener un mismo estilo.
- Permite un fácil diseño de la arquitectura y navegación de las aplicaciones.
- Es válido para generar cualquier aplicación unidireccional es decir sin canal de retorno.
- Importar Contenidos: de forma dinámica desde bases de datos.
- Simulador MHP: Permite una simulación de las aplicaciones creadas a través del XletView<sup>23</sup>.

#### Desventajas

- No soporta WYSIWYG.
- No permite generar aplicaciones medianamente complejas.

### 2.6.6. Análisis de las Herramientas

Para el análisis se partirá de la Tabla 5 que ilustra las características de cada una de las herramientas de autoría anteriormente tratadas.

	<b>Alticomposer</b>	<b>Cardinal</b>	<b>Ortikon</b>	<b>SCOCreator</b>	<b>MHPGen</b>
Tipo de Aplicación	DVB-J	DVB-J	DVB-HTML	Propietaria	DVB-J
Editor de código java	No	Si	No	No	No
Facilidad de Edición de la Interfaces	Si	Si	Si	Si	Si
Plantillas Predefinidas	Si	Si	Si	Si	Si
Emulador	Si	Si	Si	No	Si
Habilidades Java	No	Si	XHTML	No	No
Habilidades MHP	Bajas	Bajas	Bajas	No	No
Habilidades Sobre las TV UI	Si	Si	Si	No	No
Plugins	Si	Si	No	No	Si
Canal de Retorno	Opcional	No	Si	No	No

Tabla 5. Comparación de las características de las Herramientas de Autoría.

<sup>23</sup> <http://xletview.sourceforge.net/>



Las herramientas Alticomposer y Cardinal ofrecen la posibilidad de agregar nuevos componentes mediante el uso de las plugins; esto es necesario debido a que cada herramienta solo soporta un subconjunto de MHP.

Cardinal es una de las pocas herramientas que permite la edición de código java, de tal manera que permite realizar aplicaciones complejas.

Ortikon ofrece una herramienta de autoría basada en web, pero a diferencia de las demás genera aplicaciones DVB-HTML permitiendo optimizar el ancho de banda del broadcast. Esta herramienta tiene el inconveniente que para probar el contenido DVB-HTML en el PC se necesita de una aplicación que hace las veces de browser, igualmente sucede en el STB; si se desea ejecutar se necesita el browser que ellos suministran.

Las herramientas analizadas con anterioridad han sido creadas con propósitos comerciales, de ahí que hayan sido enfocadas a la parte de entretenimiento y no a la parte de educación. A continuación se analizara las herramientas que han sido usadas en la creación de contenidos educativos, orientados a televisión interactiva desarrollados en el marco de algunos proyectos de investigación.

Tanto MHPGen como SCOCreator tienen el inconveniente de que no se puede crear nuevos diseños a los suministrados por las plantillas, es decir, para generar nuevos diseños se tiene que crear nuevas plantillas, para lo cual se requiere tener conocimiento en java. Además, estas herramientas que han sido concebidas con diferentes propósitos, son herramientas muy limitadas no manejan drag and drop, una característica que es muy esencial para las herramientas de autoría.

MHPGen es una herramienta útil para principiantes que apenas empiezan a conocer de televisión Digital.

La herramienta SCOCreator está diseñada para que funcione en el entorno que propone el proyecto T-Maestro, ya que la herramienta genera SCO auto-adaptativos que requieren un LMS para que funcione adecuadamente, además el LMS debe soportar parte de la norma SCORM. Es así, como el uso de SCOCreator implica el uso de otros sistemas que no se especifican en el sistema de iTV.

Como se puede observar, herramientas para DVB-HTML son pocas y las pocas que existen no son lo suficientemente maduras. Ortikon es la única herramienta que existe como tal para DVB-HTML pero sólo maneja un subconjunto del estándar.

## **2.7. CONCLUSIONES**

DVB-HTML es un formato de presentación, por lo cual es fácil hacer interfaces y además maneja hojas de estilo; el inconveniente de este formato es que consume muchos recursos en el receptor debido a la interpretación de los documentos XHTML, de ahí que casi no es implementado por los STB.

DVB-HTML es un muy buen complemento al entorno de ejecución Java si se quiere desarrollar aplicaciones complejas, ya que el entorno de ejecución le permite a la aplicación DVB-HTML el acceso a los recursos del receptor de televisión a través de Java API MHP. Además DVB-HTML optimiza el ancho de banda del broadcast, al utilizar el canal de retorno para descargar el contenido DVB-HTML.



La distribución de aplicaciones y datos MHP mediante el carrusel de objetos es el más utilizado, pero su capacidad es muy limitada. De ahí que se necesite optimizar el carrusel de objetos: o bien organizando y agrupando los archivos inteligentemente (aquellos que estén relacionados entre sí) en los diferentes módulos o bien repitiendo aquellos ficheros críticos varias veces en el carrusel de objetos. El primer método es más complicado y requiere un conocimiento detallado de cómo se ha diseñado la aplicación.

Determinar cuál es Playout indicado depende del propósito de uso, así para los organismos de radiodifusión los Playout comerciales son los más indicados, ya que ofrece un sinnúmero de funcionalidades y su utilización es más fácil debido a que enmascara su complejidad mediante interfaces intuitivas. En este proyecto, se trabajaran con Playout para entornos de prueba, los cuales deben contar mínimo con un generador de carruseles, un generador de PSI/SI, un multiplexor en tiempo real de TS y una salida de ASI-Stream. Además el tipo de dispositivo debe ser software, que soporte al menos el tipo de evento hágalo ahora y que se pueda configurar el carrusel de objetos o al menos tener el código del generador de carruseles para adaptarlo.

Una herramienta de autoría debe ser fácil de manejar, tener interfaces de usuario intuitivas y soportar el uso de plantillas para el rápido desarrollo de las aplicaciones. Si la herramienta está dirigida a tutores que no saben nada de desarrollo, no conocen de tecnologías, no tiene sentido ofrecer funcionalidades avanzadas que requieran conocimiento en MHP, ya que un tutor no las usaría.

Evitar el uso de herramientas que generan contenidos iTV en formatos no estandarizados, es decir, generan su propio formato, debido a que se necesitaría de nuevas herramientas o aplicaciones para que el contenido iTV sea desplegado en un STB.

Las herramientas que han sido concebidas para crear contenido educativo para televisión digital interactiva, son pocas, y las pocas que existen son muy limitadas en cuanto al diseño de interfaces como de funcionalidades.

### 3. RECOMENDACIONES PARA LA GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS ADAPTADOS A ENTORNOS TVDI

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la generación y distribución de contenido, los autores por lo general utilizan un modelo que les permite producir las piezas de contenido educativo en orden arbitrario. Este proceso es más cercano al tradicional, permitiendo mayor libertad creativa.

Como se observa en la Figura 15, dentro de la creación del contenido y su estructura, no existe un orden en los procesos para la creación del contenido de metadatos<sup>24</sup>, el contenido relacionado con la conferencia de clase y los ejercicios de refuerzo, relacionados con el contenido educativo. Esto se debe a que en cualquier momento dentro de la producción del contenido, el autor adiciona nuevos elementos, conforme a las necesidades que se le presenten.

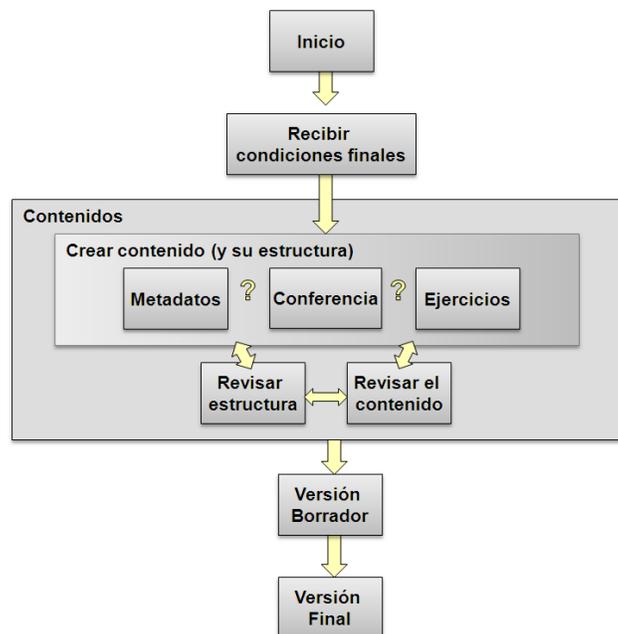


Figura 15. Modelo no guiado para contenido estructurado

Otro modelo permite al autor comenzar la creación de la estructura del contenido educativo, basándose en una serie de parámetros y un orden preestablecido, como se observa en la Figura 16.

A pesar de las limitaciones en la libertad para crear el contenido, trabajar con el modelo guiado conlleva a producir un mejor contenido en términos de calidad estructural y, al mismo tiempo mantener un alto nivel de eficiencia y satisfacción, en comparación con el modelo sin guía (Becker et al., 2005).

<sup>24</sup> Metadatos: Elementos que proveer una nomenclatura común que permita a los recursos de aprendizaje ser descritos. Los recursos de aprendizaje que son descritos con metadatos puedan ser buscados sistemáticamente y recuperado para su utilización y reutilización.

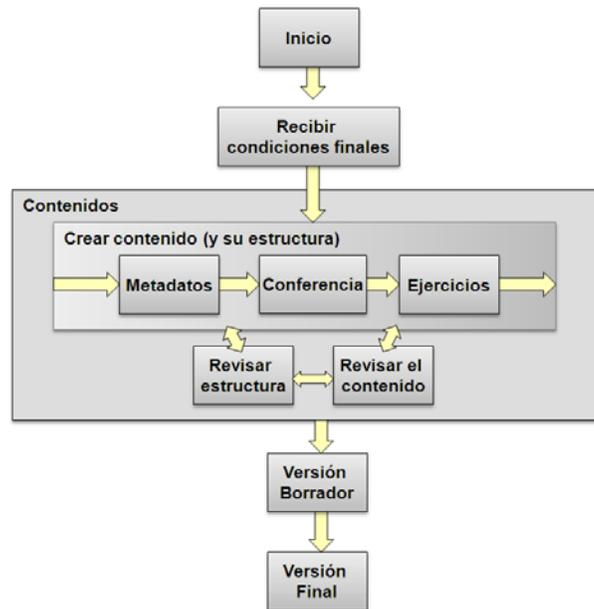


Figura 16. Modelo guiado para contenido estructurado

Cuando cada diseñador de contenido tiene su propia forma de trabajo, es imposible alcanzar una satisfacción de la totalidad de los usuarios en cualquier entorno (Zwol, 2005).

Dentro de los modelos guiados, se utilizan las directrices que se han desarrollado con éxito por diversas formas de medios interactivos que incluyen video juegos, software educativo y comercial, televisión y el cine.

Estas directrices permiten la coherencia y la conformidad con los convenios en la construcción de una aplicación y, por tanto, ofrecen orientación en la toma de decisiones centradas en la generación de contenido (Preece et al., 1994). Directrices, normas y lineamientos también permiten la interoperabilidad y la portabilidad de la tecnología entre sistemas y plataformas, que a su vez promueven el crecimiento económico entre los desarrolladores de aplicaciones y los proveedores de sistemas.

En (Preece et al., 1994) sugiere que existen dos tipos de lineamientos de acuerdo con el nivel de abstracción en que ofrecen una recomendación. Los lineamientos de *alto nivel*, son las directrices más abstractas denominadas principios, que son ampliamente aplicables a distintas situaciones; mientras que los más específicos, los llamados lineamientos de *bajo nivel* hacen referencia a normas. Estos son muy específicos en cuanto a su recomendación y requieren poca interpretación y deben aplicarse a determinadas situaciones. (Preece et al., 1994) señala que los principios son los más útiles de los dos, debido a que su aplicación se relaciona con cuestiones más generales de diseño, pero requieren un grado de atención que deben adaptarse en su interpretación a fin de ser aplicados adecuadamente.

Para ello, es importante mantener a los lineamientos en su contexto de origen y el su presentación para que puedan ser aplicadas y evaluadas correctamente. La industria de la televisión digital interactiva, utiliza los lineamientos para razones tales como la facilitación en la comunicación entre los diseñadores y desarrolladores, acelerar el proceso de desarrollo mediante la optimización del tiempo utilizado en las etapas de desarrollo del contenido, evitando la adición de nuevas ideas y características del contenido durante las últimas etapas de desarrollo.



El desarrollo de software de la industria en su conjunto tiene que mantener un estricto control en las necesidades del proyecto global a fin de cumplir el calendario y el presupuesto acordados, tal como se establece en el inicio del proyecto. No debe confundirse las directrices con la ingeniería de requisitos, la cual es un proceso formalizado realizado al inicio de un proyecto a fin de definir las necesidades de los clientes, usuarios y terceros que puedan verse afectados por el software desarrollado. La ingeniería de requisitos difiere ligeramente de la elaboración de lineamientos por ser mucho más estrictos y más específicos en la descripción de los atributos del software. La diferencia es que cuando una directriz describe las mejores prácticas recomendadas para el diseño del sistema, el requisito es una descripción absoluta de las propiedades del sistema, o cómo debe comportarse o utilizarse un sistema (Figueirado, 2003).

Dentro del presente trabajo de grado, no se describen requisitos absolutos, sino más bien se sugieren recomendaciones para orientar en el proceso de generación y distribución de contenido educativo desarrolladas por medio de una combinación de la investigación teórica y experiencia práctica con el diseño de las aplicaciones. Cabe aclarar que estas recomendaciones no son obligatorias, sino como se enunció anteriormente buscan ser una guía en el proceso de generación distribución de contenido educativo. La elaboración de recomendaciones a nivel de software en este trabajo de grado se basa en analizar y aprovechar la investigación y la experiencia de las diferentes propuestas de lineamientos relacionadas a contenido para TVDi tanto de índole comercial como académico, adaptadas al entorno de t-learning.

Después de analizar un gran número de lineamientos a nivel de software, para contenido basado en TVDi, se extrajeron un gran número de lineamientos propuestos por varios autores, que se encuentran en su totalidad en el Anexo G. Dentro de este capítulo se presenta las recomendaciones que se consideran más generales en su aplicación para contenido educativo basado en TVDi. Las recomendaciones a nivel de diseño, propuestas a continuación, se clasifican en: Recomendaciones desde el punto de vista de diseño, interactividad y navegación.

### **3.2. RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE DISEÑO DE CONTENIDOS**

Las recomendaciones desde el punto de vista de diseño de contenido educativo para TVDi, se relacionan directamente con los recursos utilizados dentro del contenido educativo y su presentación al televidente (texto, gráficos, fondos, colores, imágenes, y la interfaz). A continuación, se describen las principales recomendaciones desde el punto de vista de diseño de contenidos educativos para TVDi:

#### **3.2.1. Pre-diseño del contenido educativo**

**Recomendación No 1:** Definir el objetivo del servicio de T-learning y establecer los requisitos técnicos.

**Explicación:** Según Jokipelto Aarreniemi en su tesis de doctorado llamada Modelado y producción de contenido para el concepto de aprendizaje a distancia a través de televisión Digital interactiva (*Modelling and content production of Distance learning concept for interactive Digital television*)(Päivi, 2006a); dentro del proceso de producción de contenidos existe una fase inicial llamada la preproducción donde se define el *objetivo del servicio de T-learning* y se establece una serie de requisitos para el servicio de aprendizaje. Estos requisitos son de orden técnico, personal y pedagógico.



Cuando el objetivo del servicio se define, las necesidades del servicio son determinados basados en el modelo de *T-learning*, descrito en la sección 1.3.1.4. El modelo define los requisitos técnicos generales para un sistema de aprendizaje utilizando TVDi. Estos requisitos deben tenerse en cuenta al tomar decisiones acerca de la tecnología (Päivi, 2006a).

En la Tabla 6 se presentan los requerimientos técnicos que deben ser considerados en la fase de preproducción cuando se pretende implementar un servicio de *T-learning*.

Requerimientos Técnicos		
Transmisión	La tecnología de TVDi	<ul style="list-style-type: none"><li>• TVDi</li><li>• Tecnologías Separadas</li><li>• Tecnologías varias.</li></ul>
	La disponibilidad de los servicios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Servicio por demanda</li></ul>
	Tiempo de desplazamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• PVR</li><li>• Por demanda</li></ul>
Interacción/ Comunicación		<ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de interacción La interacción entre un estudiante y un profesor Estudiante con el ambiente de aprendizaje</li></ul>
Seguridad		<ul style="list-style-type: none"><li>• Autenticación La privacidad de los datos</li></ul>
Accesibilidad		<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicaciones Herramienta de producción de contenidos</li><li>• Estándares abiertos</li><li>• Infraestructura</li></ul>
Dispositivos de Control	Entrada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Controlar</li><li>• Escribir</li><li>• Seleccionar</li><li>• Responder</li><li>• Participar</li></ul>
	Salida	<ul style="list-style-type: none"><li>• Presentar</li></ul>
Usabilidad	Ambiente de interacción Estudiante- aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aprendizaje</li><li>• Orientación del sistema</li><li>• Los dispositivos trabajan juntos sin problemas</li></ul>
	Dentro del ambiente de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"><li>• Información relevante Imágenes de apoyo Vídeos para apoyar texto Claridad en el marcaje de las salidas</li></ul>
	Experiencia del Alumno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Apoyo al aprendizaje</li></ul>

Tabla 6. Requerimientos técnicos considerados en la fase de preproducción de contenido educativo (Päivi, 2006a).

Al tomar una decisión tecnológica, es necesario tener en cuenta:

- El grupo objetivo de un servicio de aprendizaje.
- La temática de aprendizaje.



- El objetivo del aprendizaje.

La tecnología elegida debe ser adecuada para el contenido, apoyar el proceso de aprendizaje y aportar un valor añadido al aprendizaje. La edad de los estudiantes, los conocimientos adquiridos, el conocimiento técnico, la comodidad y la experiencia utilizando la tecnología, afectan a las decisiones técnicas.

Además de las necesidades de los estudiantes, las necesidades de los profesores deben ser consideradas en la elección de tecnologías. Las tecnologías elegidas para las personas mayores pueden no ser las mismas que para los jóvenes. Además de las diferencias culturales, las potenciales barreras del idioma y la ubicación geográfica pueden afectar la producción de contenidos. El tema a tratar es otro factor que afecta a la elección de las tecnologías, ya que algunos temas pueden ser presentados en forma textual, pero otros requieren una forma más visual y esto condiciona la tecnología (Päivi, 2006a).

### 3.2.2. Optimizar la distribución de recursos

**Recomendación No 2:** Identificar y clasificar los recursos (imágenes, texto, audio y video) que se descargan por el Carrusel o por el canal de retorno.

**Explicación:** Si un archivo se utiliza muchas veces como por ejemplo la imagen de fondo, entonces lo recomendable es enviarla por el carrusel de objetos ya que una vez que se ejecuta una aplicación, toda la información que acompaña a la aplicación en el carrusel (imágenes, archivos... otras aplicaciones), se descarga al STB. Por este motivo al utilizar los archivos (imágenes, texto, audio) se cargan más rápido en una aplicación.

Cuando se descargan los recursos por el canal de retorno, estos no se almacenan en ningún espacio de memoria, por lo que es necesario descargarlos cada vez que los necesite. El canal de retorno es muy útil para archivos pesados que se utilicen muy poco en la aplicación. La información enviada por el carrusel de objetos debe analizarse muy bien ya que el ancho de banda es limitado.

### 3.2.3. Estilo del Texto

**Recomendación No 3:** Utilizar preferiblemente la fuente Tiresias como tipo de letra para televisión digital (BBC, 2005).

**Explicación:** Existe la necesidad de mejorar la legibilidad de las etiquetas de información en terminales como el televisor. Debido a que los espectadores no están acostumbrados a la lectura de bloques de texto estáticos en pantalla y la pantalla debido a la calidad de imágenes en la televisión es pobre (BBC, 2005).

Tiresias, es una fuente desarrollada específicamente para la televisión en relación con el Real Instituto Nacional para Ciegos del Reino Unido (RNIB<sup>25</sup> por sus siglas en inglés), y aprobado como fuente para la televisión interactiva (BBC, 2005).

Tiresias está diseñado para adaptarse a la forma de la pantalla de televisión, en pequeños tamaños de fuente y en situaciones de distorsión de la imagen. Es posible la utilización de otro

---

<sup>25</sup> RNIB (*Royal National Institute for the Blind*): Real Instituto Nacional para Ciegos es una organización sin ánimo de lucro que ofrece información, apoyo y asesoramiento a más de dos millones de personas en el Reino Unido con la pérdida de visión ([www.rnib.org.uk/](http://www.rnib.org.uk/) - 20k)



tipo de letras pero como imágenes incrustadas, sin embargo esta solución debe ser examinada cuidadosamente ya que el resultado será un archivo mucho más pesado (Bernardo, 2002). Otro inconveniente que se tiene es que la imagen puede cambiar de tamaño (resize<sup>26</sup>) por lo cual el texto se puede ver seriamente afectado.



Figura 17. Fuente Tiresias utilizada en televisión digital (BBC, 2005).

### 3.2.4. Color del Texto

**Recomendación No 4:** Para observar mejor el texto en la pantalla de televisión, utilizar un texto de color claro sobre un fondo oscuro (Bernardo, 2002).

**Explicación:** La utilización de un texto oscuro sobre un fondo claro, es recomendada ya que a una mayor distancia, es ligeramente más fácil de leer en la pantalla (BBC, 2005)

El uso de los colores dentro de entornos de TVDi debe ser como dispositivo de apoyo para destacar la información presentada, esto principalmente porque algunos estudiantes podrían tener problemas para distinguir entre los colores.

Es recomendable utilizar poco color para que el usuario no se sobrecargue y para garantizar que los colores utilizados sean distinguibles entre ellos.

Las pantallas de televisión tienen valor mayor de gamma<sup>27</sup> que los monitores de los computadores, lo que resulta en un alto contraste, la alta saturación de pantalla. Es por este motivo que es importante que no se utilicen colores muy claros (Entre RGB<sup>28</sup> 240/240/240 y RGB 255/255/255) o muy oscuros (Entre RGB 0/0/0 y RGB 16/16/16).

Dadas las formas irregulares en las palabras de un texto, el cambio de color puede causar manchas o brillo excesivo alrededor de objetos brillantes, principalmente ocurren en elementos de patrones intrincados; es por eso que la utilización de la fuente Tiresias facilita la visualización del texto, ya que presentan curvas de líneas rectas (Becker et al., 2005).

<sup>26</sup> Resize: Alteración en el tamaño de un elemento.

<sup>27</sup> Gamma: Factor de potencia, a la que se eleva el valor del voltaje de entrada para calcular la intensidad luminosa. En ese sentido la intensidad luminosa de un aparato de televisión o monitor sería directamente proporcional al valor del factor gamma.

<sup>28</sup> RGB: se refiere al tratamiento de la señal de vídeo que trata por separado las señales de los tres colores rojo, verde y azul (en inglés Red, Green, Blue). El modelo de color llamado RGB es el que se utiliza en todos los sistemas que forman imágenes a través de rayos luminosos, ya sea emitiéndolos o recibiendo los.

([http://es.wikipedia.org/wiki/RGB\\_\(v%C3%ADdeo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/RGB_(v%C3%ADdeo)))



El manejo de un color adecuado dentro del contenido educativo, agiliza el proceso de lectura del texto educativo.

### 3.2.5. Tamaño del texto

**Recomendación No 5:** El tamaño mínimo del texto debe ser de 18 puntos, para ser visible de tres a cinco metros de distancia (BBC, 2005).

**Explicación:** Para textos más pequeños son ilegibles en la pantalla del televisor, debido a la baja resolución de la pantalla del televisor y a que el televidente está acostumbrado a ver televisión a una distancia de mínimo tres metros (BBC, 2005)

Para resaltar los textos más importantes dentro del contenido televisivo, el autor dentro del trabajo Curso Multimedia Home Plataform (Code4tv, 2008) recomienda la utilización de la relación entre el tamaño del texto y su utilización, como se observa en la Tabla 7:

Puntos	Pixeles	Recomendado para
36	24	Títulos / Subtítulos grandes
31	21	Subtítulos
26	18	Cuerpo
24	16	Pie de página

Tabla 7. Relación entre puntos, píxeles y recomendación de uso (Code4tv, 2008).

Para facilitar la lectura del texto en pantalla, este debe ser dividido en pequeños fragmentos (Bernardo, 2002), usando un límite de 90 palabras por pantalla de texto (BBC, 2005).

Para pasajes de texto desplegados en un cuarto de pantalla debe ser limitado a 45 palabras. Cuando se inserta un texto mayor al límite de palabras por pantalla, debe utilizarse más páginas, ya que el scrolling<sup>29</sup> en la TVDi es difícil de manejar debido a que los elementos de interacción no facilitan su uso (BBC, 2005).

Dado que el contenido educativo se centra mayormente en video, el texto dentro de este contenido debe ser como ayuda o refuerzo de algunos conceptos claves que se manejen dentro del contenido, pero no debe ser más importante que el video.

### 3.2.6. Uso de Colores en la interfaz

**Recomendación No 6:** Evitar el uso máximo de los valores de luminancia de los colores, manteniendo los valores RGB de un rango de 16-240.

**Explicación:** Colores fuertes rojo y naranja deben reducirse en intensidad y los colores blancos y negros puros no deben usarse nunca. Una regla de oro es mantener los valores RGB dentro de un rango de 16-240 (Figueirado, 2003).

<sup>29</sup> Scrolling: En gráficos de computadora, películas, televisión, el scrolling es deslizar texto, imágenes o vídeos en un monitor o pantalla. El scrolling como tal, no cambia la presentación del texto o imágenes, sino que se mueve a través del texto, imagen o video cuyo tamaño es muy grande por lo tanto no se puede ver en su totalidad. (<http://en.wikipedia.org/wiki/Scrolling>)



Dado que las pantallas de televisión manejan los colores de una manera diferente a los monitores de los computadores, dando lugar a un incremento en el contraste y la saturación del color en pantalla cuando las interfaces se diseñan en computador para ser utilizados en un televisor.

Para compensar esto, los colores han sido disminuidos en su saturación, tratando de utilizar una gama de colores que no incluya aquellos cuyos valores de luminiscencia<sup>30</sup> y crominancia<sup>31</sup> se encuentran en su valor máximo.

Los blancos se limitaban al valor RGB 240/240/240 y los negros se han limitado a RGB 16/16/16. Valores RGB se mantuvieron dentro del rango de 16-240 de todos los colores y en su caso, se observa que no existe el exceso ni en la saturación del color ni en el contraste (Figueirado, 2003).

### 3.2.7. Uso de Imágenes

**Recomendación No 7:** Las imágenes destinadas para televisión que han sido inicialmente creadas en el computador deben guardarse en un tamaño de 768 píxeles de ancho por 576 píxeles de alto.

**Explicación:** La imagen en los monitores de computador, se muestra a través de píxeles en forma cuadrada a diferencia de una pantalla de televisión, donde los pixeles son ligeramente rectangulares, aproximadamente 1.067 veces más ancho que alto (BBC, 2005). En consecuencia, imágenes que tienen forma cuadrada aparecen ligeramente estiradas horizontalmente sobre una pantalla de televisión, en comparación con la pantalla del monitor de un computador.



Figura 18. Comparación entre píxeles de computador y televisor

El efecto es más evidente al observar elementos geométricos, como círculos, que aparecen en la televisión como si fueran elipses llevadas directamente desde un computador. Para evitar esta disparidad, todas las imágenes destinadas para televisión pero inicialmente creadas en un computador se recomiendan almacenar en un tamaño de 768 píxeles de ancho por 576 píxeles de alto. Luego, la imagen se reduce horizontalmente a 720 píxeles de ancho. Cuando se emite la televisión, los píxeles de la pantalla del televisor "estiran" el diseño, y se observa nuevamente con las proporciones correctas (BBC, 2005).

<sup>30</sup> Luminiscencia: Luminiscencia es toda luz cuyo origen no radica exclusivamente en las altas temperaturas, como sucede en el caso de un televisor (<http://es.wikipedia.org/wiki/Luminiscencia>).

<sup>31</sup> Crominancia: s la componente de la señal de vídeo que contiene las informaciones del color. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Crominancia>).



### 3.2.8. Creación de una interfaz

**Recomendación No 8:** Distribuir los elementos en pantalla en una estructura que permita la facilidad de visualización del televidente (distribución de los componentes “L” Diseño) (BBC, 2005) (Lu, 2005).

**Explicación:** Cuando nosotros dirigimos nuestra atención directa a una imagen, inicialmente nuestros ojos observan la imagen y analizan su superficie en búsqueda de características particulares. Después estos rasgos son observados más exactamente y con mayor intensidad (Lu, 2005), de aquí que la estructura de los elementos en la pantalla deben buscar la simplicidad. Cuando no existe una estructura en el contenido mostrado en la pantalla del televisor, el usuario gasta mucho tiempo en definir la ubicación de los elementos presentados por lo tanto se vuelve reacio a utilizar el contenido.

En los últimos años, la búsqueda de un diseño para la estructura del contenido en televisión ha generado dos formas de distribución convencionales, overlays<sup>32</sup> y la distribución de los componentes en “L” o diseño de pantalla dividido (Lu, 2005).

Dado que el contenido en televisión se basa en material rico en video, la distribución en “L” permite ahorrar espacio dentro de la pantalla de televisión para poder centrarse en el contenido multimedia, a diferencia de la estructura overlay que puede utilizar un poco más del 50% del espacio en la pantalla, para la ubicación de los recursos (vínculos, imágenes, texto, etc.), siempre y cuando el contenido en esta área este íntimamente ligado al contenido principal.

En la Figura 19, se puede observar un ejemplo de diseño de contenido en “L”, la cual permite profundizar la experiencia de visualización (BBC, 2005). Dificultades comunes dentro del diseño de interfaces para contenido televisivo, se observan cuando no existe un diseño eficiente relacionado a los tamaños de la ventana y a las dimensiones y el posicionamiento arbitrario de los componentes, donde los espectadores se les dificulta saber cómo centrar su atención como se observa en la Figura 20:



Figura 19. Ejemplo de diseño en “L”

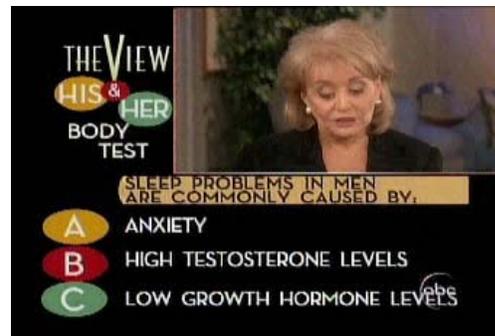


Figura 20. Ejemplo de un diseño ineficaz

En la Figura 19 se observan algunas características del diseño en “L”, que se resumen a continuación:

- Títulos y logotipos debe colocarse en la esquina superior izquierda de la pantalla.

<sup>32</sup> Overlay: Distribución superpuesta de unos elementos dentro de una pantalla.



- Video debe colocarse en las esquinas: parte superior derecha o inferior izquierda de la pantalla (Figueirado, 2003).
- A nivel de aplicación, el mejor posicionado de la navegación es la parte inferior de la pantalla.
- Mostrar al usuario su ubicación dentro del contenido, y las opciones de navegación básicas (Lu, 2005) (ILHAN, 2005).
- Los botones de colores, siempre deben aparecer en forma horizontal en la pantalla (BBC, 2005).

Cuando una gran cantidad de texto comparte la pantalla, y es apoyado por un video; el texto debe colocarse a la izquierda del vídeo. Si el vídeo comparte la pantalla con una pequeña cantidad de texto, este último debe ubicarse a la derecha del vídeo.

Esta recomendación se basa en la investigación que describe el modo en que los usuarios escanean la pantalla de televisión. Los usuarios occidentales, generalmente leen de izquierda a derecha, y por un hábito de exploración de una pantalla de televisión, ellos la escanean desde la esquina superior izquierda de la parte inferior derecha (BBC, 2005).

Dentro de la aplicación para contenido educativo, es importante la distribución del contenido ya que el usuario no se distrae tratando de buscar los elementos dentro de la pantalla, sino que se familiariza con una distribución general, centrando su atención en los recursos multimedia.

### **3.2.9. Elementos dentro de una interfaz**

**Recomendación No 9:** Dependiendo de la naturaleza del contenido de TVDi, la interfaz de usuario debe soportar la combinación de elementos de entretenimiento e información (Chorianapoulos, 2004) (McDonald, 2003).

**Explicación:** Una dificultad en el ámbito de diseño de interfaces para TVDi es la incapacidad de la interfaz para mantenerse atractiva todo el tiempo. La gramática televisiva requiere que todos los programas así como los estilos de presentación sean dinámicos y sorprendentes (Nielsen, 1994), pero este contrasta con el principio de coherencia, relacionado con la facilidad de uso (Meuleman et al., 1998).

En este sentido, es poco probable que los elementos interactivos tomados de un computador y el Internet (botones, iconos, enlaces) deben analizarse para el caso de la TVDi. Por el contrario la creatividad y el impacto emocional deben guiar el diseño visual de la interfaz de usuario en TVDi. Sin embargo, el contenido de televisión no se trata sólo de satisfacción emocional. La televisión ofrece una amplia variedad de contenido que abarca desde la diversión pura a la información pura. Existe la tendencia a centrarse netamente en diversión o en información. En muchos casos, se sugirió que se emplearan elementos de información con el fin de aumentar el contenido de entretenimiento(Chorianapoulos, 2004).

El proyecto t-maestro, muestra dos predisposiciones a la educación a través de la televisión. Partiendo de que el estudiante de *t-learning* generalmente presenta una actitud pasiva hacia la educación, ha surgido un nuevo concepto, *edutainment*, abogando por educación (education) y entretenimiento (entertainment).

Desde el punto de vista de t-Maestro, las experiencias de edutainment se basan en el seguimiento de un curso de naturaleza educativa formal que ha sido mejorado para que resulte más efectivo y entretenido añadiéndole contenido audiovisual relacionado.



Con este modelo, estamos suponiendo que el telespectador tiene una cierta predisposición al aprendizaje, sin embargo la creación de cursos para usuarios más pasivos que no tengan ese interés por el aprendizaje es también posible. Consiste en ofrecer al telespectador contenidos educativos relacionados con el programa que está viendo y que le permitirán profundizar en el tema sobre el que éste versa. Por ello, si decide participar en la experiencia educativa que se le ofrece, lo hará sin tener la más mínima intención previa. Dentro del proyecto t-Maestro se ha llamado entercation a este modo de aprendizaje, puesto que es más próximo al entretenimiento que a la educación formal.

### 3.2.10. Facilidad de uso de una interfaz

**Recomendación No 10:** La interfaz debe ser clara, simple y rápidamente comprensible (ILHAN, 2005)

**Explicación:** Leyes de la Gestalt (Rudolf, 1985) enuncian principios generales, presentes en cada acto perceptivo demostrando que el cerebro hace la mejor organización posible de los elementos que percibe, y asimismo explican cómo se configura esa "mejor organización posible" a través de principios definidos (dieproject, 2008).

En el trabajo llamado "*Directrices de Diseño y evaluación de la Televisión interactiva desde una perspectiva de Usabilidad*" (Collazos et al., 2008), los autores siguieron algunos aspectos desde el punto de vista de la percepción visual del televidente, basados en el trabajo de Gestalt pero adaptado al entorno de la televisión. Entre ellos resaltamos dos directrices:

- Directriz de la ley de la simplicidad: Los estímulos ambiguos tienden a analizarse de la forma más simple. Se recomienda proveer estructuras que sean lo más simples posibles (Collazos et al., 2008).
- Directriz de la ley de la buena continuidad. En la experiencia perceptual hay una tendencia a que los miembros constituyan grupos, a que las figuras incompletas se completen, definan y precisen, y a que el campo total sea organizado en figura y fondo. Mediante estas capacidades, la percepción es un proceso que busca un estado de equilibrio, donde las formas alcanzan un máximo de estabilidad y la organización total es más completa (Collazos et al., 2008).

Es importante enseñar a un espectador como utilizar el servicio en cuestión de segundos. El éxito de un servicio educativo en TVDi está determinado por su facilidad de uso. No importa lo bueno que sea el contenido, si el público no puede llegar a él, porque los usuarios tienden a cansarse del servicio (Chorianapoulos, 2004) (Bernardo, 2002).

### 3.2.11. Norma para generar aplicaciones para t-learning

**Recomendación No 11:** Utilizar DVB-HTML para generar aplicaciones para *t-learning* .

**Explicación:** A continuación se enumeran las características por las cuales se recomienda utilizar DVB-HTML para genera aplicaciones para *T-learning*:

- Se puede realizar evaluaciones ya que está en contacto con un servidor. Además parte del procesamiento de la aplicación DVB-HTML puede hacerlo el servidor.
- Una aplicación DVB-HTML esta diseñada para interactuar con ambientes Web, por lo que se puede disponer de todo un entorno de aprendizaje tal cual como se hace en e-learning con el LMS.



- La navegación por el contenido educativo es más sencillo de realizar en DVB-HTML que en DVB-J, porque utiliza etiquetas HTML como la etiqueta <a> para la navegación por las diferentes páginas.
- Las aplicaciones DVB-HTML consumen muchos recursos del STB al iniciar la aplicación, debido a que este dispositivo tiene que interpretar los archivos DVB-HTML (los documentos XML y CSS); pero una vez cargada la aplicación, los procesos son mucho más eficaces.
- Desde el punto de vista de desarrollo de contenido, trabajar con DVB-HTML es más sencillo que DVB-J, ya que lo que se manejan son simples etiquetas para generar el contenido, a diferencia de DVB-J (Päivi, 2006a)

### **3.2.12. Segmentar el Contenido Educativo**

**Recomendación No 12:** Segmentar en partes más pequeñas el contenido educativo.

**Explicación:** Sin importar la tecnología que estemos utilizando (televisión, Internet, etc.), la segmentación es clave en la organización del contenido; que consiste en convertir en pequeñas partes, un objeto de mayor tamaño. Desde el punto de vista de creación de contenido educativo, la segmentación es trascendental porque permite la reutilización del contenido en varias aplicaciones educativas.

El modelo de contenido (CAM) de SCORM describe los componentes de SCORM utilizados para construir una experiencia de aprendizaje de los recursos de aprendizaje. También define la forma en cómo los niveles más bajos de contenido, se organizan en unidades de más alto nivel de instrucción. El Anexo F de Objetos de Aprendizaje, resume un estudio acerca de la especificación SCORM, ampliamente aceptada en teleeducación, y su posible análisis utilización en el campo de la TV Digital la cual incluye un análisis sobre segmentación de contenido educativo basado en TVDi.

### **3.3. RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA INTERACTIVIDAD**

En televisión, la interactividad es la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión, permitiendo al usuario ver informaciones asociadas al contenido audiovisual, la programación de los canales, participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión con el control remoto (Päivi, 2006b). La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuándo verlos (Päivi, 2006b).

La interactividad ofrece al espectador la posibilidad de personalizar el contenido que muestra su televisor, bien sea accediendo a información enviada durante el proceso de emisión pero que sólo se hace visible si el espectador lo desea, o bien accediendo a servidores con los que puede intercambiar información, a través de un canal de retorno utilizando el televisor como interfaz de salida (Päivi, 2006b).

La interactividad va a permitir a los canales de televisión ofrecer un importante conjunto de servicios al ciudadano, que permitan explorar nuevas formas de hacer televisión, incorporando funciones avanzadas de comunicación y participación, y servicios sociales para el desarrollo de la Sociedad de la Información. Por el lado de los usuarios, la interactividad va a permitir



acceder a nuevos contenidos, a una televisión mucho más rica y completa, con la posibilidad de participar e influir en los programas de televisión (Päivi, 2006b).

A continuación se describen las principales recomendaciones desde el punto de vista de interactividad de contenidos educativos para TVDi:

### **3.3.1. Facilidad de Interacción**

**Recomendación No 13:** La interfaz de usuario debe ser sencilla, con una terminología coherente (ILHAN, 2005).

**Explicación:** Es muy importante asegurarse si la interfaz es coherente. Todas las fuentes deben coincidir, la terminología debe ser similar en todo, y el diseño debe ser coherente. La constancia en las secuencias de las acciones deben ser necesarias en situaciones similares (ILHAN, 2005).

Cuando los usuarios ya se han relacionado con la utilización del software, quieren ser capaces de reducir la cantidad de tiempo que se necesita para interactuar con el programa, ya que un gran número de clics no necesariamente significa un servicio muy interactivo. Similarmente, una fácil interacción no significa poca interacción (Bernardo, 2002).

El uso de los accesos directos, ayudan a reducir el tiempo que le toma al usuario interactuar con el contenido. Con el incremento en la frecuencia de uso, aumentan también los deseos del usuario para reducir el número de interacciones y aumentar el ritmo de la interacción.

Los usuarios que se han relacionado con el sistema y que utilizan frecuentemente los servicios de TVDi, aprecian las abreviaturas, las teclas especiales y los comandos ocultos. Los cortos tiempos de respuesta y que la visualización sea rápida, son muy atractivos para los usuarios habituales (ILHAN, 2005).

### **3.3.2. Prioridad del Contenido educativo**

**Recomendación No 14:** El programa broadcast es lo más importante dentro del contenido educativo, por lo que el contenido adicional al broadcast no debe distraer la atención al espectador (Bernardo, 2002).

**Explicación:** En comparación con otros medios educativos, el desarrollo de contenido educativo para TVDi, sin duda, requiere una gran cantidad de tiempo y costo. Por lo tanto, para minimizar los costos, es significativa la posibilidad de la reutilización del contenido televisivo que ya está disponible. Aquí significa volver a utilizar películas documentales y secuencias de vídeo. El contenido educativo puede ser construido sobre los videos y apoyar los objetivos educativos planteados. Así, las bibliotecas digitales de objetos multimedia equipados con registros de metadatos son una gran ayuda (Olševičová, 2007).

Podemos definir un vídeo educativo como aquel que cumple un objetivo didáctico previamente formulado. Esta definición es tan abierta que cualquier vídeo puede considerarse dentro de esta categoría (RAMOS, 1996).

El contenido interactivo es colocado para mejorar el programa broadcast sin perturbar la experiencia de entretenimiento del espectador (Bernardo, 2002). Las mejoras deben estar estrechamente relacionadas con el contenido (ILHAN, 2005).



### 3.3.3. Tiempo de respuesta

**Recomendación No 15:** Los tiempos de respuestas de las acciones ejecutadas por los usuarios, es recomendable que sean menores a un segundo (Figueirado, 2003).

**Explicación:** Una directriz de la guía de estilo para TVDi de la BBC (BBC, 2005), es que toda la navegación básica debe retornar una respuesta en menos de un segundo. Debido a que la mayoría de los datos suministrados sobre el texto a base de pantallas de información se descargan al cliente en la solicitud de puesta en marcha y se muestran de manera más o menos instantánea, es más sencillo cumplir con el objetivo anterior. Sin embargo, durante la navegación para cargar un video, este resulta más difícil, si es posible, es preferible cargar con anterioridad un videoclip en la memoria del cliente, antes de que sea necesario, y así cuando el usuario seleccione el video este se pueda visualizar instantáneamente. Si lo anterior no es posible, entonces, se debe dar información adecuada al usuario de que la descarga del video se encuentra en proceso (Figueirado, 2003).

## 3.4. RECOMENDACIONES DESDE EL PUNTO DE VISTA DE NAVEGACION DE CONTENIDOS

El tiempo es muy importante cuando el televidente interactúa con el contenido. Los telespectadores están acostumbrados a contenido visual muy rico y a la experiencia auditiva. La navegación básica siempre debe implicar tiempos de respuesta eficaces. Si un espectador se queda sin una respuesta a un comando después de 8 segundos, tienden a cambiar de contenido.

En un mundo ideal todos los televidentes tendrían los mismos controles que tienen a su disposición y las interfaces podrían desarrollar un lenguaje visual normalizado. Sin embargo, los controles difieren enormemente entre - y, a menudo, dentro de - las plataforma (BBC, 2005).

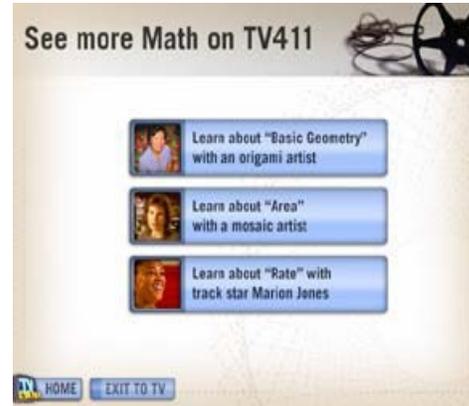
A continuación se describen las principales recomendaciones desde el punto de vista de navegación de contenidos educativos para TVDi:

### 3.4.1. Ofrecer una opción de salida

**Recomendación No 16:** Dentro de la interfaz, el usuario siempre debe tener una opción de salida (Lu, 2005).

**Explicación:** Para aplicaciones basadas en TVDi, en las que el componente interactivo incluye una parte de la pantalla o reduce el tamaño de la pantalla de vídeo, la pantalla debe ofrecer siempre una forma del visor de la salida, a pesar de que participan en el componente interactivo. En muchos casos, esto significa que los elementos van a desaparecer, lo que permite a los espectadores, ver el programa en pantalla completa.

Aplicaciones sin esta opción son que puedan molestar a los televidentes, llevándolos a que no quieran interactuar con el sistema. En la Figura 21 parte a, el botón de "Full Screen" en la esquina inferior izquierda de la pantalla permite a los usuarios dejar de participar en la versión mejorada del programa en cualquier momento. Asimismo, en la Figura 21 parte el vínculo "Exit to TV" en la esquina inferior izquierda de la pantalla permite a los usuarios volver a pantalla completa del televisor, saliendo del componente interactivo.



a) b)  
Figura 21. Ejemplos de opciones de salida (a y b)

Dentro de la navegación en contenidos basados en TVDi siempre se debe proporcionar una vía de escape en caso de que los espectadores se pierden o pulse el botón incorrecto. Pulsar este botón debe llevarlos a regresar a un espacio que les sea familiar. Al saber que hay una opción de salida, los usuarios se sientan más cómodos explorando la aplicación, porque saben siempre pueden volver a un punto familiar (Lu, 2005).

### 3.4.2. Ubicación de los botones de navegación

**Recomendación No 17:** Siempre tener en el mismo lugar, el botón de navegación en cada pantalla de un servicio cuando esté disponible (BBC, 2005).

**Explicación:** Los televidentes utilizan el control remoto para tomar decisiones dentro de los servicios de televisión interactiva. Los televidentes utilizan el control remoto, para tomar decisiones dentro de los servicios de televisión interactiva. Una buena navegación busca enseñar instintivamente al espectador la manera de tomar las decisiones correctas utilizando los botones del control remoto.

En un mundo ideal todos los televidentes tendrán los mismos controles que tienen a su disposición y las interfaces podría desarrollar un lenguaje visual normalizado. Sin embargo, los controles difieren enormemente entre – y, a menudo, dentro de - las plataformas. La presentación y el etiquetado de las teclas en el mando a distancia puede variar, o puede haber ausencia de estas teclas.

Pero lo importante dentro de una interfaz de usuario es que si la estructura del contenido varia, es importante que el uso de los teclas de colores mantengan la consistencia dentro del servicio. Cada botón de color debe tener una sola etiqueta y función para facilitar la navegación al usuario (BBC, 2005).

### 3.4.3. Navegación intuitiva

**Recomendación No 18:** El contenido debe permitir que la navegación sea sencilla para el usuario (McDonald, 2003).

**Explicación:** El contenido debe ser entretenido y agradable de usar, por lo cual el escenario ideal es que este sea totalmente intuitivo y la navegación se convierta en transparente para el usuario, por lo que la estructura del contenido debe ser la mejor (McDonald, 2003).



### 3.5. OTRAS RECOMENDACIONES PARA LA GENERACION Y DISTRIBUCION DE CONTENIDOS EDUCATIVOS ORIENTADOS A TVDi

#### 3.5.1. Envío de aplicaciones en un solo carrusel

**Recomendación No 19:** Si el tamaño de una aplicación es muy grande, está se debe enviar en un solo carrusel.

**Explicación:** Esta recomendación permite la optimización del uso del carrusel. Digamos que tenemos varias aplicaciones y todas van a enviarse en un solo carrusel; cada una de las aplicaciones tiene un tamaño de:

- Aplicación 1: 500 Kb
- Aplicación 2: 200 Kb
- Aplicación 3: 3 Mb

En primera instancia se va a ejecutar la aplicación 2, entonces el STB descarga parte del carrusel o todo (esto depende de cómo este optimizado el carrusel) y luego se ejecuta la aplicación una vez tenga todo lo que necesita. Dado que la aplicación 3 está en el mismo carrusel, es descargada junto con la aplicación 1 y 2. De ahí, que tarde más tiempo la aplicación 2 en iniciarse, ya que es afectada por el tiempo de descarga de la aplicación 3 que es la que tiene mayor tamaño y por consiguiente, es la que mayor tiempo consume en descargarse.

Por lo tanto, es mejor enviar la aplicación 3 en otro carrusel, para que el STB la descargue únicamente cuando se va a utilizar. Esto permite que el consumo de recursos sea lo más bajo posible, y que el acceso a la información inmediata se dé en un tiempo menor.

### 3.6. RESUMEN

Dentro de la generación y distribución de contenido, por lo general se utiliza un modelo que les permite producir las piezas de contenido educativo en orden arbitrario. Este proceso es más cercano al tradicional, permitiendo mayor libertad creativa. Existe otro modelo que es un modelo guiado, que a pesar de las limitaciones en la libertad para crear el contenido, ayuda a producir un mejor contenido en términos de calidad estructural y, al mismo tiempo mantener un alto nivel de eficiencia y satisfacción, en comparación con el modelo sin guía (Becker et al., 2005).

Existen una serie de lineamientos para generación y distribución de contenido, que guían a los usuarios en el desarrollo de aplicaciones a nivel software, relacionadas con contenido aplicado a TVDi.

Dentro del presente trabajo de grado, no se describen requisitos absolutos, sino más bien se sugieren recomendaciones para orientar en el proceso de generación y distribución de contenido educativo desarrolladas por medio de una combinación de la investigación teórica y experiencia práctica con el diseño de las aplicaciones.

La elaboración de recomendaciones a nivel de software en este trabajo de grado se basa en analizar y aprovechar la investigación y la experiencia de las diferentes propuestas de lineamientos relacionadas a contenido para TVDi tanto de índole comercial como académico, adaptadas al entorno de *t-learning*.



Las recomendaciones propuestas en este trabajo de grado se dividen en recomendaciones desde el punto de vista de diseño, interactividad, navegación y otras recomendaciones. Las recomendaciones desde el punto de vista de diseño de contenido educativo para TVDi, se relacionan directamente con los recursos utilizados dentro del contenido educativo y su presentación al televidente (texto, gráficos, fondos, colores, imágenes, y la interfaz).

En televisión, la interactividad es la capacidad de ofrecer contenidos adicionales a los programas de televisión, permitiendo al usuario ver informaciones asociadas al contenido audiovisual, la programación de los canales, participar en concursos, votaciones, comprar productos o servicios, e incluso participar en los propios programas de televisión con el control remoto (Päivi, 2006b). La interactividad es posible gracias a aplicaciones que complementan la programación, siendo el usuario el que decide si quiere o no verlos, y cuándo verlos (Päivi, 2006b).

Dado que el tiempo es muy importante cuando el televidente interactúa con el contenido, la navegación básica siempre debe implicar tiempos de respuesta eficaces. Si un espectador se queda sin una respuesta a un comando después de 8 segundos, tienden a cambiar de contenido.

### **3.7. CONCLUSIONES**

A pesar de las limitaciones en la libertad para crear el contenido, trabajar con el modelo guiado conlleva a producir un mejor contenido en términos de calidad estructural y, al mismo tiempo mantener un alto nivel de eficiencia y satisfacción, en comparación con el modelo sin guía.

La tecnología elegida debe ser adecuada para el contenido, apoyar el proceso de aprendizaje y aportar un valor añadido al aprendizaje. La edad de los estudiantes, los conocimientos adquiridos, el conocimiento técnico, la comodidad y la experiencia utilizando la tecnología, afectan a las decisiones técnicas.

La utilización del texto en televisión digital, debe apoyar la descripción de aspectos puntuales dentro del contenido educativo mostrado en la pantalla, pero no ser utilizado como el elemento principal dentro del contenido educativo.

La distribución del contenido educativo en forma de "L" dentro de la pantalla de televisión, permite a los productores de contenido, ahorrar espacio dentro de la pantalla de televisión para poder centrarse en el contenido multimedia.

La utilización de DBV-HTML en la generación de aplicaciones para *t-learning*, permite múltiples facilidades desde el punto de vista de diseño, distribución de aplicaciones y despliegue de contenido al televidente final.

Segmentar el contenido educativo, permite la reutilización del contenido, lo cual conlleva a la disminución de costos en producción de contenido, incrementando la flexibilidad e interoperabilidad de plataformas, personalización del contenido.

La interactividad va a permitir a los canales de televisión ofrecer un importante conjunto de servicios al ciudadano, que permitan explorar nuevas formas de hacer televisión, incorporando funciones avanzadas de comunicación y participación, y servicios sociales para el desarrollo de la Sociedad de la Información.



## 4. HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE CONTENIDOS EDUCATIVOS PARA T-LEARNING

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Para generar contenido iTV se necesita tener conocimiento tanto de MHP como Java. Por lo cual es muy complicado desarrollar aplicaciones medianamente complejas en corto tiempo. Debido a esto, han surgido herramientas de autoría que actúan como un nivel de abstracción en la elaboración de contenido.

Las herramientas de autoría soportan un subconjunto de MHP y la gran mayoría de ellas generan contenido DVB-J, ya que este tipo de aplicación ofrece una amplia gama de funcionalidades y por lo tanto, es ideal para la creación de contenidos de entretenimiento.

El inconveniente que tienen estas herramientas, es el hecho de que fueron concebidas pensando en generar contenido de entretenimiento y su utilización amerita tener un mínimo de conocimiento acerca de MHP. Además, la distribución de aplicaciones DVB-J está más sujeta a restricciones en comparación con las aplicaciones DVB-HTML (Päivi, 2006b).

Por todo lo anterior, en este capítulo se presenta la herramienta de autoría iTV Creation. La cual fue creada como una aplicación de escritorio capaz de generar contenido DVB-HTML para propósitos de *t-learning*. En este capítulo se presenta todo el proceso de construcción desde sus requisitos hasta su implementación. Desde luego, se han tenido en cuenta algunas de las recomendaciones del capítulo 3.

### 4.2. REQUISITOS

A partir del análisis que se hizo en el capítulo 2, se formó un conjunto de requisitos que debe cumplir la herramienta:

- Permitir la construcción de aplicaciones DVB-HTML.
- Proporcionar una interfaz gráfica que permita la creación de aplicaciones.
- Permita configurar las aplicaciones de manera fácil.
- Debe proporcionar una interfaz simple.
- Permita la creación libre de aplicaciones.
- Permita al usuario ver los cambios realizados por él.
- La herramienta debe soportar el uso de plantillas.
- Las aplicaciones generadas deben correr en STB reales.
- Debe soportar el uso de hojas de estilo.

Estos son los requisitos fundamentales que se tienen para el diseño de la herramienta de autoría. La totalidad de los requisitos se presentan en el Anexo L.

### 4.3. TIPO DE APLICACIÓN

Antes de hacer cualquier aplicación MHP, hay que decidir el tipo de aplicación que se va a desarrollar, si es DVB-J o DVB-HTML, ya que tiene un impacto significativo en el proceso de desarrollo. Para ello se hará una comparación de los dos tipos de aplicaciones.

Las aplicaciones DVB-J se caracterizan por ser prácticamente ilimitadas en el tipo de interactividad que ofrecen, a diferencia de DVB-HTML que se limita al soporte de etiquetas DVB-HTML y secuencias de comando (Scripting)(Vanhoof, 2005). Así mismo, DVB-J se inicia



y responde más rápido en comparación con las aplicaciones DVB-HTML, debido a que el contenido DVB-HTML, primero tiene que ser renderizado<sup>33</sup> teniendo como consecuencia una pérdida de rendimiento (es lento al inicio y en las respuestas de interacción del usuario).

Una visión general de las características de DVB-J y DVB-HTML es presentada en la Tabla 8.

DVB-J	DVB-HTML
Se utiliza para realizar cálculos complejos(Vanhoof, 2005).	Permite una Rápida actualización de las aplicaciones.
Es usado para procesamiento pesado del lado del cliente (juegos, autoevaluaciones)(Päivi, 2006b).	Permite el Fácil desarrollo de contenido.
	Utilizado para Presentaciones estáticas sobre la pantalla.
Soporta Animaciones.	Su Funcionamiento es análogo a un sitio web.
Generalmente es distribuido a través de uno o varios carruseles el cual tiene un ancho de banda limitado.	Pre-procesamiento, procesamiento del lado del servidor (Evaluaciones)(Päivi, 2006b).
La distribución de aplicaciones DVB-J está más sujeta a restricciones.	Fácil de distribuir, por canal de retorno o mediante el carrusel.

Tabla 8. Comparación de las Aplicaciones DVB-J y DVB-HTML.

En la actualidad las aplicaciones DVB-J son las más utilizadas ya que son rápidas, permiten realizar cálculos complejos y debido a su interactividad ilimitada. Sin embargo, su curva de aprendizaje para el desarrollo de aplicaciones de TV Digital es mayor a la curva de DVB-HTML ya que DVB-HTML es muy similar al HTML básico. Igualmente, como se ilustra en la Tabla 8, las aplicaciones DVB-J están más sujetas a restricciones, como es el hecho de que son transmitidas a través del carrusel de objetos, el cual tiene un ancho de banda limitado. Por otro lado, las aplicaciones DVB-HTML normalmente se solicitan desde un servidor web, es decir, utilizan el canal de retorno para descargar el contenido, facilitando su distribución enormemente. Además, DVB-HTML admite procesamiento del lado del servidor, de ahí que es posible tener un LMS<sup>34</sup> similar al de e-learning. Por todo lo anterior, se ha decidido escoger DVB-HTML como tipo de aplicación a soportar por la herramienta de autoría.

#### 4.4. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN LA CREACIÓN DE iTV CREATION

En la creación de la herramienta de autoría se utilizaron las herramientas *FFMPEG* y principalmente el *Framework Atris*, el cual se adaptó para formar el núcleo de la *iTV Creation*. A continuación, se presenta una descripción de las herramientas citadas.

##### 4.4.1. FFMPEG

FFmpeg es una colección de software libre que sirve para grabar, convertir y transmitir audio y video. Incluye su principal biblioteca libavcodec, la cual es capaz de codificar/decodificar en varios formatos de audio y video. FFMpeg es desarrollado bajo Linux, pero puede ser compilado en la mayoría de sistemas operativos, incluyendo Windows (FFmpeg, 2005).

La herramienta FFMPEG permite convertir archivos media (Audio/Video) a .mpg para video y .mp2 para audio; estos formatos son los necesarios para que se puedan reproducir en el STB. Así mismo, esta herramienta permite configurar diferentes parámetros que son necesarios en la codificación.

<sup>33</sup>Renderizado: Toma el contenido (XML,CSS, imágenes, etc.) y crea una representación visual de una página.

<sup>34</sup>LMS: es un Sistema de Gestión de Aprendizaje.



Además, esta herramienta permite dividir un video en frames<sup>35</sup> lo cual es muy útil para la generación de Video Drips. Igualmente, permite convertir una imagen a I-frame, ideal para generar la imagen de fondo.

#### 4.4.2. Framework Atris

Atris es un Framework basado en la filosofía de código abierto y es libre de utilizar (Atris, 2003). Está diseñado para manejar muchas de las tareas de rutina y funciones que las interfaces suministran a los usuarios, simplificando dramáticamente las tareas que el desarrollador debe hacer.

Escrito en lenguaje java, Atris permite a los desarrolladores crear sofisticadas y complejas interfaces de usuario, las cuales pueden ser desarrolladas usando java en un cualquier sistema operativo específico. Además el Framework establece la coherencia y muchas de las características y funciones que los usuarios han llegado a esperar de la GUI, lo que permite al programador concentrarse en la funcionalidad de la aplicación. Es así, como el Framework Atris reúne las capacidades necesarias para ofrecer las más potentes y flexibles aplicaciones (Atris, 2003).

Una visión general de la interfaz que ofrece el Framework Atris se ilustra en la Figura 22.

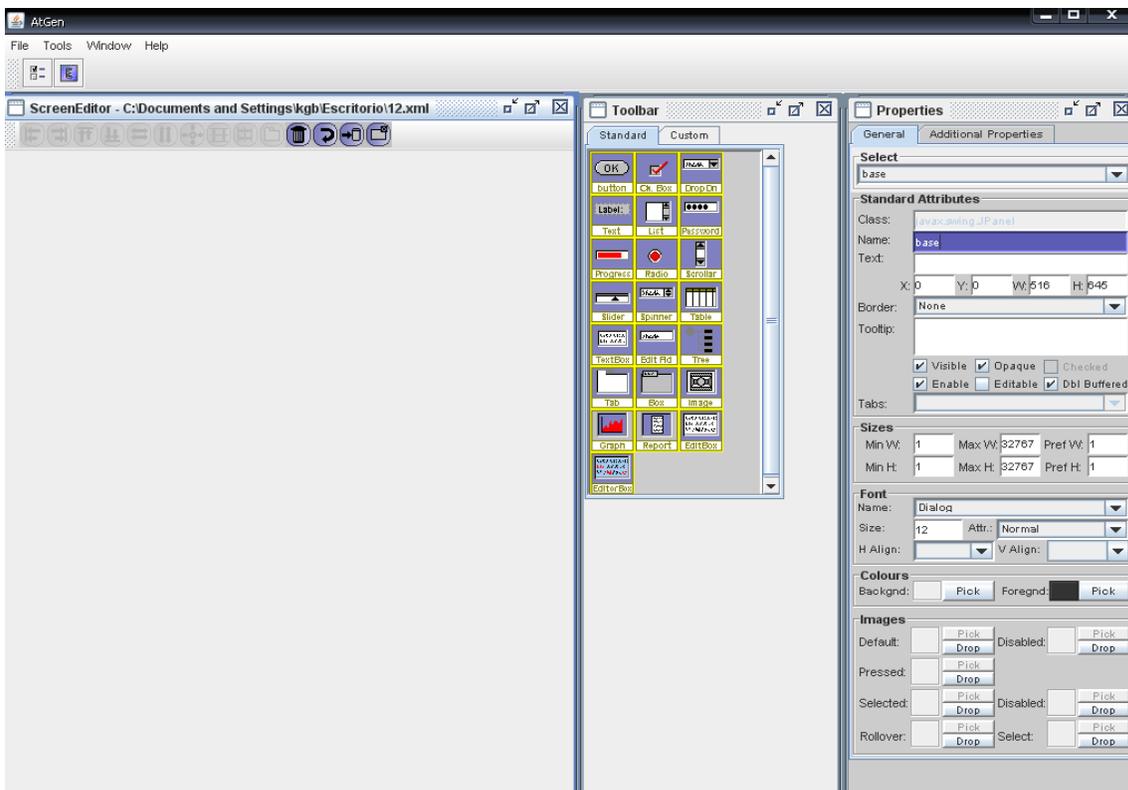


Figura 22. GUI del Framework Atris.

Como se aprecia en la Figura 22, el Framework está formado por tres ventanas:

<sup>35</sup> Frame: se conoce como un fotograma o cuadro



- ScreenEditor: Editor Visual, donde se crean las interfaces.
- Toolbar: Donde residen los componentes gráficos de Swing.
- Properties: Permite ajustar las propiedades de los componentes.

A continuación se presenta algunas de las características del Framework Atris:

- *Editor de Pantalla Avanzado*: Permite a los desarrolladores crear interfaces de usuario de forma fácil y eficaz. Las pantallas son creadas en formato XML que es compatible con Java 1.4.x y superiores. Las pantallas pueden ser cargadas incluso fuera del Framework.

El editor de pantalla ofrece características avanzadas tales como la edición de las propiedades, capacidades inteligentes de arrastrar y soltar, redimensionamiento y movimiento dinámico, incluye alineación y configuración de imágenes y color.

- *Patrones de diseño*: Un patrón de diseño, para los propósitos del Framework Atris es la reutilización de plantillas que pueden ser adaptadas a una aplicación específica (Atris, 2003). Aprovechando los patrones de diseño, el desarrollador puede lograr coherencia en el diseño de la interfaz.
- *Documentación*: El Framework Atris incluye extensa documentación que proporciona información concerniente a los desarrolladores desde conceptos, ejemplos y tutoriales de cómo utilizar el Framework para crear aplicaciones sofisticadas.

#### 4.5. DISEÑO SOFTWARE

Para ilustrar las funcionalidades que serán implementadas, fueron desarrollados los diagramas de casos de uso, de clases, de paquetes, colaboración y componentes. Toda esta documentación fue creada siguiendo la notación UML y se puede encontrar en el Anexo L.

Por otro lado, en la herramienta de autoría se definieron dos conceptos:

- *Página*: Es un documento XML, donde se define la interfaz gráfica de la pantalla del TV. Por lo tanto, en la herramienta de autoría, la página está representada por el panel de dibujo.
- *Proyecto*: Engloba la información que permite gestionar las páginas y los recursos (imágenes, CSS, I-Frame, etc.) que abarca una aplicación DVB-HTML.

#### 4.6. ARQUITECTURA

El diagrama general de la arquitectura de la herramienta de autoría iTV Creation, es presentado en la Figura 23, en ella se presentan los diferentes módulos y sus relaciones.

En la Figura 23, el usuario interactúa con la herramienta a través de *GUI*, es decir, por medio de ella crea el proyecto, el cual es gestionado por *Control*, y genera las páginas que son manejadas por *Editor*. En este proceso, se hace uso de *Plugin* para conocer la representación gráfica de los componentes, que son utilizados en las páginas. Además, para la persistencia de los datos del proyecto, *Editor* pasa la información de la página a *Control*, el cual utiliza *XML* para guardar la información del proyecto en un archivo xml. Igualmente, si se quiere recuperar la información, se realiza el proceso inverso. Una vez, el proyecto ha sido terminado, *Control* envía la información del proyecto al módulo *DVB-HTML* el cual utiliza *Plugin* para conocer la sintaxis de los componentes y así generar la aplicación DVB-HTML.

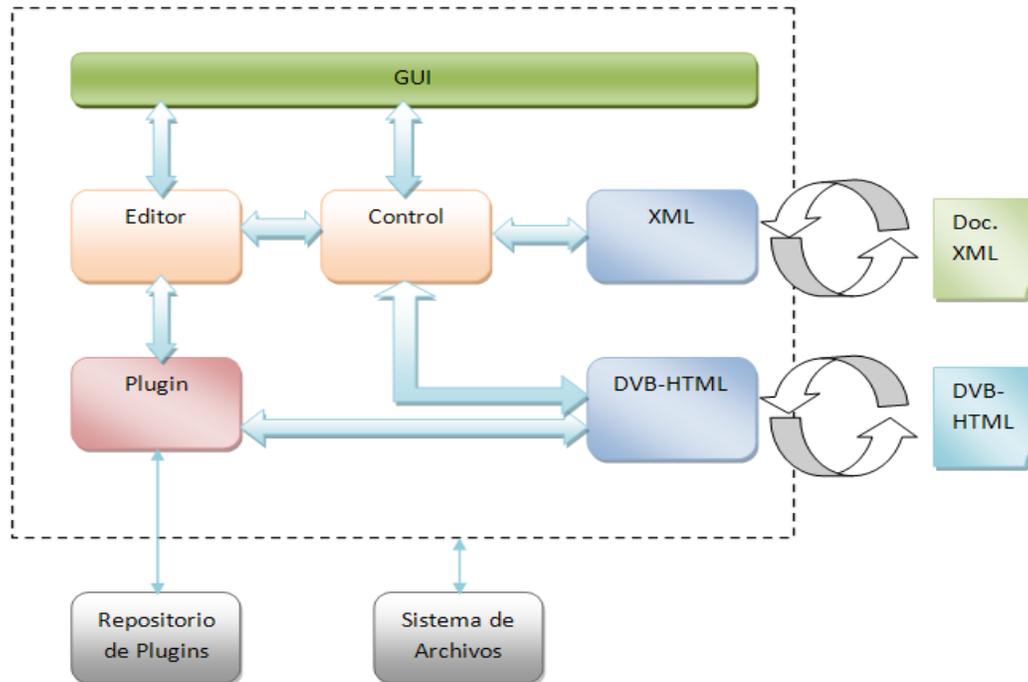


Figura 23. Arquitectura de iTV Creation.

A continuación, se dará una descripción de cada uno de los módulos de a la arquitectura.

**GUI:** Su gran aporte es ofrecer una interfaz intuitiva para la generación de páginas que hacen parte del proyecto, así como ofrecer diversas funcionalidades que permitan gestionar el proyecto. Este módulo es uno de los más importantes y complejos en esta arquitectura, debido a que tiene la finalidad simplificar la etapa de creación de aplicaciones para iTV, mediante sus interfaces.

**Control:** Permite gestionar las páginas y las hojas de estilo. Además, dispone de toda la información necesaria del proyecto para generar las aplicaciones DVB-HTML.

Control Interactúa con el módulo Editor, para extraer las modificaciones hechas a una página del proyecto, es decir, Control permite crear las páginas y el módulo Editor es quien agrega los componentes a dicha página. Además, el módulo Editor necesita de Control para obtener las propiedades de las hojas de estilo.

Control maneja toda la información referente al proyecto. Por lo tanto, tiene comunicación bidireccional con los módulos XML y DVB-HTML, para exportar e importar la información del proyecto en diferentes formatos.

**Editor:** Su principal función es permitir a un componente grafico ser arrastrado y soltado, así como el ajuste de las propiedades. Además, ofrece todas las funcionalidades para gestionar una página determinada del proyecto.

Editor se relaciona con el módulo GUI y el módulo de Plugins. La interacción con el módulo GUI, permite al usuario realizar los cambios respectivos a una página concreta y con el módulo Plugin permite ajustar las propiedades de cada uno de los componentes que pertenezcan a dicha página.



**DVB-HTML:** Tiene la funcionalidad de crear aplicaciones DVB-HTML a partir de la información suministrada por el módulo Control, así mismo se puede hacer el proceso inverso, es decir, a partir de los datos exportados se puede generar la información que permita crear un proyecto.

Este módulo se relaciona con el módulo Plugin ya que necesita la sintaxis DVB-HTML, definida por cada plugin, de cada componente.

**XML:** Este módulo tiene la funcionalidad de almacenar la información que suministra el proyecto en un documento XML. Así mismo, a partir de ese documento se puede generar el proyecto (abrir el proyecto).

Nótese que tanto este módulo como el módulo DVB-HTML presentan funcionalidades parecidas, pero su rendimiento es muy distinto, el procesamiento de los documentos XML es más rápido comparado con el procesamiento de los documentos DVB-HTML el cual trabaja con archivos XML y Hojas de Estilo.

**Plugin:** Este módulo permite manejar los plugins que residen en el repositorio de plugins de la herramienta. Cada plugin define uno o varios componentes gráficos, los cuales serán utilizados por el módulo Editor.

**Sistema de Archivos:** Representa los recursos necesarios para el funcionamiento adecuado de la herramienta, como son imágenes, documentos XML, hojas de estilo, etc.

**Repositorio de plugins:** Representa el sitio donde se localizan los plugins cargados por la herramienta de autoría.

#### 4.7. RESULTADO FINAL

Una vez implementada la herramienta de autoría iTV Creation, su interfaz final es la que se ilustra la Figura 24:

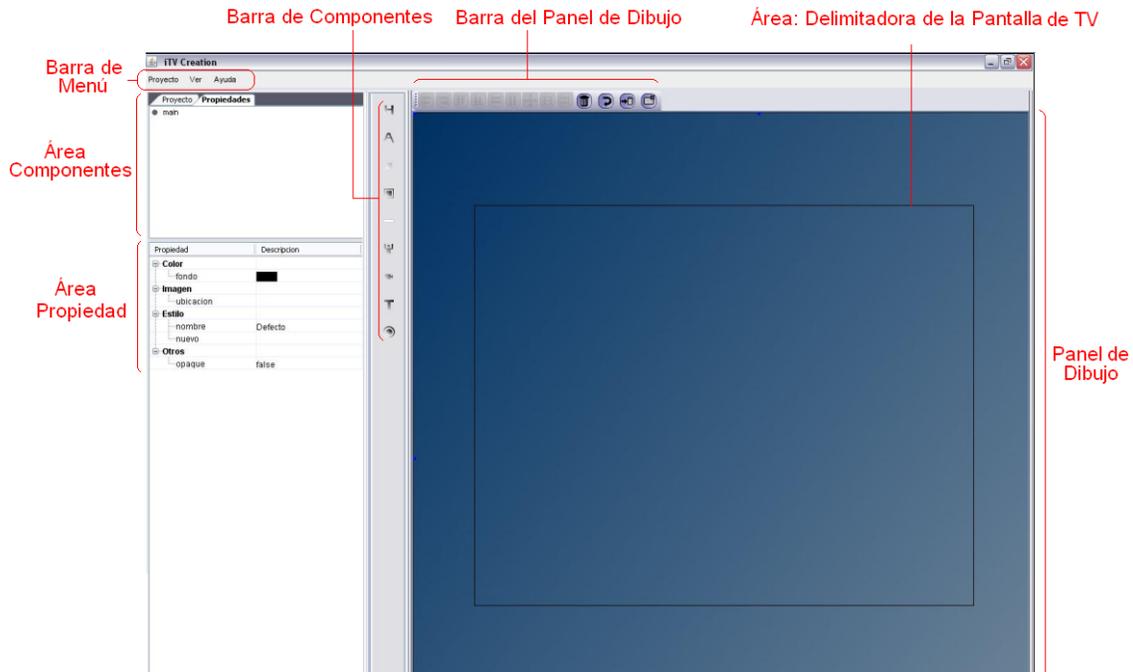


Figura 24. GUI iTV Creation.



A continuación, se explica cada una de las áreas que hace parte de la interfaz gráfica de iTV Creation.

### Barra Menú

Al igual que cualquier otra aplicación, la barra de menú contiene el menú de la herramienta iTV Creation el cual permite realizar varias acciones:

Dentro de las acciones más importantes se encuentra:

- Proyecto > Nuevo Proyecto.
- Proyecto > Abrir Proyecto.
- Proyecto > Guardar Proyecto.
- Proyecto > Exportar Proyecto.
- Proyecto > Importar Proyecto.

### Barra de Componentes

Permite seleccionar los componentes que se desean dibujar. Los componentes son cargados desde el directorio Plugin de la herramienta, estos tienen la característica de ser fácilmente instalados o cambiados para satisfacer las necesidades que se tengan.

Los componentes que actualmente soporta la herramienta son los que se ilustran en la Tabla 9.

Etiqueta	Icono	Descripción
Enlace		Permite saltar de una página a otra
RadioButton		Permite elegir sólo una opción de un conjunto predefinido de opciones
Botón		Es utilizado en el formulario para ejecutar una determinada acción.
CheckBox		Permite al usuario hacer selecciones múltiples de un conjunto de opciones
Campo de Texto		Sirve para ingresar datos por parte del usuario
Título		Inserta títulos en la página
Imagen		Permite insertar una imagen en la capa de gráficos
Video		Es un área que sirve para posicionar el video en la página
Texto		Para colocar texto estático sobre la página

Tabla 9. Componentes de iTV Creation.

### Panel de Dibujo

Sobre el panel de dibujo la aplicación es creada. El panel de dibujo siempre despliega una sola página sobre la cual se dibujan nuevos componentes. Para adicionar un componente, primero se selecciona el componente a adicionar en la barra de componentes y luego se arrastra sobre el panel de dibujo. Además, este panel permite cambiar el color de fondo o insertar una imagen en la capa de fondo.



El panel dibujo ofrece tres funcionalidades que debe tener todo editor:

-  Borrar: permite eliminar componentes del panel editor.
-  Guardar: guardar los cambios hechos a la página.
-  Deshacer los cambios: deshace los cambios hechos a la página.

## Pestañas

La Pestaña Proyecto y la Pestaña Propiedades están localizadas a la izquierda del panel de dibujo (ver Figura 25). Estas pestañas permiten realizar diversas operaciones tanto al proyecto como a las páginas.



Figura 25. Pestañas de iTV Creation.

## Pestaña del Proyecto

Gestiona las páginas del proyecto, es decir, se puede crear, eliminar, copiar y renombrar las páginas. Además, cuando se quiere crear interfaces que son muy similares, la opción de copiar es muy importante, ya que permite crear una página a partir de otra ya existente (Plantillas). Es así como esta área permite tener control de todas las páginas que forman el proyecto.

## Pestaña Propiedades

La pestaña propiedad está formada por el área componentes y área propiedad (ver Figura 24).

**Área Componentes:** Visualiza una lista con los nombres de los componentes, que actualmente están desplegados en el panel de dibujo. Esta área permite seleccionar componentes que estén localizados en dicho panel.

**Área Propiedad:** Es una parte de la GUI, usada por los usuarios para modificar las propiedades de los componentes que hacen parte de la página desplegada en el panel de dibujo. Esta área permite el ingreso de texto, manejo de hojas de estilo, cambio de color<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Color: Los colores son los soportados por el estándar MHP (ver Anexo I).



(tanto el fondo de los componentes como el texto), también permite posicionar el componente en el panel de dibujo mediante sus coordenadas (x, y) y sus dimensiones (alto, ancho).

En la GUI, las propiedades de los componentes se dividen en grupos y nombres de grupos que se muestran en negrilla (ver Figura 24).

#### **4.8. CARACTERÍSTICAS DE iTV CREATION**

A continuación se presentan algunas de las características de la herramienta de autoría *iTV Creation*.

- No se necesita conocimientos en programación Java ni MHP.
- Generación automática de I-Frame.
- Generación automática de la Navegación (ver Anexo J).
- Exporta contenido en formato DVB-HTML.
- Soporta plugins para incorporación de nuevos componentes.
- Almacenamiento en formato de archivos XML.
- Actualización dinámica del contenido.

#### **4.9. CONTENIDO GENERADO**

Al exportar un proyecto en *iTV Creation*, se genera un archivo comprimido, con extensión .zip, el cual contiene la aplicación DVB-HTML con el siguiente contenido:

- Pages: En este folder se almacena las páginas del proyecto, cada página representa una interfaz, es decir, cada página es un documento XML que sigue el estándar DVB-HTML.
- Resources: Este folder almacena los recursos que utiliza el proyecto como son imágenes e I-Frames. Además, se sitúan las hojas de estilo de cada página.

Estos documentos pueden ser exportados directamente como un carrusel a uno o más servidores de emisión, o ser desplegados en un servidor de aplicaciones.

#### **4.10. REQUISITOS PARA SU USO**

*iTV Creation* fue desarrollado utilizando el lenguaje de programación multiplataforma Java. Por lo que se puede ejecutar en cualquier sistema operativo que permita la instalación de la Máquina virtual de Java (JDK 1.6.0\_07 o superior). Además, se aconseja tener una resolución de pantalla igual o superior a 1024 x 768 pixeles.

#### **4.11. EJEMPLO DE UTILIZACIÓN**

A continuación, se creará una simple interfaz gráfica de usuario utilizando la herramienta de autoría *iTV Creation*.

Lo primero que se hace es crear un nuevo proyecto, el cual denominaremos "Prueba", y seleccionar la hoja de estilos por defecto. Posteriormente, de la barra componentes se arrastrarán los componentes, que se quieran utilizar en la interfaz gráfica, al panel editor.

Para ajustar las propiedades de los componentes que están en el panel editor, se debe posicionar sobre el componente y seleccionar la pestaña propiedades.



Finalmente, luego de agregar los componentes (Titulo, Texto, Enlace, Video e Imagen de Fondo) y hacerles algunos ajustes, la interfaz final es la que se muestra en la Figura 26.

Para ver la descripción detallada de cómo se obtuvo la interfaz, remitirse al Anexo M.

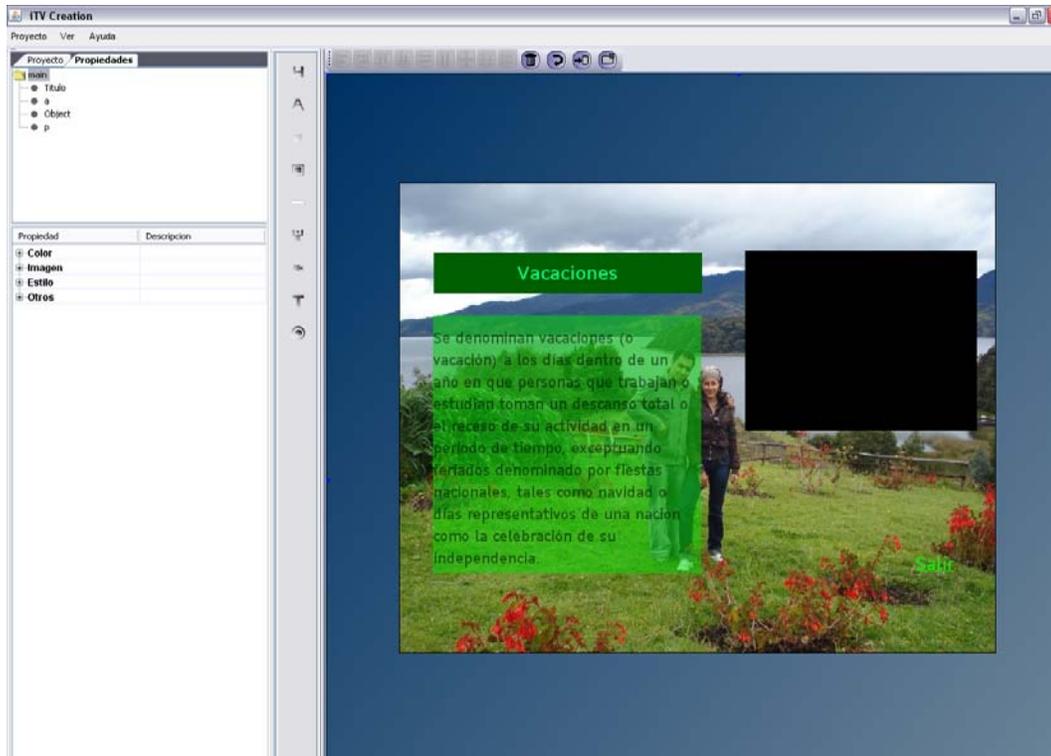


Figura 26 Simple Interfaz Gráfica.

#### 4.12. CONCLUSIONES

Debido al soporte de plugins, fácilmente se puede modificar el comportamiento de cada uno de los componentes que maneja iTV Creation. Al mismo tiempo, la herramienta permite adicionar nuevos componentes, para lo cual se hace necesario tener conocimiento tanto java como MHP.

Las características que posee iTV Creation son muy similares a las características de las herramientas de autoría (DVB-J) analizadas en el capítulo 2, debido a que soporta plugins, WYSIWYG, no necesita de conocimientos en programación java ni MHP para crear contenido TVDi, etc. Además, ofrece funcionalidades básicas que tiene todo editor de contenidos, como es eliminar, guardar y deshacer.

Para modificar las características de los componentes, se puede hacer directamente desde el panel de dibujo o utilizando la pestaña propiedades, para lo cual se debe tener en cuenta, que el panel de dibujo solo permite ajustar las propiedades de localización y tamaño. Mientras que la pestaña propiedades ajusta todas las propiedades soportadas por los componentes.

Pese a que iTV Creation fue diseñada con propósitos educativos, puede ser utilizada para generar cualquier tipo de contenido que este soportado por el subconjunto de etiquetas que se manejan de DVB-HTML.



## 5. CASO DE ESTUDIO

### 5.1. INTRODUCCIÓN

Para la validación de algunas de las recomendaciones propuestas en el capítulo 3 (Recomendación 2, 4, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17 y 19), se desarrolla un prototipo de contenidos para un curso de *T-learning*. Para el desarrollo de los contenidos se utilizará la herramienta de autoría iTV Creation diseñada e implementada en el capítulo 4.

Primero se inicia con la etapa de producción, en donde se define los requisitos pedagógicos, personales y técnicos, así como el diseño del curso virtual que abarcará el tema de biocombustibles. Luego, se realiza una serie de pruebas y finalmente se analiza los resultados obtenidos.

### 5.2. DESCRIPCIÓN DEL CURSO A VIRTUALIZAR

Durante las últimas décadas se ha venido observando un aumento dramático en la temperatura del planeta debido al calentamiento global que ha causado inundaciones, epidemias, hambrunas y grandes pérdidas materiales que cada vez son más frecuentes. El calentamiento global es debido a la emisión de gases de efecto invernadero, gran parte de estos gases son gases fósiles derivados del petróleo. Los problemas causados por el petróleo y su escasez que está afrontando el mundo actual, ha llevado a distintos países a buscar nuevas alternativas energéticas como el uso de biocombustibles. Colombia no es ajena a esta situación, es por eso, que está realizando investigaciones en esta área, de ahí que es necesario informar a las personas de lo que se está haciendo y como serían afectadas en un futuro inmediato. Por todo lo anterior, se ha seleccionado el curso de biocombustibles que puede ser usado en el programa de tecnología de agroindustria y otros relacionados, para la validación de las recomendaciones.

El curso abarcará conceptos generales de biocombustibles, como son su definición, los tipos de biocombustibles más usados y desarrollados, como son el etanol y biodiesel. Además, incluye temas sobre los beneficios y problemas, que traen tanto a la sociedad como el medio ambiente el uso de los combustibles.

### 5.3. PRODUCCIÓN DE CONTENIDO

Para la producción de contenido se seguirá el modelo planteado por (Päivi, 2006a), el cual define tres fases de producción vistas en el capítulo 1: preproducción, producción y postproducción.

#### 5.3.1. Fase de Preproducción

En esta fase se hizo uso de la recomendación 1 para definir el curso, los requisitos pedagógicos, personales y técnicos.

Para generar contenido educativo, se decidió tomar una pequeña parte de un curso de agroindustria que abarca conceptos generales de biocombustibles, los cuales permiten generar contenidos y posteriormente ser evaluados.

Para la realización de este prototipo no se tuvo en cuenta los costos requeridos para la generación de contenidos, si no los beneficios que ofrecen. Con ello, se profundizó algunas de las características que brindan los sistemas de iTV.



### **Requisitos Pedagógicos**

Los requisitos pedagógicos no se profundizaron en este proyecto, simplemente se listaron las características del curso que se ha tomado.

El objetivo del curso virtual de biocombustibles, denominado AgroEDiTV, es dotar al estudiante de una sólida formación en un tema de actualidad muy controvertido, en el que es frecuente acceder a información mediática que pone al mismo nivel aspectos de gran trascendencia como es la seguridad alimentaria y la generación de combustibles.

Las características que presenta el curso son:

- Asincrónico.
- Complemento a un curso formal.
- No lineal: El contenido puede ser accedido en el orden que se desee.
- Conectado a un programa de televisión.
- Permite realizar Evaluaciones.

El curso presenta una serie de temas que incluye contenido audiovisual, texto e imágenes. Al final de la presentación del contenido educativo, se tiene una evaluación del curso.

Los tipos de materiales didácticos, utilizados para generar el curso de agroindustria son texto, imágenes y video. La parte teórica del curso de biocombustibles se define en el Anexo N.

### **Requisitos personales**

Hay que tener en cuenta, que el contenido generado está destinado a apoyar procesos educativos en tecnología de agroindustria. Por lo cual, permite identificar el grupo de personas hacia quien está dirigido el curso.

Por lo anterior, se supone que el curso está dirigido a personas que no tienen ningún problema auditivo o visual, que son personas jóvenes de edades entre los 16-26 años, las cuales tienen un buen nivel de conocimientos y no tienen ningún problema en la utilización de las tecnologías.

Los estudiantes deben tener acceso a la tecnología donde se va a estudiar, es decir, debe contar:

- Un STB o televisor digital que mínimo incluya un control remoto.
- Una conexión a internet de banda ancha (acceso al canal de interacción).

### **Requisitos técnicos**

Los requisitos técnicos que permiten la implementación del curso de agroindustria son los siguientes:

- La transmisión del contenido educativo, únicamente utilizará sistemas iTV, es decir, no se tendrán medios alternativos para transmitir el contenido educativo como los dispositivos móviles y la web.
- La disponibilidad del servicio debe ser bajo demanda.
- El contenido debe estar disponible las 24 horas al día y los 7 días a la semana. Por tal razón, no hay necesidad de PVR.
- Se permitirá la interacción entre el estudiante y el sistema de aprendizaje.

- No se requiere ningún tipo de seguridad para la integridad del contenido educativo, pero se necesita la autenticación por parte de los usuarios.

### 5.3.2. Fase de Producción

Para el desarrollo de los contenidos se propone el siguiente sistema.

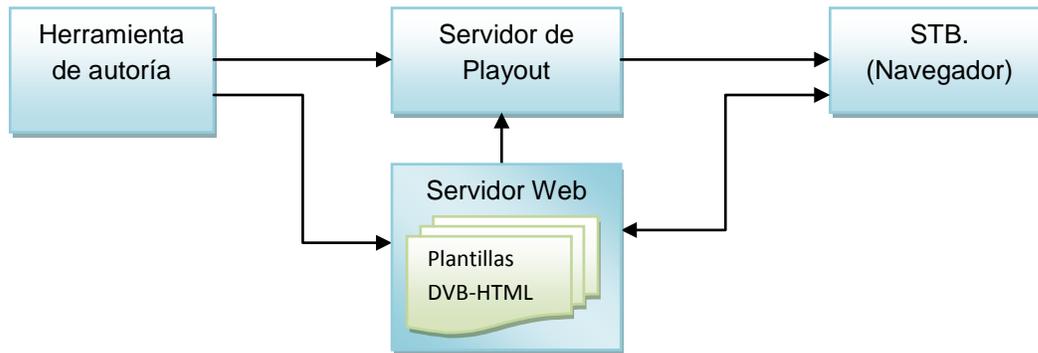


Figura 27. Subsistemas necesarios para crear el curso de agroindustria.

Para ensayar el contenido generado por la herramienta de autoría iTV Creaton en el STB, se hizo uso del navegador desarrollado en el proyecto EDiTV llamado EDiTVBW. El cual soporta un subconjunto del estándar DVB-HTML. Este navegador es una aplicación DVB-J que es difundido mediante el carrusel de objetos.

Se hizo uso de un servidor web el cual procesa las respuestas enviadas por el STB; concretamente será utilizado para realizar las evaluaciones y la autenticación. Así mismo, permitirá ejecutar parte del procesamiento de la aplicación para emular video bajo demanda.

Para el desarrollo del contenido se utilizó la herramienta de autoría diseñada e implementada en el capítulo 4. El contenido generado por la herramienta puede ser emitido mediante el canal broadcast o utilizando el canal de retorno.

#### 5.3.2.1. Estructuración del curso de agroindustria

Antes de que se cree el diseño de curso AgroEDiTV, se determinó el tipo de contenido con que se cuenta. Así mismo, se definió algunas de sus características que deben tener dichos contenidos.

Teniendo en cuenta, la recomendación 14 en la cual el principal contenido para *t-learning* es el contenido audiovisual, se inicia por determinar el video. Hay que tener en cuenta, que lo ideal es generar su propio video, ya que éste se puede hacer con todas las características que se desean del curso. Pero, si no se puede, hay que realizar una búsqueda y posteriormente una selección, como sucedió en este proyecto al utilizar contenidos ya generados, es decir, reutilizar contenidos que han sido concebidos para otros propósitos.

Para la elección de los videos, primero se segmentó cada uno de los videos (Recomendación 12), para ello se limitó la duración de los videos así:

- El mínimo es de 30 segundos.
- y el máximo de 2 minutos.



En general, los videos se segmentaron de tal forma que tuvieran una duración cercana al minuto. La segmentación de los videos permitió una rápida clasificación según su contenido. Nótese que videos largos pueden abarcar varios temas, lo cual dificulta su clasificación. De ahí, la importancia de seguir la recomendación 12.

Una vez elegido los videos se hizo una breve descripción de cada uno de ellos, de tal manera que permita escoger el contenido complementario.

- **Introducción:** Abarca temas sobre saturación de los mercados por las materias primas alimenticias, el deterioro del medio ambiente, e incremento del precio de las energías fósiles, que han llevado a tener una Agricultura dirigida a la obtención de materias primas para la producción de energías renovables.
- **Definición:** Comprende el concepto de biocombustibles, así mismo menciona los tipos de biocombustibles que existen.
- **Beneficios:** Incluye las ventajas que genera el uso de biocombustibles, frente a los problemas que está causando los actuales combustibles fósiles como el petróleo y el gas.
- **Inconvenientes:** Refleja los efectos que está teniendo el uso de la agricultura en la obtención de energías renovables.
- **Conclusiones:** Precisa cómo debe usarse los combustibles, mitigando efectos colaterales que estos generan.

## Imágenes

Igual que con el video, se hizo una búsqueda de imágenes relacionadas con biocombustibles o temas a fines que pudieran ser utilizadas a modo de complemento al contenido audiovisual. Una vez se tienen las imágenes, se realiza una clasificación similar a la del video.

Como las imágenes son utilizadas a modo de complemento, se decidió que en lo posible se debería tener una resolución cercana a 360 x 240 pixeles. Del tal forma, que la otra porción de la pantalla fuera ocupada por video o texto. Así, las imágenes con resoluciones superiores tuvieron que ser modificadas.

## Imagen de Fondo

Una parte fundamental en la generación de contenido son las imágenes de fondo debido a que éstas son desplegadas en la capa de fondo el cual soporta 24 bits, muy diferente a la capa de gráficos donde se manejan tan solo 8 bits. Las imágenes de fondo, con un buen diseño permiten definir la estructura de las páginas.

## Definición

El contenido audiovisual que trata sobre la definición no será presentado en pantalla completa, pero si tendrá una gran porción de ella, además no se incluirá ningún tipo de contenido adicional, ya que el video es muy claro.

## Diseño del curso

La Figura 28 ilustra la estructura del curso AgroEDiTV, el cual puede ser visto mediante una ruta definida o personalizada.

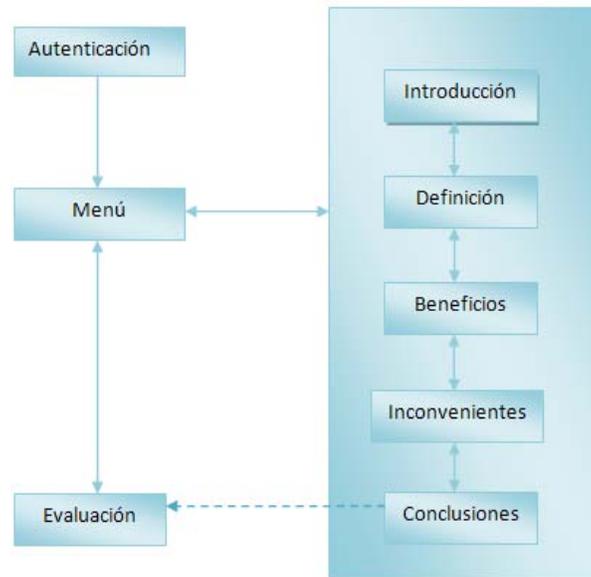


Figura 28. Estructura del Curso AgroEDiTV.

Como se puede observar en la Figura 28, el recorrido del curso no es lineal, este puede ser visto en el orden en que se desee. Por otro lado, cada bloque definido en la estructura representará una página DVB-HTML.

### **iTV Creation**

Una vez definida la estructura del curso y su contenido, se procedió a generar el contenido DVB-HTML mediante el uso de la herramienta de autoría iTV Creation.

La herramienta tiene en cuenta algunas de las recomendaciones que se debe tener, al momento de generar contenido iTV, como es la fuente de la letra utilizada para el diseño del curso Tiresias (Recomendación 3), el tamaño 18 pt, 24 pt y 36 pt, el área segura, el número de letras que maneja por cada pantalla, los colores soportados por los STB entre otras.

Teniendo en cuenta algunas de las recomendaciones citadas en el capítulo 3, se generaron las páginas DVB-HTML.

Como el curso es complemento a uno formal, es necesario identificar al estudiante que va a realizar el curso, de tal manera que permita ver los resultados que tiene. De ahí, que se hace necesario hacer un proceso de validación. Así, la primera página a diseñar es la que permite realizar la autenticación (ver Figura 29), en ella se presenta dos campos (Usuario y Código), esta información es conocida por el estudiante y es obtenida por otro medio, por ejemplo a través de Internet en el proceso de inscripción al curso.

La página de la Figura 29 presenta la opción de salir, por si el estudiante se arrepiente de tomar el curso en ese momento.

Una vez el estudiante ingresa los datos, estos son enviados a un servidor donde son procesados, si los datos son incorrectos, se le presenta la misma página. Si los datos son correctos se presenta la siguiente página (página menú ver Anexo O).

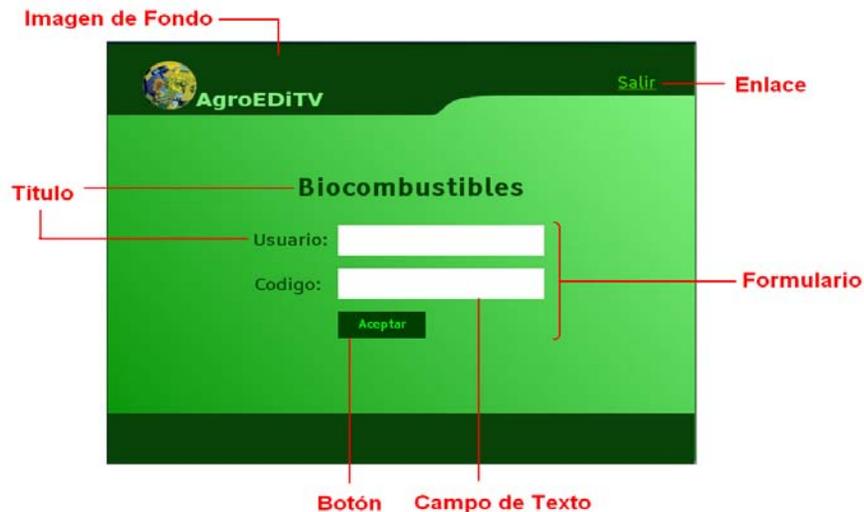


Figura 29. Validación

Básicamente esta página es un formulario, similar a la que se tiene en la web. Los componentes utilizados son:

- Título, representado por la etiqueta <h1>
- Formulario, representado por la etiqueta <input> tipo text y submit
- Enlace, representado por <a> que permite salir del curso.
- Imagen de Fondo diseñada para el curso AgroEDiTV.

Para el diseño de la imagen de fondo se tuvo en cuenta el contenido del curso, por tal razón se eligió el color verde que está muy relacionado con la agricultura (Recomendación 13).

Nótese que tanto *Biocombustibles* como *Usuario* y *Código* son Títulos con diferentes estilos.

Para ver el resto de las páginas remítase al Anexo O.

Para la generación de cada una de las páginas DVB-HTML se tuvieron en cuenta recomendaciones como:

- Los títulos y los logotipos siempre se colocan en la esquina superior izquierda de la pantalla (Recomendación 8).
- Utilizar siempre una opción de salida (Recomendación 16). En las páginas, está se ubica en la parte superior derecha de la pantalla.
- La navegación ha sido ubicada en la parte inferior de cada pantalla.
- El tipo de letra utilizado es Tiresias y los tamaños utilizados son 18 pt en el texto de los botones, 24 pt para texto, títulos y enlaces y 36 para títulos (Recomendación 5).
- Los botones de navegación siempre están ubicados en el mismo sitio, el main siempre está ubicado en el centro (ver Anexo O) (Recomendación 7).
- A pesar de que el fondo es claro, el texto en la pantalla siempre tiene colores de letra claro sobre fondos oscuros (Recomendación 4).

### 5.3.3. Postproducción

En esta última fase en el que los diferentes tipos de materiales de aprendizaje tales como las páginas DVB-HTML, videos, entre otros, se combinan para formar el curso, no se abarcan ya



que dicho proceso se hizo en la fase de producción cuando se generaron las páginas DVB-HTML mediante el uso de la herramienta de autoría.

Finalmente, recorrido cada una de las etapas se procede a implementar el sistema que permita desplegar el curso en una ambiente de iTV.

## 5.4. RESULTADOS

Una vez implementado el sistema se desarrollo una serie de pruebas que permitieron realizar el análisis del curso AgroEDiTV, y ver si era viable su uso. Primero se arranco con las pruebas de la aplicación DVB-J que hizo las veces de navegador. Posteriormente, se hizo una comparación entre los dos medios de distribución de aplicaciones, el que usa el canal de retorno y el que emite a través del carrusel de objetos. Luego, se hizo un análisis del canal de retorno para diferentes anchos de banda y finalmente se analizó la presentación del contenido sobre la pantalla del televisor.

Los resultados detallados que se obtuvieron de las pruebas realizadas están consignados en el Anexo P. A continuación, se presenta los resultados más relevantes.

### 5.4.1. Tiempo de Arranque del Navegador EDiTVBW (Aplicación MHP)

**Prueba 1:** Medir el tiempo de arranque de la aplicación MHP, para diferentes velocidades del carrusel de objetos. Para realizar tales pruebas se utilizó la herramienta Application Lading Time Analyser (Witteballe, 2006), el cual es un pequeño Xlet que mide el tiempo en que inicia una aplicación MHP. El tiempo de inicio es el tiempo entre el momento en que se solicita la aplicación MHP y el momento en que la aplicación esta activa. El hecho de que la aplicación este activa no significa que sea usable. Además, el tiempo que hay entre el estado activo y el estado usable de una aplicación depende de la aplicación a medir.

Para las pruebas que se hicieron, se utilizó el contenido (ver Tabla 10) generado por la iTV Creation para el curso AgroEDiTV.

Página	Documento		Imagen	
	XML	CSS (Hoja de Estilo)	Capa de Fondo (MPEG-2)	Capa Gráfica (JPG/PNG)
Links	1,01	0,847	14	
Validar	1,55	1,41	26	
Menú	2,03	1,57	67	
Introducción	1,29	0,93	24	215
Definición	1,45	1,05	24	
Beneficios	1,79	1,23	24	
Inconvenientes	2,15	1,49	24	35
Conclusiones	1,8	1,29	24	41
evaluacion2	2,56	1,92	32	
evaluacion3	2,45	1,9	32	
Final	1,04	1,9	32	

Tabla 10. Tamaño (Kb) de los contenidos de la página links y del curso AgroEDiTV

La página links es la página de inicio que tiene el navegador y es utilizada para enlazar a otro contenido (Ej. al curso AgroEDiTV), de tal manera que no se tenga que cambiar el código del navegador, para que apunte al otro contenido, ni modificar el carrusel de objetos. La página



links es publicada en un servidor web, de ahí que siempre es descargada utilizando el canal de retorno.

### Análisis del Tiempo de Carga del Navegador

Se hace un análisis a la descarga de la aplicación DVB-J que hace las veces del navegador, debido a que afecta el tiempo de arranque del curso de biocombustibles.

Para esta prueba, hay que tener en cuenta que la herramienta "Application Loading Time Analyser" debe ser instalado en otro carrusel, de lo contrario, una vez ejecutada la herramienta, el contenido de la aplicación de la cual se quiere medir el tiempo de puesta en marcha, ya este en el cache del terminal MHP. Además, esta herramienta no cuenta con una interfaz gráfica que muestre los resultados en pantalla. La razón de ello, es para no perturbar la aplicación bajo prueba.

A partir de los datos arrojados por Application Loading Time Analyser (ver Anexo P), se tiene los resultados de la Figura 30:

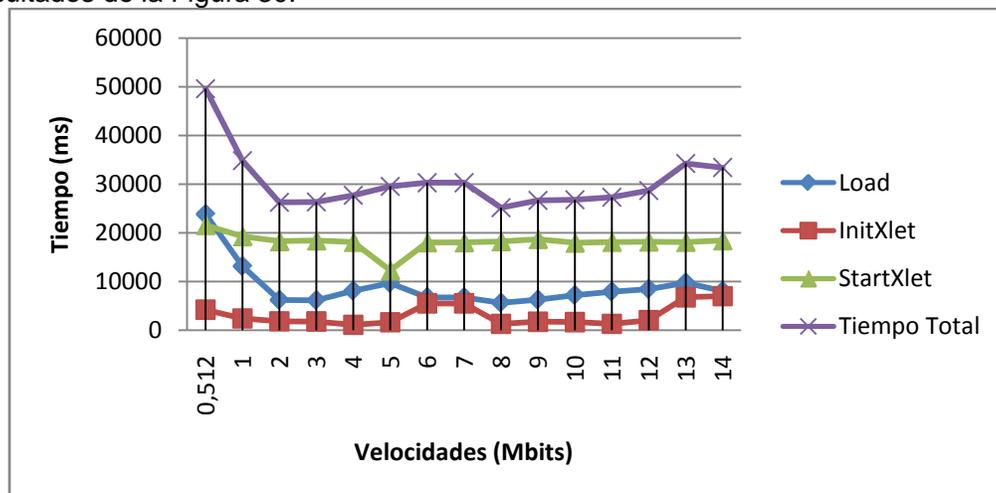


Figura 30. Tiempos de ejecución de los métodos de un Xlet, para diferentes velocidades con la cual es emitido el carrusel de objetos.

La gráfica "load" indica el tiempo en conectarse al carrusel, en cargar la clase Xlet y cargar otras clases que se necesiten para la creación de un objeto Xlet. Los valores de load pueden variar dependiendo si la aplicación ya ha sido ejecutada con anterioridad o si otra aplicación que pertenece al mismo carrusel ha sido arrancada. En este caso no se tendrá que descargar los datos del carrusel debido a que estos, ya están en el cache del terminal MHP, ya que tan pronto como la aplicación se pide, el STB empieza almacenar en cache todo el carrusel.

La gráfica "initXlet" representa el tiempo que lleva en ejecutar el método initXlet, es decir, en inicializar la aplicación. Durante su ejecución de este método es posible que otros archivos necesiten ser cargados del carrusel y algunas tareas intensas son ejecutadas, por ejemplo, interpretar los documentos XML.

La gráfica "starXlet" es el tiempo que demora en ejecutar el método de startXlet, es decir es el tiempo tarda en ejecutar la aplicación una vez esta se ha inicializado.

La gráfica "Tiempo Total" es el tiempo que transcurre en arrancar una aplicación, el cual se obtiene de la suma de todos los tiempos anteriores.



Entre más tiempo necesite el broadcast en transmitir todos los datos del carrusel de objetos, más tiempo demora la aplicación en arrancar, es así como a una velocidad de 256 Kb la aplicación no fue arrancada por el STB, ya que tardo demasiado en descargar el contenido de la aplicación y por lo tanto sobrepaso el tiempo (time out) que tiene el STB para arrancar una aplicación.

Si observamos la gráfica del Tiempo Total, vemos que con una velocidad cercana a 2 M tarda aproximadamente 26 segundos en arrancar la aplicación, y como tal, es el menor tiempo que se obtiene cuando se utilizan velocidades bajas en las pruebas que se realizaron.

Con un una velocidad de 5M se tiene el mínimo valor en la gráfica startXlet, pero ese valor es compensado con el tiempo de la gráfica load. Es así, como el Tiempo Total no se ve afectado y sigue el mismo comportamiento. De lo anterior, se puede deducir que demora más el tiempo en load, pero descarga gran parte del carrusel, por lo que el método startXlet tendrá mucho más recursos para cargar la aplicación.

A partir de la gráfica Tiempo Total, podemos decir que a mayor velocidad del carrusel, no implica que va a iniciar más rápido la aplicación; como se puede ver a una velocidad de 13 Mbits tarda más tiempo que a velocidades 2, 3, 4 Mbits.

Hay que tener en cuenta, que si los datos llegan muy rápido al STB, es posible que no sea capaz de almacenar en cache todo el carrusel y por tanto tendrá que esperar otro ciclo del carrusel para poder almacenarlo completamente, de ahí que lleve más tiempo a mayores velocidades.

A velocidades inferiores a 2 Mbits, es válido decir, que aumentar la velocidad del carrusel, disminuye el tiempo en arrancar la aplicación. Todo lo contrario sucede a velocidades entre 2 y 7 Mbits, en donde aumentar la velocidad del carrusel, aumenta el tiempo de arranque de la aplicación. Lo mismo sucede, para velocidades entre 8 y 13 Mbits.

No tiene sentido analizar los carruseles que se envían con un gran ancho de banda (superior a 7 Mbits, que es el ancho de banda asignado a un servicio para DVB) en escenarios reales, ya que es imposible tenerlos debido a que broadcast cuenta con un ancho de banda muy limitado por el gran número de servicios que se tienen.

#### **5.4.2. Comparación entre la Distribución a través del Carrusel o Canal de Retorno**

Para realizar tal comparación, el contenido se emitió a través del carrusel de objetos y se publicó en un servidor web, de tal manera que el navegador acceda al contenido por medio del canal de retorno. El canal de retorno presenta las características de una red de área local (LAN) y la velocidad del carrusel de objetos es 2 Mbits.

Para esta prueba, al contenido inicial (ver Tabla 10), se eliminaron las páginas *validar*, *evaluacion2*, *evaluacion3* y *final*, ya que son páginas que requieren procesamiento del lado del servidor, por lo cual no pueden ser emitidas mediante el broadcast.

##### **5.4.2.1. Tiempos de Descarga**

**Prueba 2:** Medir el Tiempo de Descarga para cada una de las páginas, cuando el contenido es distribuido a través del broadcast y el canal de retorno. El Tiempo de Descarga se define como el tiempo que tarda en cargar los documentos CSS y XML, que residen en el carrusel o en el servidor web, en la memoria del STB.



Los tiempos de descarga para la distribución a través del canal de retorno y el carrusel de objetos se ilustran en la Figura 31.

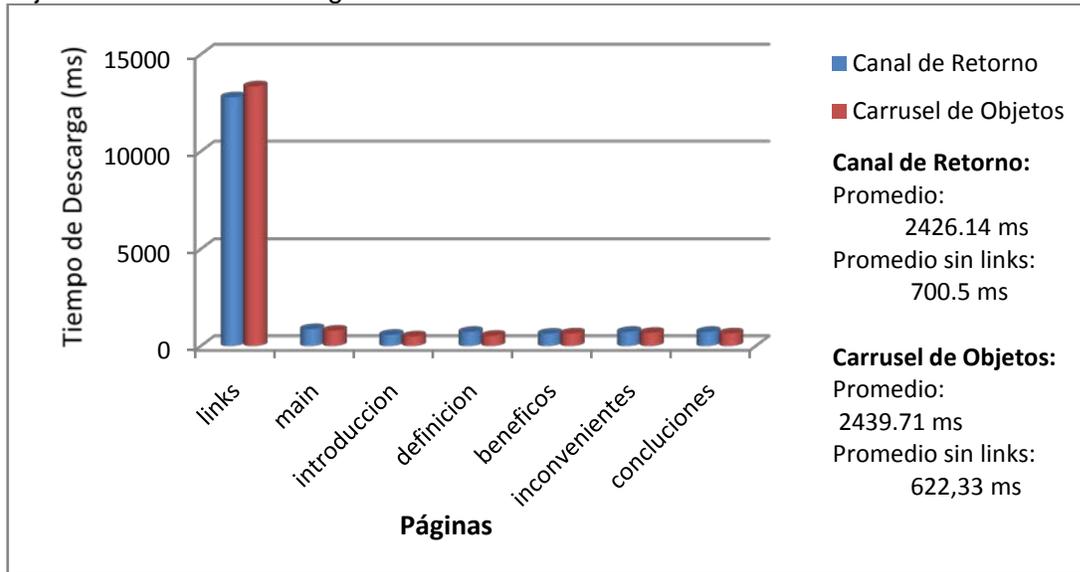


Figura 31. Tiempos de Descarga en diferentes medios de distribución.

Como se puede observar los tiempos en descargar las páginas del curso mediante el canal de retorno son ligeramente mayores o iguales a los tiempos de descarga mediante el carrusel de objetos. El promedio del Tiempo de Descarga a través del carrusel de objetos es 2439,71 milisegundos, mientras que utilizando el canal de retorno es de 2426,14 milisegundos.

De la Figura 31, se puede observar que la página que mayor tiempo presenta es la página links, debido a que su tiempo de descarga, es afectado por el tiempo de arranque del navegador analizado en la prueba 1.

En la Figura 31, a pesar de que la página links siempre es descargada a través de canal de retorno, no tiene el mismo tiempo en los dos medios de distribución, es decir, el tiempo que presenta la página links cuando el contenido del curso (no incluye links) es descargado a través del carrusel de objetos, es mayor al tiempo que tiene cuando el contenido es descargado a través del canal de retorno. El incremento, se debe al retardo que genera añadir los datos del curso al carrusel de objetos, así el terminal MHP va a llevar más tiempo en descargar los datos.

De lo anterior, se observa que al disminuir el tamaño del carrusel, disminuye el tiempo de descarga. Por lo tanto, para disminuir el tiempo de descarga, es conveniente dividir el carrusel en carruseles de menor tamaño (recomendación 19), que incrementar la velocidad de dicho carrusel, ya que aumentar la velocidad no garantiza que va a iniciar más rápido, tal cual como se observo en la Figura 30.

Según la Figura 31, se podría decir que no hay diferencia sustancial entre descargar datos a través del carrusel o el canal de retorno. La verdad es que si la hay, al incrementar sustancialmente el número de páginas de AgroEDiTV la situación cambia, ya que se demoraría más tiempo en arrancar la aplicación cuando esta es descargada por el carrusel, mientras que por el canal de retorno la situación sigue igual ya que las páginas son descargadas independientemente. Además, al distribuirlas por el carrusel, es posible que toque que aumentar la velocidad del carrusel de objetos para que el STB sea capaz de



arrancar la aplicación, y como se analizó en la prueba anterior, aumentar la velocidad no es una solución acertada en la realidad.

#### 5.4.2.2. Tiempos de Despliegue

**Prueba 3:** Medir el Tiempo de Despliegue para cada una de las páginas, cuando el contenido es distribuido a través del broadcast y el canal de retorno. El Tiempo de Despliegue es el tiempo que demora el navegador en interpretar los documentos XML y CSS, descargar las imágenes y presentarlas en pantalla.

Si comparamos la Figura 32 con la Figura 31, se puede observar que los roles han cambiado, ahora los tiempos de despliegue, al distribirse contenido por el carrusel de objetos, son mayores a los tiempos obtenidos para el canal de retorno, contrario a lo que sucedía en los tiempos de descarga, donde los tiempos del canal de retorno eran mayores a los tiempos del carrusel de objetos.

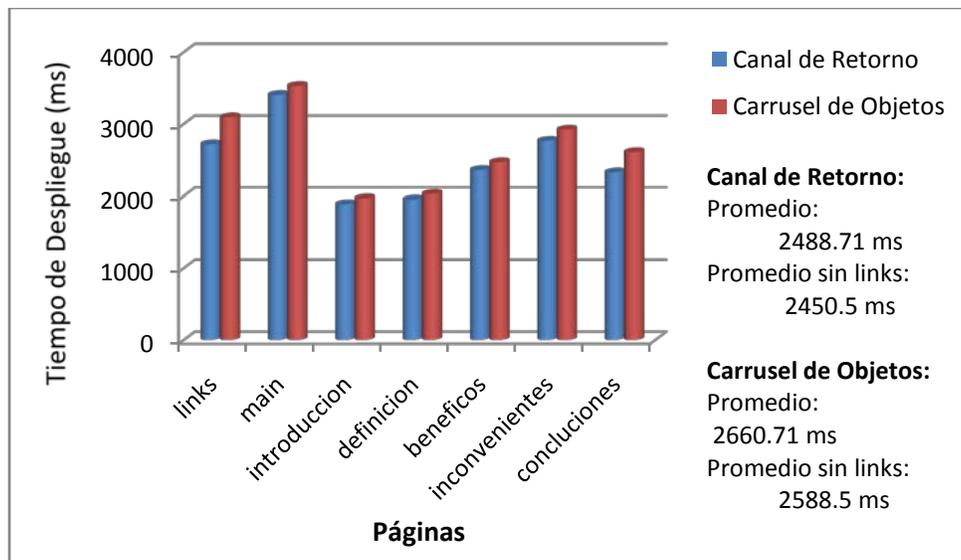


Figura 32. Tiempos de Despliegue en diferentes medios de distribución.

El promedio de los tiempos de despliegue utilizando el carrusel es 2660,71 milisegundos mientras que utilizando el canal de retorno es de 2488,71 milisegundos.

Si comparamos los promedios (sin considerar la página links) de la Figura 31 con de la Figura 32, se puede observar que el tiempo de despliegue es el que mayor tiempo consume en iniciar una página, debido al procesamiento de los documentos XML y CSS. Además, las páginas que menos etiquetas utilizan son introducción y definición, y son ellas las que tienen los menores tiempos de despliegue presentan.

#### 5.4.2.3. Tiempos totales

Los tiempos totales son producto de la suma de los dos tiempos analizados anteriormente, el tiempo de descarga y el tiempo de despliegue.

De la Figura 33 podemos ver que el tiempo que tarda en cargar una página completamente es menor si se utiliza el canal de retorno. Además, vemos que el promedio de pasar de una



página a otra es 4914,85 milisegundos utilizando el canal de retorno y 5100,42 milisegundos utilizando el carrusel de objetos.

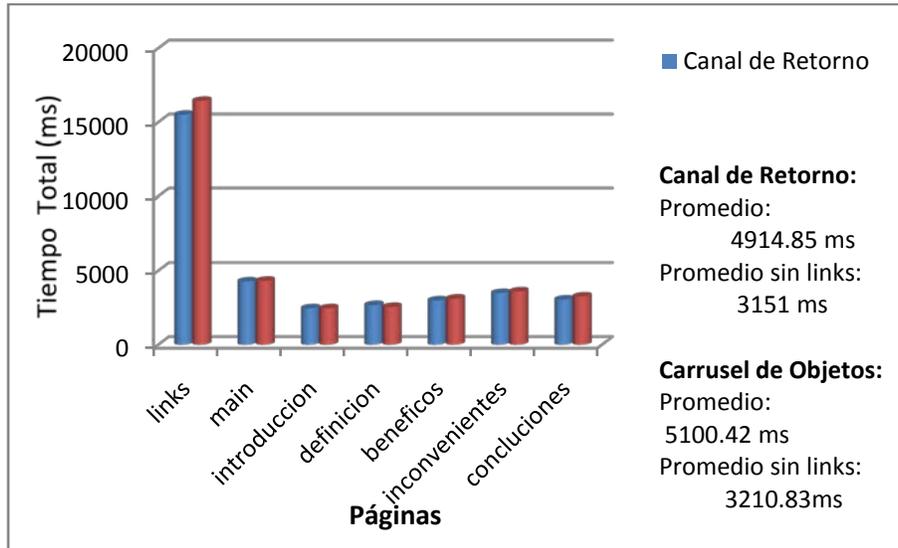


Figura 33. Tiempos que demora en cargar una página.

A partir de los promedios obtenidos, se observa que el tiempo en cargar una página es muy alto. Pero en realidad no lo es, ya que los datos obtenidos tienen en cuenta la descarga del carrusel y como son pocas las páginas analizadas hacen que dicha descarga se note demasiado. Por lo tanto, sin considerar la página links, el promedio en pasar de una página utilizando el carrusel de objetos es 3210,83 milisegundos y utilizando el canal de retorno es 3151 milisegundos.

Basándonos en la investigación de Robert Miller (Miller, 1968) en su trabajo de investigación al usuario podríamos decir que con 3.2 segundos los usuarios no tendrán ningún inconveniente en mantener la atención (según la investigación de Robert Miller afirma que un televidente pierde la atención después de 10 segundos), el cual es un aspecto importante en procesos de aprendizaje.

Por otro lado, podemos observar que no se cumple la recomendación 15, ya que el tiempo promedio en ejecutar la acción de pasar de una página a otra, es de 3.2 segundos mayor a 1 segundo que es el tiempo que establece la recomendación. Caso distinto sucede, si las acciones son ejecutadas en una sola página, como navegar, en donde pasar de un enlace a otro es instantáneo, es decir, menor a un segundo según (Miller, 1968). Pero, hay que tener en cuenta que el navegador utilizado, con el cual se obtuvo dichos resultados, es una aplicación DVB-J, muy diferente al navegador que incorpora los STB con una versión superior a MHP 1.1 (que son escasos en el mercado). Por lo tanto, con estos resultados no es posible determinar si la recomendación es válida o no, ya que seguramente los STB que incorporan el navegador traerán mejores características que garantizaran mayores velocidades de procesamiento, por lo que sería posible cumplir con la recomendación 15.

#### 5.4.3. Promedio que tarda en cargar una página.

**Prueba 4:** Medir el tiempo promedio que tarda una página en visualizarse en pantalla, utilizando diferentes anchos de banda.



En la Figura 34 se puede observar los Tiempos que tarda en presentar una página en pantalla para diferentes anchos de banda utilizados por el canal de retorno.

De la Figura 34 podemos observar que a menor ancho de banda, tarda más en presentar la página. Además, se puede observar que la página introducción es la que mas tarda en mostrar. De lo anterior, se puede decir que el tiempo que demora en cargar una página depende del contenido de dicha página. Es así, como podemos observar que la página introducción es la que tarda más tiempo en visualizarse, cerca de 50 segundos, debido a que tan solo tiene una velocidad de 5 Kb para descargar una página que incluye una imagen que pesa 215 Kb (ver Tabla 10).

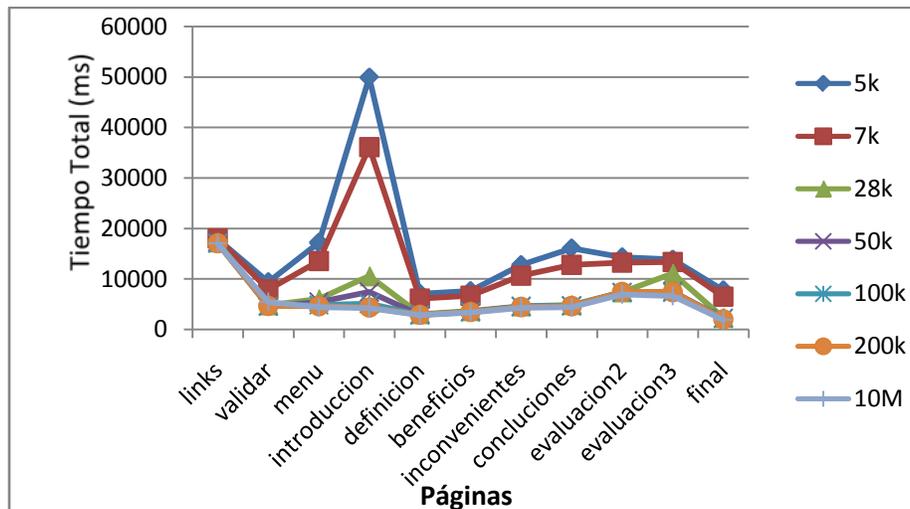


Figura 34. Tiempo Total

Otro aspecto importante a resaltar, es el tiempo que tarda en mostrar la primera página links, para los diferentes anchos de banda, siempre es el mismo o aproximado. De cierta manera es lógico, ya que gran parte del tiempo que tarda en presentar la página es debido a la descarga de los archivos del carrusel de objetos, además la página links es una página muy simple (pocos componentes) que tan solo incluye enlaces y una imagen de fondo 24 Kb, por lo cual tendrá un comportamiento similar a la página final.

### Promedio en cargar una página.

A continuación, se ilustra los promedios de tiempo que tarda en mostrar totalmente una página en pantalla, utilizando diferentes anchos de banda para el canal de retorno.

Claramente se puede observar que para velocidades superiores a 50k los promedios tienden a estabilizarse en 5.8 segundos aproximadamente (si no se considera el tiempo que tarda en descargar el carrusel (página links), es de 4.7 segundos aproximadamente). De tal manera que aumentar el ancho de banda (velocidad de descarga >50kb) no es garantía que el tiempo va a disminuir sustancialmente tal cual como sucedía a velocidades inferiores.

De la Figura 35 se puede deducir que la mínima velocidad de descarga para que el curso tenga un desempeño aceptable es de 28 Kb, ya que para velocidades inferiores tarda demasiado en presentar el contenido y esto puede ocasionar la pérdida total de la atención por parte del espectador.

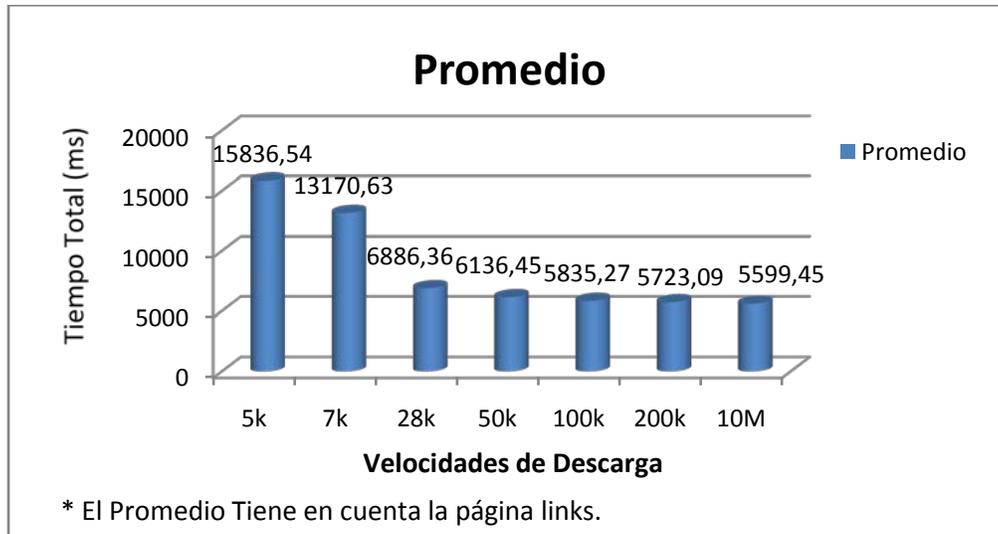


Figura 35. Promedio del Tiempo que tarda en cargar una página.

En base a lo anterior la recomendación 2 debe ser modificada, ya que para clasificar los recursos que se descargan por el carrusel o por el canal de retorno, se debe conocer el ancho de banda del canal de retorno. En el caso del curso AgroEDiTV, si se utiliza una velocidad de descarga inferior a 7 Kb, únicamente se puede descargar los documentos XML y CSS a través de dicho canal. El resto del contenido debe ser enviado a través del carrusel de objetos, de tal manera que no influya demasiado en el tiempo que tarda en presentar la página sobre la pantalla del televisor. Al utilizar una velocidad superior a 28 Kb todo el contenido del curso perfectamente puede ser descargado utilizando únicamente el canal de retorno. Es así, como se propone que la recomendación 2 se modifique a: *“Identificar y clasificar los recursos que se descargan por el carrusel o por el canal de retorno, teniendo en cuenta el ancho de banda del canal de transmisión.”*

#### 5.4.4. Presentación gráfica del Contenido sobre la pantalla del televisor

Una vez desplegado el curso AgroEDiTV sobre la pantalla del televisor, se tuvieron las imágenes del Anexo Q que serán analizadas a continuación.

Siguiendo la recomendación 10, la Figura 36 es una interfaz simple, similar a la que maneja en la web para realizar el proceso de autenticación, así los usuarios comprenden rápidamente lo que deben hacer, lo único adicional es el teclado virtual que incorpora el navegador para ingresar los datos.



Figura 36. Autenticación



En la Figura 37 se ha aprovechado la capa de fondo para mostrar una imagen (ver rectángulo rojo de la Figura 37), y los resultados han sido los esperados, su cálda se ha mantenido.



Figura 37. Página Menú sobre la pantalla del televisor.

Como la Figura 38 presenta la definición del contenido (tema importante) se sigue la recomendación 14. Para lo cual, únicamente se utiliza un video, es decir, no se empleará contenido complementario como una imagen, texto, etc. ya que el video es lo suficientemente claro. Además, no se coloca el video en pantalla completa, de tal manera que conserve el estilo que se tiene del curso AgroEDiTV (Recomendación 13) y así los usuarios no sientan que han salido de la aplicación.



Figura 38. Página Definición sobre la pantalla del televisor.

La página inconvenientes de la Figura 39, pese a que no se visualiza mayor cosa en la figura, evidencio uno de los problemas que se tiene al utilizar imágenes en la capa de gráficos, la imagen se ve deteriorada debido a que pierde información (la imagen de 24 bits, es desplegada sobre la capa de 8 bits), y más si presenta paisajes.



Figura 39. Página Inconvenientes sobre la pantalla del televisor.



Por otro lado, de la Figura 39 se puede observar que al usar texto claro sobre fondos oscuros (recomendación 4) tiene mayor claridad que utilizar texto oscuro sobre fondos claros (ver Figura 37).

### Área Segura

El área segura garantiza que los componentes se visualizan en pantalla, de ahí, que es conveniente considerar el área segura como el borde de la pantalla, de tal manera, que en la etapa de diseño se deje cierto espacio (por lo menos 50 pixeles) entre el área segura y la localización de los componentes, para evitar diseños como el de la Figura 40 en donde los componentes se situaron dentro del área segura, pero no se tuvo en cuenta de lo cercana que estaba al área, de ahí que la navegación y la imagen estén muy al borde de la pantalla del televisor.



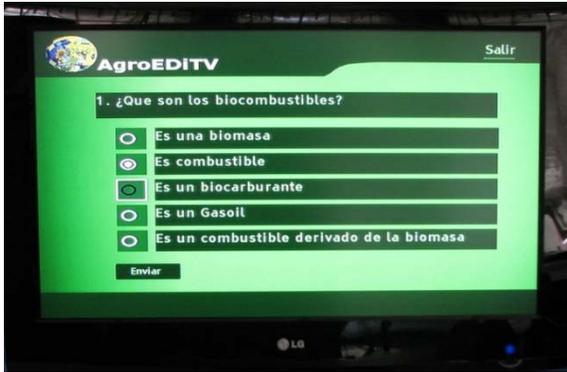
Figura 40. Página Introducción sobre la pantalla del televisor.

Como se puede observar, en todas las interfaces se ha utilizado otro tipo de letra para el texto AgroEDiTV que aparece en la parte superior izquierda; la letra se ve claramente, debido a que ha sido incorporada como parte de la imagen de fondo.

### Experiencia con DVB-HMTL

Haber adoptado DVB-HTML para generar contenido *t-learning* (Recomendación 11) por parte de iTV Creation fue una buena elección, ya que generar contenido DVB-HTML es muy fácil de hacer y de entender comparado con DVB-J. Además, se puede tener procesamiento del lado del servidor, como se hizo en la parte de la validación, donde el usuario ingresa los datos que luego son enviados al servidor, una vez ahí el servidor verifica que los datos son correctos y posteriormente envía la respuesta al terminal MHP mediante una página DVB-HTML, así el navegador únicamente se encarga de mostrar información. Igualmente, es más sencillo actualizar el contenido DVB-HTML cuando se utiliza el canal de retorno que con el carrusel de objetos, ya que con el canal de retorno simplemente es volverlo a desplegar en el servidor web, mientras que con el carrusel de objetos se debe volver a generar el TS.

Con DVB-HTML permitió realizar evaluaciones fácilmente, tal cual como se observa en la Figura 41.



a. Evaluación con única Respuesta.



b. Evaluación con múltiple Respuesta.

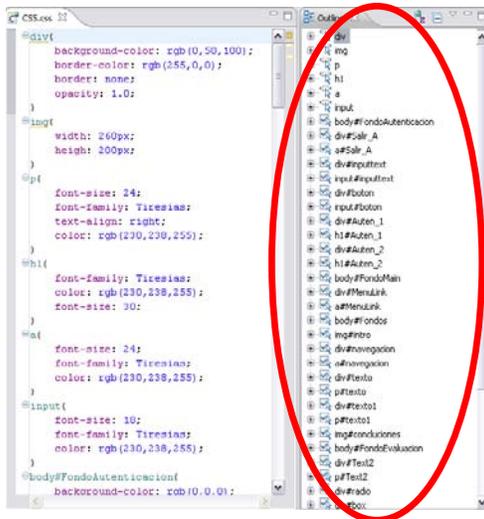
Figura 41. Páginas de las evaluaciones sobre la pantalla del televisor.

En el curso AgroEDiTV todo el procesamiento del contenido está del lado del servidor web. El servidor permite realizar la autenticación, cambiar el flujo de video que se está emitiendo y procesar los resultados de las evaluaciones.

## 5.5. PROBLEMAS

### 5.5.1. CSS

Debido a que el navegador lee la hoja de estilos cada vez que interpreta una página, se hizo necesario crear hojas de estilo por cada página (ver Figura 42(b)), ya que procesar la hoja de estilos del proyecto, tardaba demasiado tiempo por su tamaño (ver Figura 42(a)). Así, se logro minimizar el tiempo en que interpretaba cada una de las páginas.



a. Hoja de Estilos del Proyecto (Tamaño 3.76 Kb).



b. Hoja de Estilos de la página Final. (Tamaño 0.72 Kb)

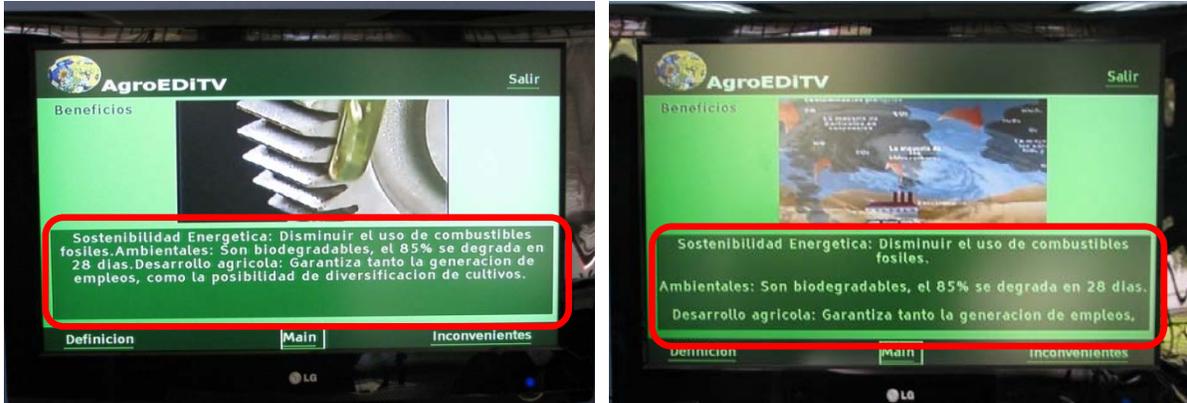
Figura 42. Hoja de Estilos.

### 5.5.2. Texto y Saltos de Línea

En la Figura 43, se hizo un diseño arbitrario, por lo cual, el bloque del texto como la navegación (parte inferior de la pantalla) están muy cercanos entre sí; a su vez, la posición



central que ocupa el video, hace que se pierda lugares a los extremos en la pantalla del televisor. Por lo tanto, no se puede tener grandes espacios sin ocupar y a la vez elementos cercanos entre sí, ya que eso significa que se tiene una distribución incorrecta. De ahí, que haya adoptado por cambiar la página (ver Figura 44) y seguir la recomendación 8.



a. Contenido a través del Canal de Retorno      b. Contenido a través del Carrusel de Objetos.  
Figura 43. Saltos de Línea

Por otro lado, el bloque de texto de la Figura 43(a) ha suprimido los saltos de línea que se colocaron cuando fue diseñado. Pero, si el contenido es distribuido a través carrusel de objetos, si se visualizan los saltos de línea Figura 43(b). De ahí, que el problema es la lectura que realiza el navegador del documento XML y es algo que debe ser mejorado.



Figura 44. Página Beneficios desplegada en la pantalla del televisor.

### 5.5.3. Tamaño del Video

El tamaño del video no se debe colocar arbitrariamente (ver Figura 45(b) y Figura 43), ya que no todos los STB soportan diversos tamaños del video y así es posible que se tenga resultados inesperados. Esto fácilmente lo podemos observar cuando tenemos el mismo contenido y lo presentamos en STB diferentes como se puede ver en la Figura 45.



a. STB maat Media



b. STB ADB

Figura 45. Tamaño del video en diferentes STB

En la Figura 45(a) es una imagen parcial, ya que el STB maat Media no soporta cualquier tamaño de video, así al pasarle el tamaño requerido (ver Figura 45(b)) el STB intenta fijarlo, pero en vista de que no lo soporta, el video retorna a pantalla completa y se pierde el control de la aplicación.

#### 5.4.4. Superposición de Imágenes

Inicialmente como se demora en pasar de una página a otra, se pudo observar que se estaba superponiendo el contenido en la capa de gráfica (ver Figura 46) de la página origen con el contenido (capa de fondo) de la página destino.

Este fue uno de los problemas que presentaba inicialmente el navegador; la solución a este problema fue ocultar la capa gráfica y suprimir una línea de código, específicamente un `repaint()` que era llamado cada vez que se cargaba una página. La línea que se eliminó, hizo que se disminuyera en aproximadamente 10 segundos, el tiempo que tardaba en pasar de una página a otra. De lo anterior, se observa que el navegador que se ejecuta en el STB es responsable, en gran parte, de que no se cumpla con la recomendación 15.



a. STB ADB



b. STB maat Media

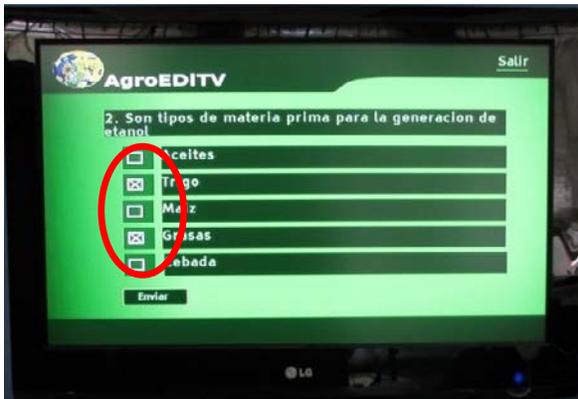
Figura 46. Superposición de Imágenes



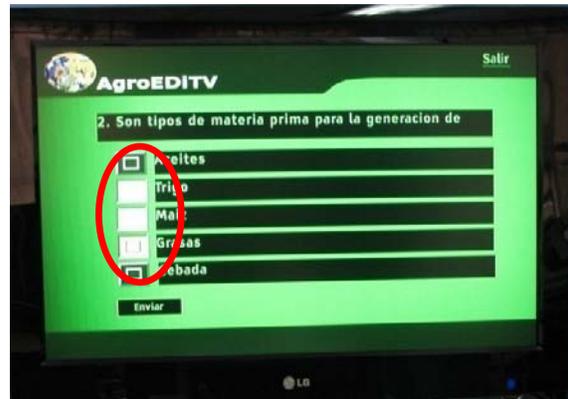
### 5.4.5. Presentación Gráfica del Contenido

#### Formularios

Un aspecto preocupante es el hecho de que dependiendo el tipo de STB, se tenga diferentes presentaciones del contenido, eso se puede observar en la Figura 47, donde los botones de opción múltiple del formulario tienen una representación gráfica distinta (lo mismo sucede con los formularios de única selección). Igual sucede en el emulador mimundoTV el cual corre en el computador.



a. STB ADB



b. STB maat Media



c. mimundoTV

Figura 47. Presentación Gráfica Formularios

Para que no suceda este tipo de problemas, es recomendable definir sus propios componentes de tal manera que tenga el mismo comportamiento en cada uno de los STB, tal cual como se hizo con el botón formulario (ver Figura 47 ).

#### Enlaces

Caso similar a los formularios sucede con los enlaces, mientras en mimundoTV le agrega un borde, en los STB no lo hace (ver Figura 48).

El enlace salir se puede ver que tanto en mimundoTV como en el STB ADB se puede ver mientras que en el STB maat Media no se nota, es decir, la fuente de la letra es ligeramente mayor.



a. STB ADB



b. STB maat Media



c. mimundoTV

Figura 48. Presentación Gráfica de Enlaces.

## 5.6. RESUMEN

El capítulo 5 muestra la forma en que han sido utilizadas algunas de las recomendaciones que se citan en el capítulo 3. Estas recomendaciones han permitido realizar los diseños más rápidamente y evitar los errores que frecuentemente se presentan al diseñar contenido. Igualmente, se ha observado que los diseños arbitrarios, es decir, aquellos que no siguen algún tipo de recomendación, normalmente terminan realizando diseños ineficaces o cometiendo algún tipo de error. Tal cual, como sucedió en el sección 5.5.2.

Por otro lado, se pudo observar que el tiempo promedio en pasar de una página a otra es de 3.2 segundos sin considerar la descarga del carrusel de objetos (sin tener en cuenta la página links), debido a que los STB, que traen un mediador con una versión superior a MHP 1.1, incorporan un navegador DVB-HTML, por lo tanto, no será necesario descargarlo. Además, posiblemente este viene en lenguaje C, lo que implica que será mucho más rápido, en procesar los documentos XML, que el navegador EDiTVBW utilizado en este proyecto.

A continuación, se lista las recomendaciones que fueron usadas en este capítulo.



Id. <sup>37</sup>	Recomendación	Utilización
2	Identificar y clasificar los recursos que se descargan por el carrusel o por el canal de retorno, teniendo en cuenta el ancho de banda del canal de transmisión,	En la sección 5.4.3, se pudo observar que dependiendo de la velocidad de descarga que tenga el canal de retorno, la distribución de contenido es mejor o peor a la del carrusel de objetos. Así, para velocidades de 5 Kb y 7 Kb, es más eficiente utilizar el canal de retorno para distribuir únicamente los documentos (XML y CSS). El resto de contenido va a través del carrusel de objetos.
4	Para observar mejor el texto en la pantalla del televisor, utilizar texto de color claro sobre el fondo oscuro.	Al comparar las figuras 37 y 39 se puede ver la diferencia del porque utilizar texto claro sobre fondo oscuro.
8	Distribuir los elementos en pantalla en una estructura que permita la facilidad de visualización del televidente.	En la sección 5.5.2 se presenta los problemas que se generan al realizar diseños arbitrarios y no seguir la recomendación.
11	Utilizar DVB-HTML para generar aplicaciones para <i>t-learning</i> .	El contenido del curso que fue generado por iTV Creation. Esta herramienta soporta un subconjunto del estándar DVB-HTML. Los resultados pueden visualizarse en el Anexo O.
12	Segmentar en partes más pequeñas el contenido educativo.	Para la elección de los videos que tratan temas de biocombustibles se utilizo esta recomendación. La cual permitió extraer de cada video, los segmentos más importantes, los cuales permitieron una rápida clasificación.
13	La interfaz de usuario debe ser sencilla con una terminología coherente.	La mayoría de las interfaces de AgroEDiTV utilizan pocos elementos. Además, en cada interfaz se conserva el mismo estilo (ver Anexo O).
14	El programa broadcast es lo más importante dentro del contenido educativo, por lo que el contenido adicional al broadcast no debe distraer la atención del espectador.	Esta recomendación fue tomada en cuenta en el diseño del curso. Así, en la sección 5.3.2.1 se inicio determinando el video y luego el contenido complementario. Además, donde el contenido era importante como la "definición", no se agrego contenido adicional.
15	Los tiempos de respuestas de las acciones ejecutadas por los usuarios, es recomendable que sean menores a un segundo.	Los tiempos de las acciones que se realizan en una sola página (navegar) son inferiores a un segundo. Pero, el promedio de los tiempos que tarda en pasar de una página a otra es de 3.2 segundos, tal cual como se vio en la sección 4.5.2.3.
16	Dentro de la interfaz, el usuario siempre debe tener una opción de salida.	Cada una de las páginas del curso tiene en la parte superior derecha el enlace "salir", que puede ser utilizado en cualquier momento para dejar la aplicación (ver Anexo Q).
17	Siempre tener en el mismo lugar el botón de navegación en cada pantalla de un servicio cuando esté disponible.	Los botones de navegación, en la parte inferior de la pantalla siempre están en la misma posición (ver Anexo Q).
19	Si el tamaño de una aplicación es muy grande, está debe enviarse en un solo carrusel.	En la sección 5.4.2.1 se observo que es más conveniente dividir el carrusel en carruseles de menor tamaño, que incrementar la velocidad de dicho carrusel para que inicie más rápido la aplicación.

Tabla 11. Recomendaciones.

<sup>37</sup> Id: Identificador de las recomendaciones, según el capítulo 3.



## 5.7. CONCLUSIONES

Al seguir la recomendación 8, es conveniente utilizar la capa de fondo, debido a que en la implementación se observó, que en lo posible se debe usar al máximo la capa de fondo ya que presenta una buena definición. Además, ésta puede ser utilizada para definir la estructura de la página, facilitando el diseño de la misma.

Las imágenes que se van a utilizar en la capa de gráficos es recomendable que sean de 8 bits, ya que las imágenes de 24 bits presentan más información (su tamaño se incrementa), y por lo tanto, tardan más tiempo en ser presentadas en el terminal MHP. Además, la calidad de la imagen se verá afectada, al ser desplegada en dicha capa.

En la implementación se observó la importancia de utilizar la recomendación 12 como punto de partida en el diseño del curso, ya que limita los recursos que serán utilizados y simplifica la definición de su estructura. Además, los resultados que se obtienen de seguir la recomendación 12 sirven de base para la recomendación 2, que es muy importante en la elección del canal por la cual se va a distribuir el contenido. Así, siguiendo la recomendación 2 se puede decir que: Al incrementar el contenido del curso (mayor número de páginas) y elegir el carrusel de objetos como medio de distribución, demora más tiempo en descargar todo el carrusel, y por lo tanto, tardará mayor tiempo en arrancar la aplicación (como se observaba en la página links). Mientras que al distribuirlo por el canal de retorno, el tiempo que tarda en arrancar la aplicación siempre será el mismo ya que el contenido del carrusel no varía.

Al generar contenido para ser desplegado en escenarios reales, es necesario probar el contenido en diferentes familias de STB, para verificar que su representación gráfica sea la misma en todos ellos. En caso de que no sea igual, es recomendable definir sus propios componentes de tal manera que tenga el mismo comportamiento en cada uno de los STB, tal cual como se hizo con el botón del formulario.

Una vez diseñado el curso y definido sus recursos, la implementación es sencilla y rápida, debido al uso de la herramienta de autoría (en gran parte a la característica que posee de WYSIWYG). Por otro lado, la herramienta sigue las recomendaciones 3, 5 y 6 lo que permitió tener buenos resultados ya que las páginas diseñadas en iTV Creation fueron muy similares a las visualizadas en la pantalla del televisor (ver Anexo Q).

En términos generales, el uso de las recomendaciones es de vital importancia para generar contenido, ya que agiliza la etapa de diseño y evita cometer errores, como el que sucedió en la Figura 43 donde se hizo un diseño arbitrario y como resultado se obtuvo una distribución incorrecta. Mientras que siguiendo la recomendación 8 los resultados mejoraron (ver Figura 44). Igual sucedió, en la página menú (ver Figura 37) donde se utilizó texto oscuro sobre fondo claro (contrario a la recomendación 4), a pesar de que se visualizan los enlaces no son tan claros como el bloque de texto utilizado en la Figura 39. Finalmente, la recomendación 15 fue la única que no se verificó, ya que los tiempos de las acciones realizadas por los usuarios son superiores a los estipulados por la recomendación. Aunque, hay que tener en cuenta que el navegador que se utilizó es una simple aplicación DVB-J y no el navegador que viene incorporado en el STB. Además, los STB que traen un navegador, vienen con características de procesamiento superiores a las del STB que se trabajó, de ahí, que se obtengan mejores resultados y sea posible cumplir con la recomendación 15.



## 6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

### 6.1. CONCLUSIONES

- A partir del estudio realizado en el capítulo 2, se tiene que la distribución de aplicaciones y datos MHP mediante el carrusel de objetos es el más utilizado, pero su capacidad es muy limitada. De ahí que se necesite optimizar el carrusel de objetos: o bien organizando y agrupando los archivos inteligentemente (aquellos que estén relacionados entre sí) en los diferentes módulos o bien repitiendo aquellos archivos críticos varias veces en el carrusel de objetos. El primer método es más complicado y requiere un conocimiento detallado de cómo se ha diseñado la aplicación.
- A pesar de las limitaciones en la libertad para crear el contenido, trabajar con el modelo guiado conlleva a producir un mejor contenido en términos de calidad estructural y, al mismo tiempo mantener un alto nivel de eficiencia y satisfacción, en comparación con el modelo sin guía. Además, la utilización de DVB-HTML en la generación de aplicaciones para *t-learning* permite facilidades desde el punto de vista de diseño, distribución de aplicaciones y despliegue de contenido al televidente final.
- La herramienta que se diseñó e implementó en el capítulo 4 agiliza el desarrollo de contenido iTV y esconde la complejidad que presenta a un usuario normal. Además, pese a que iTV Creation fue diseñada con propósitos educativos, puede ser utilizada para generar cualquier tipo de contenido que este soportado por el subconjunto de etiquetas que se manejan de DVB-HTML.
- Las páginas DVB-HTML son ideales para generar contenido educativo, ya que pueden agruparse y relacionarse unas con otras permitiendo formar capítulos, temas y subtemas rápidamente. Es así, como permite mantener la estructura del curso teórico en la implementación, ya que puede convertir cada módulo, que hace parte de la estructura, en páginas o grupo de páginas DVB-HTML, las cuales pueden ser agrupadas jerárquicamente.
- Si un curso tiene bastante contenido, lo ideal es distribuirlo por el canal de retorno que por el carrusel de objetos (ver sección 5.4.2.1), ya que la cantidad de contenido no afecta el funcionamiento individual de las páginas DVB-HTML. Al distribuir el contenido mediante el carrusel de objetos se incrementa el tiempo de inicio de la aplicación.
- Al emplear la recomendación 8 para generar contenido, es de vital importancia el uso de las imágenes de fondo como guía para el diseño de la interfaz gráfica de usuario. Además, porque se despliega rápidamente en pantalla debido a que el STB lo hace mediante el dispositivo de fondo HBackgrounddevice el cual es un dispositivo hardware.
- Tal cual como se menciona en la recomendación 14 el contenido primario en TVD es el contenido audiovisual. Por tal razón, es aconsejable empezar por el video y luego si abarcar el contenido adicional como es el texto, imagen, animaciones, etc.



## 6.2. TRABAJOS FUTUROS

A continuación se mencionan los trabajos futuros a desarrollar:

- Incorporar un LMS al sistema *T-learning* que permita ampliar sus funcionalidades, es decir, que permita tener un mayor grado de personalización del contenido, así como el soporte a contenido adaptativo de acuerdo a las necesidades y resultados que el estudiante presente. Además, debe permitir la elaboración de contenido a través de páginas web, principalmente para realizar evaluaciones.
- Explorar el uso de redes sociales en los sistemas de televisión digital, para generar comunidades asociados al aprendizaje y así permitir la interacción entre el estudiante y el maestro.
- Como una segunda fase de este proyecto sería la incorporación de más actividades de aprendizaje y la introducción de nuevos formatos como por ejemplo los videodrips, para ello se tendría que generar una nueva versión de la herramienta de Autoría iTV Creation, que incluya nuevos componentes y formatos.
- Proponer un modelo de sincronización de contenidos educativos y actividades con el broadcast.
- Investigar nuevos diseños de interfaces que se caractericen por ser novedosos y simples.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alticast. (1999). *Alticast Company*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.alticast.com/main.html>
- Amaya, J. P. (2008). *Definición del Laboratorio de iTV*. Obtenido Julio 2008, de <http://www.unicauca.edu.co/EDiTV/docweb/EDiTV-RT-6-V1.pdf>
- Arciniegas, J. L., Amaya, J. P., Urbano, F. A., Campo, W. Y., Euscategui, R., and García, X. A. (2007). *EDiTV: Educación virtual basado en televisión interactiva para soportar programas a distancia*. Obtenido Diciembre 2008, de <http://www.unicauca.edu.co/EDiTV/docweb/EDiTV-G-1.1-V1.0.pdf>
- ARIB. (1997). *Association of Radio Industries Businesses*. Obtenido Febrero 2009, de <http://www.arib.or.jp/>
- Atris. (2003). *Atris Framework*. Obtenido Marzo 2008, de <http://atrisframework.sourceforge.net/index.html>
- ATSC. (1983). *Advanced Common Application Platform for interactive television*. Obtenido Febrero 2009, de <http://informitv.com/glossary/ocap/>
- Avalpa. (2008). *OpenCaster: the free digital tv software*. Obtenido Octubre 2008, de <http://www.avalpa.com/the-key-values/15-free-software/33-opencaster>
- BBC. (2005). *British Broadcasting Corporation*. Obtenido Noviembre 2008, de [http://www.bbc.co.uk/guidelines/newmedia/desed/itv/iTV-Design\\_v1.pdf](http://www.bbc.co.uk/guidelines/newmedia/desed/itv/iTV-Design_v1.pdf)
- Becker, V., Piccioni, C., Montez, C., and Herweg, G. H. (2005). *Datacasting e Desenvolvimento de Serviços e Aplicações para TV Digital Interativa*. Obtenido Septiembre 2008, de <http://www.itvproducoesinterativas.com.br/pdfs/A-Datacasting-webmidia.pdf>
- Bellotti, F. (2008). *A T-learning Courses Development and Presentation Framework*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://ewh.ieee.org/soc/e/sac/meem/index.php/meem/article/view/33>
- Bernardo, N. (2002). *O guia prático da produção de televisão interactiva*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://encyclopedia.irank.org/articles/pages/6650/iTV-Guidelines.html>
- Caballero, A. M. (2002). *Hacia la TV Digital Interactiva*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.idg.es/Comunicaciones/articulo.asp?id=131864>
- Cardinal. (1993). *Cardinal Systems*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.cardinal.fi/cardinal/index.jsp>
- Cesar, P. (2005). *A Graphics Software Architecture for High-End Interactive TV Terminals*. Obtenido Octubre 2008, de <http://lib.tkk.fi/Diss/2005/isbn951227888X/isbn951227888X.pdf>
- Clendenin, M. (2008). *DMB-T/H OFDM ADTB-T DMB-T*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.eetindia.co.in/ART\\_8800429017\\_1800010\\_NT\\_7885b1a9.HTM?ClickDeNewsLetter\\_071201](http://www.eetindia.co.in/ART_8800429017_1800010_NT_7885b1a9.HTM?ClickDeNewsLetter_071201)
- CNTV. (2008). *Comisión Nacional de Televisión*. Obtenido Noviembre 2008, de [http://www.cntv.org.co/cntv\\_bop/tdt/](http://www.cntv.org.co/cntv_bop/tdt/)
- Code4tv. (2008). *Curso Multimedia Home Platform 1.1.2*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://code4tv.com>
- Coêlho, A. S. d. S. (2005). *Uma Especificação de Desenvolvimento de Serviços para Televisão Digital Interativa*. Obtenido Septiembre 2008, de <http://www.cin.ufpe.br/~tg/2005-1/assc.pdf>
- Collazos, C. A., Arciniegas, J. A., Mondragón, V. M., and Garcia, X. (2008). *Directrices de Diseño y evaluación de la Televisión interactiva desde una perspectiva de Usabilidad*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://www.aipo.es/articulos/2/31.pdf>



- ConexiónInternet. (2006). *Conexión Internet :: Tu ayuda en Internet*. Obtenido Julio 2008, de <http://www.conexioninternet.net/servicios/ventajas-de-internet.htm>
- CRT. (2006). *Medición de factores multiplicadores para el cálculo de Usuarios de internet en Colombia*. Obtenido Julio 2008, de [www.crt.gov.co/Documentos/BibliotecaVirtual/Multiplicadores/MultiplicadoresCalculoUsuariosInternet\\_completo.pdf](http://www.crt.gov.co/Documentos/BibliotecaVirtual/Multiplicadores/MultiplicadoresCalculoUsuariosInternet_completo.pdf)
- Chorianopoulos, K. (2004). *Virtual Television Channels*. Obtenido Noviembre 2008, de [http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fuity.info%2Fabout%2Feditors%2Fchorianopoulos%2Fthesis%2Fphd.pdf&ei=7CZASZiLKOftwfc0cSgDA&usq=AfQjCNGJCgs\\_Ze7LXS0\\_Ilp3S6HCzdOGjQ&sig2=pYC9mmwqTjilJs-CKFaK6Q](http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fuity.info%2Fabout%2Feditors%2Fchorianopoulos%2Fthesis%2Fphd.pdf&ei=7CZASZiLKOftwfc0cSgDA&usq=AfQjCNGJCgs_Ze7LXS0_Ilp3S6HCzdOGjQ&sig2=pYC9mmwqTjilJs-CKFaK6Q)
- De Franco, B. B., and De Oliveira, H. C. (2007). *Proposal of Convergence of e-Learning Systems for t-Learning*. *Conference ICL2007*, 5.
- Díaz, M. (2008). *UNA SENCILLA PANORÁMICA DE LA TELEVISIÓN EN MOVILIDAD*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.gatv.ssr.upm.es/tavd/TAVD\\_Movilidad.pdf](http://www.gatv.ssr.upm.es/tavd/TAVD_Movilidad.pdf)
- dieproject. (2008). *Principios de Comunicación Visual*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.dieproject.com/ayudantia/2008/comunicacion\\_visual.pdf](http://www.dieproject.com/ayudantia/2008/comunicacion_visual.pdf)
- DigitalRadioTech. (2007). *China opts for own Digital Terrestrial TV & Mobile TV Standard*. Obtenido Febrero 2009, de <http://www.digitalradiotech.co.uk/articles/China-opts-for-own-Digital-Terrestrial-TV-amp-Mobile-TV-Standard.php>
- DVB. (1993). *Digital Video Broadcasting*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.dvb.org/>
- DVB. (2003). *Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.3*. Obtenido Agosto 2008, de [http://www.mhp.org/specs/a068r3\\_mhp11.zip](http://www.mhp.org/specs/a068r3_mhp11.zip)
- ELU. (2006). *Project ELU "Enhanced Learning Unlimited"*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://eluproject.com/index.php>
- FFmpeg. (2005). *FFmpeg Project*. Obtenido Junio 2008, de <http://ffmpeg.org/>
- Figueirado, R. A. E. (2003). *Development and Evaluation of Guidelines for Producing an Interactive Movie*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://i-media.soc.napier.ac.uk/gosford/dissertation.pdf>
- García, F. J. (2006). *Estado actual de los sistemas e-learning*. Obtenido Junio 2008, de [http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06\\_2/n6\\_02\\_art\\_garcia\\_penalvo.htm](http://www.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm)
- Gutiérrez, B. G. (2005). *Desarrollo de un servicio de acceso y presentación de contenidos multimedia personales e interactivos*. Obtenido Octubre 2008, de [http://forge.os4os.org/frs/download.php/10/pioplayer1.0\\_doc.pdf](http://forge.os4os.org/frs/download.php/10/pioplayer1.0_doc.pdf)
- Harris, J. (2008). *Una Introducción a las herramientas de autoría*. Obtenido Octubre 2008, de <http://autoriadecontenidosudl.googlepages.com/herramientasautoria.pdf>
- Heß, J. (2005). *Grundlagen und Perspektiven von interaktiven TV-Anwendungen*. Obtenido Agosto 2008, de [http://www.uni-siegen.de/fb5/wirtschaftsinformatik/publikationen/diplomarbeiten/pdf/da\\_hess--itv--2005.pdf](http://www.uni-siegen.de/fb5/wirtschaftsinformatik/publikationen/diplomarbeiten/pdf/da_hess--itv--2005.pdf)
- ILHAN, Ö. (2005). *Analysis of Graphical User Interface Design in The Context of Human-Computer Interaction (with a case study on oven Control Panel)*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/endustriurunleritasarimi/T000319.pdf>
- Informitv. (2009). *Advanced Common Application Platform for interactive television*. Obtenido Febrero 2009, de <http://informitv.com/glossary/ocap/>
- Klimčuk, T. (2008). *Development environment for development of graphical user interface of iDTV*. Obtenido Noviembre 2008, de



- [http://www.tvdi.inf.br/upload/artigos/development\\_environment\\_for\\_development\\_of\\_graphical\\_user\\_interface\\_of\\_idtv\\_2008.pdf](http://www.tvdi.inf.br/upload/artigos/development_environment_for_development_of_graphical_user_interface_of_idtv_2008.pdf)
- Lu, K. Y. (2005). *Interaction Design Principles For Interactive Television*. Obtenido Noviembre 2008, de [http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fdm.lcc.gatech.edu%2Fms\\_projects%2Fklu%2Flu\\_karyn\\_y\\_200505\\_mast.pdf&ei=QShASYL0Lc3dtgf7xJSwDQ&usg=AFQjCNH0sO2JqyOSwxZ0ENV9lwqmtbCr7g&sig2=4\\_yW7i-N6k\\_08h70oHKrLA](http://www.google.com.co/url?sa=t&source=web&ct=res&cd=1&url=http%3A%2F%2Fdm.lcc.gatech.edu%2Fms_projects%2Fklu%2Flu_karyn_y_200505_mast.pdf&ei=QShASYL0Lc3dtgf7xJSwDQ&usg=AFQjCNH0sO2JqyOSwxZ0ENV9lwqmtbCr7g&sig2=4_yW7i-N6k_08h70oHKrLA)
- Lytras, M. (2002). *Interactive Television and e-Learning Convergence: Examining the Potential of t-Learning*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.3.5501>.
- Mauri, J. O., C.Coll. (2005). *La calidad de los contenidos: educativos reutilizables diseño, usabilidad y prácticas de uso*. Obtenido Julio 2008, de [www.um.es/ead/red/M2/mauri\\_onrubia.pdf](http://www.um.es/ead/red/M2/mauri_onrubia.pdf)
- McDonald, C. (2003). *A practical guide to designing an effective interactive service*. Obtenido Octubre 2008, de <http://skyinteractive.com/NR/rdonlyres/5E094E6E-7288-4D3B-B176-E2096508F1DE/0/DesigningforInteractiveTelevision.pdf>
- Meuleman, P., Heister, A., Kohar, H., and Tedd. (1998). *Animated Character Likeability Revisited: The Case of Interactive TV*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.upassoc.org/upa\\_publications/jus/2006\\_august/chorianopoulos\\_animated\\_character\\_likeability.pdf](http://www.upassoc.org/upa_publications/jus/2006_august/chorianopoulos_animated_character_likeability.pdf)
- MHP-KDB. (2006). *The MHP-Guide. A comprehensive Guide to the Multimedia Home Platform, the underlying technology and possible uses*. Obtenido Junio 2008, de <http://www.mhp-knowledgebase.org/publ/mhp-guide.pdf>
- MHPGen. (2007). *ARANOVA*. Obtenido Mayo 2008, de <http://www.mhpgen.com/>
- Miller, R. B. (1968). *Response time in man-computer conversational transactions*. Obtenido Marzo 2008, de <http://www.mattson.com.au/robert/files/Miller1968.pdf>
- Moreno, M. F. (2006). *Um Middleware Declarativo para Sistemas de TV Digital Interativa*. Obtenido Octubre 2008, de [ftp://ftp.telemidia.puc-rio.br/pub/docs/theses/2006\\_04\\_moreno.pdf](ftp://ftp.telemidia.puc-rio.br/pub/docs/theses/2006_04_moreno.pdf)
- Morris, A. S.-C.(2005). *Interactive TV Standars: A Guide to MHP, OCAP and JavaTV*: Editorial Focal Press. 2005.
- NationMaster. (2003). *Televisions (most recent) by country*. Obtenido Julio 2008, de [http://www.nationmaster.com/graph/med\\_tel-media-televisions](http://www.nationmaster.com/graph/med_tel-media-televisions)
- Nielsen, J. (1994). *Usability Inspection Methods*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_evaluation.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html)
- Nybo, A. M. P. (2006). *Analysis of the end-to-end architecture*. Obtenido Octubre 2008, de [http://www.mhpkdb.org/publ/mhp-kdb\\_d14.pdf](http://www.mhpkdb.org/publ/mhp-kdb_d14.pdf)
- Olševičová, K. (2007). *T-learning Approach: Enhancing Video with Active Elements*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://ftp.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-280/p04.pdf>
- OpenCable. (2001). *OpenCable*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.opencable.com/ocap/ocap.html>
- Ortikon. (1987). *Ortikon Interactive*. Obtenido Agosto 2008, de <http://www.ortikon.com/index.php>
- Päivi, A.-J. (2006a). *Modelling and content production of distance learning concept for interactive digital television*. Obtenido Febrero 2009, de <http://lib.tkk.fi/Diss/2006/isbn9512285428/isbn9512285428.pdf>
- Päivi, A.-J. (2006b). *T-learning Model for Learning via Digital TV*. *IEEE*, 6.



- Pantle, H. (2003). *Kulturtechnische Aspekte interaktiven Fernsehens und MHP-Authoring Tools*. Obtenido Septiembre 2008, de <http://www.henrik-pantle.de/mhp/Magister.pdf>
- Peng, C. (2002). *Digital Television Applications*. Obtenido Septiembre 2008, de <http://lib.tkk.fi/Diss/2002/isbn9512261723/isbn9512261723.pdf>
- Predroso, L. (2006). *Digital TV and Distance Learning: Potentials and Limitations*. Obtenido Noviembre 2008, de <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/4116829/4116830/04117110.pdf?temp=x>.
- Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S., and Carey, T. (1994). *Human Computer Interaction*. Obtenido Diciembre 2008, de <http://www.amazon.co.uk/Human-Computer-Interaction-Jenny-Preece/dp/0201627698>
- Pytelka, T. (2007). *Interaction in Digital Television Environment*. Obtenido Agosto 2008, de [https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/pytel1\\_2007bach.pdf](https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/pytel1_2007bach.pdf)
- RAMOS, J. L. B. (1996). *¿Qué es el vídeo educativo?* Obtenido Febrero 2009, de <http://www.ice.upm.es/wps/jlbr/Documentacion/QueEsVid.pdf>
- Rey-López, M. (2006). *Adaptive Learning Objects for T-learning*. IEEE, 8.
- Rey-López, M. (2007). *Objetos adaptativos de aprendizaje para t-learning*. Obtenido Febrero 2008, de [http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/vol5issue6Oct.2007/5TLA6\\_04ReyLopez.pdf](http://www.ewh.ieee.org/reg/9/etrans/vol5issue6Oct.2007/5TLA6_04ReyLopez.pdf)
- Rojas, D. (2008). *Creación de Contenidos Educativos: el escenario está abierto*. Obtenido Julio 2008, de [www.ceibal.edu.uy/portal/maestros/actualizacion/ceibal\\_aprende/contenidos\\_educativos.pdf](http://www.ceibal.edu.uy/portal/maestros/actualizacion/ceibal_aprende/contenidos_educativos.pdf)
- Rudolf, A. (1985). *Arte y Percepción Visual*. Obtenido Febrero 2009, de [http://www.pescioweb.com.ar/bibliografia/la\\_luz.pdf](http://www.pescioweb.com.ar/bibliografia/la_luz.pdf)
- Sangrá, A. (2002). *Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo*. Obtenido Julio 2008, de <http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec15/sangra.pdf>
- Schwalb, E. M. (2003). *iTV Handbook: Technologies and Standards*: Editorial Prentice Hall. 2003.
- Urbano, F., Amaya, J. P., and Campo, W. Y. (2008). *Estado del arte de la Televisión Digital Interactiva*. Obtenido Diciembre 2008, de <http://www.unicauca.edu.co/EDiTV/docweb/EDiTV-RT-3-4-22-V1.0.pdf>
- Vanhoof, H. (2005). *TECHNICAL GUIDELINES FOR APPLICATION DEVELOPMENT ON TELENET PLATFORM*. Obtenido Enero 2009, de <http://www.telenetmedia.be/content.php?ID=11>
- Walter, F. (2004). *Hauptseminar Audiovisuelle Technik Hausarbeit*. Obtenido Agosto 2008, de [http://www.imt.tu-ilmeneau.de/lehre/hs\\_avt/ergebnisse-2004-ss/hs-avt-2004-thema13-hausarbeit.pdf](http://www.imt.tu-ilmeneau.de/lehre/hs_avt/ergebnisse-2004-ss/hs-avt-2004-thema13-hausarbeit.pdf)
- Wittebolle, J. (2006). *The MHP Knowledge Project*. Obtenido Agosto 2008, de [http://mhp-kdb.s3.uni-essen.de/nukes/?module=tool\\_view&op=FillData&id=53008](http://mhp-kdb.s3.uni-essen.de/nukes/?module=tool_view&op=FillData&id=53008)
- Zajc, M. (2007). *Challenges of Interactive Digital Television for t-Learning*. Obtenido Noviembre 2008, de [http://idos.fe.uni-lj.si/slo/01\\_Members/20\\_Kemal%20Alic/Challenges%20of%20Interactive%20Digital%20Television%20for%20t-Learning.pdf](http://idos.fe.uni-lj.si/slo/01_Members/20_Kemal%20Alic/Challenges%20of%20Interactive%20Digital%20Television%20for%20t-Learning.pdf)
- Zwol, R. v. (2005). *Content Authoring in an XML-based and Author-Friendly Environment*. Obtenido Noviembre 2008, de [www.cs.uu.nl](http://www.cs.uu.nl)