

# ARQUITECTURA GENÉRICA PARA EL DESPLIEGUE DE SERVICIOS T-LEARNING SOPORTADOS POR DVB-T

## GENERIC ARCHITECTURE FOR DEPLOYING T-LEARNING SERVICES SUPPORTED BY THE DVB-T



### AUTOR

GINETH MAGALY CERÓN RÍOS  
Ingeniera en Electrónica y  
Telecomunicaciones  
\*Universidad del Cauca  
Docente  
Departamento de Telemática  
gceron@unicauca.edu.co  
COLOMBIA

### AUTOR

JOSE LUIS ARCINIEGAS  
Doctor en Ingeniería de Sistemas  
Telemáticos  
\*Universidad del Cauca  
Docente  
Departamento de Telemática  
jlarci@unicauca.edu.co  
COLOMBIA

### \*INSTITUCIÓN

Universidad Del Cauca  
UNICAUCA  
Universidad Publica  
Calle 5 # 4 - 70  
rectoría@unicauca.edu.co  
COLOMBIA

**INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO:** En este artículo se presenta una arquitectura genérica para el despliegue de servicios T-Learning en el contexto de TDi, soportados por el estándar DVB-T y MHP.

**RECEPCIÓN:** Junio 17 de 2013

**ACEPTACIÓN:** : Marzo 27 de 2014

**TEMÁTICA:** Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Telecomunicaciones y Telemática: Teleaplicaciones

**TIPO DE ARTÍCULO:** Artículo de Investigación Científica e Innovación

**Forma de citar:** Cerón Ríos, G. M., & Arciniegas, J. L. (2014). Arquitectura Genérica para el Despliegue de Servicios T-Learning soportados por DVB -T. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 13(36), 33-48. ISSN 1657-8236.

**RESUMEN ANALÍTICO**

Actualmente se cuenta con arquitecturas para aplicaciones interactivas en el contexto de la televisión digital interactiva (TDi), y con arquitecturas para servicios interactivos; sin embargo, no son suficientes para dar soporte a los servicios exclusivos para el aprendizaje (servicios T-Learning) a través de la difusión broadcast soportada por el estándar DVB-T, ya que no están pensadas en gestionar los distintos servicios y contenidos multimedia según el proceso de aprendizaje del usuario. A diferencia de las otras, esta arquitectura que se propone se enfoca en la gestión de servicios para el aprendizaje y de los contenidos multimedia relacionados con ese fin. Este artículo se estructura así: inicialmente se definen brevemente los servicios T-Learning, posteriormente los escenarios soportados por la arquitectura y componentes, por otro lado se explica la interactividad a los diferentes servicios desde el terminal del usuario TDi. Esta arquitectura ya fue probada con algunos servicios T-Learning y se resumirán los resultados de dicha implementación que se realizó en el laboratorio de TDi de la Universidad del Cauca. Además, se puede observar como la arquitectura permite una mejor gestión de servicios y uso del canal de retorno.

**PALABRAS CLAVES:** Televisión Digital Interactiva, Servicios T-Learning, DVB- MHP.

**ANALYTICAL SUMMARY**

The architectures for interactive applications in the context of interactive digital television (iTV), and architectures for interactive services, these are not sufficient to support the exclusive services T-learning through of transmission broadcast on the DVB-T standard, the architectures no are design to manage the services T-Learning and multimedia content according to the user's learning process. This architecture focuses on the management of services T-Learning and multimedia content. This paper is organized as follows: initially briefly defined T-Learning services, then the scenarios supported by the architecture and components and the different services interactivity from the end-user iTV. The architecture was tested with some T-Learning services; the paper described some results of the implementation which was conducted in the laboratory of iTV of University of Cauca. Also, you can see how the architecture allows better management of services and use the return channel.

**KEYWORDS:** Interactive Digital Television, T-Learning Services, DVB- MHP.

**INTRODUCCIÓN**

El grado de penetración de la televisión en el mundo ha aumentado considerablemente [1], considerado como uno de los medios de comunicación ideales para acercar a las personas de lugares remotos a la educación virtual, siendo la Televisión Digital Interactiva (TDi), una de las herramienta más prometedoras en el futuro para la comunicación a distancia. Esto gracias a la interactividad [2], que cambia el escenario pasivo del televidente a un usuario activo con posibilidad de interactuar con otros usuarios. La interactividad permite tener servicios interactivos (aplicaciones software que permiten al usuario hacer peticiones al proveedor del servicio y recibir respuesta a ella sin necesidad de usar otros medios como teléfono fijo) a través de la televisión. Dadas las ventajas y beneficios de la TDi, se

puede construir soluciones en beneficio de la sociedad; en diferentes áreas como: educación, salud, comercio entre otras.

Este artículo se centra en el área de la educación, específicamente el aprendizaje a distancia haciendo uso de la televisión. Actualmente se relacionan los procesos educativos a distancia con el uso de Internet como soporte tecnológico, conocido como e-Learning, estos cuentan con una reconocida trayectoria y un avance significativo en la estandarización del aprendizaje como es el caso de SCORM y LOM, Objetos multimedia de aprendizaje [3].

Sin embargo internet no es la única tecnología disponible para brindar solución a la educación a distancia, existen otros medios como la radio, la televisión, entre otros.

La ventaja que tenía internet frente a las demás tecnologías es la posibilidad de interactuar los distintos usuarios finales entre ellos, ahora con la evolución de la TDi se tiene esa interactividad y además la garantía de tener contenidos multimedia en broadcast en Alta definición (High Definition "HD"). Dando como resultado la necesidad de implementar servicios interactivos sobre el medio de comunicación de mayor acogida en el mundo como lo es la televisión.

Los servicios T-Learning se basan en servicios interactivos para el aprendizaje ya probados sobre Internet (e-Learning), debido a algunas limitaciones de la TDi como: el proceso de codificación, multiplexación, o el manejo de la sincronización entre contenidos multimedia y los servicios T-Learning según el tipo de interactividad (servicios dependientes del contenido o independientes del contenido), No todos los servicios de Internet pueden ser adaptados a la televisión, es por eso que la arquitectura debe ser flexible a esas limitaciones, además de ser compatible con el estándar de transmisión de los servicios y contenidos, para este caso es el estándar europeo DVB-T.

Europa creó las especificaciones para todos los tipos de redes de DVB-T, DVB-C y DVB-S, este artículo solo se enfoca en la televisión terrestre. Para realizar la comunicación de los servicios T-Learning entre el proveedor y el usuario final, se hace necesario un mediador que interprete el lenguaje de transmisión y el de recepción de los servicios. Existen varios mediadores de acuerdo al estándar de transmisión elegido, para este caso el mediador a usar es *Multimedia Home Platform* (MHP) para los tres tipos de redes [4].

MHP es un capa mediadora y una interfaz de programación de aplicaciones (API - Application Programming Interface), permite acceder a servicios y aplicaciones interactivas independiente de la plataforma hardware sobre las que se ejecuten [5]. Es un sistema diseñado por el proyecto DVB y estandarizado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI - *European Telecommunications Standards Institute*) [5]. Define una plataforma común para las aplicaciones interactivas de la televisión digital, independiente tanto del proveedor de servicios interactivos como del receptor de televisión utilizado [6].

Para este artículo se usa DVB-MHP, que facilita las herramientas para el desarrollo de las aplicaciones software que contienen los servicios. El estándar proporciona una arquitectura general para el despliegue de servicios interactivos, esta arquitectura define cuatro (4) capas básicas que son: proveedor de servicio y contenidos, proveedor mhp, acceso a la red y el terminal MHP.

A continuación se presentan trabajos de investigación relacionados con la temática aquí presentada. En [3], se propone un sistema para desplegar servicios interactivos, la cual considera también el estándar DVB, pero no considera los servicios según su interactividad, si son dependientes o no del contenido, aun no considera el hecho de que la información asociada pueda ser o no inicializada por el usuario, por otro lado no considera el perfil del usuario y los servicios que ofrece son dirigidos hacia los contenidos. [1], propone una arquitectura para contenido T-Learning, con gestión dinámica de contenidos multimedia, de esta arquitectura vale la pena destacar la gestión remota de los datos y servicios. [7], es una investigación sobre la Televisión Digital Terrestre TDT cuyo objetivo fundamental es desarrollar interoperabilidad entre los estándares de la televisión digital terrestre europea y el brasileño, adicional a ello se enfocan en estudiar una metodología para el aprendizaje a distancia mediante televisión digital y ofrecer servicios de T-Learning para la inclusión social en Sao Paulo Brasil; sin embargo la arquitectura que proponen en este proyecto no toma en cuenta la gestión de los contenidos multimedia, la gestión de servicios T-Learning que mejora el desempeño de ellos y el gestor de usuario que personaliza los servicios. [8], este proyecto es desarrollado por el Instituto Tecnológico de Aragón, tiene como objetivo principal desarrollar un centro que recoja y desarrolle experiencias de referencia sobre servicios interactivos de Televisión Digital, que evalúe y difunda servicios y terminales sobre redes de nueva generación (incluidas TDT e IPTV), tanto en el hogar como en movilidad. En la primera etapa se enfocan en servicios interactivos sobre televisión para la asistencia a personas mayores, con una arquitectura de referencia solo para un servicio, debería ser adaptada para servicios de otro tipo como en este caso los servicios T-Learning. [9], busca aumentar las posibilidades de acceder a la educación desde el hogar, usan MHP y protocolos de comprensión de vídeo (H264) y las nuevas normas para los medios de comunicación orientado a objetos. Está basado en RAMO (*Reactive and Adaptive Multimedia Objects*). Han desarrollado un maestro virtual, así como un sistema experto, a fin de mejorar la interacción del usuario con el contenido educativo sobre la base de la propia experiencia del aprendizaje del usuario. El sistema es capaz de interpretar el comportamiento del usuario y vincula sugerencias de cursos o contenidos. Se han creado también plantillas que emulan un rango de diferentes usos y formas educativas de juegos. Básicamente su objetivo fue adaptar las plataformas virtuales a TDi, y no tienen en cuenta el contenido multimedia y que los servicios T-Learning se asocien a ellos. [10], presenta una arquitectura de software basada en Java para el desarrollo aplicaciones y servicios de T-Learning. El marco propuesto proporciona apoyo adecuado para las necesidades específicas de esta área,

con un fuerte énfasis en la interactividad, promoviendo la creación de comunidades de estudiantes y espacios de trabajo compartidos en una base peer-to-peer. De igual forma este proyecto aporta una herramienta CASE para el desarrollo visual de dichos servicios, distribuyendo su funcionalidad entre una serie de escenarios que prevén los roles diferenciados de una comunidad. Este proyecto se enfoca más en mantener comunidades académicas, que en como los servicios apoyan el contenido multimedia, que es parte de lo que se propone en este artículo con los servicios asociados al contenido. En [11], se propone una arquitectura para comunidades académicas virtuales en TDi, la cual se probó en el proyecto STCAV y se desplegaron algunos servicios interactivos de aprendizaje basados en REST y JSON, se presenta un piloto de los primeros servicios que se generaron con dicha arquitectura, en el proyecto STCAV posteriormente se siguió investigando y se logró generar en base a esta arquitectura y en los trabajos anteriormente relacionados, una arquitectura genérica que permite el despliegue de servicios T-Learning en cuanto a la gestión de: servicios, contenidos multimedia y usuarios, mejorando así no solo la difusión sino el uso del canal de retorno.

Para este artículo, se propone la siguiente estructura: en primer lugar definir los conceptos implicados en la arquitectura, posteriormente se describe la arquitectura y se procede a explicar la metodología y resultados obtenidos en esta investigación, de manera que se finaliza con las conclusiones.

## 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se define: el concepto de televisión digital interactiva y el término de servicios T-Learning

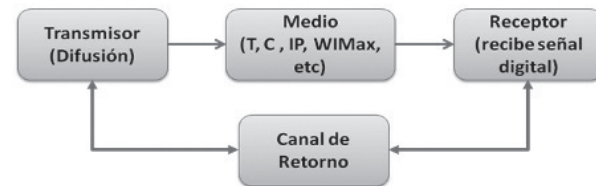
### 1.1 TELEVISIÓN DIGITAL INTERACTIVA (TDI)

TDi, integra dos tecnologías, Televisión Digital y Televisión interactiva, la primera se encarga de transmitir digitalmente datos (texto y/o aplicaciones software), video y audio, la segunda tecnología le permite el usuario interactúa con lo que está en la pantalla del televisor. La TDi se compone de cuatro componentes fundamentales: transmisor, Medios de transmisión, receptor y canal de retorno [12].

La figura 1, muestra la comunicación entre los componentes de TDi: 1) Transmisor (Difusión), se encarga de realizar la difusión de los contenidos televisivos y los servicios TDi. 2) Medio, TDi usa los medios: Terrestre (radiofrecuencia), Cable (coaxial o fibra óptica), IP, inalámbrica (WiFi o WiMax) o satelitales. 3) Receptor, recibe y adapta la señal que viene del medio al formato digital. 4) Canal de retorno,

permite la interactividad entre el usuario final y el proveedor de servicios T-Learning, es decir; comunica el receptor con el transmisor de forma bidireccional, usando medios como: IP, WiMax, Cable, Radiofrecuencia, otras.

**FIGURA 1.** Componentes de TDi.



Fuente: Análisis del rendimiento de TDT [12]

### 1.2 ESTÁNDAR DVB-T

DVB-T (Digital Video Broadcasting–Terrestrial) fué creado por la organización europea DVB. Busca la transmisión de televisión digital terrestre, permite la transmisión de audio, video y otros datos; estas señales deben ser comprimidas según la norma MPEG [18], además deben modificarse los parámetros de transmisión y elegir el tipo de receptor a usar, entre esos parámetros esta: definir la modulación OFDM o COFDM, seleccionar el tipo de codificación (reed solomon, LPDC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6), el tipo de modulación (Modes) QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM; Los intervalos de guarda dependiendo de la calidad de transmisión que se desee (1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128), el FFT Size (1k, 2k, 4k, 8k, 16k, 32k), y por último la inserción de pilotos (1%, 2%, 4%, 8% del total). En cuanto al tipo de receptor es importante recordar que debe soportar el mediador que soporta los servicios interactivos (MHP, HbbTV, MHEG) además de los parámetros de transmisión seleccionados [19].

Para este artículo se uso un flujo de datos MPEG-2, la modulación fue OFDM y para las constelaciones 64 QAM, el intervalo de guarda de 1/4; la frecuencia a la cual se realizaron las pruebas fue 474MHz, porque anteriormente se habían hecho con 578MHZ y en la práctica se obtuvieron mejores resultados con la 474MHz. Dentro de esas pruebas se midió cobertura y calidad de la señal (baja, media y alta). Para la escogencia de las frecuencias fue necesario realizar una prueba de radiocognitive donde se buscaron frecuencias libres dentro de un rango determinado de frecuencias y en un radio de cobertura determinado. Se eligió el radio de cobertura de 200m suficiente para nuestro fin, el Rango de frecuencias fue [400-600], 2 frecuencias no estuvieron en uso durante las pruebas y era 474MHZ y 578MHZ.

En cuanto al Receptor usado es: TDT INVES INTERACTIVO / MAAT MEDIA TDT MHP 101 [19], compatible con el

estándar MHP, solo se probó con ese estándar ya que no contábamos con otro tipo de equipos.

### 1.3 SERVICIOS T-LEARNING

Es la integración del aprendizaje a través de la televisión y de las nuevas funcionalidades que ofrece la TDi a la televisión tradicional. Con el fin de hacer que el usuario pueda interactuar con otros usuarios y su experiencia de aprendizaje sea amigable y con retroalimentación de parte de otras personas que conocen del tema que el televidente está aprendiendo [13].

Servicios T-Learning es la unión entre servicios TDi con T-Learning, lo que se busca con estos servicios es lograr que el estudiante adquiera conocimientos en un área específica de manera fácil y desde la comodidad de su casa, esto ayudará en muchos casos a la educación a distancia, ya que para muchas personas que viven en zonas de difícil acceso a internet se les puede ofrecer la alternativa de la televisión digital interactiva. Por otro lado los usuarios podrán compartir sus dudas y sus conocimientos, además que el orientador de dicho tema podrá aclarar mejor los conceptos [14].

Son aplicaciones software, que usan las redes de TDi, estas aplicaciones son adaptadas a las características técnicas y físicas de la televisión. Se usan mediadores como MHP para realizar su desarrollo. Se pueden dividir en dos tipos de servicios según su uso: 1) Dependientes del contenido, 2) Independientes del contenido. El primero se refiere a todos los servicios que dependen del contenido que se está visualizando en el televisor, estos servicios tienen un tiempo de inicio y fin, estos tiempos se deben sincronizar en antes de realizar la transmisión broadcast, para ello se usan las tablas PSI/SI provistas por el carrusel de objetos DSM.CC, quien se encarga de encapsular las aplicaciones interactivas en un archivo que posteriormente se ejecutará por petición del usuario. Ejemplo de servicios que requieren sincronización se tienen: Encuestas tipo test, Foros dirigidos por el tutor del contenido, Biografía, etc.

Servicios interactivos independientes del contenido, son servicios que no dependen del contenido televisivo, se pueden usar permanentemente (si el proveedor lo habilita), y no es necesario ver un contenido completo, aun puede cambiar de canal y seguir usándolo. Estos servicios inician desde el momento que el usuario inicia la petición y termina cuando el usuario envía una petición de finalización, como: Chat, Foro general donde se discute sobre cualquier tema y la guía de programación electrónica (EPG).

## 2. DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS T-LEARNING

La televisión digital ofrece gran variedad de servicios t-Learning para los usuarios y mejorar sus condiciones de espectador. A continuación se describen algunos servicios T-Learning [15].

### 2.1 AUTENTICACIÓN

El usuario cuenta con un login y una contraseña para el ingreso a sus servicios T-Learning, da seguridad a sus datos personales y a sus comunidades académicas virtuales a las que está vinculado o administrando.

### 2.2 EPG (GUÍA DE PROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA)

Las Guías Electrónicas de Programa (EPG - Electronic Program Guide) listan los canales de TV disponibles, los programas, el tiempo que dura, la fecha y hora en que se emite, generalmente; informa al usuario lo que está actualmente en el aire y lo que se transmitirá próximamente.

### 2.3 NOTIFICACIONES

Existen diversos tipos de Servicios de Notificaciones, la mayoría de ellos son similares a los listados en un portal de acontecimientos actuales, algunas de ellas con categorización sofisticadas y otros con estructuras muy simples que informan al usuario cuando hay actividad en su cuenta y servicios. Aplicaciones de notificaciones que van desde un simple símbolo provisto a través de una pequeña superposición en el contenido televisivo (en la mayoría de los casos, un botón en la parte inferior de la pantalla).

### 2.4 CORREO Y CHAT

Estos servicios actualmente son ofrecidos por varios proveedores a través de internet, cuyo principio fundamental es almacenar mensajes y permitir al usuario que los revise desde cualquier dispositivo o terminal y en cualquier momento.

### 2.5 FORO

Cumple el mismo principio de almacenar mensajes y mostrarlos al usuario final en secuencia según el orden de llegada; la diferencia está en que estos mensajes podrán ser visualizados por todos los miembros de la comunidad académica virtual.

## 2.6 VOTACIÓN

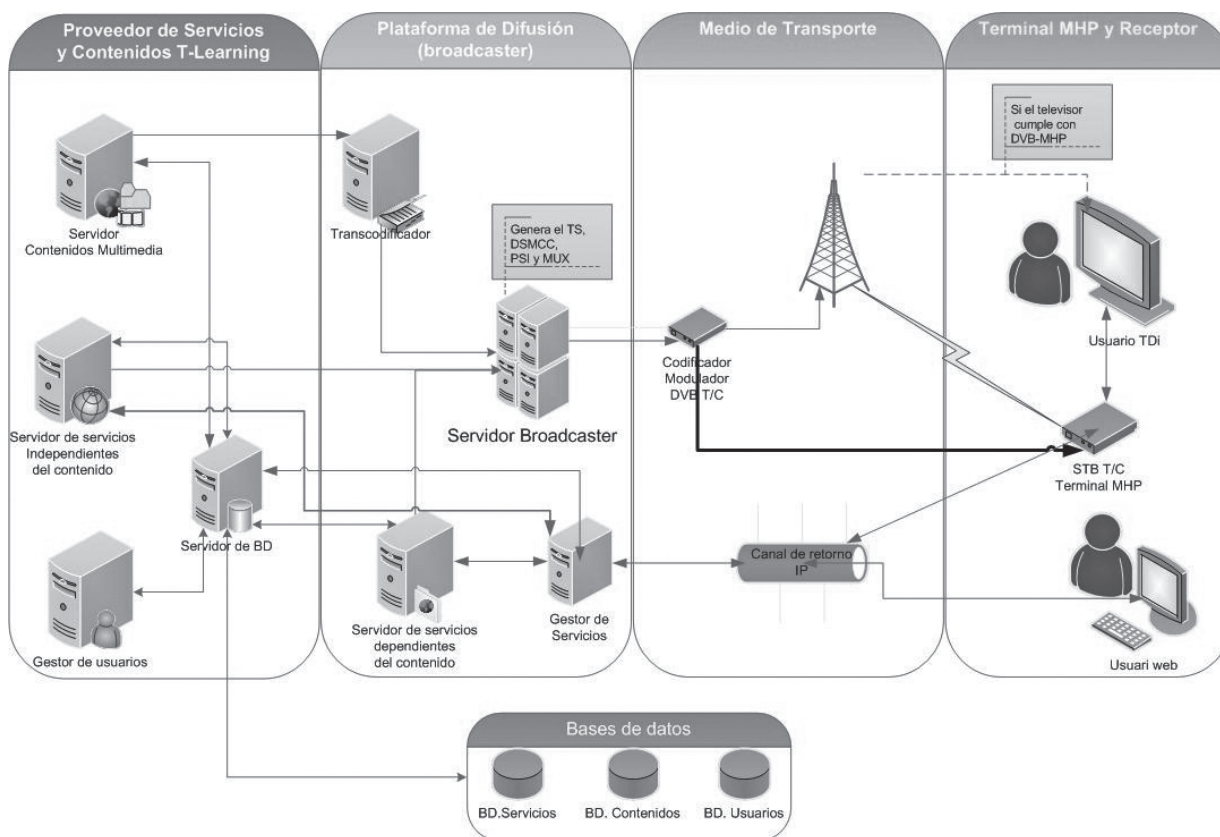
El usuario puede calificar, desde su perspectiva los contenidos que está viendo. Además podrá recibir recomendación de otros programas que le pueden interesar y que son los más votados, o prevenirle de ver contenidos que no han recibido buena calificación.

## 2.7 COMUNIDADES ACADÉMICAS VIRTUALES (CAV)

Una comunidad Académica virtual (CAV), la conforman grupos de individuos, que tienen intereses en común; y que se enfocan en un proceso de aprendizaje continuo, cuyo principal objetivo es construir conocimientos

de manera colaborativa y que se pueda compartir información por medio de las TIC como herramienta de comunicación, en [16]. Las CAV son las principales transmisoras de aprendizaje continuo, con lo cual contribuyen en la construcción de conocimiento. En el contexto de la TDi, lo que se busca es proporcionar al usuario la facilidad de crear una comunidad que tenga sus mismos intereses, y permitir que cualquier usuario TDi haga parte de ella, para crear una comunidad la única restricción que hay es que este registrado en el servidor de usuario, que tenga una cuenta de usuario, porque es con ella que se le habilita la facilidad de crear o ingresar a una comunidad, en caso de que no desee continuar en la CAV tendrá la opción de salirse de ella.

**FIGURA 2.** Diagrama de la arquitectura para servicios T-Learning.



## 3. DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA PARA SERVICIOS T-LEARNING

En la figura 2, se observan 4 divisiones de la arquitectura, cada una agrupa un número determinado de componentes según la función que desempeñan en el despliegue de servicios T-Learning.

### 3.1 PROVEEDOR DE SERVICIOS Y CONTENIDOS MULTIMEDIA

Es la primera columna de la figura 2; contiene los servidores proveedores de: contenidos multimedia, servicios independientes del contenido y el gestor de usuarios que provee el perfil del usuario y datos

necesario de personalización. Por otro lado se tiene el servidor de bases de datos al que acceden los servidores para realizar todas las operaciones CRUD (crear, leer, actualizar y borrar) sobre la meta-información almacenada en las bases de datos asociadas a ellos.

### 3.2 PLATAFORMA DE DIFUSIÓN

Es la siguiente columna al proveedor de servicios en la figura 2; cuenta con los servidores directamente involucrados con el proceso de difusión, como lo es la transcodificación de los contenidos que se encarga de pasar los videos al formato exigido por DVB-MHP que es MPEG-2, luego viene la generación del flujo de datos TS, junto con el flujo de datos que son sincronizados a los contenidos gracias a las tablas PSI de sincronización, la de SI que es la información del servicio, y las de identificación, por otro lado está la generación del carrusel DSM-CC (transmite los datos de forma cíclica) y la multiplexación del flujo para luego ser codificado y modulado para ser transmitido por el medio; adicional a estos tiene el gestor de servicios que se encarga de recibir las peticiones desde el usuario para el servidor de servicios ya sean independientes o dependientes del contenido, a través del canal de retorno, identificando que tipos de servicios serán respondidos y en prioridad de peticiones.

### 3.3 MEDIO DE TRANSPORTE

Se tiene la codificación y modulación para medio terrestre soportado por DVB, se encuentra la comunicación unidireccional, y el medio de retorno que en este caso es IP que permite la comunicación bidireccional que en este contexto es lo que llamamos interactividad.

### 3.4 TERMINAL MHP Y RECEPTOR

En este punto se tienen dos tipos de usuarios finales el primero es el Usuario TDi y el segundo es el Usuario WEB, para cada uno se tiene un receptor y terminales de MHP; para el primer caso Usuario TDi, se tiene el decodificador que viene a ser el terminal MHP (STB), se encarga de decodificar el flujo de datos para ser visualizado en el receptor (televisor). Para el segundo caso el Usuario WEB, el receptor es un computador, por esta razón toda la información se recibe desde el canal de retorno a través del protocolo IP; este usuario solo recibe la información de los servicios T-Learning del chat y del foro permitiendo el aprendizaje colaborativo, donde se comparten información.

Entendiendo que MHP no es la única tecnología existente para la televisión interactiva. Un competidor suyo es HbbTV (Hybrid Broadcast Broadband TV) (HbbTV, estándar ETSI TS 102 796 v1.1.1) está basado en HTML

a diferencia de MHP que se basa en Java [5]. HbbTV tiene aceptación en un mercado amplio, con aplicaciones y servicios híbridos, es flexible, y se basa en normas existentes, además cuenta con el apoyo de grupos de la industria (Unión Europea de Radiodifusión). HbbTV todavía no ha sido extendido ampliamente en toda Europa es Italia, donde MHP persiste para la prestación de servicios híbridos. El objeto de MHP es fomentar la construcción de mercados horizontales. El principal logro es que hay interoperabilidad total entre las aplicaciones y las distintas implementaciones del estándar. Al igual que HbbTV también cumple con las normas requeridas en el proceso de transmisión de TDi. MHP es muy bueno en mercados en donde no hay que migrar o que hacer compatibles con la nueva.

Los dos estándares son muy buenos, sin embargo el objetivo de este artículo no es identificar ventajas y desventajas de dichos estándares. Espor esto, que la descripción de la plataforma se presenta para MHP dado que la compatibilidad con JAVA y con el equipamiento con el que se hicieron las pruebas de laboratorio. Lo que se recomienda para grupos de investigación que estén interesados en usar esta arquitectura con HbbTV, deben seguir las recomendaciones del estándar HbbTV para implementar los servicios sobre HTML, además cambiar el tipo de receptores por un híbrido. En cuanto a la gestión de servicios y contenidos multimedia sigue la misma filosofía para cualquiera que sea la escogencia.

### 3.5 COMPONENTES

#### 3.5.1. Servidor de Contenidos Multimedia

Es el encargado de almacenar todos los contenidos multimedia (Video Audio y Datos), sin importar el formato, los cuales son rotulados, e indexados en el servidor de bases de datos, con el fin que después puedan ser gestionados por el transcodificador e identificados por los servicios (ej.: EPG) dependiendo del caso.

#### 3.5.2. Servidor de servicios independientes del contenido

Almacena los servicios que no dependen del contenido multimedia, es decir todos los que puede consultar el usuario permanentemente sin importar que el contenido multimedia este o no presente. Ejemplo de estos servicios son: chat, foro general que se habla de diferentes temas, perfil de usuario, CAVs (buscar, ingresar, salir, consultar información, crear), EPG, Votación. Estos servicios tienen una tabla de información la cual se actualiza en el servidor de bases de datos, con esta tabla el gestor de servicios puede identificarlo y acceder a él cuando sea necesario para responder por el

canal de retorno a los diferentes usuarios, al igual que el servidor de broadcaster y colocarlos en el carrusel DSM-CC en la transmisión de difusión y que pueden ser entendido por el STB, las tablas de información de los servicios se le proveen al servidor broadcaster para lograr la sincronización y multiplexación.

### 3.5.3. Transcodificador

Este servidor se encarga de adaptar los contenidos multimedia almacenados en el servidor de contenidos, a las dimensiones de un contenido audiovisual de alta definición para 720p, ya que para el caso de las pruebas se cuenta con televisores con el sello HDReady; estándar que indica que estos dispositivos de visualización únicamente pueden mostrar imágenes en alta definición a resoluciones 720p y 1080i. Para el proyecto STCAV plataforma de prueba de esta arquitectura se definió que se usaría resolución 720p progresiva que garantiza una mayor estabilidad de la imagen. Las dimensiones del contenido audiovisual son: resolución de 720p en un formato panorámico de 16:9, lo cual implica que el elemento audiovisual tenga una dimensión de 1280 x 720 pixeles en HD alta definición [17]. Además este componente garantiza que el códec utilizado en la difusión, es el adecuado y que podrá ser decodificado por el terminal MHP que para este caso es el STB; que basados en el estándar DVB-MHP [18] se debe usar el formato MPEG-2.

### 3.5.4. Servidor de servicios dependientes del contenido

Provee los servicios dependientes del contenido, aquí hay que hacer claridad que hay servicios que obligatoriamente deben ser transmitidos haciendo uso del carrusel DSM-CC, ya que deben sincronizarse para iniciar en un tiempo determinado y terminar en un tiempo específico, como la información asociada (biografía), sin embargo existen otros dependientes del contenido, que no necesariamente deben ser enviados por el carrusel, como por ejemplo el foro asociado, podrá acceder a él durante la emisión del programa, si cambia de canal perderá el acceso a él o una vez finalice el programa, por otro lado está la EPG, que puede ya estar incluida en el STB y solo consulta al gestor de servicios para actualizar la meta-información de contenidos y servicios desde la base de datos. Este servidor provee al servidor broadcaster la información de las tablas de información PSI, AIT, PMT, que se necesitan para sincronizar y multiplexar los contenidos junto con los servicios, de manera que se forme un solo flujo que se emite vía terrestre con DVB-T.

### 3.5.5. Servidor de usuarios

Da soporte a una aplicación web que permite diligenciar de manera fácil y rápido los datos del usuario que desea acceder a los servicios T-Learning, donde también podrá modificar el perfil y demás, además de proveer una GUI (interfaz gráfica) al usuario web que le permite el intercambio de información de forma asincrónica, gestión de perfiles, sesión de usuario, herramientas gráficas de gestión de contenidos multimedia y aplicaciones interactivas. Este servidor envía toda esta información al servidor de bases de datos donde se indexa y se habilita para que pueda ser consultada y modificada si es el caso por el usuario desde cualquier terminal, usando como mediador el gestor de servicios, además que si algún servicio requiere de la meta-información de los perfiles de usuario, podrá disponer de ella consultando a la base de datos respectiva.

### 3.5.6. Servidor Broadcaster

Entendiendo que las recomendaciones de MPEG para el estándar de transmisión DVB, en [18], especifica que para poder multiplexar el contenido multimedia es necesario un proceso de empaquetamiento, lo cual inicia con paquetes definidos por MPEG como flujos elementales (ES), posteriormente con los flujos elementales empaquetados (PES) y por último los flujos de transporte (TS), que contiene elementos de audio y video listos para ser desplegados en el terminal MHP y que puedan ser visualizados en el receptor.

Como no siempre la longitud del video es igual a la del audio, antes de realizar el empaquetamiento se recomienda sincronizar estos dos por separado y después si integrarlos en el TS, es decir que debe igualarse la medida en tiempo del audio con el video, si el audio es mayor el video es el que se sincroniza y sino viceversa, sin olvidar las características de tasa de bits de los mismos.

### 3.5.7. Codificador y Modulador

Codifica la señal de manera que esta no sufra mucho daño por interferencia o ruido, por otro lado permita la correcta transmisión a través de los diferentes medios (terrestre o cable), en este, en cuanto a la modulación se logra adaptar los flujos según la frecuencia a transmitir y el estándar escogido en este caso DVB, en este punto también se especifica el intervalo de guarda, el entrelazado y las constelaciones.



### 3.5.8. Transmisión por medio terrestre

La transmisión del flujo de transporte TS, que ha sido multiplexado, modulado y codificado, se realiza por medio terrestre a través de enlaces de radiofrecuencia.

### 3.5.9. Gestor de Servicios

Inicialmente se encarga de analizar los servicios T-Learning que se van a transmitir en TDi, a través del carrusel de objetos especificado en DSMCC, ya que algunos de ellos solo se transmitirá de manera unidireccional por el medio terrestre, y este servidor deberá conocer que servicios no podrán ser llamados por el usuario desde el canal de retorno. Su principal función radica en identificar las peticiones que vienen desde el canal de retorno, identificar si son servicios dependientes o independientes, solicitar la información a la base de datos, y con esa meta-información pedir a los servidores respectivos enviar la respuesta a la petición solicitada la cual será reenviada al usuario TDi o al usuario Web, a través del canal de retorno IP. Este servidor cumple la función como mediador entre el terminal MHP y los servicios T-Learning.

### 3.5.10. Servidor de Bases de Datos

Este servidor es el mediador entre los servidores y las bases de datos, de manera que permite la gestión de información almacenada en las bases de datos, interpreta y controla el sistema soportado por el motor de base de datos independientemente del lenguaje utilizado por el motor, de esta forma se podrán realizar las distintas operaciones CRUD sobre la información que se encuentra en la base de datos asociada a los contenidos y especialmente a los servicios T-Learning, sin dejar a un lado los datos del gestor de usuarios.

### 3.5.11. STB Terminal MHP

Cumple con las características necesarias para decodificar y demodular la señal que viene del medio terrestre o cable para hacerla entendible al terminal MHP.

### 3.5.12. Usuario TDi

Más conocido como televidente, visualiza los contenidos y los servicios, accede a ellos a través del control remoto o si es el caso con un teclado adaptado para TDi, interactúa con el nodo de proveedores de servicios y contenidos a través el canal de retorno y el gestor de servicios, además que dispone de servicios locales que están almacenados en su terminal STB.

### 3.5.13. Usuario web

Este usuario tiene acceso limitado, ya que solo podrá consultar y modificar el registro y el control del perfil de usuario, podrá acceder a meta información de los contenidos multimedia, y acceder a servicios independientes del contenidos, con excepción de algunos servicios dependientes del contenido que no solo se pueden usar desde la difusión por el medio terrestre sino también pueden ser usados llamándolos desde el canal de retorno e inicializarlos en el terminal del usuario, cuya gestión la realiza el gestor de servicios.

### 3.5.14. Canal de retorno

Este medio es el que garantiza la interactividad entre el usuario y los diferentes servicios T-Learning. Brinda una comunicación bidireccional entre el usuario y el gestor de servicios, se usa para realizar las peticiones al proveedor de servicios y contenidos T-Learning y poder responder al terminal MHP, para posteriormente sea visualizado por el usuario. MHP, clasifica la interactividad como local o remota, la primera es la interactividad que proporcionan los servicios enviados a través del servidor broadcaster y el usuario interactúa con la información almacenada en el terminal MHP, la segunda es cuando el usuario interactúa haciendo uso del canal de retorno.

## 4. METODOLOGÍA.

Para probar la arquitectura, se implementaron los servicios T-Learning de: inicio de sesión, el chat, el foro dependiente del contenido, información asociada, navegar por comunidades, votación, EPG, notificaciones y gestión del perfil.

Una vez se validó el funcionamiento adecuado según el diseño preliminar que se había pensado de cada uno de los servicios T-Learning, se procede a probarlos con algunos miembros del grupo de investigación con conocimientos sobre el tema de TDi, con el fin de detectar fallas en los servicios, como retardos en la detección de las letras desde el control remoto, que las imágenes en los servicios si fueran visibles de alta calidad, identificar la longitud máxima de los textos que deben soportar algunos servicios como el chat o el foro, los tiempos de respuestas a las peticiones de los usuarios.

Detectados los problemas de mayor prioridad, como: retardos, peticiones del usuario sin respuesta, o el tiempo de respuesta supero los 10 segundos. Se procede a solucionarlos y a planear un caso de estudio con usuarios finales que no estén asociados a la TDi; sin embargo que conozcan el manejo del control remoto.

Se seleccionaron estudiantes del curso de Química de sexto semestre de la Universidad del Cauca, la materia fue el laboratorio de química. El trabajo que se realizó con ellos fue el siguiente: primero se escogió una muestra de alumnos al azar para que participara del caso de estudio. Los estudiantes que probaron los servicios recibieron una introducción sobre el uso del control frente a los diferentes servicios-T-Learning, una vez recibían los pasos mínimos necesario para usar la plataforma de STCAV [20] de manera que se pudiera probar la usabilidad del sistema. Los estudiantes se agruparon en pares, y los dos estudiantes interactuaban con el sistema sin ayuda de una persona experta en TDi; mientras el resto del grupo espera el siguiente turno para que use el sistema otra pareja. Ya que se necesitan por lo menos 2 usuarios para interactuar, se decidió tener un usuario TDi, que sería la pareja de alumnos que manejan el control y otro usuario web, en este caso la profesora del curso, quien aportará con sus conocimientos a sus estudiantes información complementaria que ellos requieran en medio de la prueba, a través del chat o del foro. De esta manera se evalúa el canal de retorno en cuanto a tiempos de respuestas que reciban los usuarios, permitiendo a los dos tipos de usuarios interactuar entre sí, ya que para eso se tiene un gestor de servicios.

Los contenidos multimedia, son exclusivamente esta materia de química, en alta definición, previamente editados. Fue de gran ayuda la interactividad ya que al ser contenidos de laboratorio se requería información adicional la cual se les daba con el servicio de información asociada al contenido, y la ventaja es que en paralelo a ellos está el docente interactuando a través de los servicios independientes del contenido como el chat y el foro para complementar el material de aprendizaje. También se probaron servicios que posiblemente en aprendizaje uno vería innecesario como es la EPG y las votaciones, los estudiantes gracias a la EPG conocían el tiempo que demoraba cada contenido y la fecha en el que se presentaría, lo que es importante para el docente ya que los estudiantes tienen como recordar la próxima sesión. Y en cuanto al servicio de votación el estudiante votaba por el mejor contenido interactivo, garantizando al docente si la información asociada, si la generación del contenido fue bien recibida por el estudiantes o si no, ayudando en el proceso de edición para los contenidos del próximo curso.

De estas pruebas se toman las sugerencias de funcionalidad y de experiencia de usuario, los tiempos de respuestas a las peticiones del usuario y evaluar las observaciones que se hayan hecho. Una vez terminado el caso de estudio se procede a realizar las mejoras propuestas y se concluye con la arquitectura que se propone en este artículo.

## 5. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos son producto de la investigación que se lleva a cabo en el laboratorio de TDi de la universidad del cauca, dentro del marco del proyecto financiado por Colciencias que termino el año pasado ST-CAV (Servicios de T-Learning para el soporte de comunidades académicas virtuales) [18], cuyo objetivo es dar soporte a una CAV en televisión desde diversos escenarios, tales como: Televisión Digital Terrestre, Televisión Móvil e IPTV; de esta forma, uno de los principales objetivos del proyecto ST-CAV es apoyar procesos de aprendizaje en televisión (T-Learning) a través de servicios interactivos basados en la filosofía de las WEB 2.0 (Chat, Foros, entre otros), buscando la construcción de conocimiento entorno a diversas temáticas de una CAV. En este proyecto se implementaron diferentes servicios T-Learning, de manera que a través de ellos los estudiantes de un curso pudieran facilitar su aprendizaje; para este artículo se tomo como referencia el estándar DVB-T, medio terrestre y canal de retorno IP

A continuación se presenta un panorama general de los diferentes servicios que se han implementado hasta hoy en el laboratorio de televisión digital de la universidad, relacionados con el T-Learning, para lograr el despliegue de ellos se uso esta arquitectura propuesta, de manera que se puede probar con ellos que esta arquitectura si funciona, es útil y flexible, además que garantiza que el foco esta en el aprendizaje por parte del usuario.

**FIGURA 3.** Inicio de Sesión.



### 5.1 INICIO DE SESIÓN

El inicio de sesión, esta contenido en el servidor de servicios independientes, la meta-información del gestor de usuarios referente al perfil es tomada y comparada con la que ingresa el usuario a través de su control remoto, al validar se define si es o no usuario de la plataforma STCAV. Si se se procede a muestra el menú de la figura 3, donde podrá seguir interactuando con

los demás servicios, en caso de que no sea usuario solo podrá visualizar el contenido multimedia.

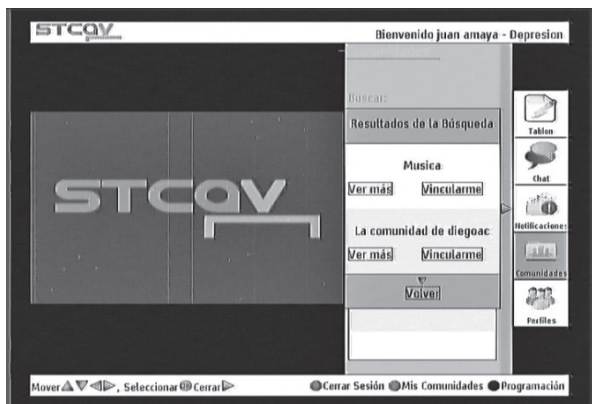
Se tomaron los siguientes tiempos de respuesta: por parte de los miembros del laboratorio 1.1 seg, y el promedio de los 5 grupos de parejas de estudiantes es de 1.12seg. Este tiempo se mide desde el momento en que manda la petición y la visualiza en el televisor.

## 5.2 NAVEGACIÓN POR COMUNIDADES

El usuario ingresa al icono de comunidades que esta sombreado en la figura 4 a la derecha de gris, y se despliega la lista de comunidades, hay 2 opciones conocer más de la comunidad que es "ver más", o "vincularme" si quiero pertenecer a ella, si quiero en la parte superior puedo buscar por nombre las comunidades.

Los tiempos de respuesta en cuanto a vincularse en la comunidad, el tiempo promedio es de 1.5 seg estudiantes y expertos; se demora más en mostrar información es de promedio de 2.4 seg, se deduce que es porque debe ir al servidor de comunidades y buscarla y tomar la información y codificarla para ser recibida por el receptor, y en buscar comunidades aumento el tiempo, producto que se ingreso una lista previa de comunidades amplia y cada una tiene una imagen que la distingue y el cargar imágenes dependiendo del tipo de formato que tenga demora un poco más, el promedio esta en 3 seg.

**FIGURA 4.** Navegación por comunidades.



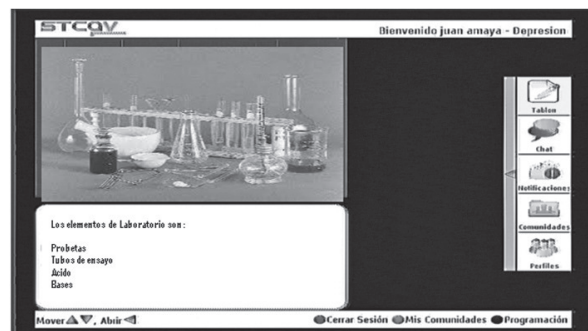
## 5.3 INFORMACIÓN ASOCIADA

En la figura 5 se aprecia: a la derecha la lista de servicios y a la izquierda el contenido multimedia en la parte superior y el parte inferior un recuadro blanco, que deja ver un texto, esta es la información adicional al contenido que solo se activa si el usuario la solicita y

aparece solo en algunos tiempos programados según el contenido.

En este caso, como esta sincronizada con las tablas del carrusel de objetos DSM-CC, es decir que va implícito en la multiplexación y transmisión broadcast, el tiempo que demora en visualizarse desde el momento que se realice la petición es casi imperceptible por el ojo humano, así que se estima que es < 1seg.

**FIGURA 5.** Información asociada.



## 5.4 VOTACIÓN

A la derecha de la figura 6 se encuentra, la lista de servicios y a la izquierda el contenido multimedia en la parte superior y el parte inferior un recuadro blanco, que le indica al usuario que números debe digitar para votar por el programa que se le esta presentando.

Las votaciones tienen un tiempo estimado de 1,6seg. Esto es producto del tiempo en que tardar en cargarse las imágenes de las estrellas, que se escogieron de alta definición en formato ".gif".

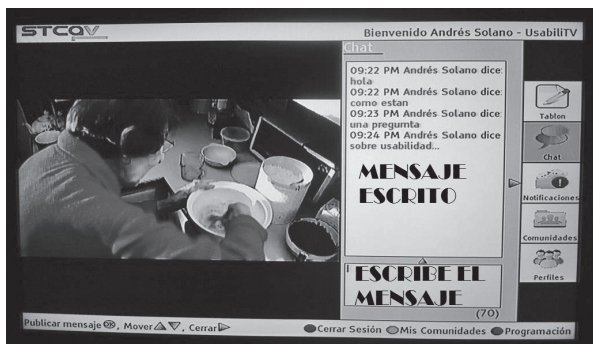
**FIGURA 6.** Votación.



## 5.5 CHAT

En la figura 7 en la parte inferior "ESCRIBE EL MENSAJE"; se digita el texto que deseo enviar a la persona con la cual estoy interactuando, en la parte de arriba de ese recuadro estarán los mensajes que se han recibido y enviado "MENSAJE ESCRITO". Es importante aclarar que estos mensajes son guardados en la base de datos y estarán disponibles para cuando se necesiten, ya que el servicio guarda el mensaje como meta-información y luego es consultada según el último mensaje que llegó y se va mostrando.

FIGURA 7. Chat.



El tiempo de respuesta en cuanto a visualizar el texto desde el cuadro de "ESCRIBIR MENSAJE" hasta el CUADRO DE "MENSAJE ESCRITO", es de 2,2seg para expertos y 2,4seg para estudiantes. Claro que si se cuenta el tiempo en que el usuario introduce el texto este varía en un promedio de 5 seg teniendo en cuenta que se les da una longitud máxima por mensaje de 40 letras por escribir.

## 5.6 NOTIFICACIONES

FIGURA 8. Notificaciones.



La figura 8 muestra las notificación en caso de que sea de una persona importante según el usuario lo haya estimado antes, le aparecerá una estrella en la parte superior derecha.

Las notificaciones tardan entre 1,2 y 1,3 seg. Debido a las imágenes de perfil que tengan las personas que dejaron mensajes u otro tipo de notificaciones.

## 5.7 FORO O TABLÓN

FIGURA 9. Foro o Tablón.



El foro, sigue el mismo principio del chat, almacena los mensajes de manera jerárquica según el orden de llegada y luego se visualizan, para este caso el mensaje debe escribirse en la parte de arriba del recuadro blanco "escribe aquí tu comentario" en la figura 9, se visualiza abajo y tiene una diferencia del chat es la imagen del perfil del usuario que se toma de la base de datos y se agrega al mensaje, de manera que se pueda visualizar que persona es la que esta participando.

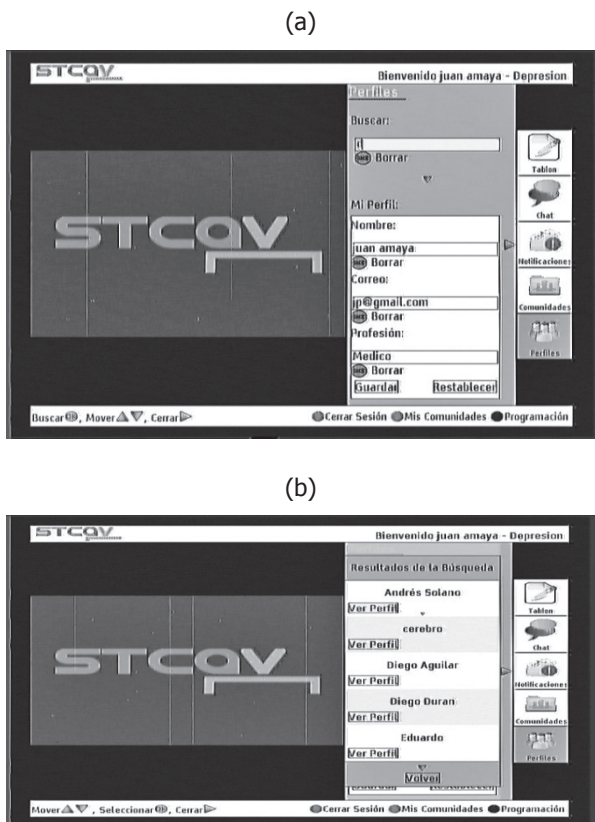
El tiempo de respuesta estimado es de 2,2seg. Este tiempo es aproximado al del chat. No se permiten textos con más de 40 letras, con el fin de que se puedan visualizar los mensajes en excelente calidad a todos los usuarios.

## 5.8 GESTIÓN DE PERFIL

Este servicio permite, modificar algunos datos del perfil como correo, nombre, edad; sin embargo hay otra información que debe ser modificada por el usuario web y no el TDi, como es el cambiar la foto, este queda como trabajo futuro para poder cambiarla directamente desde el televisor. Por otro lado se puede buscar personas conocidas y ver los perfiles como se ve en la figura 10 (b).

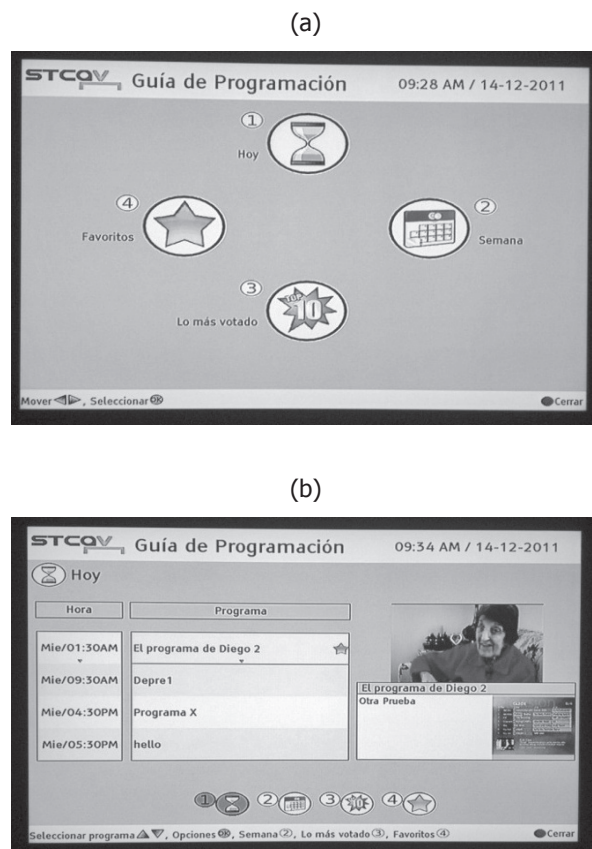
Para ver el perfil demora entre 1 y 1,6 seg, este tiempo depende de la cantidad de imágenes que tenga que cargar el servicio. Para los que no tienen imagen es de 1seg, pero para los otros varía según el formato, el menor tiempo se da con formato jpg, y el mayor probado fue con formato gif.

**FIGURA 10.** Gestión de Perfil.



canal de retorno. Es por esta razón que el tiempo supera los 3 seg y alcanza un promedio de 3,5seg. Tiene que cargar imágenes de diseño, imágenes de contenidos y publicidad, además de los datos de información y para ellos debe consultar más de 1 base de datos.

**FIGURA 11.** EPG.



**5.9 EPG**

En la figura 11 (a), se tienen 4 opciones del a EPG, el usuario puede ver la programación del día, o la de la semana, adicional a esto puede marcar sus programas favoritos y también tendre la opción de ver cuales son los más votados por los demás usuarios, de esta forma el podrá ver si le interesa alguno y adquirir y generar nuevo conocimiento.

En la figura 11 (b), se puede observar como se ve la guía desplegada en el "Hoy", se ve la hora, el programa y sus favoritos marcados con una estrella y se tiene la opción de volver a las anteriores.

Este servicio se puede cargar de dos maneras, una es que este guardado en el STB receptor y solo use el canal de retorno para actualizar los datos de la guía según la base de datos o directamente que cargue cada vez que lo pida el usuario desde el canal de retorno y además actualice la información.

Para esta prueba se probó el caso extremó de cargar todo el servicio cada vez que se llame la aplicación por el

El proceso de pruebas, para validar esta arquitectura fue un proceso de realizar diferentes prototipos con pequeños pasos hacia esta arquitectura, donde se inicia con componentes básicos de una arquitectura de servicios interactivos que son: servidor broadcast, servidor de base de datos y servido de contenidos y servicios, se procede a implementar los servicios que permiten la interactividad local y remota, obteniendo el primer prototipo de una arquitectura aceptable, propuesta en [4], sin embargo le faltaba ser refinada, es así como después surge esta propuesta y fue con ella que se logró terminar el proyecto y cumplir con el objetivo de implementar los servicios T-Learning que se requerían para cumplir los objetivos del STCAV; siempre buscando mejorar los servicios T-Learning en base a los resultados obtenidos en las pruebas del caso de estudio y orientándolos siempre al aprendizaje colaborativo.

Esta arquitectura es genérica, ya que si se desea podría ser adaptada en otro contexto de servicios, es flexible porque se adapta fácilmente a cualquier cambio además soportar servicios dependientes e independientes del contenido, permite la gestión tanto de los contenidos como de los servicios y usuarios, garantiza la interactividad que es la principal característica en TDi, ya sea a través del canal de broadcast, como del canal de retorno.

## 6. DVB-T VS DVB-T2

En este artículo se ha propuesto una arquitectura sobre el estándar DVB-T, sin embargo actualmente ya se cuenta con la segunda versión del mismo DVB-T2.

DVB-T2, cuenta con varias mejoras a nivel físico, como son: el cambio de la codificación reed Solomon por LPDC+BCH, la modulación de 64QAM, ahora se permite hasta 256QAM logrando mayor número de combinaciones en amplitud y fase; permitiendo obtener para una misma velocidad de transmisión mayor tasa de bits, mejorando considerablemente el throughput obteniendo una mejor calidad de la señal transmitida. [21] [22] [23].

En cuanto al nivel de aplicación, DVB-T2 no se han encontrado grandes cambios, el más significativo es la variedad de mediadores que soporta, como son MHP, HbbTV y MHEG5, sin embargo la literatura menciona que actualmente se viene usando el MHEG5 o ISO/IEC 13522-5 [24], se usa como un middleware estándar público y permite un amplio rango de servicios a ser desplegados. Tiene como ventajas el ser rentable, abierto y eficiente; es usado para enviar y recibir señales para televisión interactiva.

En base a lo anterior, se puede pensar que si se desea implementar servicios T-Learning sobre DV-T2, esta arquitectura genérica sirve, porque los cambios a realizar no afectan la estructura de la misma, los cambios físicos no alteran el componente de transmisión, se seguiría conservando la misma filosofía descrita en los componentes de proveedor de servicios y contenidos; con respecto al mediador, no debe hacerse cambios en los componentes arquitectónicos, el cambio está en el diseño y construcción de los servicios que se desplieguen.

Considerando las mejoras de la nueva versión DVB, se puede pensar que el desempeño de los servicios T-Learning sobre DVB-T2 mejoraría notablemente, ya que el throughput mejora, además el tiempo de respuesta de las peticiones sería menor, y la calidad de

la señal frente al ruido e interferencias aumentaría. Lo cual abre un campo de investigación interesante para los evaluadores de calidad.

## 7. CONCLUSIONES.

Esta arquitectura para el despliegue de servicios T-Learning es un aporte significativo de lo cual se concluye: 1) Provee el uso de la interactividad dando soporte a la educación a distancia en lugares donde no se cuenta con internet. 2) Con esta arquitectura la gestión de servicios garantiza mejor uso del canal de retorno y del medio de difusión. 3) Al tener un gestor de usuarios se garantiza que haya personalización en el aprendizaje. 4) con los servicios como foro y chat, se provee un aprendizaje participativo y colaborativo que garantiza la construcción de nuevo conocimiento. 5) Se está aportando al área de servicios y aplicaciones interactivas, de manera que esta arquitectura puede ser adaptada a diferentes contextos y medios (t-salud, t-comercio y por otro lado IPTV). 6) Al tener un transcodificador se le da la posibilidad a los proveedores de contenidos usar diferentes formatos haciendo más fácil la difusión de los mismos. 7) El evaluar los tiempos de respuesta a las peticiones de los usuarios permiten ver el desempeño del sistema, en este caso los tiempos no superan los 2 segundos en el peor de los casos es de 3 segundos cuando se tienen imágenes en formatos diferentes a jpg, y para este caso superan el número de hasta 10 imágenes en un servicio como lo es la EPG, se aconseja usar formatos livianos pero imágenes de buena calidad, para cargar más rápido las aplicaciones. 8) Los tiempos estimados de respuesta son aceptables por parte de los usuarios, ya que una persona puede esperar respuesta hasta de 2 segundos sin sentir diferencia con las respuestas que reciben a diario en Internet. 9) a nueva versión del estándar de transmisión DVB-T2, trae muchas mejoras el desempeño del despliegue de servicios y contenidos T-Learning, es por eso que se recomienda para próximos trabajos implementarlos sobre este estándar, teniendo en cuenta los múltiples mediadores en especial MHEG5.

## 8. TRABAJOS FUTUROS.

Entendiendo que esta arquitectura puede ser usada sobre el estándar DVB-T2/IP, se propone un trabajo de investigación de: análisis del desempeño de servicios T-Learning sobre DVB-T2 usando canal de retorno IP.

## 9. AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo ha sido realizado en la Universidad del Cauca parcialmente financiado por los proyectos GESTV,

Cod 1103 521 28387, financiado por COLCIENCIAS, RedAUTI y ST-CAV, cod 1103 489 25425, financiado por COLCIENCIAS y el SENA.

## 10. REFERENCIAS.

- [1] AIMC. (2000). Datos de investigación de penetración de los medios de comunicaciones. Recuperado (2013, Junio 20) de <http://www.aimc.es/-Datos-EGM-Resumen-General-.html>.
- [2] Kühhirt, U., & Dunker, P. (2008). Providing Interactive Services in Digital Video Broadcasting Networks. First International Conference on Designing Interactive User Experiences for TV and Video del 22 al 24 de Octubre de 2008. (p. 1-4). Silicon Valley (San Francisco Bay Area), California, USA.
- [3] Acevedo, C. (2010). Proceso de Adaptación de una Aplicación de e-aprendizaje a t-aprendizaje. Información Tecnológica, 21, 27-36.
- [4] Morris, S., & Smith-Chaigneau, A. (2005). Interactive TV Standards. Focal Press. ISBN: 0-240-80666-2.
- [5] Puri, A., & Chen, T. (2000). Multimedia Systems, Standards, and Networks. AT&T Labs Red Bank y Carnegie Mellon. University Pittsburgh: Marcel Dekker.
- [6] Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM) Specification 1.2.2 including IPTV, ETSI TS 102 728 V1.1.1.
- [7] Chiara, S., & otros. (2009). T-learning for social inclusion. eLearning Papers, 12, 1-12. ISSN: 1887-1542.
- [8] Instituto Tecnológico de Aragón. CETVI Centro de Referencia en Televisión Interactiva. Recuperado (2013, Septiembre 9) de [http://www.cetvi.es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=15](http://www.cetvi.es/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=15).
- [9] Elearning papers. Increase learning opportunities at home, office and school via interactive digital TV (iDTV). Recuperado (2013, septiembre 9) de <http://www.elearningpapers.eu/en/project/elu>.
- [10] Lopez-Nores, M., Blanco-Fernandez, Y., & Pazos-Arias, J. (2010). Architecting multimedia-rich collaborative learning services over Interactive Digital TV, IEEE 5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) del 16 al 19 de Junio de 2010. (p. 1-6). Santiago de Compostela, España. ISBN: 978-1-4244-7227-7.
- [11] Brandao, J. V. (2008). Interactividad en la Televisión Digital - Un Estudio Preliminar. Recuperada (2013, Junio 18) de <http://www.razonypalabra.org.mx/antteriores/n31/ajoly.html>.
- [12] Cerón, G., & Arciniegas, J. L. Análisis del rendimiento de TDT con canal de retorno IP en NS2. (2012). COLCOM 2012 del 16 al 18 de mayo de 2012. (p.1-6). Cali, Colombia: Universidad de ICESI. ISBN: 978-1-4673-1267-7.
- [13] Damasio, M. T-learning and interactive television edutainment: the portuguese case study. (2004). EUROITV 2004 del 30 de mayo al 1 de abril. (p.9-16). Brighton, U.K: University of Brighton.
- [14] Campo, W. (2013). Arquitectura de Software para el Soporte de Comunidades Académicas Virtuales en Ambientes de Televisión Digital Interactiva. Formación Universitaria, 6, 3-14.
- [15] MHP Knowledge Project (MHP-KDB). (2006) The MHP-Guide, A comprehensive Guide to the Multimedia Home Platform, the underlying technology and possible uses. Recuperada (2013, Mayo 30) de <http://es.scribd.com/doc/35665/mhpguide>.
- [16] Gal-oz, N., & Grinshpoun, T. (2010). Sharing Reputation Across Virtual Communities. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 5, 1-25. ISSN: 0718-1876 Electronic Version.
- [17] Melendreras, R., & Sánchez, J. (2008). Guía Para El Usuario De La Televisión En Alta Definición. Universidad Católica de San Antonio (UCAM). ISBN- 978-88-432-0065-8.
- [18] Digital Video Broadcasting (DVB); Globally Executable MHP (GEM) Specification 1.3 including OTT and hybrid broadcast / broadband), ETSI TS 102 728 V1.2.2.
- [19] Receptores DVB-T, Recuperado (2014, Junio 10) de <http://www.inteco.es/file/zznjaZdzHJA9HB9gW6FIZA>. p10.
- [20] Tique, J. (2012). Comunidades académicas virtuales en entornos de Televisión Digital Interactiva. JAUTI 2012 del 22 al 26 de octubre.

(p. 129-141). La Plata, Argentina: UNLP.

- [21] DVB-T2. ETSI EN 302 755 V1.3.1 (2012-04) , Recuperado (2014, Junio 10) de [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/302700\\_302799/302755/01.03.01\\_60/en\\_302755v010301p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/302700_302799/302755/01.03.01_60/en_302755v010301p.pdf).
- [22] Understanding DVB-T2, Recuperado (2014, Junio 10) de [http://www.digitag.org/DTTResources/DVB-T2\\_Handbook.pdf](http://www.digitag.org/DTTResources/DVB-T2_Handbook.pdf).
- [23] San, O. (2009). Análisis Y Simulación De La Capa Física Del Estándar Dvb-T2. Universidad Carlos III de Madrid. Madrid, España.
- [24] MHEG, Mediador para despliegue de servicios Tv interactive, Recuperado (2014, Junio 10) de <http://www.mheg.org/users/mheg/index.php>.