

**Arquitectura de Software para  
aplicaciones de publicidad interactivas en ISDB-Tb,  
usando Ginga-NCL y servicios web**

por

Sergio Daniel Canchi y Mario Humberto González

presentado ante la Facultad de Matemática, Astronomía y Física  
como parte de los requerimientos para la obtención del grado de  
Especialista en Servicios y Sistemas Distribuidos de la

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA**

Junio, 2013

©FaMAF – UNC año 2013

Director: Dr. Ricardo Medel



## **Información para catalogación bibliográfica**

### **Resumen de catálogo**

*El despliegue definitivo de la televisión digital impactará en la forma en que se utiliza la televisión y en los modelos de negocios asociados. Basados en el estándar ISDB-Tb y en su middleware Ginga -cuyos detalles técnicos explicamos en este trabajo- proponemos una arquitectura de software para un contexto concreto de necesidades de información, orientada a favorecer el despliegue - junto con la señal de televisión- de aplicaciones interactivas de publicidad, de forma que estas aplicaciones puedan ofrecer interactividad local o remota, que impliquen o no el uso del canal de retorno bidireccional receptor-transmisor. La propuesta permite el uso de tecnologías de context-awareness, web semántica, personalización y servicios web. Mediante el contraste con el contexto planteado, establecemos que la arquitectura es apropiada.*

### **Clasificación**

D. Software

D.2 SOFTWARE ENGINEERING

D.2.11 Software Architectures

Domain-specific architectures

H. Information Systems

H.3 INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL

H.3.4 Systems and Software

Distributed systems

H.3.5 Online Information Services

Commercial services

Web-based services

### **Palabras clave**

televisión digital, ISDB-Tb, Ginga, arquitectura de software, publicidad, servicios distribuidos, servicios web, web semántica, sensibilidad al contexto, personalización, televisión digital interactiva.



## **Resumen**

*El inevitable cambio tecnológico desde la televisión analógica hacia la televisión digital (TVD) impactará en la manera en que se utiliza la televisión y en los modelos de negocios asociados. El estándar brasileiro de TVD, cuyos detalles técnicos explicamos en este trabajo, ofrece características sobresalientes que permiten vislumbrar nuevas perspectivas para el desarrollo de software orientado a la publicidad y al comercio electrónico.*

*En este trabajo, proponemos una arquitectura de software para favorecer el despliegue -junto con la señal de televisión- de aplicaciones interactivas de publicidad, de forma que estas aplicaciones puedan ofrecer funcionalidad basada en interactividad local o remota, que impliquen o no el uso del canal de retorno bidireccional receptor-transmisor. La arquitectura está basada en el middleware Ginga y surge de considerar objetivos tecnológicos alineados a objetivos de negocio, requerimientos funcionales y no funcionales, y restricciones del contexto. Nuestra propuesta permite el uso de tecnologías de context-awareness, web semántica, personalización y servicios web.*

*Mediante su contraste con el contexto planteado desde diferentes perspectivas, incluyendo análisis de escenarios, consideración de riesgos y estrategias de mitigación de los mismos, establecemos que la arquitectura propuesta es apropiada para el uso en el estándar brasileiro de TVD con distintos niveles de interacción con el usuario-telespectador.*



**Abstract**

*The inevitable technological change from analog television to digital television (DTV) will impact on the way television is used and on its associated business models. The Brazilian DTV standard, whose technical details are explained in this work, offers outstanding features that allow envision new perspectives for the development of advertising and e-commerce oriented software.*

*We propose a software architecture to facilitate deployment –along with the television signal- of advertising applications so that these applications can provide functionality based on local or remote interaction, involving or not the use of the bidirectional return channel. The architecture is based on the Ginga middleware and was created taking into account technology goals aligned to business goals, functional and nonfunctional requirements, and context restrictions. Our proposal requires the use of context-awareness technologies, semantic web, and web services.*

*By contrasting different perspectives with the context described, including scenario analysis, risks and mitigation strategies, we establish that the proposed architecture is suitable for use in the Brazilian DTV standard with different levels of interaction with the user-viewer.*



*A mi hija Muriel*

*-Sergio*

*A mi familia, por su apoyo y compañía*

*-Mario*



Agradecemos a todos los docentes de la Especialización en Servicios y Sistemas Distribuidos de FaMAF por su entrega, muy especialmente al Dr. Ricardo Medel por su paciencia, generosidad y consejo experto.



## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>PRESENTACION</b>	<b>1</b>
1.1	Introducción . . . . .	1
1.2	Motivación . . . . .	2
1.3	Trabajos relacionados . . . . .	2
1.4	Objetivo del trabajo . . . . .	4
1.5	Organización del trabajo . . . . .	5
	<i>Resumen</i> . . . . .	5
<b>2.</b>	<b>SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISION DIGITAL TERRESTRE</b>	<b>7</b>
2.1	Antecedentes . . . . .	7
2.2	Características de la norma SBTVD-T . . . . .	8
2.2.1	Codificación de la fuente . . . . .	10
2.2.1.1	Codificación de video . . . . .	11
2.2.1.2	Codificación de audio . . . . .	12
2.2.1.3	Formateo de datos . . . . .	12
2.2.2	Capa de transporte . . . . .	13
2.2.3	Transmisión y recepción. . . . .	15
2.2.4	Middleware . . . . .	16
2.2.5	Canal de interactividad . . . . .	16
	<i>Resumen</i> . . . . .	17
<b>3.</b>	<b>MIDDLEWARE GINGA</b>	<b>19</b>
3.1	El concepto de middleware en la TV Digital . . . . .	19
3.2	Características de un middleware para TV Digital. . . . .	19
3.3	El Middleware Ginga . . . . .	21
3.3.1	Arquitectura . . . . .	22
3.3.2	Implementaciones . . . . .	28
	<i>Resumen.</i> . . . . .	28

<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE</b>	<b>29</b>
4.1	Contexto . . . . .	29
4.2	Requerimientos de arquitectura . . . . .	30
4.2.1	Casos de uso relevantes para la arquitectura . . . . .	31
4.2.1.1	Desplegar software de publicidad . . . . .	31
4.2.1.2	Atender peticiones de interactividad . . . . .	31
4.2.2	Requerimientos de los stakeholders. . . . .	32
4.2.2.1	Publicistas. . . . .	32
4.2.2.2	Radiodifusores . . . . .	32
4.2.2.3	Administradores de infraestructura tecnológica . . . . .	33
4.2.3	Restricciones . . . . .	33
4.2.4	Requerimientos no funcionales . . . . .	33
4.3	Propuesta de solución. . . . .	34
4.3.1	Vista general de la arquitectura. . . . .	34
4.3.2	Breve referencia acerca de las tecnologías involucradas en la solución 34	
4.3.2.1	Caracterización y manipulación de contenido multimedia . . . . .	35
4.3.2.2	Web Semántica . . . . .	35
4.3.2.3	Servicios Web . . . . .	35
4.3.3	Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad . . . . .	35
4.3.4	Aplicación de Publicidad . . . . .	38
4.3.5	Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales. . . . .	39
4.4	Análisis de la Propuesta de Solución. . . . .	40
4.4.1	Cumplimiento de los requerimientos. . . . .	40
4.4.2	Análisis de escenarios. . . . .	41
4.4.3	Riesgos y limitaciones. . . . .	44
	<i>Resumen.</i> . . . . .	44
<b>5.</b>	<b>DISCUSION</b>	<b>47</b>
	Perspectivas de trabajo futuro . . . . .	50
	Consideraciones finales . . . . .	51
	<b>APENDICE A: TV Digital en Argentina . . . . .</b>	<b>53</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA . . . . .</b>	<b>57</b>

## Abreviaturas

ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnicas</i>
ANATEL	<i>Agência Nacional de Telecomunicações (Brasil)</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ATSC	<i>Advanced Television Systems Committee standards</i>
BST-OFDM	<i>Band Segmented Transmission–Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>
BTS	<i>Broadcast Transport Stream</i>
CC	<i>Closed Caption</i>
DTMB	<i>Digital Terrestrial Multimedia Broadcast</i>
DVB	<i>Digital Video Broadcasting</i>
DVB-T	<i>Digital Video Broadcasting, Terrestrial</i>
DVB-T2	<i>Digital Video Broadcasting, Second Generation Terrestrial</i>
EPG	<i>Electronic Program Guide</i>
ES	<i>Elementary Stream</i>
GEM	<i>Globally Executable MHP</i>
Ginga-CC	<i>Ginga Common Core</i>
GPL	<i>GNU General Public License</i>
HDTV	<i>High-Definition Television</i>
IPTV	<i>Internet-Protocol television</i>
ISDB	<i>International Standard for Digital Broadcasting</i>
ISDB-T	<i>International Standard for Digital Broadcasting - Terrestrial</i>
ISDB-Tb	<i>International Standard for Digital Broadcasting – Terrestrial, Brazilian version</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
ITU-T	<i>ITU Telecommunication Standardization Sector</i>
LDTV	<i>Low-Definition Television</i>
LIFIA-UNLP	<i>Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada de la Universidad Nacional de La Plata</i>
MHP	<i>Multimedia Home Platform</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MPEG-2 ACC	<i>MPEG-2 Advanced Audio Coding</i>
NCL	<i>Nested Context Language</i>
OAD	<i>On-Air Download</i>
OTT	<i>Over-the-top</i>
PAT	<i>Program Association Table</i>
PES	<i>Packetized Elementary Stream</i>
PMT	<i>Program Mapping Table</i>
SATVD-T	<i>Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre</i>
SBTVD-T	<i>Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre</i>
SDTV	<i>Simple-Definition Television</i>
SI	<i>Servicios de información</i>
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i>
STB	<i>set-top-box</i>
TDA	<i>Televisión Digital Abierta</i>
TS	<i>Transport Stream</i>
TVD, TV Digital	<i>Televisión Digital</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VoD	<i>Video on-demand</i>
W3C, WWWC	<i>World Wide Web Consortium</i>
Xdsl	<i>Digital Subscriber Line technologies</i>



## 1. PRESENTACION

*En este capítulo realizamos una introducción a la TV Digital, destacando el impacto que tendrá el cambio tecnológico asociado a esta tecnología. Presentamos la motivación, objetivo y alcance de este trabajo integrador. Analizamos diferentes investigaciones realizadas relativas a la temática presentada, y bosquejamos la organización de este trabajo.*

### 1.1 Introducción

La televisión es un medio de comunicación masivo de alta incidencia en la población. Desde el punto de vista de la usabilidad, se caracteriza –entre otros– por su facilidad de uso por parte de una gran diversidad de televidentes de distinta idiosincrasia, edad, nivel socio-económico, etcétera. Los cambios asociados a la tecnología de la televisión tuvieron y tendrán un impacto global importante [Redondo et al., 2012].

La televisión digital (TV Digital) implica un cambio respecto de la tecnología involucrada en la transmisión y recepción de la señal de televisión, lo que marcará un cambio sustancial en la manera en que la población conoce y utiliza la televisión actualmente. Este cambio tecnológico posibilitará no sólo una mejor calidad de audio y video, sino también nuevas maneras de desplegar contenidos –que ya no serán sólo de audio y video como en los programas de televisión actuales–, nuevos servicios destinados a los televidentes, y nuevas maneras en que el televidente podrá interactuar con esos contenidos mediante el control remoto de su receptor de TV Digital.

El cambio tecnológico que implica la TV Digital también tendrá un impacto en los negocios asociados a la televisión. El modelo de negocios tradicional asociado a las estaciones de televisión, que ha funcionado razonablemente bien en las décadas pasadas, está comenzando a romperse [Berman, Duffy, Shipnuck, 2006]. Nuevas características tecnológicas relacionadas a la TV Digital –especialmente aquellas vinculadas con la interactividad del usuario– facilitarán la integración con otras tecnologías que posibilitarán, a su vez, nuevas oportunidades de negocios. Los televidentes demandarán nuevas maneras de consumir contenidos en varios tipos diferentes de receptores de TV Digital.

Gran parte de los países de Latinoamérica han adoptado el estándar brasileiro de TV Digital, denominado Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T), y han iniciado el camino que lleva al apagado definitivo de la televisión analógica que se usa actualmente (ver Apéndice A: TV Digital en Argentina). El SBTVD-T, basado a su vez en el estándar japonés ISDB-T, constituye un hito importante desde el punto de vista tecnológico: las mejoras técnicas que el estándar brasileiro introduce respecto del estándar japonés lo posiciona como una de las mejores tecnologías asociadas a la TV Digital a nivel mundial, lo que permite múltiples y mejores prestaciones. La adopción de esta

tecnología por parte de gran parte de Latinoamérica representa un paso importante a nivel político, social y económico para la región. El camino hacia el apagado de la televisión analógica comprende no sólo el despliegue tecnológico de la TV Digital, sino también la creación de un nuevo marco regulatorio asociado al uso de esta nueva tecnología que incidirá directamente en el aprovechamiento de las oportunidades de negocios.

## **1.2 Motivación**

Una de las principales innovaciones que introduce la TV Digital, especialmente en el contexto del SBTVD-T, es la posibilidad de proveer un amplio rango de nuevos servicios mediante software. El software puede desplegarse junto con la señal de audio y video de TV Digital –desde el transmisor hasta el televidente–, descargarse a través del canal de interactividad o desplegarse a través de un medio de almacenamiento conectado al receptor de TV Digital. De esta manera, el televidente podrá utilizar aplicaciones construidas específicamente para ejecutarse en el receptor de TV Digital. El *middleware Ginga*, una capa de software de estándares abiertos contemplada en el SBTVD-T, hace posible la ejecución de dichas aplicaciones. Además, el SBTVD-T establece las tecnologías de comunicación que pueden utilizarse para que las aplicaciones en ejecución en el receptor de TV Digital puedan intercambiar información con el transmisor de la señal de TV Digital o con otros proveedores de servicios, usando el canal de interactividad.

Este gran potencial del SBTVD-T –que amplía el rango de posibilidades de *interactividad* en TV Digital– nos impulsa a abordar el desarrollo de software para TV Digital. Como describiremos más adelante en este capítulo, nos enfocaremos en aplicaciones de publicidad para TV Digital. Existen numerosas investigaciones relacionadas con esta temática, algunas de las cuales exponemos en la siguiente sección.

## **1.3 Trabajos relacionados**

La publicidad es un pilar importante en la industria de la televisión y es objeto de estudio de diversas áreas del conocimiento por su impacto social y económico. Fallas en la comunicación de los mensajes publicitarios –creciente agresividad por invasión constante de publicidad en los contenidos de televisión, publicidad referida a temática no relevante para el televidente, etc.– resultan contraproducentes en general para anunciantes y operadores de televisión. Los efectos van desde la apatía y el rechazo por parte de los consumidores hacia el mensaje publicitario [Mittal, 1994], hasta la migración del televidente hacia otros canales de televisión e, incluso, hacia otros medios de difusión de contenido audiovisual, como por ejemplo los servicios de contenido OTT<sup>1</sup> o VoD<sup>2</sup>.

En este contexto, se vislumbra que las tecnologías vinculadas a la interactividad en la TV Digital pueden ofrecer nuevas perspectivas para la

---

<sup>1</sup> OTT (*Over-The-Top content*) refiere, en el ámbito de las tecnologías asociadas a la televisión digital, a la difusión de contenidos audiovisuales por Internet sin que el proveedor de servicios de internet esté involucrado en el control o distribución de esos contenidos. Típicamente, los usuarios visualizan contenidos OTT –emitidos en vivo y en directo o no– mediante dispositivos con conexión a Internet, como computadoras personales, teléfonos y consolas de juegos.

<sup>2</sup> VoD (*Video On-Demand*) es un servicio que permite al televidente solicitar un determinado contenido de audio y video, luego de lo cual dicho contenido inicia su reproducción para ese televidente.

publicidad y el comercio electrónico. Al respecto, existen diferentes trabajos publicados orientados a lograr personalización en la publicidad para TV Digital, como [Teófilo et al., 2011], [Athanasidis, Mitropoulos, 2010], [Pessemier et al., 2008] y [Redondo et al., 2012]. Estos trabajos buscan integrar los avances actuales en las áreas de los sistemas de recomendación, la caracterización del contenido multimedia, el *context-awareness* de las aplicaciones de software y la web semántica –entre otras áreas- con estudios relacionados a la interacción hombre-máquina y el comportamiento y las necesidades del televidente.

Cabe precisar que, en general, dichas investigaciones presentan implementaciones basadas en la plataforma de software de un estándar de TV Digital específico. En la actualidad, los estándares de TV Digital terrestre vigentes son *ATSC* (Advanced Television System Committee) desarrollado por los EE.UU., *DVB-T/DVB-T2*, (Digital Video Broadcasting – Terrestrial / Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial) desarrollado por la Unión Europea, *ISDB-T*, (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial) desarrollado por Japón, *ISDB-Tb*, (Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial, Brazilian versión; sus siglas en español son SBTVD-T, Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre), y *DTMB* (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) desarrollado en China. Cada estándar adopta una plataforma de desarrollo de software específica.

Un sistema de recomendación basado en una *relación preexistente* entre el contenido que el televidente está observando y las publicidades productos y eventos asociados a dicho contenido se expone en [Teófilo et al., 2011]. Allí se describen la experiencia en el desarrollo de la interfaz de usuario y el uso de la misma a través del control remoto. El prototipo que presentan se basa en una aplicación cliente implementada en el hardware del receptor. La aplicación envía, vía Internet, información acerca del programa de televisión en pantalla a un servicio web, el cual consulta una base de datos de eventos buscando productos relacionados con el programa y devuelve a la aplicación la información encontrada. Dicho prototipo está simulado en un ambiente basado en herramientas propietarias de Microsoft, usando SOAP para intercambiar mensajes entre la aplicación y el servicio web. Consideran como posible desarrollo futuro la integración de esta implementación en un ambiente MHP<sup>3</sup> de la norma DVB-T.

En [Athanasidis, Mitropoulos, 2010] los autores proponen un método de personalización de publicidad basado en la identificación del televidente mediante un proceso de registración y declaración de información personal vinculadas a su estilo de vida, en la recolección de información de sus hábitos de consumo de contenidos y en el establecimiento de reglas que vinculan perfiles de televidente con avisos publicitarios. Con ésto, generan un mecanismo de *subastas automatizadas*, en las cuales *agentes* (que, en general, representan a los avisos que podrían mostrarse) compiten por *slots de tiempo*, para lo cual un *broker* selecciona el mejor postor, basado en ciertos criterios que incluyen a las reglas descritas anteriormente. Exponen una implementación basada en el middleware MHP de la norma DVB.

[Pessemier et al., 2008] sugieren un algoritmo, basado en reglas, que calcula la publicidad más apropiada, combinando metadatos acerca de las

---

<sup>3</sup> MHP (*Multimedia Home Platform*) es la plataforma de desarrollo de software para TV Digital –basada en Java- adoptada por DVB-T.

publicidades disponibles, información personal provista por el televidente (edad, género, región geográfica, categorías de productos de interés, datos recolectados de las publicidades de su interés en televisión, las que visita en Internet y las que visita usando una plataforma móvil) y preferencias de la comunidad. No mencionan detalles acerca de implementaciones o prototipos para algún estándar de TV Digital específico.

[López-Nores et al., 2010] proponen un sistema de publicidad personalizada para receptores de TV Digital fijos y móviles, que usa técnicas de razonamiento semántico para seleccionar la publicidad más apropiada a las preferencias del televidente, junto con capacidades de composición multimedia en tiempo real para posicionar la publicidad en el programa que el televidente está mirando. Presentan una implementación conceptual basada en el middleware MHP de la norma DVB-T. En [López-Nores et al., 2009] analizan la transmisión de metadatos asociados a cada cuadro de la imagen, la identificación de productos que están semánticamente asociados a los objetos de interés del televidente y publicidad interactiva correspondiente más apropiada a sus intereses. Particularizan sus investigaciones en [Blanco-Fernández et al., 2009] analizando la generación automática de *mashups*<sup>4</sup> combinado con la funcionalidad de servicios web y técnicas automatizadas de razonamiento semántico, orientado al comercio electrónico en la TV Digital. Finalmente, los mismos autores proponen en [Redondo et al., 2012] una arquitectura tecnológica de publicidad para la TV Digital interactiva inspirada en *context-awareness* y en el modelo de negocio de publicidad *pay-per-click* y *pay-per-impression* que se usa en Internet.

[Llanos García, A., Espinoza, N. Sánchez Rojas, J., 2011] ilustran el desarrollo de una aplicación interactiva para publicidad para SBTVD-T. El trabajo muestra el modelado, la implementación y la simulación del funcionamiento de una aplicación de publicidad. Está enfocado en el diseño y desarrollo de una aplicación para SBTVD-T con interactividad local, es decir, la aplicación incluye toda la información que debe mostrar al televidente sin hacer uso del canal de interactividad transmisor-receptor estandarizado en el SBTVD-T.

El desarrollo de software para el SBTVD-T está motorizado por las investigaciones que lideran la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Río) y la Universidad Federal de Paraíba en Brasil y el Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada de la Universidad Nacional de La Plata (LIFIA-UNLP), quienes dan soporte al middleware Ginga que se utiliza para el desarrollo de software para TV Digital en el estándar SBTVD-T. El LIFIA-UNLP realiza numerosas investigaciones relacionadas al desarrollo de software para el SBTVD-T [Alvarez, Balaguer, 2010a] [Alvarez et al., 2010b] [Alvarez, Isasmendi, Balaguer, 2010c] [Bernagozzi, Woites, Balaguer, 2010] como así también trabajos de transferencia de tecnología vinculados a esta temática [LIFIA].

#### **1.4 Objetivo del trabajo**

Este trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta de arquitectura de software para desplegar –junto con la señal de TV Digital, en el marco del SBTVD- aplicaciones de publicidad que ofrezcan diferentes niveles de interactividad. La propuesta está basada en la integración de las normas técnicas

---

<sup>4</sup> *mashup* es una aplicación de software que consolida contenidos provenientes de diferentes fuentes de información.

establecidas por el SBTVD-T con tecnologías de estándares abiertos, para aplicarlas a al ámbito específico de publicidad en televisión.

En este trabajo tomamos en consideración los principales avances de las investigaciones reseñadas anteriormente, de manera de plantear una arquitectura de software que brinde soporte a los mismos en el marco del SBTVD-T. Así, coincidimos con los autores enunciados en la sección anterior acerca de aplicar avances vinculados a personalización, *context-awareness* y web semántica entre otros al diseño de software para publicidad en TV Digital. Nos diferenciamos al considerar el uso de tecnología de estándares abiertos de forma que pueda implementarse con productos de software libre, en el marco del SBTVD-T.

### **1.5 Organización del trabajo**

El presente trabajo continúa en el Capítulo 2, donde describimos el SBTVD-T con el objeto de presentar la tecnología que hace posible el despliegue de software a través de las señales de TV Digital. En el Capítulo 3 exponemos detalles del middleware Ginga, el ambiente de ejecución de aplicaciones definido en la norma SBTVD-T. En el Capítulo 5 presentamos nuestra propuesta de arquitectura de software para aplicaciones de TV Digital, en la cual integramos los conceptos expuestos en los anteriores capítulos a través de una arquitectura que considera, además de los aspectos específicos de software para TV Digital, requerimientos y restricciones concretos para el área de negocio específica de la publicidad en televisión. Cerramos el presente trabajo en el Capítulo 6 con una discusión acerca de todo lo expuesto, trazando posibles líneas de trabajo futuro.

### **Resumen**

*La televisión es un medio de comunicación masivo de alta incidencia en la población. La TV Digital implica un cambio en la tecnología de transmisión y recepción de la señal de televisión, lo que marcará un cambio sustancial en la manera en que la población conoce y utiliza la televisión, y en la manera en que funcionan los negocios asociados a ella, incluyendo la publicidad.*

*Existen varios estándares de TV Digital: ATSC (de origen norteamericano), DVB-T/DVB-T2 (de origen europeo), ISDB-T (de origen japonés), SBTVD-T (de origen brasilero) y DTMB (de origen chino). Cada estándar adopta una plataforma para desarrollo de software para TV Digital. El SBTVD-T -uno de los mejores estándares tecnológicos de TV Digital- ofrece, entre otras mejoras, la posibilidad de transmitir-junto con la señal de televisión- software para ejecutarse en el receptor del televidente. Esto es posible gracias -entre otros- al middleware Ginga, basado en estándares abiertos, contemplado en el SBTVD-T.*

*Existen numerosas investigaciones que proponen innovaciones referidas a la publicidad en el marco de la TV Digital. Estas innovaciones están orientadas, en general, a aplicar avances vinculados a personalización, context-awareness y web semántica, entre otros, al software para publicidad en TV Digital. En este trabajo presentaremos una propuesta de arquitectura de software para desplegar -junto con la señal de TV Digital y en contexto del SBTVD-T- aplicaciones de publicidad con diferentes niveles de interactividad.*



## 2. SISTEMA BRASILEIRO DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE

*En este capítulo presentamos el estándar brasileiro de TV Digital terrestre SBTVD-T. Realizamos una breve cronología de los hechos que le dieron origen y explicamos, desde el punto de vista técnico, cada uno de sus elementos componentes –tomando como referencia el Modelo para TV Digital que establece la Unión Internacional de Telecomunicaciones- de manera de establecer los fundamentos técnicos que hacen posible la transmisión, ejecución e interactividad mediante software en dicho estándar.*

### 2.1 Antecedentes

La acción efectiva de implementar TV Digital en Brasil se inició en la década de 1990 con el trabajo de la Comisión de Comunicaciones de Brasil, un órgano de la *Agencia Nacional de Telecomunicaciones* (Anatel) [de Alencar, 2009]. Desde noviembre de 1998 a mayo de 2000 se llevaron a cabo pruebas - sobre el terreno y en laboratorio- con los tres estándares de TV Digital disponibles en ese momento:

- ATSC, Comité de Sistema de Televisión Avanzado (*Advanced Television System Committee*) desarrollado por Estados Unidos;
- DVB-T, Transmisión de Video Digital versión Terrestre (*Digital Video Broadcasting – Terrestrial*) desarrollado por la Unión Europea;
- ISDB-T, Transmisión Digital de Servicios Integrados versión Terrestre (*Integrated Services Digital Broadcasting – Terrestrial*) desarrollado por Japón.

Además de comparar el desempeño de los estándares disponibles, estas pruebas proporcionaron información sobre las tecnologías apropiadas para las condiciones específicas del medio ambiente, económicas y sociales de Brasil.

En noviembre de 2003, fue lanzado oficialmente el proyecto para el desarrollo del Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T; en inglés, ISDB-Tb, *International System for Digital Broadcasting – Terrestrial, brazilian version*). El objetivo principal del proyecto SBTVD-T fue definir el modelo de referencia para el estándar brasileño de TV Digital, que no sólo incluye la tecnología en sí misma sino también las formas de explotación de los derechos para transmitir y el modelo de transición de la televisión analógica a la digital.

El proyecto SBTVD-T tiene como objetivo proporcionar a la población acceso a la tecnología de TV Digital, promover la inclusión social y un acceso democrático a la información. Un total de 105 instituciones participaron en el proyecto, incluida la industria, universidades, centros de investigación y empresas de radiodifusión. En febrero de 2006 fue dado a conocer el informe

que contiene las recomendaciones para la norma SBTVD. En junio de 2006, el entonces presidente brasileño Luiz Inácio Lula da Silva firmó el decreto que definió oficialmente el período de transición de televisión analógica a digital. De acuerdo con el decreto, SBTVD-T permite la transmisión digital simultánea de video estándar (denominado *SDTV-Simple Definition Television*), de alta definición (denominado *HDTV-High Definition Television*) y de banda angosta (denominado *One-Segment, One-Seg* o *1-seg*, orientada a dispositivos portátiles), y la interactividad.

Las innovaciones de SBTVD-T son las siguientes [de Alencar, 2009]:

- el uso del moderno estándar H.264 para la codificación de vídeo digital, en oposición al estándar MPEG-2 utilizado en las normas ATSC, DVB-T e ISDB-T;
- el middleware Ginga, el cual ha sido diseñado específicamente para el desarrollo de software para SBTVD;
- el uso de la tecnología WiMAX como la plataforma de comunicaciones para el canal de interactividad.

El decreto del gobierno brasileño establece que SBTVD-T debe utilizar la misma tecnología que la empleada por el estándar japonés ISDB-T para la codificación y la modulación de las señales de televisión digitales. El modelo japonés fue elegido porque era considerado el más avanzado:

- soporta transmisión jerárquica en capas con posibilidad de recepción de calidad diferenciada en dispositivos fijos y móviles,
- soporta trama de transporte MPEG-2 lo que posibilita compatibilidad con los otros estándares (DVB y ATSC).
- además, las pruebas de campo y de laboratorio realizadas en Brasil mostraron que la modulación y el sistema de codificación del sistema ISDB-T tuvieron el mejor desempeño.

La transmisión de señales de TV Digital según la norma SBTVD-T se inició en la ciudad de São Paulo el 2 de diciembre de 2007. SBTVD-T mantiene las mismas características que la televisión analógica, en el sentido de que transmite en la banda de VHF/UHF y a cada empresa de transmisión se le asigna un canal de 6 MHz.

Los planes de despliegue de SBTVD-T en Brasil establecían que todas las capitales de estado debían tener cobertura para el final de 2009, y el resto de las ciudades brasileñas para antes que finalice 2013. Durante este periodo, las señales de TV analógicas y digitales convivirán. Inicialmente, los televidentes no necesitan cambiar sus televisores, ya que conectando a los mismos un dispositivo sintonizador de TV Digital –denominado *set-top-box (STB)*- pueden captar canales digitales y visualizar el contenido en televisores analógicos mediante conectores estándares de audio y video.

## **2.2 Características de la norma SBTVD-T**

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, *International Telecommunications Union*) define en [ITU-T, 1996] un modelo de referencia común a todos los sistemas de TV Digital actualmente disponibles, que denominaremos *Modelo ITU-T para TV Digital*.

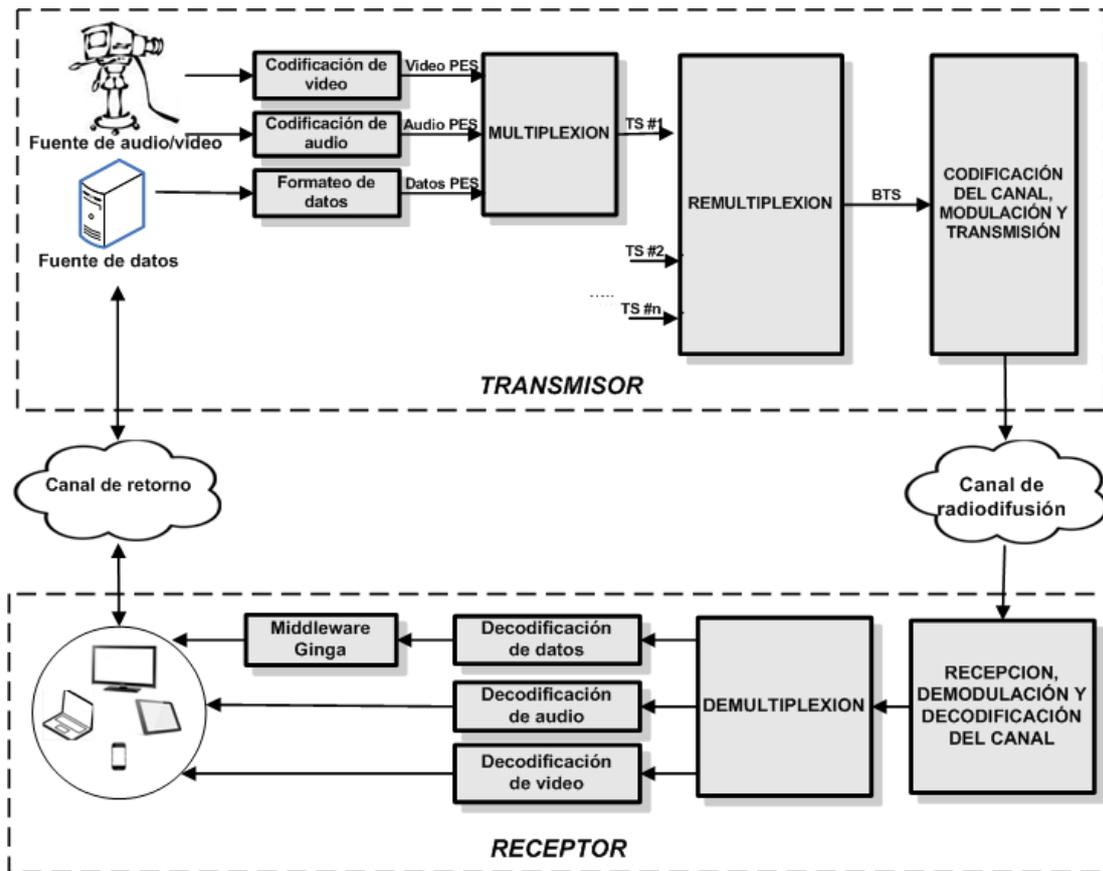
El modelo proporciona una visión general de las principales estructuras que componen un sistema de TV Digital, describiendo cómo funcionan y cómo interactúan entre sí. De acuerdo con este modelo, un sistema de TV Digital terrestre se puede dividir en los siguientes subsistemas:

- Codificación de la fuente: abarca la codificación de audio, vídeo y datos del lado del transmisor y su decodificación del lado del receptor;
- Capa de transporte: se compone de las etapas de multiplexión del lado del transmisor y de demultiplexión del lado del receptor;
- Transmisión y recepción: comprende la codificación del canal y la modulación del lado del transmisor, y la demodulación y decodificación del lado del receptor;
- Middleware: es la capa de software que permite a las aplicaciones ejecutarse en el receptor;
- Canal de interactividad: se trata de los canales de bajada y de retorno, incluyendo la tecnología de las comunicaciones y la infraestructura subyacente.

La norma SBTVD-T es totalmente compatible con este modelo [de Alencar, 2009]. En la Tabla 2.1 se muestran las especificaciones técnicas de las diferentes capas en SBTVD, y en la Figura 2.1 se muestra el diagrama de bloques de la norma.

<b>Capa</b>	<b>Estándar adoptado</b>
<i>Middleware</i>	Ginga
<i>Codificación</i>	H.264 (video) MPEG-2 AAC (audio)
<i>Transporte</i>	MPEG-2
<i>Modulación</i>	BST-OFDM

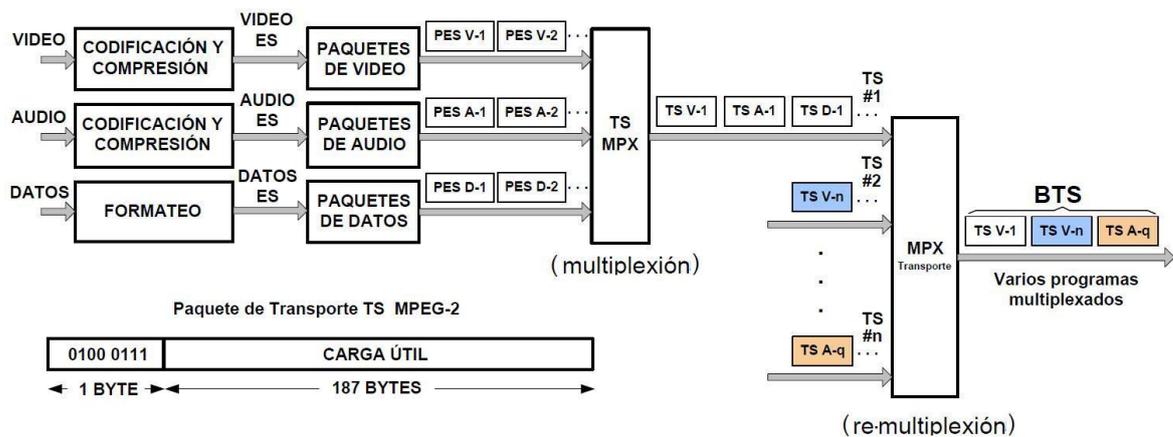
**Tabla 2.1.** Estándares adoptados por SBTVD-T



**Figura 2.1.** Diagrama de bloques de la norma SBTVD-T

### 2.2.1 Codificación de la fuente

La fase de codificación de la fuente se encarga de la compresión de las señales de audio y video y busca reducir la tasa de transmisión de bits. Para ésto, aprovecha la redundancia en las señales de origen para comprimir datos. A continuación se reseñan brevemente los principales procesos –codificación de audio, codificación de video, formateo de datos- que tienen lugar dentro de este subsistema, en base a [Pisciotta, 2010], [de Alencar, 2009] y [Soares, Barbosa, 2012]. En la Figura 2.2 se resumen estos procesos, según [Pisciotta, 2010].



**Figura 2.2** Paquetes de transporte TS y multiplexión MPEG-2

### 2.2.1.1 Codificación de video

La codificación del video es de gran importancia ya que la tasa de bits para una señal de video digital sin comprimir es de 270 Mbps para la definición estándar y de 1.5 Gbps para alta definición. Dado que la tasa de bits disponible para radiodifusión terrestre de video digital es de 19 Mbps (para un canal de 6 Mhz), se hace necesaria la compresión de las señales de video.

La codificación de la señal de video es realizada por un codificador de video del lado del transmisor y es procesada por un decodificador del lado del receptor. En el transmisor, un codificador realiza los siguientes pasos (ver figura 2.2):

- 1º) recibe como entrada una señal de video sin comprimir,
- 2º) realiza la compresión y codificación conforme a un estándar, produciendo un flujo ES de video (*ES-Elementary Stream*, Flujo Elemental),
- 3º) descompone en paquetes el flujo ES de video, produciendo un flujo PES de video (*PES-Packetized Elementary Stream*, Flujo Elemental Empaquetado),
- 4º) entrega el flujo de paquetes PES de video como entrada en el multiplexor de la capa de transporte.

Del lado del receptor, un decodificador de video realiza el proceso inverso para reconstruir la señal de video.

SBTVD-T adopta el estándar de compresión de video H.264. Este estándar es usado para codificar el video en alta definición, en definición estándar y en definición reducida; este último caso está destinado a los receptores móviles y portátiles. Cabe mencionar que las tramas PES son, generalmente, de longitud variable. Como se explicará en la sección 2.2.2, las tramas de transporte permiten combinar programas con diferentes bases de tiempo y con un número variable de paquetes PES de video, audio y datos. Los paquetes PES se multiplexan mediante paquetes TS (Transport Stream), estructuras caracterizadas por tener un tamaño constante de 188 bytes (ver figura 2.2).

La adopción del estándar H.264 es una innovación clave introducida por SBTVD-T en relación a todos los demás estándares de TV Digital. Provee la misma calidad de video pero con la mitad de tasa de bits en relación a MPEG-2, usado por los otros estándares de TV Digital. Esto es posible gracias a nuevos

algoritmos de codificación y filtrado que implican una complejidad computacional superior.

### 2.2.1.2 Codificación de audio

De acuerdo al *Modelo ITU-T para TV Digital* mencionado, el uso de sistemas de audio de 6 canales es una característica deseable para los nuevos sistemas de TV Digital. Estos sistemas de audio son conocidos como *sistemas multicanal* o *Surround 5.1*.

La forma en que se realiza la codificación de la señal de audio es muy similar a la descrita para el video. En el transmisor, un codificador efectúa lo siguiente (ver figura 2.2):

- 1º) recibe como entrada una señal de audio sin comprimir,
- 2º) realiza la compresión y codificación conforme a un estándar, produciendo un flujo ES de audio (*ES-Elementary Stream*, Flujo Elemental); la compresión aquí no es tan crítica como en el caso del video,
- 3º) descompone en paquetes el flujo ES de audio, produciendo un flujo PES de audio (*PES-Packetized Elementary Stream*, Flujo Elemental Empaquetado),
- 4º) entrega el flujo de paquetes PES de audio como entrada en el multiplexor de la capa de transporte.

Del lado del receptor, un decodificador de audio realiza el proceso inverso para reconstruir la señal.

SBTVD-T adopta el estándar MPEG-2 AAC (*MPEG-2 Advanced Audio Coding*). Este estándar posibilita entregar audio con calidad de CD (*Compact Disc*) a una tasa de bits de 96 kbps. Se espera que SBTVD-T transmita audio en estéreo y Surround 5.1 simultáneamente.

### 2.2.1.3 Formateo de datos

El objetivo de la formateo de datos es fragmentar y organizar los flujos de datos de manera que puedan ser multiplexados en la capa de transporte.

Los flujos de datos pueden ser:

- SI (Servicios de información): Se trata de la información de servicio imprescindible para la multiplexación de las señales de radiodifusión en el SBTVD. Esta información de servicio consiste básicamente en las *tablas de información* (*PAT-Program Association Table*, Tabla de Asociación de Programas; *PMT-Program Mapping Table*, Tabla de Mapeo de Programas; entre otras), definición de fecha y hora en formato UTC, el Service ID, y el Virtual Channel. Esto suele implementarse como un dispositivo que provee un solo flujo de datos con toda la información necesaria para multiplexar. Toda esta información de servicios es usada luego en el receptor para poder demultiplexar las señales de radiodifusión recibidas. Los detalles de este flujo están especificados por la norma ABNT NBR 15603 del SBTVD.
- EPG (Electronic Program Guide, Guía Electrónica de Programas): es la información acerca de la grilla de programación que el televidente puede consultar en su aparato receptor. Los detalles de este flujo están especificados por la norma ABNT NBR 15603.
- CC (Closed Caption, Subtitulado simultáneo): consiste en el subtitulado destinado a que personas con dificultades auditivas puedan interpretar el audio de programas de televisión. Los detalles de este flujo están especificados por las normas ABNT NBR 15606-1 y ARIB STD-B24 VOL1 PART 3.

- Ginga/OAD (On-Air Download): consiste en el flujo que contiene aplicaciones Ginga y todos los recursos utilizados por ellas, actualizaciones del firmware del set-top-box del usuario y la información asociada. Esta funcionalidad suele verse implementada como un dispositivo (comercialmente denominado *appliance*) que básicamente organiza un carrusel de datos y de objetos -a partir de leer un directorio en un sistema de archivos en un servidor- y produce como salida un único flujo multiplexado con toda esta información. Los detalles de este flujo están especificados por la norma ABNT NBR 15606.

Así, el formateador de datos en el transmisor realiza lo siguiente (ver figura 2.2):

- 1º) recibe como entrada un flujo de datos –asociado a la señal de audio y video a transmitir,
- 2º) realiza el formateo, produciendo un flujo ES de datos (*ES-Elementary Stream*, Flujo Elemental),
- 3º) descompone en paquetes el flujo ES de datos, produciendo un flujo PES de datos (*PES-Packetized Elementary Stream*, Flujo Elemental Empaquetado),
- 4º) entrega el flujo de paquetes PES de datos como entrada en el multiplexor de la capa de transporte.

En el receptor, el flujo de datos se entrega al middleware Ginga para su procesamiento.

### 2.2.2 Capa de transporte

Los flujos PES de video, audio y datos generados en la fase anterior constituyen los flujos de entrada a un **primer nivel de multiplexión** que los combina para producir un único flujo de transporte asociado a un programa, denominado *TS (Transport Stream*, Flujo de Transporte). Este flujo consiste en paquetes de transporte TS-MPEG-2, con longitud fija de 188 bytes cada uno. Los detalles de este proceso están especificados por la norma ABNT NBR 15603.

El SBTVD-T adopta el estándar MPEG-2 como el estándar para multiplexar en un único flujo las señales audiovisuales y los datos. MPEG-2 se basa en agregar a los flujos elementales de audio y video principal informaciones para su exhibición sincronizada. La sincronización se realiza siguiendo un paradigma de eje de tiempo (*timeline*) mediante el agregado de marcas de tiempo (*timestamps*) a conjuntos de muestras codificadas de audio y video principal, basadas en un reloj compartido.

Los flujos de datos pueden ser transportados de diferentes maneras, lo que implicará el agregado o no de marcas de tiempo tal como se describió anteriormente. [Soares, Barbosa, 2012] especifica que estas diferentes maneras son:

- a. Servicios síncronos (débilmente acoplados): *El servicio de transporte síncrono asume que los flujos de datos son sincronizados entre sí, siguiendo un paradigma de eje de tiempo mediante el agregado de marcas de tiempo (timestamps). Los flujos de datos, sin embargo, no están relacionados con la temporización de los flujos de audio principal y video principal.*

*Exhibición de publicidades, de estadísticas de deportes, sistemas de ayuda, entre otros, son ejemplos de aplicaciones que solamente tienen sentido en el contexto de la exhibición del video principal. Por lo tanto, con la posibilidad de envío de dichos datos por difusión, las normas de TV Digital deben establecer los mecanismos que permitan la sincronización de estos datos con los flujos de audio y video principal.*

- b. Servicios sincronizados (fuertemente acoplados): El servicio de transporte sincronizado asume que los flujos de datos están sincronizados entre sí y también con los flujos de audio y video principal, siempre siguiendo el paradigma de eje de tiempo y mediante el agregado de timestamps.

Los flujos de datos en el transporte síncrono y sincronizado sólo permiten el sincronismo cuando el instante de tiempo de sincronización es determinístico. Por lo tanto, aplicaciones interactivas (en las que la sincronización está dada por un tiempo aleatorio, en el instante deseado por el televidente), aplicaciones en las que el contenido es generado en tiempo de exhibición (y no se puede determinar el tiempo exacto en que ocurrirán los eventos) y aplicaciones cuyo contenido es determinado en tiempo de exhibición (es decir, en tiempo real) no pueden ser sincronizadas usando el servicio síncrono o el servicio sincronizado. El soporte, en ese caso, estará dado por el servicio de transporte asíncrono.

- c. Servicios asíncronos (desacoplados): El servicio de transporte asíncrono implica que ninguna marca de tiempo está asociada a los datos. Sin embargo, puede haber sincronismo entre los diversos objetos transportados, y entre esos objetos y los flujos de audio y/o video principal. Por lo tanto, el paradigma de sincronización timeline es descartado y sustituido por el paradigma de causa/restricción, también conocido como orientado a eventos.

En los servicios asíncronos, junto con los datos se envía el documento de aplicación (rectángulo rayado en la Figura 2.3), que especifica el comportamiento relativo de los datos, del audio y video principal, en tiempo y en espacio.

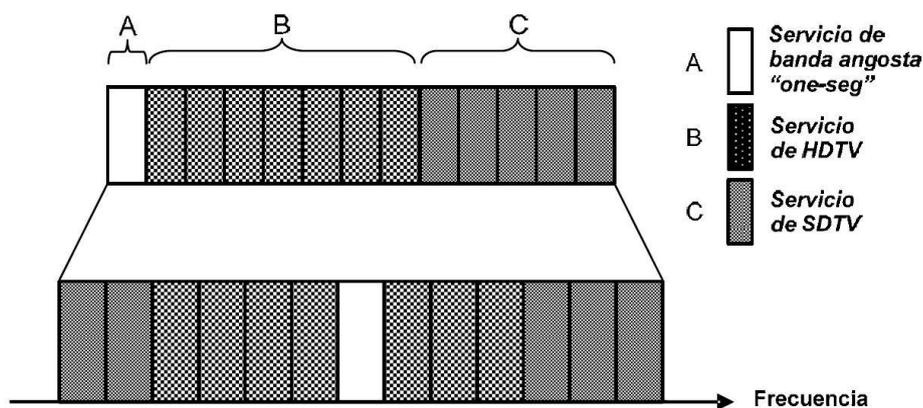
El servicio asíncrono es la única forma de sincronización de objetos con tiempo de sincronización indeterminado. Este servicio, sin embargo, exige un lenguaje para la especificación del sincronismo y, en el receptor, una máquina capaz de interpretar y ejecutar los comandos de sincronización especificados en ese lenguaje.

El Estándar MPEG-2 especifica los tipos de servicio, mas no especifica el lenguaje usado para sincronización en el servicio asíncrono. Note, también, que es posible en una transmisión que parte de los datos utilicen un servicio y, parte otro servicio.

Después del primer nivel de multiplexión mencionado tiene lugar un **segundo nivel de multiplexión** llamado *remultiplexión* (ver Figura 2.2). Este proceso genera un flujo sincrónico a una tasa constante, denominado *BTS* (*Broadcast Transport Stream*, Flujo de Transmisión para Radiodifusión) formado por paquetes de 204 bytes, cada uno conteniendo un código de corrección de errores y un indicador acerca de la capa jerárquica en la que deben ser dispuestos:

- capa "A" (denominado *servicio de banda angosta o LDTV, One-Seg o 1-seg para dispositivos móviles*),
- capa "B" (*servicio de HDTV*), o
- capa "C" (*servicio de SDTV*).

La Figura 2.3 muestra un ejemplo sencillo donde se muestran las tres capas, cada una de las cuales corresponde a un servicio específico [Pisciotta, 2010].



**Figura 2. 3** Asignación de segmentos para diferentes capas de servicios en SBTVD-T

Cada capa está dividida en segmentos, que ocupan una posición determinada en el espectro de frecuencias. El número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación para cada capa jerárquica pueden ser configurados por el radiodifusor [Pisciotta, 2010] en función de los servicios que se deseen brindar. Opcionalmente, este segundo nivel de multiplexión permite multiplexar varios programas (ver TS #2, TS #3, ... , TS #n en la figura 2.2) en un único flujo de transporte. Gracias a esta remultiplexión es posible la recepción parcial: es decir que, por ejemplo, dispositivos móviles puedan sintonizar solamente el servicio One-Seg y descartar los otros servicios. Los detalles de este flujo están especificados por la norma ABNT NBR 15601.

### 2.2.3 Transmisión y recepción

El proceso de transmisión toma como entrada el flujo de paquetes BTS descrito anteriormente, y:

- 1º) asigna cada paquete al canal correspondiente según la capas "A", "B", o "C" que tenga indicada cada paquete. La tasa de codificación, tipo de modulación y el tiempo de intercalación son independientes para cada canal.
- 2º) aplica una técnica de *interleaving*, consistente en reordenar o alterar el orden de los símbolos de información transmitidos en el dominio del tiempo o la frecuencia. Esta técnica sirve para darle fortaleza a la señal ante ráfagas de ruido durante la transmisión, y permite un alto grado de recuperación de la señal utilizando los códigos de corrección de errores asignados en la capa de transporte.
- 3º) realiza la modulación utilizando BST-OFDM (Band Segmented Transmission-Orthogonal Frequency Division Multiplexing, *Transmisión en Banda Segmentada-Multiplexión por División en Frecuencia Ortogonal*).
- 4º) convierte/traslada en frecuencia la señal modulada a la frecuencia en la que se va a realizar la transmisión (VHF/UHF).
- 5º) amplifica la potencia al nivel requerido para el área de cobertura asignada.

En el receptor:

- 1º) un convertidor recibe la señal capturada por una antena,
- 2º) realiza la conversión/traslación inversa en frecuencia para obtener la señal original,
- 3º) demodula para obtener el flujo del canal correspondiente,
- 4º) decodifica el canal,
- 5º) entrega el flujo de video principal y audio principal al decodificador de audio y video correspondiente,
- 6º) entrega el flujo de datos al middleware para su procesamiento.

Los detalles de la transmisión están definidos por la norma ABNT NBR 15601, y por la norma ABNT NBR 15604 para la recepción.

#### 2.2.4 Middleware

El middleware adoptado por SBTVD-T se llama *Ginga*, y fue desarrollado en forma conjunta por investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro (PUC-Río) y de la Universidad Federal de Paraíba, entre otros [Baum, Soares, 2012].

Ginga cumple con los requisitos de las recomendaciones ITU J.200 [ITU-T, 2001], J.201 [ITU-T, 2004] y J.202 [ITU-T, 2003] de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Debido a que cumple con la recomendación ITU-T J.202, Ginga es compatible con GEM (Globally Executable MHP, *MHP Mundialmente Ejecutable*), el cual es un sistema unificado especificación de middleware de TV Digital que fue propuesto por el grupo DVB y más tarde adoptado en el estándar ISDB [ARIB, 2004a] y las normas ATSC [ATSC, 2005]. Dada la importancia de este subsistema en la definición de nuestra propuesta, describiremos Ginga con mayor detalle en el capítulo 3.

#### 2.2.5 Canal de interactividad

El canal de interactividad o canal de retorno es un subsistema integrado al receptor de TV Digital que permite al televidente, de manera individual e independiente de otros televidentes, enviar información al proveedor de contenidos, sea éste la estación emisora del programa de televisión u otra entidad.

Así, pueden definirse diferentes niveles de interactividad según la forma de uso de este canal de retorno:

- Cuando el sistema de TV digital opera ***sin canal de retorno***, las posibilidades del televidente están restringidas a la interactividad que pueda tener con la información –por ejemplo, aplicaciones- que reciba por difusión. A ésto se denomina **interactividad local**.
- Un **canal de retorno unidireccional** permite al televidente sólo el envío de datos. Un ejemplo de este nivel de interactividad es permitir al televidente votar por un determinado asunto.
- Un **canal de retorno bidireccional asimétrico** permite al televidente, además de la característica del caso anterior, recibir datos por difusión o por la red de retorno. Estos datos serán utilizados por las aplicaciones. Un ejemplo de este nivel de interactividad es permitir al televidente la navegación en Internet.
- Un **canal de retorno bidireccional** permite al televidente, además de la característica del caso anterior, el envío de datos en banda ancha. Este nivel de interactividad se denomina **interactividad plena** y posibilita, por ejemplo, que un receptor pueda pasar a actuar como una pequeña emisora, o que un grupo de usuarios telespectadores de un mismo programa que puedan intercambiar datos entre sí. Ésto se conoce como “TV social” o “TV en comunidad”.

El SBTVD-T no especifica ninguna tecnología para el canal de retorno. El estándar ABNT NBR 15604 indica que la implementación del mismo es facultad del fabricante del receptor de TV Digital, estableciendo ciertos parámetros técnicos mínimos que debe cumplir. Algunas tecnologías que podrían utilizarse

son enlaces xDSL (Líneas Digitales al Suscriptor), WiMAX, o redes de datos de la televisión por cable.

### **Resumen**

*El Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) es el resultado de análisis e innovaciones técnicas realizados en Brasil para concretar una visión de cómo debería ser la TV Digital para ese país. El funcionamiento básico de la transmisión y recepción de TV Digital en SBTVD-T comienza en la fase de codificación de los flujos de audio (utilizando MPEG-2 AAC) y de vídeo (utilizando H.264), y en el formateo del flujo de datos. Estos flujos son multiplexados para producir un único flujo de transporte, y luego son remultiplexados para generar un flujo sincrónico a una tasa constante, formado por paquetes conteniendo, entre otros, un indicador acerca de la capa jerárquica en la que deben ser dispuestos: "A" (One-Seg), "B" (HDTV) y "C" (SDTV). El componente de Transmisión toma este último flujo de paquetes y asigna cada paquete al canal correspondiente según corresponda a la capa "A", "B" o "C" indicada en cada paquete. Finalmente se realiza la modulación utilizando la técnica BST-OFDM, se convierte en frecuencia la señal modulada a la frecuencia en la que se va a realizar la transmisión (VHF/UHF) y se amplifica la potencia al nivel requerido para el área de cobertura asignada.*

*Cada receptor recibe la señal, realiza la conversión inversa en frecuencia para obtener la señal original, demodula para obtener el flujo del canal correspondiente "A", "B" o "C", decodifica el canal y finalmente entrega el flujo de vídeo/audio al decodificador de vídeo/audio y el flujo de datos al middleware Ginga para su procesamiento. El middleware Ginga es una capa de software sobre la que se basa el desarrollo del software para SBTVD-T y que permite que una misma aplicación se pueda ejecutar independientemente de la plataforma de hardware del receptor. El Canal de retorno es un subsistema opcional del receptor de TV Digital que permite al televidente enviar información al radiodifusor. Así, pueden definirse diferentes niveles de interactividad según la existencia o no y la forma de uso de este canal de retorno: sin canal de retorno, canal de retorno unidireccional, canal de retorno bidireccional asimétrico, y canal de retorno bidireccional ("interactividad plena").*



### 3. MIDDLEWARE GINGA

*En este capítulo explicamos el origen y las características del middleware Ginga, la capa de software contemplada en SBTVD-T como estándar abierto para la ejecución de aplicaciones. Presentamos el concepto y la necesidad de un middleware en el marco de la TV Digital, y exponemos las características que éste debería ofrecer teniendo en cuenta que las aplicaciones se transmitirán junto con la señal de TV Digital y se ejecutarán en un receptor de TV. Describimos las motivaciones que guiaron el diseño de Ginga, detallamos todos los elementos componentes de su arquitectura y referimos sus implementaciones más relevantes.*

#### 3.1 El concepto de middleware en la TV Digital

Existe una gran diversidad de tipos de dispositivos diferentes que pueden utilizarse para recibir señales de TV Digital: televisores, teléfonos celulares, computadoras portátiles, entre otros. Asimismo, existe una gran cantidad de fabricantes de cada uno de dichos dispositivos. Éstos y otros motivos plantean la necesidad de que las aplicaciones de TV Digital sean independientes de la plataforma de hardware y software donde se ejecutan. Para esto, se añade una capa extra en el modelo de referencia de un sistema de TV digital, denominada *middleware*.

Una de las funciones del middleware es brindar soporte a las aplicaciones. Este soporte es proporcionado a través de un conjunto de APIs (*Application Programming Interface* – Interfaz de Programación de Aplicaciones), cuya funcionalidad es establecida por las necesidades de las aplicaciones a ser ejecutadas en el ambiente de la TV Digital. Dentro de esas aplicaciones están, obviamente, los programas no-lineales, foco principal de cualquier sistema de TV Digital. Por lo tanto, plantear los requisitos de las aplicaciones es plantear los requisitos del middleware [Soares et al., 2010] [Soares, Barbosa, 2012].

#### 3.2 Características de un middleware para TV Digital

[Soares, Barbosa, 2012] plantean que un middleware para TV Digital debe ofrecer características particulares:

- **Soporte para sincronismo en forma general y, como caso particular, para la interacción con el usuario**

El soporte para sincronismo es muy importante en el ambiente de la TV Digital. Durante la exhibición del audio y video principal debería ser posible:

- **Mostrar información adicional obligatoria al contenido del programa:** esto se logra definiendo que, ante la presentación de una imagen específica, se muestre un *objeto de medios*<sup>5</sup> específico sin que

---

<sup>5</sup> Un *objeto de medios* (en inglés, *media object*) es un elemento susceptible de ser incluido dentro de un tag <media> en el lenguaje NCL. Puede ser: objeto de video, audio, texto, objetos con código imperativo (Moon, entre otros) y los objetos con código

haya ninguna interacción del usuario para que eso ocurra. Tanto la "imagen específica" como el "objeto de medios" no son multiplexados en origen, como ocurre en la TV analógica, sino que son multiplexados de manera independiente<sup>6</sup> uno del otro.

Ejemplo 1: durante un partido de fútbol, y *ante la imagen de un simpatizante con un vaso en mano*, podría aparecer un mensaje de "si bebe, no conduzca".

Ejemplo 2: *en el momento exacto* en que la imagen muestra el calzado deportivo del futbolista, aparece una publicidad de una marca de artículos deportivos y, *sincronizados* con el final de la publicidad, un formulario para completar y adquirir algún artículo.

- **Mostrar información adicional opcional al contenido del programa:** esto se logra definiendo que cuando se muestre un ícono especial en el video principal el usuario pueda elegir visualizar un objeto de medios específico.

Ejemplo 3: siguiendo con el ejemplo del partido de fútbol, y *ante una jugada dudosa*, aparece un ícono que, al ser elegido por el usuario, redimensiona la imagen para mostrar un objeto de medios con una animación gráfica relacionada con la jugada dudosa.

- **Soporte para la adaptación del contenido y la forma en que el contenido es exhibido**

Esta adaptación puede ser en función del usuario, del dispositivo que se utiliza para la recepción de TV digital, o la localización del receptor.

Ejemplo de adaptación del contenido: si un niño está viendo televisión, la publicidad de una bebida podría mostrar un refresco, mientras que si es un adulto, podría ser de un vino. Si este adulto, además, está en Mendoza, la publicidad podría ser de Vino Malbec, mientras que si está en Cafayate, la publicidad podría ser de Vino Torrontés.

Ejemplo de adaptación en la forma en que el contenido es exhibido: una publicidad compuesta de una secuencia de imágenes podría ser exhibida con efectos de transición dependiendo si el dispositivo receptor posee o no los recursos suficientes para exhibir tales efectos.

- **Soporte para múltiples dispositivos de exhibición**

- **Soporte para la edición en vivo (en tiempo de exhibición)**

Consiste en la posibilidad de inserción de objetos de medios en tiempo de exhibición, como por ejemplo comentarios, sonidos o videos. Esta característica, con el agregado de que estos objetos estén sincronizados con el programa no-lineal en pantalla, es importante no sólo para posibilitar la "TV en comunidad", donde la edición en vivo es impactada por las decisiones

---

declarativo (XHTML, etc.), incluyendo objetos anidados con código NCL. Los objetos de medios y sus atributos están definidos en el módulo *Media* dentro de los estándares [ABNT, NBR 15606-2, 2011; ITU-T, H.761, 2011].

<sup>6</sup> Aquí "independiente" significa que:

- el objeto de medios no es el resultado de "incrustar" un objeto de medios (imagen, foto, video, etc.) *dentro* del audio y video principal de un programa en la fase de transmisión,
- sino que es el resultado de "multiplexar" el objeto de medios *junto con* el audio y el video principal de un programa en la fase de transmisión.

En el capítulo anterior, se explicaron los detalles técnicos de cómo se realiza esto.

del televidente, sino la posibilidad de generar programas no lineales en vivo por parte de la emisora de TV.

- **Soporte de relaciones de sincronismo entre video y otros objetos sin embeberlas en lo objetos.**

Consiste en brindar soporte para la definición de relaciones de sincronismo espacial y temporal entre el video principal y otros objetos de medios, o entre objetos de medios entre sí, de manera que dicha definición no esté embebida en los objetos de medios involucrados. Esto es conocido como "definición basada en la estructura" (*structure-based*) en contraposición con la "definición basada en el contenido" (*media-based*).

### **3.3 El Middleware Ginga<sup>7</sup>**

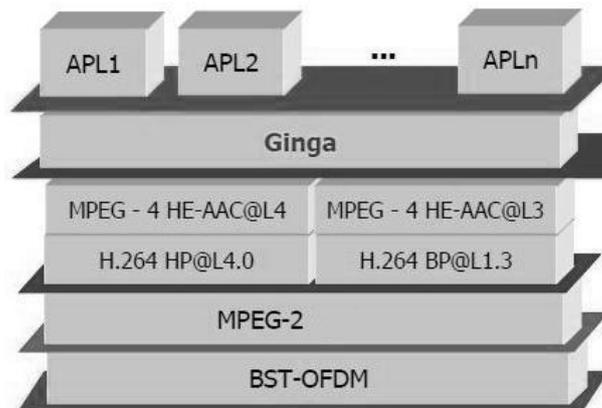
Una de las principales premisas del SBTVD-T fue promover la inclusión social en Brasil, proporcionando a las clases sociales más bajas el derecho de acceder, producir y distribuir información. Sin embargo, la inclusión social se logra no sólo brindando acceso a la información sino también proporcionando el conocimiento acerca de cómo generar información. Por lo tanto, un sistema de TV Digital debería ofrecer un lenguaje amigable al usuario para diseñar aplicaciones y servicios. Este lenguaje debe ser lo suficientemente simple como para ser comprendido y aprendido no sólo por especialistas. Aún más: debe ser *liviano*, debido a que su intérprete debe poder ejecutarse en receptores de bajo costo con recursos limitados. Sin embargo, debería ser lo suficientemente potente como para soportar la creatividad de diseñadores y programadores [Baum, Soares, 2012].

El estándar SBTVD-T define el *middleware* Ginga para dar soporte a la ejecución de aplicaciones para TV Digital. Ginga contempla las características de un middleware para TV Digital señaladas en la sección anterior. Dentro del modelo de referencia SBTVD, Ginga constituye una capa de software que está ubicada por encima de la infraestructura de procesamiento de audio y video, y por debajo del código de aplicación: es requisito para que se puedan ejecutar el software de aplicación. La figura 3.1 ilustra dicho modelo de referencia [Soares, Barbosa, 2012].

Ginga fue desarrollado en el Telemídia Lab (Universidad Católica de Río de Janeiro, Brasil) en un esfuerzo conjunto con LAViD (Laboratorio de Aplicaciones de Video Digital, Universidad Federal de Paraíba, Brasil) y LIFIA (Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada, Universidad Nacional de La Plata, Argentina) entre otros [Baum, Soares, 2012]. Ginga cumple con los requisitos de las recomendaciones ITU J.200, J.201, y J.202 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

---

<sup>7</sup> El contenido de esta sección está basado principalmente en [Baum, Soares, 2012].



**Figura 3.1.** Modelo de referencia SBTVD-T

Ginga fue inicialmente propuesto para sistemas de TV Digital terrestre, pero la misma arquitectura fue aplicada posteriormente a IPTV<sup>8</sup>. Además, la arquitectura modular de Ginga permite también su uso con otros sistemas de transporte –como satélite o TV por cable–, dependiendo únicamente en el subsistema *Ginga Common Core* [Baum, Soares, 2012].

### 3.3.1 Arquitectura

La arquitectura de Ginga comprende dos ambientes de ejecución de aplicaciones: uno *declarativo*, para la presentación de aplicaciones NCL, y uno *procedural*, pensado para controlar la ejecución de entidades escritas en Java. El ambiente declarativo se conoce como *Ginga-NCL* y el ambiente procedural se conoce como *Ginga-J*.

Las premisas enunciadas en la sección 3.2.1 se tradujeron en requisitos concretos. Así, respecto del ambiente declarativo mencionado, el foco en la sincronización de *objetos de medios*, la adaptabilidad del contenido y la presentación, soporte para múltiples dispositivos de visualización y soporte que permita generar aplicaciones de TV Digital ‘en vivo’ fueron los requerimientos que guiaron el diseño del lenguaje NCL (*Nested Context Language*, Lenguaje de Contexto Anidado) [Baum, Soares, 2012].

El SBTVD-T adoptó a NCL como lenguaje declarativo y a su lenguaje de *scripting*<sup>9</sup> LUA. Así, el motor Ginga-NCL incluye una API entre NCL y objetos Lua. Las especificaciones de NCL y *Ginga-NCL* –el motor de ejecución de Ginga del lado del cliente, también denominado *Ginga Formatter*, Formateador NCL– son de código abierto (*open source*), libre de regalías, independiente de la red de distribución de TV Digital utilizada [Baum, Soares, 2012]. Además, los lenguajes declarativos ofrecen un nivel de abstracción superior a Java, son más fáciles de usar y no requieren conocimientos profundos de programación de los desarrolladores de aplicaciones.

<sup>8</sup> IPTV (*Internet-Protocol Television*, Televisión por IP) es un sistema a través del cual los servicios de televisión se difunden mediante el protocolo IP a través de una red de conmutación de paquetes, como Internet, en lugar de –por ejemplo– la señal de TV terrestre tradicional.

<sup>9</sup> lenguaje de *scripting* es un tipo de lenguaje de programación interpretado.

Por otro lado, el ambiente procedural Ginga-J está basado en la tecnología Java (la máquina virtual Java y otras librerías de programación) e incorpora muchas innovaciones pero mantiene la compatibilidad con otros middleware para TV Digital, dado que adhiere a GEM<sup>10</sup>, la especificación que realiza el estándar europeo DVB de TV Digital respecto de un middleware basado en Java para receptores de TV Digital para la ejecución de aplicaciones [Souza Filho, Leite, Batista, 2007].

Por lo mencionado y para evitar ambigüedades, establecemos para este trabajo que:

- la expresión *middleware Ginga* o simplemente *Ginga* hace referencia al conjunto completo de estándares abiertos que definen el middleware para el SBTVD-T,
- la expresión *middleware Ginga-NCL* o simplemente *Ginga-NCL* hace referencia al conjunto de estándares abiertos necesarios para el funcionamiento del ambiente declarativo de código abierto Ginga-NCL o a su implementación de referencia (ver sección 3.2.3).
- la expresión *middleware Ginga-J* o simplemente *Ginga-J* hace referencia al conjunto de estándares abiertos necesarios para el ambiente procedural Ginga-J.

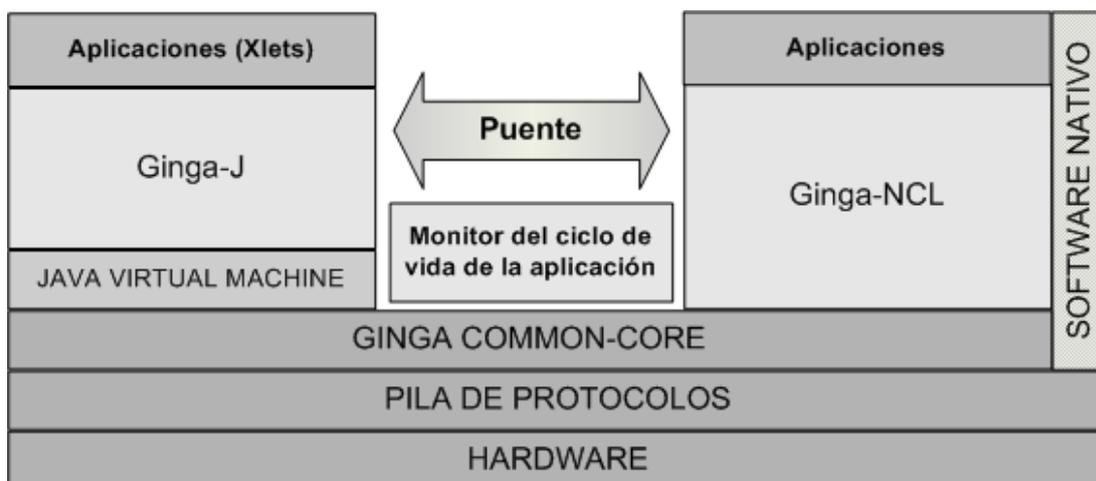
La figura 3.2 muestra los componentes de la arquitectura de Ginga dentro del modelo de referencia de SBTVD-T, según los estándares [ABNT NBR 15606-1:2007, 2007] y [ABNT NBR 15606-6:2010]. En dicha figura, los componentes de la arquitectura Ginga son todos aquellos ubicados por encima de la capa *Pila de Protocolos*.

El estándar oficial de Ginga es ABNT NBR 15606, y está compuesto por 9 volúmenes:

- 15606-1 (N06 Vol. 1): *Codificación de datos*.
- 15606-2 (N06 Vol. 2): *Ginga-NCL para receptores fijos y móviles - Lenguaje de aplicación XML para codificación de aplicaciones*.
- 15606-3 (N06 Vol. 3): *Especificación de transmisión de datos*.
- 15606-4 (N06 Vol. 4): *Ginga-J - Ambiente para la ejecución de aplicaciones procedurales*.
- 15606-5 (N06 Vol. 5): *Ginga-NCL para receptores portables - Lenguaje de aplicación XML para codificación de aplicaciones*.
- 15606-6 (N06 Vol. 6): *Java DTV 1.3*.
- 15.606-7 (N06 Vol. 7): *Ginga-NCL - Directrices operativas para las ABNT NBR 15606-2 y ABNT NBR 15606-5*.
- 15.606-8 (N06 Vol. 8): *Ginga-J-Directrices operativas para la ABNT NBR 15606-4*.
- 15.606-9 (N06 Vol. 9): *Directrices operativas para ABNT NBR 15606-1*.

---

<sup>10</sup> GEM es la sigla de *Globally Executable MHP* (*Globally Executable Multimedia-Home-Platform*), Plataforma Multimedia de Hogar Mundialmente Ejecutable).



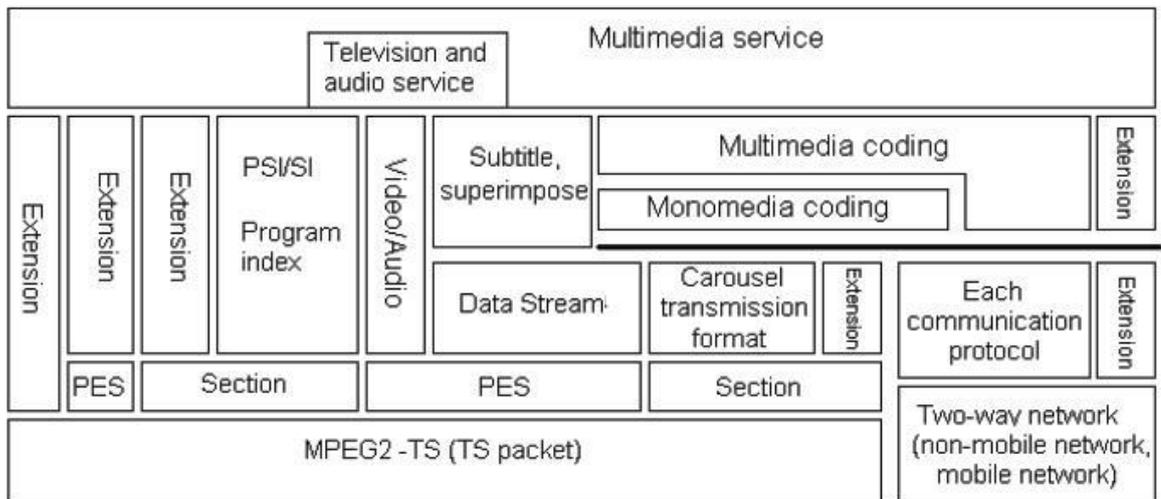
**Figura 3.2.** Arquitectura de Ginga en el marco del SBTVD

Brevemente reseñamos a continuación cada una de las capas ilustradas en la Figura 3.2:

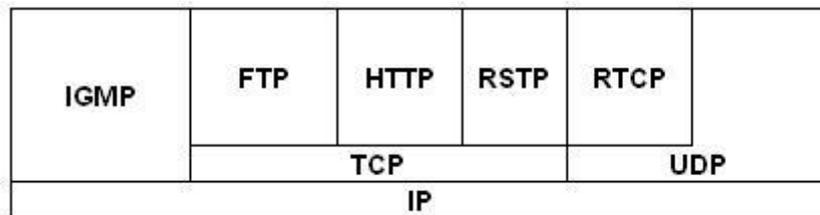
- **Pila de protocolos**

En el sistema de radiodifusión digital, el audio y video y todos los servicios de datos se multiplexan en el TS (*Transport Stream*, ver sección 2.2.1) de acuerdo al sistema MPEG2, que luego se transmitirá por el aire mediante ondas de radio. El canal de interactividad se proveerá en forma transparente, por encima de esta pila de protocolos [ABNT NBR 15606-1:2007, 2007].

La pila de protocolos se ubica por encima del hardware del receptor y está definida en la norma ABNT NBR 15606-1:2007, donde se especifican las características de cada uno de los módulos que la componen, como así también la manera en que interactúan. La figura 3.3 muestra la composición de esta capa, en la cual se muestra un módulo genérico "cada protocolo de comunicación" (ver *Each communication protocol* en Figura 3.3) para mostrar dónde está ubicada la implementación del protocolo de comunicación elegido. La Figura 3.4 muestra el detalle de dicho módulo si el protocolo de comunicación elegido fuera el protocolo de red TCP/IP.



**Figura 3.3.** Detalle de la capa *Pila de Protocolos*



**Figura 3.4.** Composición del módulo genérico "cada protocolo de comunicación" para el protocolo TCP/IP

▪ **Ginga Common Core (Ginga-CC)**

Es el subsistema lógico que provee todas las funcionalidades comunes y necesarias para soportar el ambiente declarativo Ginga-NCL; Ginga-CC *entrega* aplicaciones al motor de ejecución Ginga-NCL. Todos los accesos a los datos obtenidos a través del canal de retorno o canal de interactividad son también responsabilidad de Ginga-CC. El detalle de este subsistema se muestra en la figura 3.5

				<b>Adaptadores</b>
	<b>Persistencia</b>	<b>Administrador de contexto</b>		
<b>CA</b>	<b>Procesador de datos</b>	<b>Motor de búsqueda</b>	<b>Administrador de actualizaciones</b>	<b>Exhibidores (players)</b>
<b>DRM</b>		<b>Sintonizador</b>	<b>Administrador gráfico</b>	

**Figura 3.5.** Detalle de la capa *Ginga Common Core (Ginga-CC)*

Los principales componentes de Ginga-CC, ilustrados en la Figura 3.5, son:

- Un conjunto de exhibidores (*players*) *monomedia* –que sirven para presentar monomedias<sup>11</sup>- es parte componente de Ginga-CC. Estos *players* son exhibidores de audio, video, texto e imagen incluyendo entre ellos a los exhibidores MPEG-4/H.264, implementados en hardware. Entre estos exhibidores también se encuentra el exhibidor HTML.
- Un *administrador gráfico* se encarga de gestionar el modelo conceptual de la presentación.
- El componente de *Persistencia* es el encargado de administrar el almacenamiento de datos solicitados por las aplicaciones,
- El *Administrador de contexto* es el encargado de recopilar la información en el dispositivo receptor, información sobre el perfil de usuario y su localización, y ponerlos a disposición de Ginga-NCL, para que se puedan hacer adaptaciones a los contenidos o la forma cómo los contenidos deben ser presentados, según lo determinado por las aplicaciones.
- El *Administrador de Actualizaciones* es el responsable de todas las actualizaciones de software residente en el middleware Ginga, durante el ciclo de vida de un receptor. Los STB tienen la capacidad de actualizar el firmware y Ginga mediante al menos dos métodos de actualización. El primer método de actualización es vía *broadcasting*, es decir por aire. El segundo método es vía un dispositivo de almacenamiento externo conectado a un puerto usb.
- Los componentes CA (*Conditional Access*, Acceso Condicional) y DRM (*Digital Rights Management*, Administrador de Derechos de Autor Digitales) son responsables de determinar los privilegios de accesos a los distintos medios que conforman una aplicación de TV Digital.

▪ **Ginga-NCL**

Es el subsistema encargado de procesar y ejecutar las aplicaciones NCL-LUA, para lo cual utiliza la funcionalidad que Ginga-CC expone en forma de APIs (Interfaz de Programas de Aplicación).

El lenguaje NCL está basado en XML y tiene un enfoque más amplio que otros lenguajes declarativos: soporta sincronización de tiempo-espacio, soporte para múltiples dispositivos, soporte para la producción de aplicaciones “en vivo” son características claves de NCL. Un documento NCL define cómo los objetos de medios están estructurados y relacionados en tiempo y espacio. LUA es el lenguaje de scripting para programación; como tal, no especifica el contenido de los objetos de medios [Soares, Rodrigues, Moreno, 2007].

La figura 3.6 muestra los componentes de Ginga-NCL. Uno de los componentes de Ginga-NCL se denomina “*Formateador NCL*”, que es el motor de ejecución del contenido declarativo NCL. Este componente está constituido, a su vez, por: un Administrador de Exhibidor –dentro del cual incluye al motor LUA [Soares et al., 2010]-, Administrador de Contexto NCL, Planificador, y Administrador de Layout.

---

<sup>11</sup> El estándar define *monomedia* como “fuente de medios individuales para presentación, ejemplos: video, audio imagen, etc.” [ABNT NBR 15606-1:2007].



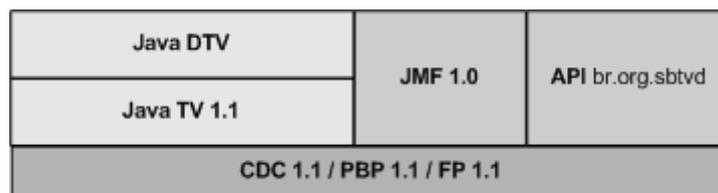
**Figura 3.6.** Detalle de la capa Ginga-NCL

- **Máquina virtual Java**

Es el proceso que carga y ejecuta las aplicaciones desarrolladas conforme a la especificación Ginga-J, y provee un entorno de ejecución aislado para aplicación.

- **Ginga-J**

La especificación Ginga-J, descrita en el estándar ABNT NBR 15606-4:2010, se compone de un conjunto de APIs (*Application Programming Interfaces*, Interfaces de Programación de Aplicaciones), diseñado para proporcionar toda la funcionalidad necesaria para el despliegue de aplicaciones para TV Digital, desde el manejo de datos multimedia a los protocolos de acceso. La especificación ABNT NBR 15606-4:2010 se aplica a los receptores de Ginga para la transmisión de los sistemas de TV terrestre (*over-the-air*). Ginga-J se deriva de la especificación JavaDTV, la cual a su vez se deriva de la especificación JavaTV de la empresa Oracle. La Figura 3.7 muestra en forma resumida los principales bloques componentes de Ginga-J.



**Figura 3.7.** Detalle de la capa Ginga-J

Para sistemas de TV Digital terrestre, la máquina virtual Java y el motor de ejecución Ginga-J son requeridos para receptores fijos y opcionales para receptores portátiles en Brasil; en Argentina, son opcionales para todo tipo de receptores [Baum, Soares, 2012].

- **Monitor de ciclo de vida de la aplicación**

El estándar ABNT NBR 15606-1:2007 lo define como el recurso del sistema operativo para el control del estado de la aplicación. Su función abarca la gestión del ciclo de vida de la aplicación, incluyendo la inicialización, finalización y control. Las aplicaciones de monitoreo de ciclo de vida estarán en función del entorno de ejecución.

- **Puente**

Es el mecanismo que permite a las aplicaciones de mapeo bidireccional entre el Java API y DOM, ECMAScript y objetos y métodos LUA Script, conforme al estándar ABNT NBR 15606-2 y a cada ambiente de ejecución. En otras palabras permite la comunicación bidireccional entre una aplicación Ginga-NCL y una aplicación Ginga-J.

### **3.3.2 Implementaciones**

Ginga-NCL tiene una implementación de referencia de código abierto bajo licencia GPL [Portal de Software Público Brasileiro], reconocida por ITU-T. Algunos proyectos de código abierto han sido derivados de ésta implementación, incluyendo el middleware Ginga.ar para set-top-boxes desarrollado por el LIFIA [Ginga.ar] y el middleware Nokia para teléfonos móviles [Nokia Digital TV]. También existen otras implementaciones propietarias de Ginga.

Aunque hay muchas implementaciones de Ginga, existe cierta preocupación acerca de que pueda crearse un monopolio para el mercado de Ginga, como resultado de posibles extensiones. Debería haber una fuerte oposición a ésto [Baum, Soares, 2012].

### **Resumen**

*La variedad de receptores de TV Digital demanda una capa de software (middleware) que permita que una misma aplicación se pueda ejecutar independientemente de la plataforma de hardware y software subyacente. Además, esta capa de software debería proporcionar soporte para aplicaciones específicamente diseñadas para desplegarse en receptores de TV. En este capítulo exponemos en detalle la manera en que estos conceptos están plasmados en Ginga, el middleware de estándares abiertos específicamente diseñado para la visión del SBTVD-T de promover la inclusión social en Brasil, facilitando el acceso no sólo a la recepción de contenidos sino también el aprendizaje de la tecnología de programación de software de aplicaciones. Así es que se detallan las características técnicas del entorno declarativo abierto del middleware, Ginga-NCL y el entorno imperativo Ginga-J.*

## 4. PROPUESTA DE ARQUITECTURA DE SOFTWARE

*En este Capítulo presentamos una propuesta de arquitectura de software para aplicaciones de publicidad interactivas basadas en SBTVD-T. Planteamos el contexto del área de negocios bajo estudio, los objetivos de negocios y los objetivos tecnológicos. Describimos los requerimientos de los interesados, junto con restricciones asociadas. Exponemos nuestra propuesta y realizamos el análisis de la misma de varias maneras diferentes.*

La propuesta que presentamos este capítulo aprovecha los aspectos que consideramos más significativos de las principales tendencias de investigación expuestas en la sección 1.3 para aplicarlos al diseño de una arquitectura de software para aplicaciones de publicidad para TV Digital, en el marco del SBTVD-T.

El presente capítulo se inicia describiendo contexto y objetivos de negocio que se persiguen en publicidad para TV, junto con los objetivos tecnológicos que buscan alinearse a ellos. Luego, se detallan los requerimientos que guían el diseño de la propuesta, en términos de: casos de uso relevantes para el diseño de la arquitectura, requisitos que plantean los principales interesados, junto con restricciones y requerimientos no funcionales.

A continuación, se propone una arquitectura de software para dar cobertura a los requerimientos planteados. La presentación de esta arquitectura sigue el enfoque que propone [Gorton, 2011]: inicia con una descripción general, y luego detalla cada uno de los subsistemas que la conforman. Para cada subsistema se muestra, a su vez, una vista estática de su estructura y la forma en que interactúan sus componentes para cumplir su finalidad, utilizando UML (*Unified Modeling Language* – Lenguaje Unificado de Modelado). El capítulo finaliza con un análisis de la arquitectura propuesta, desde diferentes perspectivas, para validar el grado de cumplimiento de los objetivos y requerimientos planteados.

### 4.1 Contexto

La TV Digital presenta un desafío importante para los operadores de televisión de cara a los nuevos medios masivos de comunicación audiovisual y a las nuevas tecnologías disponibles [Berman, Duffy, Shipnuck, 2006]. Estas nuevas tecnologías en constante evolución y la forma en que los consumidores se relacionan con ellas están redefiniendo la manera en que la publicidad es vendida, creada, consumida y monitoreada. Los participantes tradicionales del negocio de la publicidad -radiodifusores y agencias publicidad- verán comprometida su posición a menos que puedan aplicar con éxito innovación en el modelo de negocio [Berman et al., 2007].

La venta de publicidad en TV consiste, básicamente, en vender un servicio de promoción audiovisual de productos y/o servicios (el *mensaje publicitario*) a realizarse durante –o en los intervalos de- la exhibición de un programa de televisión específico, en un rango horario determinado y que debe repetirse una cantidad de veces (la *pauta publicitaria*). Los anunciantes y las agencias de publicidad valoran a la televisión como factor clave para la comunicación y el posicionamiento comercial de empresas, productos y servicios mediante publicidad. Para los operadores de televisión, la publicidad representa una importante fuente de ingresos.

En el marco de este contexto, los **objetivos de negocio** que se proponen son los siguientes:

- Difundir un mensaje publicitario a la mayor audiencia posible.
- Proveer maneras novedosas de difundir el mensaje publicitario.
- Ampliar la variedad de servicios a ofrecer a anunciantes y agencias de publicidad.

Para responder a estos objetivos de negocio planteamos **objetivos tecnológicos**, siguiendo el criterio de alinear la tecnología de información a los negocios como sugiere [Luftman, Lewis, Oldach, 1993]:

Objetivos de negocios	Objetivos tecnológicos de soporte
<i>Maximizar la audiencia</i>	Desplegar aplicaciones conforme al estándar SBTVD-T, que es el adoptado en forma oficial por Argentina, y que deben respetar los fabricantes de receptores de TV Digital.
<i>Novedad en la presentación del mensaje</i>	Posibilidad de ofrecer diferentes aplicaciones con diferentes interfaces de usuario.
<i>Ofrecer nuevos servicios</i>	Adaptabilidad de la infraestructura para ofrecer nuevos servicios interactivos mediante el canal de retorno.

**Tabla 4.1.** Alineación de los objetivos tecnológicos a los objetivos de negocio

#### 4.2 Requerimientos de arquitectura

Los objetivos enunciados se especifican mediante requerimientos. Esta sección describe los requerimientos que guían el diseño de una solución de tecnología. Así, se exponen los requerimientos funcionales, las expectativas de los *stakeholders*<sup>12</sup>, las condiciones limitantes, y los aspectos no funcionales que afectan al diseño de la solución. Dar cobertura a estos requerimientos, en su conjunto, es crítico para el diseño de una arquitectura de software efectiva [Gorton, 2011].

<sup>12</sup> *stakeholders* son los interesados o afectados por el sistema de software bajo estudio; pueden o no ser los usuarios finales del mismo.

#### **4.2.1 Casos de uso relevantes para la arquitectura**

Los *casos de uso relevantes para la arquitectura* son una porción de la funcionalidad del sistema bajo estudio que condiciona o incide de manera importante el diseño de su arquitectura.

La funcionalidad esencial del sistema bajo estudio consiste en desplegar - desde el Transmisor de TV Digital hacia el Receptor- aplicaciones de software de publicidad junto con la señal de televisión, conforme al estándar SBTVD-T, de manera que cuando estas aplicaciones estén en ejecución en el Receptor puedan generar peticiones que impliquen el uso del canal de interactividad sea posible atenderlas en el Transmisor y enviar la respuesta correspondiente de vuelta a la aplicación en el Receptor.

Por lo tanto, de todo el conjunto de funcionalidad necesaria para llevar a cabo lo mencionado, identificamos como *casos de uso relevantes para la arquitectura*:

- despliegue de aplicaciones desde el Transmisor de TV Digital hacia el Receptor,
- la atención de las peticiones de interactividad remota que lleguen desde las aplicaciones en ejecución desde el Receptor de TV Digital.

A continuación, realizamos un detalle de estos casos de uso.

##### *4.2.1.1 Desplegar software de publicidad*

Este caso de uso tiene como objetivo incluir en la señal de TV Digital las aplicaciones de publicidad relevantes al contenido que se va a transmitir.

Para esto, se supone que del lado del Transmisor existen contenidos de televisión (por ej. una película) que contienen una descripción semántica de su temática. Por otra parte, existe un *Repositorio de Publicidad*, donde está almacenada la información de publicidad a difundir, su pauta publicitaria, y una descripción semántica asociada.

Dadas estas precondiciones, un *Servicio de Aplicaciones de Publicidad* examina la descripción del contenido que se va a transmitir, determina los conceptos publicitarios asociados en base a la semántica de los mismos, y establece los contenidos de publicidad relacionados que deben transmitirse. Estos contenidos de publicidad se incluyen en una aplicación de publicidad, y el resultado se provee como entrada al flujo de datos de la TV Digital.

##### *4.2.1.2 Atender peticiones de interactividad*

Este caso de uso tiene como objetivo responder a las peticiones que los televidentes hayan realizado mediante una aplicación enviada junto con la señal de televisión.

Para esto, se supone que del lado del Receptor un televidente realizó algún tipo de interacción con la aplicación que disparó una petición hacia el Transmisor (por ejemplo, solicitando más información).

Dadas estas precondiciones, un *Servicio de Publicidad Adicional* en el Transmisor recibe la petición enviada desde la aplicación en ejecución en el Receptor, gestiona la resolución de la misma, y envía la respuesta nuevamente al televidente. En el Receptor, la aplicación en ejecución recibe la respuesta y muestra la información en pantalla al televidente.

#### 4.2.2 Requerimientos de los *stakeholders*

Enumeramos a continuación requerimientos relevantes y los detallamos de acuerdo a la perspectiva de los principales *stakeholders*: los publicistas, los radiodifusores y los ingenieros de infraestructura.

##### 4.2.2.1 *Publicistas*

Los publicistas son los responsables de vender publicidad para televisión. Su interés principal respecto de un nuevo medio para anunciar productos y servicios es el de llegar a la mayor audiencia posible. En detalle, los principales requerimientos de este grupo de interesados son los siguientes:

- a. *Soporte para múltiples dispositivos de recepción*: La aplicación de publicidad deberá poder ejecutarse tanto en dispositivos de recepción fijos, portátiles y móviles, de manera que la publicidad pueda visualizarse independientemente del tipo de dispositivo usado por el televidente. Ésto busca que el mensaje publicitario pueda efectivamente ser visto por la mayor cantidad posible de televidentes.

Para ésto, es necesario que la aplicación de publicidad se incluya tanto en la señal de TV Digital destinada a dispositivos fijos como en la banda One-Seg para dispositivos móviles.

- b. *No dependencia de la existencia de canal de retorno*: La aplicación de publicidad deberá poder ejecutarse siempre, esté o no disponible algún tipo de canal de comunicación de retorno en el receptor. La disponibilidad de un canal de comunicación de retorno en el receptor deberá ser una característica opcional que podrá aprovechar la aplicación de publicidad y no un requisito imprescindible para su ejecución. Esto, al igual que el punto anterior, apunta a tener un mayor alcance en términos de audiencia que pueda ver el mensaje publicitario.

En este sentido, la arquitectura debe proveer un mecanismo para atender la interactividad remota que realice el televidente, aunque debe tenerse en cuenta que no todos los televidentes podrán hacer uso de ella.

- c. *Sensibilidad al contexto*: Es deseable que la aplicación de publicidad sea sensible al contexto del receptor.

Sensibilidad al contexto (*context-awareness*, en inglés) es un paradigma de computación en el que las aplicaciones pueden descubrir y aprovechar la información del contexto donde se ejecuta [Raz et al., 2006]. El comportamiento de una aplicación estará por lo tanto determinado por el entorno en el que se encuentra, el cual puede estar caracterizado por información espacial (por ejemplo, localización, orientación), información temporal (por ejemplo, hora del día), disponibilidad de recursos (por ejemplo, nivel de energía, ancho de banda), entre otros. Esta característica es deseable para las aplicaciones de publicidad, ya que puede ser aprovechada para entregar publicidad más personalizada.

##### 4.2.2.2 *Radiodifusores*

Los radiodifusores o proveedores de contenido son los encargados de gestionar los canales de televisión. Sus requerimientos son:

- a. *Infraestructura independiente del transmisor*: Los radiodifusores están interesados en tener la posibilidad de optar entre invertir en la infraestructura necesaria para desplegar aplicaciones de publicidad para la TV Digital y asociarse a un proveedor que les brinde ese despliegue como un

*servicio* de su infraestructura. Esto implica contar con un socio que les provea el servicio, de manera de maximizar el valor agregado de cara al televidente, pero al mínimo costo de inversión posible.

Por lo tanto, la arquitectura debe proveer interfases lo suficientemente flexibles como para desplegarla dentro de la infraestructura de transmisión del proveedor de contenidos o como un servicio prestado por un tercero al proveedor de contenidos.

#### 4.2.2.3 *Administradores de infraestructura tecnológica*

Desde la perspectiva de los responsables de tecnología, la infraestructura requerida por los nuevos servicios debe poder evolucionar junto con los requisitos de los usuarios y debe poder integrarse al resto de la plataforma tecnológica existente. Sus requerimientos son:

- a. *Arquitectura flexible:* La arquitectura deberá tener el mayor grado posible de adaptabilidad para respuesta a la evolución de los requisitos de negocios y de tecnología. La necesidad de realizar modificaciones –tanto en las aplicaciones como en la infraestructura asociada para responder a cambios de requisitos de negocios, de tecnología o de otra naturaleza- es una realidad ineludible.

Un diseño que favorezca la adición o supresión de componentes de diferentes fabricantes para aumentar o disminuir, respectivamente, la funcionalidad de todo el conjunto contribuirá a que la arquitectura sea adaptable y flexible.

- b. *Interoperabilidad de los subsistemas:* La facilidad con la cual un sistema pueda incorporarse a un contexto tecnológico más amplio es una característica deseable para cualquier tipo de infraestructura. Ésto significa que, potencialmente, una aplicación puede ampliar su funcionalidad o contribuir al logro de objetivos mayores para lo cual no fue inicialmente diseñada.

Prever interfaces de integración desde la fase de diseño del sistema en su conjunto es un requisito de los administradores de infraestructura.

#### 4.2.3 **Restricciones**

Las restricciones que deben contemplarse en el diseño de la solución son:

- a. Respetar el marco tecnológico que establece el estándar SBTVD-T junto con su correspondiente normativa legal,
- b. no debe haber dependencia tecnológica con ningún fabricante en particular ni con ninguna tecnología propietaria o tecnología basada en estándares cerrados.

#### 4.2.4 **Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales más importantes son:

- o Disponibilidad: la arquitectura debe proveer una continuidad operacional alta. Esto se motiva en el hecho de que fallas en el funcionamiento provocarán impacto negativo de la publicidad en los televidentes, lo que puede resultar en una imagen negativa difícil de revertir. Una medida de disponibilidad del 99.9% anual, es decir alrededor de un máximo de 9 horas sin servicio al año, es un parámetro de referencia de aceptación generalizada en el área de negocio bajo estudio.
- o Performance: la arquitectura debe proveer respuestas a peticiones de interactividad dentro de un lapso aceptable. Una demora de menos de 5 segundos para el 90% de los casos es una estimación aceptable la industria.

- **Adaptabilidad:** la arquitectura debe soportar la modificación de información publicitaria y el agregado de nuevos servicios, resintiendo en el menor grado posible el funcionamiento general de la infraestructura.

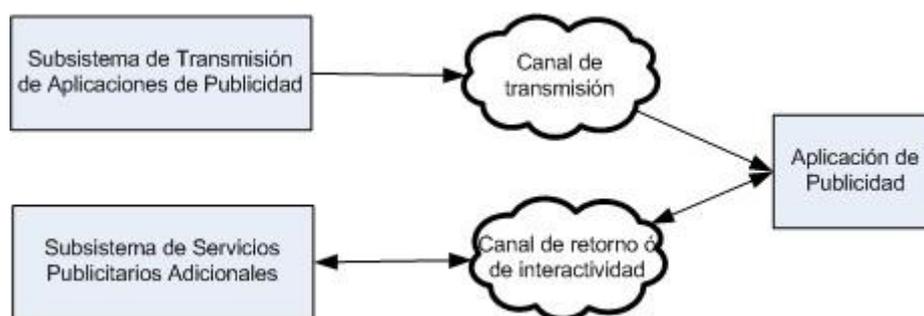
### 4.3 Propuesta de Solución

Al examinar objetivos y requerimientos hasta aquí presentados notamos que hay aspectos relativos a la arquitectura de la tecnología y hay otros aspectos más relacionados al diseño y construcción de software propiamente dicho. El diseño de la arquitectura de la tecnología establece los aspectos fundamentales sobre los cuales se diseña y construye de aplicaciones de software.

Tomando ésto en consideración, presentamos en las siguientes secciones una propuesta de arquitectura para el despliegue de aplicaciones de publicidad en el SBTVD-T.

#### 4.3.1 Vista general de la arquitectura

La Figura 4.1 muestra los tres subsistemas que componen la infraestructura.



**Figura 4.1.** Vista general de la arquitectura propuesta

- El **Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad** lleva a cabo las funciones necesarias para administrar la transmisión de aplicaciones de publicidad. El *canal de transmisión* es el medio por el cual la señal de TV Digital llega desde el Transmisor al Receptor.
- En el Receptor se ejecuta la **Aplicación de Publicidad**, cuya función principal es mostrar la información de publicidad y atender la interacción con el televidente.
- El **Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales** se encarga de atender las peticiones que lleguen desde la Aplicación de Publicidad por el Canal de Retorno y enviar por la misma vía las respuestas correspondientes.

En los Capítulos 2 y 3 explicamos en detalle el estándar SBTVD-T que provee la infraestructura para realizar las funciones de los subsistemas mencionados. En las secciones siguientes describiremos la estructura interna de cada uno de ellos.

#### 4.3.2 Breve referencia acerca de las tecnologías involucradas en la solución

La propuesta de solución que presentamos integra diferentes tecnologías. En esta sección realizamos una breve presentación de las mismas, de manera de

introducir conceptos y tecnologías que se utilizan durante en la propuesta de solución.

#### 4.3.2.1 *Caracterización y manipulación de contenido multimedia*

La iniciativa más importante orientada a la descripción de contenido multimedia es el estándar MPEG-7<sup>13</sup> que normaliza la representación de fragmentos de contenido y de contenidos completos, independiente del formato, almacenamiento y medio de transmisión involucrado [López-Nores et al., 2010]. El estándar provee descriptores tanto de las características de bajo nivel de datos audiovisuales (por ejemplo, el color, textura, tempo, etc.), que pueden ser completados automáticamente, como de las de alto nivel (por ejemplo, interpretación semántica de objetos o situaciones) que requiere un etiquetado realizado por una persona [López-Nores et al., 2010], [Rey-López et al., 2010], [Bertini, del Bimbo, Nunziati, 2006], [Tsinarakí, Polydoros, Christodoulakis, 2004].

La solución que presentamos requiere que el audio y video que se va a transmitir mediante la señal de TV Digital esté etiquetado con información semántica descriptiva de su contenido.

#### 4.3.2.2 *Web Semántica*

La aplicación de tecnologías de Web Semántica posibilitan ir más allá de las técnicas de comparación sintáctica al proporcionar recursos para el procesamiento automático de las palabras, tomando como base el uso –entre otros elementos- de *ontologías*, es decir, estructuras de datos que describen y relacionan conceptos y sus atributos por medio de jerarquías de clases [López-Nores et al., 2010].

Usualmente se utilizan *metadatos semánticos* para referenciar a la información asociada al contenido multimedia basada en ontologías [Dasiopoulou et al., 2010], [García et al., 2008], [Tsinarakí, Polydoros, Christodoulakis, 2004].

Nuestro trabajo se basa parcialmente en el uso de recursos semánticos en conjunción con la descripción del audio y video que se transmite para determinar el contenido del software de publicidad.

#### 4.3.2.3 *Servicios Web*

SOAP<sup>14</sup> es un protocolo de W3C<sup>15</sup> basado en XML que permite que las aplicaciones, escritas para diferentes lenguajes y plataformas, puedan comunicarse a través de la provisión y consumo de servicios denominados *servicios web* [da Silva Filho, de Lira Gondim, 2011].

### 4.3.3 **Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad**

El **objetivo** de este subsistema es proveer al transmisor de TV Digital con una aplicación de publicidad cuyo contenido esté vinculado al flujo de audio y

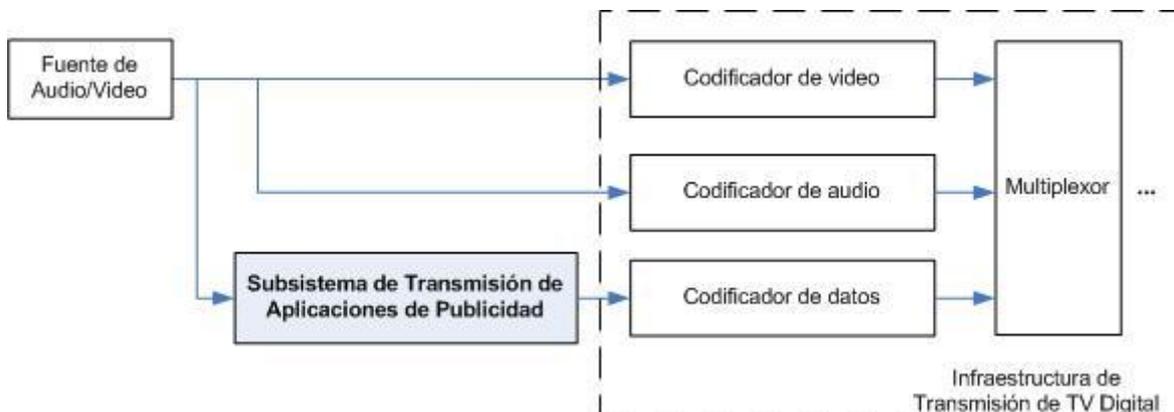
---

<sup>13</sup> MPEG es la sigla de *Moving Picture Experts Group*, Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento. MPEG-7 es un estándar formalmente conocido como *Multimedia Content Description Interface* - Interfaz de Descripción de Contenido Multimedia.

<sup>14</sup> SOAP es la sigla de *Simple Object Access Protocol*, Protocolo Simple de Acceso a Objetos.

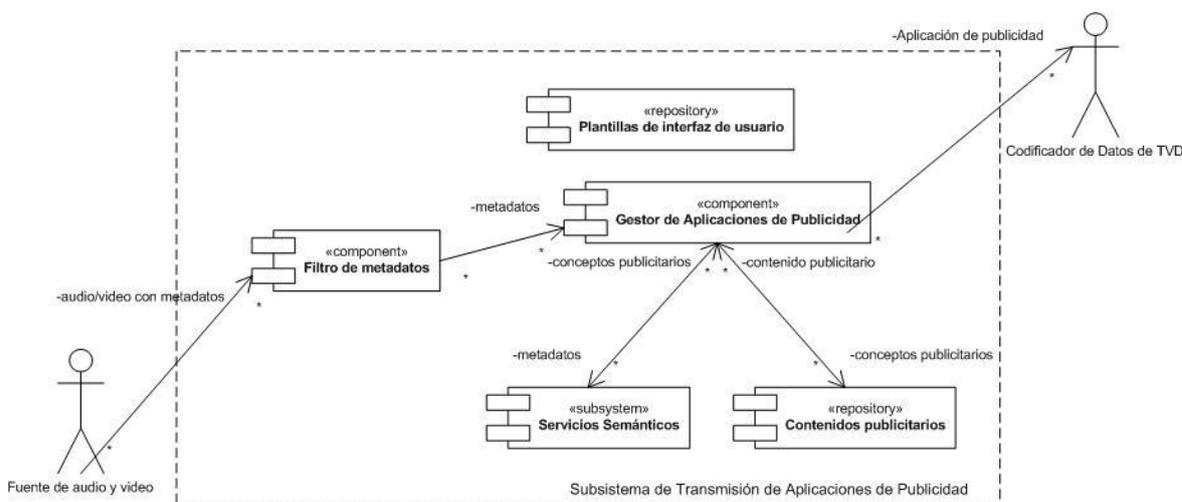
<sup>15</sup> W3C o WWWC es la sigla de *World Wide Web Consortium*, Consorcio de *World Wide Web* o Consorcio de Internet, es la principal organización internacional de estándares para Internet.

video que se va a transmitir. En la Figura 4.2 se muestra la localización de este subsistema en el marco de la infraestructura de la TV Digital descrita en la Figura 2.1.



**Figura 4.2.** Contexto del Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad en SBTVD

La **arquitectura interna** de este subsistema se describe en la Figura 4.3, en la cual muestra una vista estática de este subsistema. El recuadro con línea de puntos separa los componentes que están dentro del subsistema de aquellos con los cuales interactúa.



**Figura 4.3.** Arquitectura interna de Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad

La **descripción de los elementos de la arquitectura interna** de este subsistema se presenta a continuación:

- **Fuente de audio y video:** representa al proveedor de origen del audio y video que se va a transmitir. Es un elemento que está fuera del alcance de la arquitectura que proponemos, por lo que en la Figura 4.3 está graficado como un *actor* del subsistema en cuestión. No obstante, es una precondition para la funcionalidad del subsistema bajo estudio que el flujo de audio y video esté etiquetado con información representativa del contenido, que denominaremos *metadatos semánticos*. Resumiendo, la entrada que recibe

el subsistema bajo estudio es un flujo de *audio y video con metadatos semánticos*.

- Filtro de metadatos: es un componente de software que extrae la información del contenido en forma de metadatos, a partir del flujo de audio y video etiquetado.
- Gestor de Aplicaciones de Publicidad: es un componente de software que se encarga de generar una aplicación de publicidad con el contenido apropiado para el flujo de audio y video a transmitir. La aplicación de publicidad se provee como entrada al codificador de datos, que forma parte de la infraestructura de transmisión de la TV Digital.
- Servicios Semánticos: es el subsistema que, a partir de los metadatos del contenido, indica cuáles son los conceptos publicitarios asociados. Incluye todos los recursos asociados a la Web Semántica (ontologías, motor de inferencia, etcétera) que son necesarios para llevar adelante la función mencionada.
- Contenidos publicitarios: es un repositorio que contiene la información de publicidad referida a un producto/servicio específico y la pauta publicitaria asociada (contenidos durante los cuales debe mostrarse cada publicidad, horario y cantidad de veces que debe mostrarse la publicidad, etc.). Además, cada publicidad tiene asociados etiquetas semánticas descriptivas de su contenido.

La **secuencia de funcionamiento interno** de este subsistema es la siguiente:

1º) La **Fuente de Audio y Video** provee el contenido etiquetado con metadatos semánticos que son representativos de la temática de dicho contenido. Los conceptos y tecnologías que podrían intervenir son las mencionadas en la sección 5.3.2.1.

2º) El componente **Filtro de Metadatos** extrae los metadatos semánticos y los proporciona como entrada al Gestor de Aplicaciones de Publicidad. Las tecnologías involucradas son las referidas en la sección 5.3.2.1.

3º) El componente **Gestor de Aplicaciones de Publicidad** proporciona los metadatos semánticos como entrada al subsistema **Servicios Semánticos**. Este último subsistema se encarga de analizar dichos metadatos y devolver los conceptos de publicidad que están asociados a ese contenido; la sección 5.3.2.2 refiere los conceptos involucrados en este proceso.

4º) El componente **Gestor de Aplicaciones de Publicidad** extrae del repositorio de **Contenidos Publicitarios** la información de publicidad de productos y servicios específicos que debe desplegar la aplicación de TV Digital, en base a los conceptos semánticos obtenidos en el paso anterior. El *Gestor de Aplicaciones de Publicidad* también consulta y extrae del mismo repositorio la información publicitaria que se haya pautado para el horario actual, aunque esta información publicitaria no esté relacionada a la temática de los contenidos.

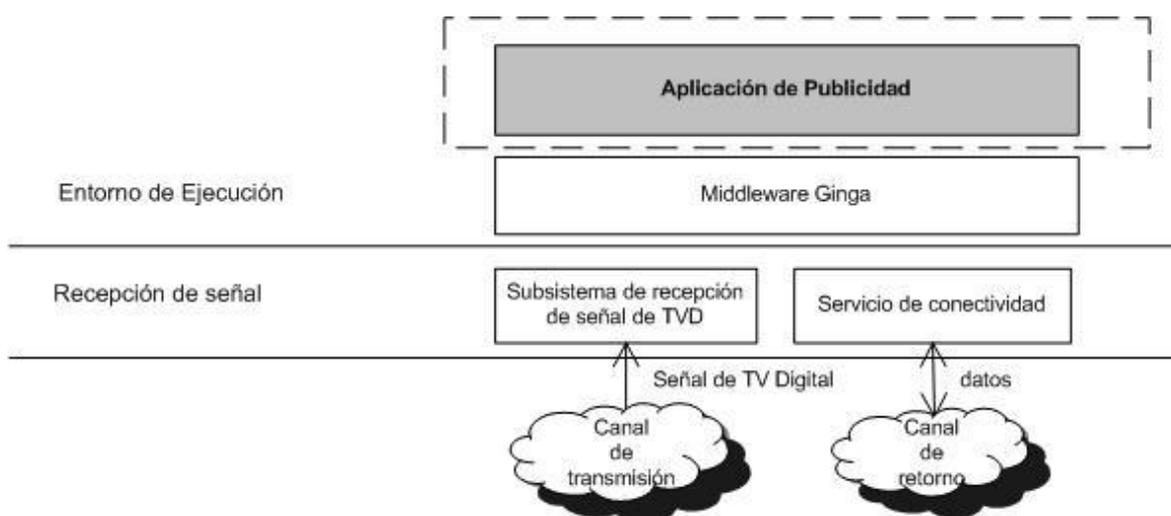
5º) El componente **Gestor de Aplicaciones de Publicidad** construye una aplicación de TV Digital en la cual incluye la información publicitaria obtenida.

Intervienen aquí conceptos y tecnologías mencionados en el capítulo 3 y en la sección 5.3.2.3.

6) El componente **Gestor de Aplicaciones de Publicidad** provee la aplicación construida al Codificador de Datos de la TV Digital. Luego de este paso, continúa el procesamiento estándar para la codificación y transmisión de la señal de TV Digital, como se explicó en el Capítulo 2 del presente trabajo.

#### 4.3.4 Aplicación de Publicidad

Este subsistema está constituido por el software de aplicación de publicidad, ejecutándose en el receptor. Su **objetivo** es presentar una interfaz del usuario con información de publicidad, que permita la interacción con la aplicación. Sus principales funciones son: atender los eventos de interactividad que requiera el televidente y responder en consecuencia; si estos eventos implican efectuar una petición remota, la aplicación se encarga de realizar dicha petición, recibir la respuesta correspondiente y presentar el resultado. La Figura 4.4 muestra la manera en que la *Aplicación de Publicidad* interactúa con el resto de los componentes en el receptor. El recuadro en línea de puntos indica los límites de este subsistema; el resto de los componentes de la figura fueron explicados en los Capítulos 2 y 3.



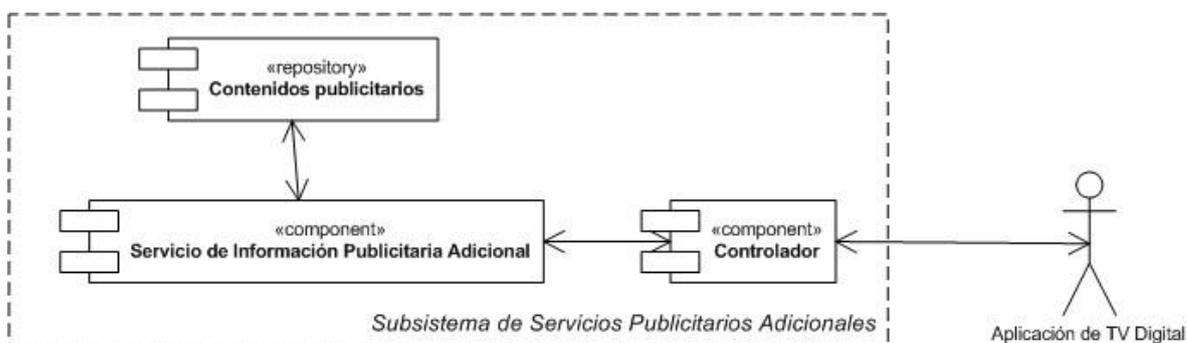
**Figura 4.4.** Contexto de una aplicación de publicidad

- La Aplicación de Publicidad proporciona la funcionalidad básica para:
- presentar a través de una interfaz de usuario la información publicitaria incluida durante su construcción (ver punto 6º de la sección anterior)
  - atender los eventos de interactividad que invoque el televidente por medio de los dispositivos de entrada (por ejemplo, el control remoto).
  - invocar, en respuesta a eventos de interactividad remota del televidente, el servicio web necesario para proveer de mayor información.
  - atender las respuestas resultantes de la invocación anterior y presentar la información recibida. La tecnología involucrada en este punto y en el anterior fue introducida en la sección 5.3.2.3.

#### 4.3.5 Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales

El **objetivo** de este subsistema es atender las peticiones de interactividad que tienen su origen en la aplicación de publicidad de TV Digital ejecutándose en el receptor.

La Figura 4.5 muestra una vista estática de la **arquitectura interna** de este subsistema.



**Figura 4.5.** Arquitectura interna de Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales

La **descripción de los elementos de la arquitectura interna** de este subsistema es la siguiente:

- **Controlador:** es un componente de software que se encarga de recibir las peticiones de interactividad que llegan desde la Aplicación de TV Digital y direccionarlas hacia el componente que se encargará de resolverlas. La tecnología involucrada en este punto fue presentada en la sección 4.3.2.
- **Servicio de Información Publicitaria Adicional:** es el componente que contiene la lógica de negocio necesaria para procesar las peticiones de interactividad.
- **Contenidos publicitarios:** es el repositorio de contenidos de publicidad que se devolverán al receptor en respuesta a las peticiones que se reciban de él.

La **secuencia de funcionamiento interno** de este subsistema es la siguiente:

1º) Una petición de interactividad llega desde la Aplicación de TV Digital que está ejecutándose en el Receptor.

2º) El **Controlador de Peticiones** se encarga de recibir la petición de interactividad que llega desde la Aplicación de TV Digital que está ejecutándose en el Receptor.

Esta petición de interactividad puede estar referida a distintos tipos de solicitudes. A los fines de ilustrar el concepto básico de nuestra propuesta, supondremos que la petición que llega puede ser de dos tipos<sup>16</sup>: peticiones referidas a *publicidad adicional* (es decir, solicitudes de *más información* acerca de una publicidad que está viendo a través de la aplicación en ejecución) y peticiones referidas a *publicidad relacionada* (es decir, solicitudes de publicidad referida a productos/servicios similares al que está visualizando).

<sup>16</sup> En la sección 5.5 *Perspectivas de ampliación y crecimiento futuro* consideraremos otros tipos de peticiones y la manera que la arquitectura de este subsistema se adapta a los mismos.

El Controlador de Peticiones deriva las peticiones al componente encargado de atenderlas. Para los dos tipos de peticiones mencionados, el componente **Servicio de Información Publicitaria Adicional** se encargará de procesarlas.

3º) El **Servicio de Información Publicitaria Adicional** procesa la petición para determinar la información de publicidad que está requiriendo, consulta el **Repositorio de Contenidos Publicitarios** para recuperar la información solicitada, y devuelve la respuesta al Controlador para que sea enviada a la Aplicación de TV Digital.

#### 4.4 Análisis de la Propuesta de Solución

Esta sección examina la arquitectura propuesta para validar el grado de cumplimiento de los objetivos, requerimientos y restricciones planteados inicialmente. Este análisis se realiza desde tres perspectivas diferentes:

- examinando el *cumplimiento de los requerimientos de los interesados*,
- analizando *escenarios* que pueden presentarse, y
- considerando *riesgos y limitaciones*, proponiendo estrategias a seguir para superarlos.

##### 4.4.1 Cumplimiento de los requerimientos

En la sección 4.2.3 se describieron los requerimientos planteados por las partes interesadas. En la Tabla 4.2 evaluamos el cumplimiento de los mismos para la arquitectura propuesta. La tabla muestra, para cada interesado, una síntesis del requerimiento planteado y su correspondiente valoración acerca de la forma en que se da cobertura al mismo.

Interesado	Requerimiento	Evaluación de cumplimiento
Publicista	<i>Soporte para múltiples dispositivos de recepción</i>	La propuesta de arquitectura no condiciona en ninguna medida el tipo de receptor de TVD a utilizar, siempre que sea compatible con la norma SBTVD-T. Este requerimiento es una consideración diseño y construcción de la aplicación, que la arquitectura puede soportar sin necesidad de ninguna modificación.
	<i>No dependencia de la existencia de canal de retorno</i>	La arquitectura propuesta puede soportar aplicaciones con sólo <i>interactividad local</i> (la aplicación que se envía junto con la señal de TV incluye información básica para mostrar) y aplicaciones que requieran, además, <i>interactividad remota</i> (se provee una infraestructura de servicios web para que la aplicación utilice)

**Tabla 4.2.** Evaluación de cumplimiento de requerimientos

<b>Interesado</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Evaluación de cumplimiento</b>
<b>Publicista</b>	<i>Sensibilidad al contexto</i>	Es un requerimiento para considerar en el diseño y construcción de la aplicación. La arquitectura soporta, a través de servicios web, que la aplicación implemente este requerimiento, sin necesidad de modificar o adaptar la infraestructura.
<b>Proveedores de contenido</b>	<i>Infraestructura 'desacoplable' del transmisor</i>	Toda la arquitectura propuesta podría implementarse como un servicio a cargo del Radiodifusor o a cargo de un socio de negocios que provea las funciones descritas para el "Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad" (mediante un flujo de datos de entrada al Codificador de Datos al ser esta entrada, típicamente en la práctica, un canal de entrada de datos en un servidor de TV Digital) y para el "Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales" (dado que una infraestructura que da soporte a servicios web no necesariamente debe estar en el Transmisor)
<b>Ingenieros de infraestructura tecnológica</b>	<i>Arquitectura flexible</i>	La arquitectura tiene la flexibilidad que permite ofrecer una infraestructura de servicios web: orientación a procesos de negocios, independencia de fabricante, interoperabilidad, entre otros.
	<i>Interoperabilidad de los subsistemas</i>	La arquitectura planteada tiene componentes que permiten diseñar una integración de sistemas basada en servicios web y en semántica.

**Tabla 4.2.** Evaluación de cumplimiento de requerimientos (*continuación*)

#### 4.4.2 Análisis de escenarios

El análisis de escenarios está inspirado en la técnica clásica desarrollada en el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon [Kazman et al., 1996].

El análisis busca puntualizar la manera en que diferentes estímulos externos impactan en los atributos de calidad de la arquitectura y la respuesta que ofrece la arquitectura a dichos estímulos. Para mayor claridad, agrupamos el análisis por subsistema y lo sintetizamos en las Tablas 5.3 y 5.4.

<b>Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad</b>		
<b>Atributo de calidad</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>
<i>Adaptabilidad</i>	Agregar nuevos servicios sin resentir el funcionamiento general ( <i>es requerimiento no funcional</i> )	La arquitectura está preparada para soportar nuevos servicios, basados en aplicaciones Ginga y servicios web.
<i>Confiabilidad</i>	Componente <i>Semánticos</i> no disponible <i>Servicios</i> no está	No impacta en el funcionamiento de la infraestructura, pero resiente la característica deseada de "publicidad semánticamente asociada al contenido".

**Tabla 4.3.** Análisis de escenarios para el Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad

<b>Subsistema Servicios Publicitarios Adicionales</b>		
<b>Atributo de calidad</b>	<b>Estímulo</b>	<b>Respuesta</b>
<i>Adaptabilidad</i>	Agregar nuevos servicios sin resentir el funcionamiento general ( <i>es requerimiento no funcional</i> )	La arquitectura está preparada para soportar nuevos servicios, basados en aplicaciones Ginga y servicios web.
<i>Disponibilidad del canal de retorno</i>	El canal de retorno no está disponible para enviar respuestas de peticiones desde el Transmisor hacia el Receptor	Alto impacto para aplicaciones con interactividad remota: este atributo de calidad no está dentro del completo control del Transmisor
<i>Escalabilidad</i>	Aumento significativo y estable de peticiones de interactividad.	La arquitectura de servicios web propuesta tiene la flexibilidad para escalar la infraestructura que la soporta; existen múltiples formas de ampliar la capacidad de procesamiento.

**Tabla 4.4.** Análisis de escenarios para el Subsistema Servicios Publicitarios Adicionales

<b>Subsistema Servicios Publicitarios Adicionales</b>		
<i>Capacidad de Modificación</i>	Publicista requiere información en tiempo real acerca de las peticiones de interactividad de su aplicación	Es una funcionalidad adicional que el diseño descrito soporta sin necesidad de modificaciones estructurales, por ejemplo proveyendo servicios web para los publicistas.
	Dar soporte a publicidad personalizada	Es una funcionalidad adicional que el diseño descrito soporta sin necesidad de modificaciones estructurales. Ver sección 5.5.
<i>Performance</i>	Crecimiento en la audiencia ocasiona que receptores provoquen ráfaga de peticiones de interactividad	Implica escalar la infraestructura que da soporte a los servicios web; existen múltiples maneras de realizarlo.
	Respuesta a peticiones de interactividad de menos de 5 segundos para el 90% de los casos ( <i>es requerimiento no funcional</i> )	Es posible parcialmente: puede aumentarse la capacidad de procesamiento del lado de los servicios web, pero no hay control sobre la velocidad de transmisión del canal de retorno.
<i>Disponibilidad en Servicios Publicitarios Adicionales</i>	99.9% anual, equivale aproximadamente a 9 horas sin servicio al año ( <i>es requerimiento no funcional</i> )	Es posible: supone dotar de <i>alta disponibilidad</i> a la infraestructura que da soporte a los servicios web. No afecta al diseño general de la arquitectura propuesta.
<i>Cambios en la Información Adicional o en Información Asociada</i>	Publicista decide cambiar detalles de la ofertas de productos	La arquitectura tiene flexibilidad para: modificar la información publicitaria disponible (modificando el Repositorio de Contenidos en el Transmisor y enviando una nueva aplicación de manera automática por la forma en que se multiplexa la señal de TVD) y agregar nueva información publicitaria (de la misma manera) sin modificar la aplicación en ejecución.

**Tabla 4.4.** Análisis de escenarios para el Subsistema Servicios Publicitarios Adicionales  
(continuación)

#### 4.4.3 Riesgos y limitaciones

Podrían plantearse situaciones no contempladas que desafíen el diseño propuesto. En la Tabla 4.5 consideramos diferentes tipos de hipótesis de riesgo de diferente tipo, para las cuales proponemos estrategias para mitigarlas.

Tipo	Riesgo	Estrategia de mitigación
<i>Negocio</i>	Arquitectura no responda a cambios en las necesidades de negocio.	Trabajar en conjunto con interesados y desplegar arquitectura conforme se van especificando los planes de negocio, de manera que la infraestructura responda a servicios publicitarios específicos que la empresa planea ofrecer a publicistas y anunciantes.
<i>Tecnológico</i>	Receptores de TV Digital pueden tener diferentes versiones del Middleware; Ginga en fase de implementación	Basar las aplicaciones en las implementaciones más difundidas del middleware. Se requiere un estudio más profundo de este riesgo para contemplar medidas más específicas.
<i>Implementación</i>	Complejidad asociada al diseño, construcción y despliegue del componente <i>Servicios Semánticos</i>	Contratar consultoría especializada para lograr no sólo asesoramiento sino capacitación en orden al mantenimiento de ese componente crítico.

**Tabla 4.5.** Riesgos y estrategias de mitigación de la arquitectura propuesta

Como limitación de carácter técnico asociada a la arquitectura propuesta podríamos señalar el tiempo de respuesta que debe tener el componente *Servicio de Aplicaciones de Publicidad* en el transmisor: es crítico para lograr que se multiplexen los contenidos junto con las aplicaciones de publicidad asociadas. Variaciones en los contenidos de televisión sumadas a tiempos de respuesta deficientes del componente mencionado pueden provocar que la publicidad no esté asociada al contenido transmitido. Para tomar una adecuada dimensión de esta limitación, debería construirse un componente prototipo y realizar algunos experimentos.

#### **Resumen**

*En un contexto de negocios caracterizado por nuevas tecnologías de comunicación audiovisual, los participantes tradicionales del negocio de la publicidad en televisión están obligados a innovar. Así, planteamos como objetivo de negocio difundir con más efectividad el mensaje publicitario, aprovechando las posibilidades técnicas que ofrece SBTVD-T de desplegar aplicaciones de software. Identificamos que la funcionalidad crítica para la arquitectura está en los casos de uso referidos al despliegue de la aplicación y en la atención de acciones de interactividad remota que dispare el televidente usando dicha aplicación. Relevamos a los publicistas, radiodifusores y*

*responsables de infraestructura tecnológica como principales interesados en la infraestructura y detectamos sus requerimientos funcionales y no funcionales, y las restricciones del contexto.*

*Efectuamos una propuesta de arquitectura de software, basada en tecnologías de caracterización y manipulación de contenido multimedia, la Web Semántica y servicios web, que soporta aplicaciones de publicidad con diferentes niveles de interactividad. La arquitectura consiste en tres subsistemas - Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad, Aplicación de Publicidad, y Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales- que describimos desde el punto de vista estático de los componentes que lo conforman y desde un punto de vista dinámico de la interacción entre ellos y secuencia de funcionamiento interno.*

*La validación de la arquitectura propuesta se realiza examinando el cumplimiento de las premisas relevadas, analizando escenarios que pueden presentarse, y considerando riesgos y proponiendo estrategias a seguir para superarlos.*



## 5. DISCUSIÓN

La televisión es un medio de comunicación masivo de alta incidencia en la población. La TV Digital implica un cambio respecto de la tecnología involucrada en la transmisión y recepción de la señal de televisión. Esto impactará no sólo en la manera en que la población conoce y utiliza la televisión sino también en los negocios asociados a la misma.

Los principales estándares de TV Digital son ATSC (desarrollado por Estados Unidos de América), DVB-T (desarrollado por la Unión Europea), ISDB-T (desarrollado por Japón) y SBTVD-T (Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre, desarrollado por Brasil y elegido por Argentina), cada uno con sus características tecnológicas particulares. La mayoría de los países inició el camino que lleva al apagado definitivo de la televisión analógica, y otros ya concretaron ese apagado completamente.

Además de mejoras en la calidad de audio y video, una de las principales innovaciones que introduce la TV Digital, especialmente en el contexto del SBTVD-T, es la posibilidad de proveer un amplio rango de nuevos servicios interactivos al televidente mediante software, transmitido o no junto con la señal de audio y video. El middleware Ginga, una capa de software de estándares abiertos definida por el SBTVD-T, hace posible la ejecución de dichas aplicaciones. En todos los receptores está incluida, por norma, una implementación de código abierto del middleware Ginga-NCL.

Entre las áreas asociadas al ámbito de la televisión que se verán sustancialmente afectada por la nueva tecnología de la TV Digital está la publicidad. Numerosas investigaciones se realizan para integrar diferentes avances en áreas específicas de la tecnología informática con el objeto de aplicarlos a la temática de la publicidad en TV Digital, dada su importancia económica y social. Estas investigaciones se orientan, en general, a considerar avances en áreas tales como la caracterización de contenido multimedia, personalización de contenidos, *context-awareness* y web semántica, entre otros.

El gran potencial del SBTVD-T, la importancia de la publicidad en TV y la posibilidad de aprovechar avances de diversas áreas de tecnología informática, nos motiva a abordar el desarrollo de software interactivo para TV Digital para el ámbito de la publicidad. Nuestro objetivo para este trabajo es presentar una propuesta de arquitectura de software para desplegar –junto con la señal de TV Digital– aplicaciones de publicidad que ofrezcan diferentes niveles de interactividad. Nuestra propuesta está basada en la integración de las normas técnicas establecidas por el SBTVD-T con tecnologías de estándares abiertos, para aplicarlas al ámbito específico de publicidad en televisión.

El Sistema Brasileiro de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-T) es el resultado de estudios y pruebas realizados en Brasil respecto de los tres

estándares de TV Digital vigentes hasta ese momento: ATSC, DVB-T, ISDB-T. Estas experiencias condujeron a seleccionar a la norma japonesa ISDB-T como la más apropiada para concretar la visión de Brasil respecto de la TV Digital. Un consorcio brasilero especialmente constituido realizó innovaciones tecnológicas a la norma japonesa mencionada, entre las que están el uso del estándar H.264 para la codificación de video digital, la definición como estándar abierto del middleware Ginga para el diseño de aplicaciones y la elección de la tecnología WiMAX como la plataforma de comunicaciones para el canal de interactividad. El resultado final es un nuevo estándar de TV Digital denominado SBTVD-T. Este estándar fue adoptado posteriormente por la mayoría de los países en Latinoamérica y algunos países de África.

La ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones, sector de Estandarización de las Telecomunicaciones) establece el *Modelo ITU-T para TV Digital*, un modelo de referencia que proporciona una visión general de las principales estructuras que componen un sistema de TV Digital, describiendo cómo funcionan e interactúan entre sí. El SBTVD-T es totalmente compatible con dicho modelo, de manera que podemos efectuar una caracterización completa del SBTVD-T siguiendo ese modelo de referencia. Así, detallamos las características de:

- la codificación de audio –que básicamente utiliza la norma MPEG-2 AAC-, la codificación de video –que utiliza la norma H.264- y el formateo de datos en el transmisor y la correspondiente decodificación en el receptor,
- la transmisión de la señal, explicando los procesos de multiplexión y remultiplexión en el transmisor que permiten construir un flujo de señal que contiene diferentes calidades de servicios en el mismo ancho de banda de 6 MHz que tradicionalmente se asigna a un canal de televisión, lo que posibilita la recepción parcial según sea un receptor de TV Digital fijo, portátil o móvil,
- el middleware Ginga, la capa de software de estándares abiertos que el SBTVD-T contempla para despliegue de aplicaciones,
- y las diferentes formas que el SBTVD-T estandariza para el canal de interactividad.

Todas estas características en su conjunto hacen posible la transmisión y ejecución de software con diferentes niveles de interactividad en el SBTVD-T.

El desarrollo de software para TV Digital plantea requerimientos específicos que el middleware debe proporcionar; Ginga cumple con todos ellos debido a que es un entorno diseñado específicamente para TV Digital. El SBTVD-T adoptó para Ginga a NCL (*Nested Context Language*, Lenguaje de Contexto Anidado) como el lenguaje declarativo y a Lua como su lenguaje de *scripting*. Ginga fue el primer middleware libre para TV Digital. Las especificaciones de NCL y Ginga-NCL –el motor de ejecución de Ginga para el ambiente declarativo del lado del receptor- son de código abierto (*open source*), libre del pago de regalías de ningún tipo. Además, es liviano en términos de recursos de procesamiento necesario para su ejecución. Por otra parte, existe un entorno imperativo de programación, basado en Java, denominado Ginga-J. El estándar oficial de Ginga es ABNT NBR 15606, y está compuesto por 9 volúmenes que cubren cada uno de los aspectos técnicos del middleware. Ginga-NCL tiene una implementación de referencia de código abierto bajo licencia GPL reconocida por ITU-T. Algunos productos de código abierto han sido derivados de esta implementación, incluyendo el middleware Ginga.ar para set-top-boxes desarrollado por el LIFIA de la Universidad Nacional de La Plata (Argentina).

Nuestra propuesta de arquitectura de software parte de considerar un contexto y objetivos de negocio concretos para el ámbito de la publicidad en TV y formula metas tecnológicas alineadas a los mismos que permitan alcanzar dichos objetivos de negocios, tomando como premisa básica aprovechar la potencialidad que ofrece SBTVD-T para el desarrollo de software.

La funcionalidad esencial del sistema bajo estudio consiste en desplegar - desde el Transmisor de TV Digital hacia el Receptor- aplicaciones de software de publicidad junto con la señal de televisión, conforme al estándar SBTVD-T, de manera que cuando estas aplicaciones estén en ejecución en el Receptor generen peticiones que impliquen el uso del canal de interactividad sea posible atenderlas en el Transmisor y enviar la respuesta correspondiente de vuelta a la aplicación en el Receptor. Del cúmulo de funcionalidad de software que debería implementarse, identificamos como *casos de uso relevantes para la arquitectura* al **despliegue de aplicaciones desde el Transmisor de TV Digital hacia el Receptor** y a la **atención de las peticiones de interactividad remota** que lleguen desde las aplicaciones en ejecución desde el Receptor de TV Digital. Asimismo, hemos detallado requerimientos funcionales y no funcionales de los principales interesados, junto con restricciones específicas.

En base a estas consideraciones, nuestra propuesta de arquitectura integra características tecnológicas de diversas áreas, como la caracterización de contenido multimedia, Web Semántica y Servicios Web de conformidad con lo establecido por el SBTVD. La arquitectura propuesta se compone de tres subsistemas:

- el *Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad* que administra la transmisión de aplicaciones de publicidad desde el Transmisor al Receptor a través del Canal de transmisión.
- la *Aplicación de Publicidad*, cuya función principal es mostrar la información de publicidad y atender la interacción con el televidente, y
- el *Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales* que se encarga de atender las peticiones que lleguen desde la Aplicación de Publicidad Interactiva a través del Canal de retorno o de interactividad y enviar las respuestas por la misma vía. A su vez, la Aplicación de Publicidad en el Receptor es la responsable de mostrar dichas respuestas al televidente.

Nuestra evaluación del cumplimiento de los requerimientos establecidos por los interesados es positiva: consideramos que la propuesta brinda cobertura a todos los requisitos asociados directamente con arquitectura de software y, para aquellos requisitos no vinculados directamente (como aspectos de diseño de aplicaciones o interoperabilidad), la propuesta provee las capacidades necesarias que los mismos requieren para construirse o implementarse. El análisis de probables escenarios que puedan afectar atributos de calidad específicos de los subsistemas componentes de la arquitectura indica que la propuesta tiene un grado aceptable de robustez; son escasos los estímulos para los que la propuesta no brinda una respuesta sólida. Las hipótesis de riesgo por probables situaciones no contempladas pueden, en general, mitigarse con las estrategias propuestas. Por lo tanto, podemos concluir que la arquitectura brinda un adecuado soporte para aplicaciones de TVD, si bien se impone la construcción de prototipos y la realización de experimentos que permitan evaluaciones más precisas.

Por todo lo mencionado, consideramos que la propuesta presentada cumple con los objetivos, requerimientos y restricciones planteados, sin que su

implementación ni posibilidades de crecimiento futuro estén condicionadas a ninguna tecnología propietaria. Profundizar en los aspectos de diseño expuestos posibilitará superar las limitaciones y riesgos, a la vez que permitirá explorar con mayores detalles acerca de las perspectivas de crecimiento mencionadas.

### **Perspectivas de trabajo futuro**

La propuesta presenta varias posibilidades de ampliación y crecimiento futuro.

La extensión natural de una aplicación de publicidad es hacia funcionalidad relacionada al *comercio electrónico*. Concretamente, la posibilidad de realizar la transacción de compraventa por el mismo medio por el cual se promociona el producto o servicio.

Esta extensión puede ser soportada por la arquitectura propuesta, agregando la funcionalidad correspondiente durante el diseño y construcción de la aplicación que se transmite al cliente e incorporando funcionalidad en los servicios web asociados (en el *Subsistema de Servicios Publicitarios Adicionales*), de manera que mediante el aprovechamiento de interactividad remota el televidente pueda realizar operaciones de comercio electrónico (*t-commerce*). Dada la característica de los servicios web, podría integrarse, además, la funcionalidad relativa a la autorización en línea de medios de pago que ofrecen, por ejemplo, los operadores de tarjetas de crédito.

Otra posibilidad de extensión es la *publicidad personalizada*, es decir, la posibilidad de publicitar y vender productos/servicios de manera diferenciada para cada televidente.

Desde el punto de vista de las funcionalidades necesarias para su implementación, la arquitectura presentada provee la infraestructura para relevar de alguna manera los intereses del televidente –por ejemplo, mediante una aplicación específicamente diseñada a tal fin. La información relevada, almacenada en forma local al televidente o remota, será consultada posteriormente para transmitir la publicidad correspondiente, vía la señal de televisión o vía el canal de retorno cuando el televidente interactúe con el control remoto. Cuestiones de seguridad y privacidad de datos deben tomarse en consideración.

Otra perspectiva de extensión de la arquitectura propuesta es posibilitar mayor variedad en la *interfaz de usuario*.

El *Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad* puede ampliarse agregando un *repositorio de plantillas de interfaz de usuario*, de manera que la información publicitaria y la *interfaz visual* sean particulares para cada aplicación que se envíe al Receptor. Esto implica modificar la lógica del componente Gestor de Aplicaciones de Publicidad para que consulte la definición de la plantilla de interfaz de usuario que corresponde utilizar. Esta sería una manera de ‘publicitar un producto de manera novedosa’ tal como se plantea en los requerimientos.

Por otra parte, aunque durante la exposición realizada no se profundizaron detalles acerca de la interfaz de usuario, cabe mencionar que la propuesta de arquitectura realizada no condiciona en ninguna manera las características de la interfaz gráfica de las aplicaciones involucradas.

Es posible, también, contemplar una situación de negocio en la cual la agencia de publicidad o el anunciante proponen al Radiodifusor enviar a los

Receptores su propio software de aplicación de publicidad construido específicamente para anunciar un producto o servicio específico, es decir, transmitir una *aplicación de publicidad específicamente construida* por una agencia o anunciante para un determinado producto.

La arquitectura descrita puede adaptarse a esta situación de negocio realizando mínimas modificaciones estructurales: agregar en el *Subsistema de Transmisión de Aplicaciones de Publicidad* un *repositorio de aplicaciones de publicidad*. Esto implica, al igual que en el punto anterior, adaptar la lógica del componente Gestor de Aplicaciones de Publicidad para que, en lugar de incluir información de publicidad, directamente envíe una aplicación extraída del repositorio de aplicaciones mencionado.

La incorporación de servicios web facilita la *integración con funcionalidad provista por terceros*, como en el ejemplo citado anteriormente para el caso de Comercio Electrónico.

Nuevas aplicaciones se van agregando a los sistemas de información ya existentes. Las soluciones de negocios más innovadoras demandan integración de unidades de negocio, datos empresariales, aplicaciones y, en general, de sistemas de información para mejorar la ventaja competitiva y tener acceso unificado y eficiente a la información [Jones, 2011]. Los servicios web permiten que la integración esté basada en procesos de negocios y enfocada en las interfaces de los servicios, y no en productos específicos.

*Pantalla secundaria o dispositivo secundario* [Fleury et al., 2012] refiere a cualquier dispositivo –como por ejemplo, smartphones, laptops, etc.– que permite al televidente interactuar con los contenidos de TV presentados en la pantalla primaria, típicamente el receptor fijo de TV del hogar.

Es posible integrar esta funcionalidad en nuestra propuesta, de manera de combinar aplicaciones de publicidad interactiva con aplicaciones de pantallas secundarias [Cesar, Bulterman, Jansen, 2008], [Fleury, Pedersen, Baunstrup, Larsen, 2012], [Roner, Sapsted, 2012]. Así, aplicaciones de publicidad multi-pantalla y sistemas de recomendación orientados a publicidad son posibilidades que, desde el punto de vista conceptual, son soportados por nuestra propuesta.

Siguiendo a [Brandenburg et al., 2010] y [Roner, Sapsted, 2012] podríamos proveer servicios de *publicidad interactiva multi-usuarios*, basado en aplicaciones desarrolladas específicamente para ambientes de múltiples usuarios y uso concurrente, es decir, múltiples usuarios conectados a un mismo receptor de TV, de manera de personalizar la publicidad que se muestra a cada usuario. Esta posibilidad requiere que los usuarios se conecten al receptor de TV para poder personalizar el contenido en base a la implementación de *perfiles de usuarios*. En nuestra propuesta, esto se concreta mediante servicios web específicos que gestionen la conexión y desconexión de cada usuario al aparato de TV.

### **Consideraciones finales**

[Berman et al., 2007] señala una caída significativa en la efectividad de las prácticas actuales de empleadas en Televisión, sugiriendo que –entre otros aspectos– la publicidad necesita ser reinventada de cara al futuro. El presente trabajo expone una manera de abordar este desafío mediante una propuesta que integra avances de diferentes áreas relacionadas a las tecnologías de la información en el marco de SBTVD. La flexibilidad que brinda el SBTVD-T permitió elaborar un diseño que posibilita que la publicidad en televisión analógica, unidireccional por naturaleza (del Transmisor al Televidente), se

reconvierta en un servicio bidireccional, interactivo, que aprovecha las ventajas de la tecnologías orientadas a los servicios web, por naturaleza distribuidos, que se puede implementar con software libre.

El impacto de la TV Digital es mucho más significativo que el mero cambio del sistema de transmisión de la señal y que una simple mejora en la calidad de la imagen y sonido, sino que permite un nivel de flexibilidad inalcanzable con la transmisión analógica. Un componente importante de esta flexibilidad es la posibilidad de expandir su funcionalidad con aplicaciones construidas en base a un middleware contemplado en el estándar SBTVD. El middleware es uno de los componentes más importantes de un sistema de TV Digital porque, en la práctica, es el que regula dos industrias de fundamental importancia: la de producción de contenidos y la de fabricación de aparatos receptores. Desde el punto de vista del software, al definir el middleware se está definiendo, de facto, un sistema de televisión. Dominar el conocimiento de esa tecnología es estratégico para un país, pues no dominarlo acarreará también el no-control de su uso [Soares, Barbosa, 2012].

## **APENDICE A: TV Digital en Argentina**

La República Argentina adoptó el estándar SBTVD-T en 2009 [Presidencia De La Nación Argentina, 2009]. Desde entonces, son doce los países en Latinoamérica que han adoptado esa norma.

La TV Digital Abierta (TDA) es una política a través de la cual el Estado Argentino que se propone garantizar el acceso universal a la televisión de aire de modo gratuito [TDA, 2013], mediante el despliegue de la TV Digital Terrestre y la TV Digital Satelital en todo el territorio argentino [TDA, 2012]. Esta política se propone:

- Brindar cobertura de TV Digital en todo el país.
- Promover la participación ciudadana e inclusión social.
- Fomentar la producción de contenidos audiovisuales para TV Digital.
- TV Móvil, permitiendo la posibilidad de ver televisión en dispositivos móviles o portátiles.
- Promover la participación de los televidentes en la elección, crítica, opinión, puntuación, etcétera, de los contenidos, mediante la interactividad.
- Fortalecer la industria nacional, estimulado la producción del equipamiento necesario para transmitir y recibir las señales de TV Digital.

La implementación del Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre (SATVD-T) se inicia en el 2009 con la adopción de la norma SBTVD-T y fue planificada para un despliegue total en 10 años. Durante este período de tiempo convivirán las transmisiones de la televisión analógica y la TV Digital, mientras se realiza la transición gradual hacia el nuevo sistema. De esta manera, está previsto que las transmisiones de la televisión analógica finalizarán en el año 2019.

La Figura A.1 muestra la distribución geográfica de las estaciones transmisora de TV Digital actualmente en operación (círculos sin relleno) y las estaciones transmisoras en proceso de instalación (círculos con relleno negro).



**Figura A.1**

El estado actual del avance del despliegue de TV Digital en Argentina es el siguiente [TDA, 2013]:

- Más de 50 estaciones digitales de transmisión instaladas en todo el país.
- Más del 65% del territorio nacional ya cuenta con cobertura del servicio de la TDA.
- Más de 1.000.000 set-top-boxes entregados en todo el país.
- Más de 9000 escuelas rurales, semi-rurales y de frontera de todo el país con TV Digital Satelital<sup>17</sup>, lo que posibilita a más de 1.500.000 alumnos y unos 400.000 docentes verse beneficiados con la llegada de la TDA.
- Más de 31 canales con programación en receptores fijos y más de 9 canales en receptores móviles mediante la señal One-Seg específica para dispositivos móviles. En ambos casos se incluyen canales que están en periodo de prueba y con cobertura en todo el país o locales.

En Argentina, el Gobierno encomendó al Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada de la Universidad Nacional de La Plata (LIFIA, UNLP) realizar una implementación libre y de código abierto de Ginga-NCL –el middleware para desarrollo de aplicaciones para SBTVD-T- y embeber esa implementación en una plataforma de hardware dedicada, proveyendo una solución que facilite futuros embebidos en otras plataformas [Zambrano et al., 2010].

Para esto, el LIFIA lleva adelante el “Proyecto de TV Digital” [LIFIA] que promueve el desarrollo de Ginga.ar, una implementación bajo licencia GPL del

---

<sup>17</sup> La Televisión Digital Satelital fue anunciada por el gobierno argentino bajo la denominación de *Televisión Directa al Hogar* (TDH).

middleware Ginga-NCL, derivada de la implementación de referencia desarrollada por el Laboratorio de Telemidia de la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, con el cual -además- coopera.. Actualmente los set-top-boxes distribuidos en el marco de TDA incluyen Ginga.ar. Además, Ginga.ar fue adoptado por Venezuela y por otros países de Latinoamérica.

En Argentina, Ginga-J -el ambiente imperativo del middleware Ginga, encargado de la ejecución de aplicaciones basadas en Java- es opcional para todos los tipos de receptores, a diferencia de Brasil donde Ginga-J es requerido para los receptores fijos pero opcionales para los receptores portátiles.



## BIBLIOGRAFIA

[Alvarez, Balaguer, 2010a] Alvarez, A., Balaguer, F., "Testing Automático de Atributos NCL utilizando reconocimiento de patrones", LIFIA, 2010. <http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=testingnclpatrones.pdf>

[Alvarez et al., 2010b] Alvarez, A., Balaguer, F., Costa, F., Woites, L., "Aplicaciones Causales de Televisión Digital con Ginga NCL/LUA", LIFIA, 2010. [http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=aplicaciones\\_casuales.pdf](http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=aplicaciones_casuales.pdf)

[Alvarez, Isasmendi, Balaguer, 2010c] Alvarez, A., Isasmendi, L., Balaguer, F., "Juegos causales en Ginga-NCL", LIFIA, 2010. [http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=juegos\\_casuales.pdf](http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=juegos_casuales.pdf)

[Athanasidis, Mitropoulos, 2010] Athanasidis, E., Mitropoulos, S., "A distributed platform for personalized advertising in digital interactive TV environments", The Journal of Systems and Software, Volumen 83, Número 8, páginas 1453-1469, 2010.

[Baum, Soares, 2012] Baum, G., Soares, L.F.G., "Ginga Middleware and Digital TV in Latin America," IT Professional, Volumen 14, Número 4, páginas 59-61, 2012.

[Berman, Duffy, Shipnuck, 2006] Berman, S., Duffy, N., Shipnuck, L., "The end of television as we know it: a future industry perspective", IBM Institute for Business Value, January, 2006. <http://www-935.ibm.com/services/us/imc/pdf/ge510-6248-end-of-tv-full.pdf>

[Berman et al., 2007] Berman, S., Battino, B., Shipnuck, L., Neus, A., "The end of advertising as we know it", IBM Institute for Business Value, 2007. <http://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/ibv-g510-7869-01-advertising.pdf>

[Bernagozzi, Woites, Balaguer, 2010] Bernagozzi, M., Woites, L., Balaguer, F., "Desarrollo de juegos para decodificadores SATVD-T", LIFIA, 2010. [http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=desarr\\_juegos.pdf](http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/lib/exe/fetch.php?media=desarr_juegos.pdf)

[Bertini, del Bimbo, Nunziati, 2006] Bertini, M., del Bimbo, A., Nunziati, W., "Video clip matching using MPEG-7 descriptors and edit distance", Image and Video Retrieval, páginas 133-142, Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[Blanco-Fernández et al., 2009] Blanco-Fernández, Y., López-Nores, M., Pazos-Arias, J., Martín-Vicente, M., "Automatic generation of mashups for personalized commerce in Digital TV by semantic reasoning", E-Commerce and Web Technologies, páginas 132-143, Springer Berlin Heidelberg, 2009.

- [Brandenburg et al., 2010] Brandenburg, R., Deventer, M. O., Karagiannis, G., Schenk, M., "Multi-user Interactive TV: the next step in personalization", Proceedings of 8th European Conference on Interactive TV and Video, 2010.
- [Cesar, Bulterman, Jansen, 2008] Cesar, P., Bulterman, D., Jansen, A., "Usages of the secondary screen in an interactive television environment: Control, enrich, share, and transfer television content", Changing television environments, páginas 168-177, Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [da Silva Filho, de Lira Gondim, 2011] da Silva Filho, M., de Lira Gondim, P., "NCLua SOAP: Acesso a Web Services em aplicações de TVDi", Workshop de Computação Aplicada em Governo Eletrônico", 2011.
- [Dasiopoulou et al., 2010] Dasiopoulou, S., Tzouvaras, V., Kompatsiaris, I., Strintzis, M., "Enquiring MPEG-7 based multimedia ontologies", Multimedia Tools and Applications, Volumen 46, Números 2-3, páginas 331-370, 2010.
- [de Alencar, 2009] de Alencar, M., "Digital television systems", Cambridge University Press, 2009.
- [Fleury et al., 2012] Fleury, A., Pedersen, J., Baunstrup, M., Larsen, L., "Interactive TV: Interaction and Control in Second-screen TV Consumption", 10th European Interactive TV Conference, 2012.
- [García et al., 2008] García, R., Tsinaraki, C., Celma, O., Christodoulakis, S., "Multimedia content description using Semantic Web languages", Semantic Multimedia and Ontologies, páginas 17-54, Springer London, 2008.
- [Ginga.ar] Ginga.ar, <http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar/ginga.ar>. Consultado en Junio/2013.
- [Gorton, 2011] Gorton, I., "Essential software architecture", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.
- [ITU-T, 1996] ITU-T, "A Guide to Digital Terrestrial Television Broadcasting in the VHF/UHF Bands", 1996.
- [ITU-T, 2001] ITU-T, "Recommendation J.200: "Worldwide Common Core Application Environment for Digital Interactive Television Services", 2001.
- [ITU-T, 2003] ITU-T, "Recommendation J.202: Harmonization of Procedural Content Formats for Interactive TV Applications", 2003.
- [ITU-T, 2004] ITU-T, "Recommendation J.201: Harmonization of Declarative Content Format for Interactive Television Applications", 2004.
- [Jones, 2011] Jones, C., "Do More with SOA Integration: Best of Packt", Packt Publishing Ltd., 2011.
- [Kazman et al., 1996] Kazman, R., Abowd, G., Bass, L., Clements, P., "Scenario-based analysis of software architecture", IEEE Software, Volumen 13, Número 6, páginas 47-55, 1996.

[LIFIA] Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada, *Proyecto de TV Digital*, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina, <http://tvd.lifia.info.unlp.edu.ar>. Consultado en Junio/2013.

[Llanos García, Espinoza, Sánchez Rojas, 2011] Llanos García, A., Espinoza, N. Sánchez Rojas, J., "*Publicidad Interactiva para Televisión Digital Terrestre (TdT) usando middleware Ginga-NCL*", INTERCON - XVIII International Congress of Electronic, Electrical and Systems Engineering, 2011.

[López-Nores et al., 2009] López-Nores, M., Rey-López, M., Pazos-Arias, J., García-Duque, J., Blanco-Fernández, Y., Gil-Solla, A., Díaz-Redondo, R., Fernández-Vilas, A., Ramos-Cabrer, M., "*Spontaneous interaction with audiovisual contents for personalized e-commerce over Digital TV*", Expert Systems with Applications, Volumen 36, Número 3, páginas 4192-4197, 2009.

[López-Nores et al., 2010] López-Nores, M., Pazos-Arias, J., García-Duque, J., Blanco-Fernández, Y., Martín-Vicente, M., Fernández-Vilas, A., Ramos-Cabrer, M., Gil-Solla, A., "*MiSPOT: dynamic product placement for digital TV through MPEG-4 processing and semantic reasoning*", Knowledge and Information Systems, Volumen 22, Número 1, páginas 101-128, 2010.

[Luftman, Lewis, Oldach, 1993] Luftman, J., Lewis, P., Oldach, S. "*Transforming the enterprise: The alignment of business and information technology strategies*", IBM Systems Journal, Volumen 32, Número 1, páginas 198-221, 1993.

[Mittal, 1994] Mittal, B., "*Public assessment of advertising: faint praise and harsh criticism*", Journal of Advertising Research, Volumen 34, Número 1, páginas 35-53, 1994.

[Nokia Digital TV] Nokia Digital TV, "*Nokia Digital TV S60i*", <http://store.ovi.com/content/48850?clickSource=search&pos=2>. Consultado en Junio/2013.

[Pessemier et al., 2008] Pessemier, T., Deryckere, T., Vanhecke, K., Martens, L., "*Proposed architecture and algorithm for personalized advertising on iDTV and mobile devices*", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volumen 54, Número 2, páginas 709-713, 2008.

[Pisciotta, 2010] Pisciotta, N., "*Sistema ISDB-Tb (Primera Parte)*", Universidad Blas Pascal, Serie de Materiales de Investigación, Año 3, Número 9, 2010.

[Portal de Software Público Brasileiro] Portal de Software Público Brasileiro, [www.softwarepublico.gov.br](http://www.softwarepublico.gov.br). Consultado en Junio/2013.

[Presidencia de la Nación Argentina, 2009] Presidencia de la Nación Argentina, "*Decreto 1148/2009 - Sistema Argentino de Televisión Digital Terrestre*", 2009.

[Raz et al., 2006] Raz, D., Juhola, A., Serrat-Fernandez, J., Galis, A., "*Fast and efficient context-aware services*", Wiley, 2006.

[Redondo et al., 2012] Redondo, R., Diaz, A., Fernández Vilas, A., Pazos Arias, J., Ramos Cabrer, M., Gil Solla, A., Garcia Duque, J., "*Bringing Content*

*Awareness to Web-Based IDTV Advertising*", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, Volumen 42, Número 3, páginas 324-333, 2012.

[Rey-López et al., 2010] Rey-López, M., Fernández-Vilas, A., Díaz-Redondo, R., López-Nores, M., Pazos-Arias, J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M., García-Duque, J., *"Enhancing TV programmes with additional contents using MPEG-7 segmentation information"*, Expert Systems with Applications, Volumen 37, Número 2, páginas 1124-1133, 2010.

[Roner, Sapsted, 2012] Roner, L., Sapsted, T., *"Smart TV and Multi-screen Advertising: Prospects for 2012"*, Smart TV and Multi-screen Advertising Summit, 2012. <http://www.smarttvsummit.com/advertising/pdf/WhitePaper.pdf>

[Soares et al., 2010] Soares, L.F.G., Moreno, M., de Resende Costa, R., Moreno, M., *"Towards the convergence of digital TV systems"*, Journal of Internet Services and Applications, Volumen 1, Número 1, páginas 69-79, 2010.

[Soares, Barbosa, 2012] Soares, L.F.G, Barbosa, S., *"Programando em NCL 3.0. Desenvolvimento de Aplicações para o middleware Ginga"*, Pontifícia Universidad do Rio de Janeiro, 2012.

[Soares, Rodrigues, Moreno, 2007] Soares, L.F.G., Rodrigues, R., Moreno, M. *"Ginga-NCL: the declarative environment of the Brazilian digital TV system"*, Journal of the Brazilian Computer Society, Volumen 12, Número 4, páginas 37-46, 2007.

[Souza Filho, Leite, Batista, 2007] Souza Filho, G., Leite, L., Batista, C., *"Ginga-J: The procedural middleware for the brazilian digital tv system"*, Journal of the Brazilian Computer Society, Volumen 12, Número 4, páginas 47-56, 2007.

[TDA, 2013] Televisión Digital Abierta, <http://www.tda.gov.ar>. Consultado en Junio/2013.

[Tsinaraki, Polydoros, Christodoulakis, 2004] Tsinaraki, C., Polydoros, P., Christodoulakis, S., *"Integration of OWL ontologies in MPEG-7 and TV-Anytime compliant Semantic Indexing"*, Advanced Information Systems Engineering, Springer Berlin Heidelberg, páginas 398-413, 2004.