



UNIVERSIDAD DE CUENCA

---

FACULTAD DE INGENIERIA

PROPUESTA TECNOLÓGICA DE EVALUACIÓN DEL  
APRENDIZAJE BASADO EN PLATAFORMAS  
T-LEARNING USANDO EL PROTOCOLO USSD  
COMO CANAL DE RETORNO.

T E S I S

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**Magíster en Gestión Estratégica de Tecnologías de  
Información**

AUTOR:

**Carlos Andrés Sampedro Cordero**

CI: 0104839766

DIRECTORA:

Ing. Piedad Magali Mejía Pesantez, Mst.

CI: 0102791506

Cuenca, Ecuador

2018



# Resumen

Es evidente el incremento del uso de Internet en nuestro país principalmente en las escuelas y hogares de las grandes ciudades, situación que no es la misma en áreas rurales, en donde el acceso a la red ha mejorado en los últimos años, pero que sigue siendo bajo. Actualmente se utiliza la web como un medio de enseñanza mediante el cual los alumnos adquieren nuevos conocimientos a través de los contenidos audiovisuales que se encuentran. En los lugares en donde la implantación de Internet ha sido escasa, se deben buscar formas alternativas de poder llegar a tener un escenario parecido al que se logra mediante el uso de esta tecnología.

Dentro del contexto mencionado anteriormente y aprovechando la futura implementación de la Televisión Digital Terrestre (**TDT**) en el Ecuador, se ha visto la posibilidad de que mediante esta tecnología, la población principalmente de zonas alejadas de la ciudad pueda adquirir nuevos conocimientos. La propuesta que se plantea supone mediante la utilización de la TV Digital la persona aprenda sobre un tema de su interés y posteriormente responda a un cuestionario con ciertas preguntas, que serán enviadas por broadcast y las respuestas, en cambio, utilizarían la tecnología **USSD** (***Unstructured Supplementary Service Data*** o **Servicio Suplementario de Datos no Estructurados**) como canal de retorno, la ventaja de esta tecnología, es de no requerir el uso de Internet para la transmisión de información, pudiendo trabajar con normalidad en una red móvil **GSM** (***Global System for Mobile Communications*** o **Sistema Global para los Comunicaciones Móviles**).

El aporte del presente trabajo es generar una nueva opción para llevar conocimiento a zonas distantes, sin la utilización de una conexión a Internet, en donde sus pobladores tengan la posibilidad de recibir una mejor enseñanza aprovechando los recursos tecnológicos actuales y futuros.

Para llevar a cabo esta propuesta, se utilizó la investigación cualitativa, mediante la cual se analizó la documentación existente sobre los temas: TV Digital, *t-learning* y **USSD** y en base a esto, se generó una propuesta de arquitectura la cual utiliza las tecnologías anteriormente nombradas. Además fue necesario verificar la factibilidad del uso de la tecnología **USSD**, examinando principalmente los costos generados, los mismos que podrían ser subvencionados por el estado.

**Palabras Clave:** *t-learning*, **USSD**, **GSM**, **TDT**, canal de retorno



# Abstract

The increase in Internet use in our country is evident mainly in schools and homes in large cities, a situation that is not the same in rural areas, where access to the network has improved in recent years, where access to the network has improved in recent years, but it is still low. The web, is now being used as a means of learning by which students acquire new knowledge through audiovisual content that is found. In places where Internet implementation has been insufficient, where Internet adoption has been low, it is necessary to look for alternative ways to get to having a scenario similar to that achieved through the use of this technology.

In this context mentioned above and taking advantage of the future implementation of the Digital Terrestrial Television (**DTT**) in Ecuador, has seen the possibility of using this technology, the population mostly in remote areas of the city is able to acquire new knowledge. This work implies through the use of Digital TV the person learn about a topic of their interest and subsequently respond to a questionnaire with certain questions, which will be sent by broadcast, and the answers, instead, they would use the technology **USSD** (*Unstructured Supplementary Service Data or Supplemental Service for unstructured Data*) as the return channel. This technology has the advantage of not requiring the use of the Internet, being able to work normally on a mobile network **GSM** (*Global System for Mobile Communications, or Global System for Mobile Communications*).

The contribution of this work is to generate a new option to bring knowledge to remote areas, without the use of a connection to the Internet, where its inhabitants have the possibility to receive a better education by means of technology resources current and futures.

In order to achieve the goals of this work, qualitative research was used, by means of which the existing papers were analyzed on the topics: digital terrestrial television, t-learning and **USSD**, and based on this, generated an architecture propose which uses the technologies named previously. Also it was necessary to verify the practicality of the use **USSD** technology, examining principally the generated costs, the same ones that might to be subsidized by the Ecuadorian government.

**Keywords:** t-learning, **USSD**, **GSM**, **DTT**, return channel



# Índice general

Índice de figuras	VI
Índice de tablas	VIII
Abreviaturas	XV
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Presentación . . . . .	1
1.2 Problemática . . . . .	2
1.3 Objetivo . . . . .	3
1.3.1 Objetivos Específicos . . . . .	3
1.4 Propósito . . . . .	3
1.5 Metodología . . . . .	4
1.5.1 Análisis descriptivo comparativo de los artículos científicos, tesis y demás documentos recopilados. . . . .	4
1.5.2 Comprensión de los documentos analizados . . . . .	5
1.5.3 Generación de la propuesta de arquitectura utilizando la información previamente obtenida en las fases anteriores . . . . .	5
1.6 Alcance . . . . .	5
<b>2 Estado del Arte</b>	<b>7</b>
2.1 Actualidad de la TDT en Ecuador . . . . .	7
2.1.1 Normativa Técnica . . . . .	7
2.2 Actualidad de la TDT en Latinoamérica . . . . .	12
2.3 Actualidad de <i>t-learning</i> en Ecuador y Latinoamérica . . . . .	15
2.4 Actualidad de USSD en Ecuador y Latinoamérica . . . . .	21
<b>3 Televisión Digital Terrestre</b>	<b>24</b>
3.1 Introducción . . . . .	24
3.1.1 Formas de recibir la Televisión Digital Terrestre . . . . .	27
3.1.2 Equipamiento . . . . .	27
3.2 Estándares . . . . .	28
3.3 Televisión Digital Interactiva TVDi . . . . .	29
3.3.1 Interactividad Local . . . . .	30



3.3.2	Interactividad Remota . . . . .	30
3.3.3	Canal de Retorno . . . . .	32
3.3.3.1	Línea Telefónica . . . . .	32
3.3.3.2	Red Celular . . . . .	32
3.3.3.3	Red Inalámbrica . . . . .	33
3.3.3.4	PLC ( <i>Power Line Communication</i> ) . . . . .	33
3.3.4	Aplicaciones Interactivas . . . . .	33
3.3.4.1	<i>T-Commerce</i> o T-Comercio . . . . .	34
3.3.4.2	<i>T-Health</i> o T-Salud . . . . .	34
3.3.4.3	<i>T-Government</i> o T-Gobierno . . . . .	34
3.3.4.4	<i>T-Banking</i> o T-Banca . . . . .	34
3.3.4.5	<i>T-learning</i> o T-Enseñanza . . . . .	35
3.3.5	Middleware . . . . .	35
3.3.6	Middleware Ginga . . . . .	37
3.4	t-learning . . . . .	38
3.4.1	Tipo de Aprendizaje . . . . .	41
3.4.2	Arquitectura de <i>t-learning</i> . . . . .	43
<b>4</b>	<b>USSD</b> . . . . .	<b>47</b>
4.1	Introducción . . . . .	47
4.1.1	Características . . . . .	47
4.2	Arquitectura . . . . .	48
4.2.1	Red GSM . . . . .	49
4.3	Servicios . . . . .	51
4.3.1	Tipos de Mensaje USSD . . . . .	51
4.3.2	MMI (Modo Hombre-Máquina) . . . . .	52
4.3.3	Servicios Iniciados por el móvil ( <i>Mobile Initiated</i> ) . . . . .	52
4.3.4	Servicios Iniciados por la red ( <i>Network Initiated</i> ) . . . . .	53
4.4	Fases . . . . .	54
4.4.0.1	USSD Fase 1 . . . . .	54
4.4.0.2	USSD Fase 2 . . . . .	55
4.4.0.3	USSD Fase 2+ . . . . .	55
4.5	Señalización SS7 ( <i>Signaling System Number 7</i> ) . . . . .	55
4.6	Arquitectura SS7 . . . . .	56
4.6.1	SSP ( <i>Service Switching Point</i> ) . . . . .	56
4.6.2	STP ( <i>Signal Transfer Point</i> ) . . . . .	56
4.6.3	SCP ( <i>Service Control Point</i> ) . . . . .	57
4.7	Pila de Protocolos SS7 . . . . .	57
4.7.1	SS7 Level 1 . . . . .	58
4.7.2	SS7 Level 2 . . . . .	58
4.7.3	SS7 Level 3 . . . . .	58
4.7.4	SS7 Level 4 . . . . .	59



---

4.7.4.1	ISUP (ISDN ( <i>Integrated Services Digital Network</i> ) User Part) . . . . .	59
4.7.4.2	SCCP ( <i>Signaling Connection Control Part</i> ) . . . . .	59
4.7.4.3	TCAP ( <i>Transactional Capabilities Application Part</i> ) . . . . .	59
4.7.4.4	MAP (Mobile Application Part) . . . . .	60
4.8	SIGTRAN ( <i>SIGnaling TRANsport</i> ) . . . . .	60
4.8.1	SCTP ( <i>Stream Control Transmission Protocol</i> ) . . . . .	61
4.8.1.1	Capa M3UA . . . . .	62
4.8.1.2	Capa M2UA . . . . .	62
4.8.1.3	Capa SUA . . . . .	63
4.8.1.4	Capa TUA . . . . .	63
4.9	Conclusión . . . . .	63
<b>5</b>	<b>Propuesta de Arquitectura para evaluación del aprendizaje <i>t-learning</i> utilizando protocolo USSD</b> . . . . .	<b>64</b>
5.1	Introducción . . . . .	64
5.2	Análisis . . . . .	66
5.2.1	Técnico . . . . .	67
5.2.2	Económico . . . . .	79
5.2.3	Social . . . . .	79
5.2.4	Legal o Regulatorio . . . . .	80
<b>6</b>	<b>Conclusiones y trabajo futuro</b> . . . . .	<b>83</b>
6.1	Conclusiones . . . . .	83
6.2	Trabajo Futuro . . . . .	84
	<b>Anexos</b> . . . . .	<b>86</b>
A	<b>Anexo A: Norma Técnica Televisión Digital Terrestre</b> . . . . .	<b>87</b>
B	<b>Anexo B: Códigos USSD</b> . . . . .	<b>88</b>
C	<b>Anexo C: Acuerdo de Conexión operadora Claro (Dinero Electrónico)</b> . . . . .	<b>89</b>
D	<b>Anexo D: Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado</b> . . . . .	<b>90</b>
E	<b>Anexo E: Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de otras señales multimedios</b> . . . . .	<b>91</b>
	<b>Bibliografía</b> . . . . .	<b>92</b>



# Índice de figuras

Figura 2.1	Número de Estaciones Concesionadas por Provincia y Tipo . . . . .	12
Figura 2.2	Países que están evolucionando a la TDT . . . . .	13
Figura 2.3	Estándares de Televisión Digital en el mundo . . . . .	14
Figura 2.4	Distribución geográfica de iniciativas t-learning . . . . .	16
Figura 2.5	Servicios y productos de dinero móvil . . . . .	21
Figura 3.1	Dividendo Digital . . . . .	26
Figura 3.2	Servicios Residenciales Globales . . . . .	26
Figura 3.3	Modelo de referencia funcional para servicios de televisión interactiva . . . . .	30
Figura 3.4	Diagrama de bloques del canal interactivo . . . . .	31
Figura 3.5	Localización del Middleware . . . . .	36
Figura 3.6	Capas de TDT . . . . .	37
Figura 3.7	Arquitectura GINGA . . . . .	38
Figura 3.8	Convergencia e-learning, PC y TV . . . . .	39
Figura 3.9	El ámbito de t-learning: Entre el entretenimiento puro y la educación formal . . . . .	42
Figura 3.10	Arquitectura sistema t-learning . . . . .	44
Figura 4.1	Arquitectura USSD . . . . .	48
Figura 4.2	Ejecución de orden USSD . . . . .	50
Figura 4.3	Sesión Iniciada por el móvil . . . . .	53
Figura 4.4	Sesión iniciada por la red . . . . .	54
Figura 4.5	Arquitectura SS7 . . . . .	56
Figura 4.6	Pila de Protocolos SS7 . . . . .	57
Figura 4.7	Formato de mensaje SS7 . . . . .	58
Figura 4.8	Etiqueta de Enrutamiento . . . . .	59
Figura 4.9	Arquitectura de SIGTRAN . . . . .	61
Figura 5.1	Alternativas a canal de retorno . . . . .	66
Figura 5.2	Arquitectura cuando se utiliza GSM como canal de interacción . . . . .	67
Figura 5.3	Set Top Box . . . . .	68
Figura 5.4	Módem USB . . . . .	68
Figura 5.5	Dispositivo para conexión GSM usando hardware libre ARDUINO . . . . .	70
Figura 5.6	Arquitectura Propuesta . . . . .	71



Figura 5.7	Código Lua - GSM . . . . .	73
Figura 5.8	Pantalla Principal aplicación TV Digital . . . . .	74
Figura 5.9	Pantalla evaluación TV Digital . . . . .	74
Figura 5.10	Modelo básico de control remoto para televisión digital . . . . .	75
Figura 5.11	Simulación de sitio web con resultados de evaluación . . . . .	76
Figura 5.12	Elementos básicos notación BPMN . . . . .	77
Figura 5.13	Diagrama de proceso de arquitectura propuesta . . . . .	78
Figura 5.14	Hogares que poseen telefonía celular . . . . .	80



# Índice de tablas

Tabla 2.1	Fases del apagón analógico en Ecuador . . . . .	10
Tabla 2.2	Concesión de frecuencias Televisión Digital Terrestre . . . . .	11
Tabla 3.1	Estándares empleados en la TV Digital . . . . .	28
Tabla 3.2	Características de PC, TV and TVDi y sus implicaciones en el aprendizaje . . . . .	41
Tabla 3.3	Infraestructura de <i>Hardware t-learning</i> . . . . .	44
Tabla 3.4	Infraestructura de <i>Software t-learning</i> . . . . .	45
Tabla 3.5	Modelo de requerimientos <i>t-learning</i> . . . . .	46



# Cláusula derechos de autor



Universidad de Cuenca  
Cláusula de derechos de autor

---

Carlos Andrés Sampetro Cordero, autor/a de la tesis "PROPUESTA TECNOLÓGICA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PLATAFORMAS T-LEARNING USANDO EL PROTOCOLO USSD COMO CANAL DE RETORNO", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de (título que obtiene). El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 12 de abril de 2018

---

Carlos Andrés Sampetro Cordero

C.I: 0104839766



# Cláusula propiedad intelectual

---



Universidad de Cuenca  
Cláusula de propiedad intelectual

---

Carlos Andrés Sampedro Cordero, autor/a de la tesis "PROPUESTA TECNOLÓGICA DE EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PLATAFORMAS T-LEARNING USANDO EL PROTOCOLO USSD COMO CANAL DE RETORNO", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 12 de abril de 2018

Carlos Andrés Sampedro Cordero

C.I: 0104839766



# Dedicatoria

*Con mucho cariño, quiero dedicar este trabajo a Dios, a mi familia, principalmente a mi esposa, mis papis, hermanos, sobrinitos y a todas las personas que formaron parte de una u otra forma de este trabajo y supieron animarme para la culminación del mismo.*



# Agradecimientos

*A Dios por darme la fuerzas y la bendición de terminar una nueva meta.*

*A mi esposa y compañera, a mis papis, hermanos, sobrinitos y demás familiares quienes estuvieron siempre pendientes, brindándome su cariño, alegría, apoyo, consejos y oraciones a lo largo de todo este tiempo de estudio.*

*A los profesores del Departamento de Investigación de la Facultad de Ingeniería, de manera especial: a la Ing. Magali Mejía, al Ing. Kenneth Palacio y al Ing. Fabián Astudillo por su tiempo, esfuerzo, dedicación y ayuda desinteresada para la culminación de este trabajo.*

*A mis compañeros y amigos por el tiempo compartido en las aulas y fuera de ellas.*

*¡ Muchas Gracias !*



# Abreviaturas

## **ADSL**

*Asymmetric Digital Subscriber Line* - Línea de abonado digital asimétrica. [4](#), [5](#), [29](#), [31](#), [63](#)

## **API**

*Application Programming Interface* - Interfaz de Programación de Aplicaciones. [34](#)

## **ARIB**

*Association of Radio Industries and Businesses*. [34](#)

## **ATSC**

*Advanced Television Systems Committee* - Comité de Sistemas de Televisión Avanzada. [34](#)

## **BCE**

Banco Central del Ecuador. [3](#), [5](#), [72](#), [73](#), [82](#)

## **DASE**

*DTV Application Software Environment*. [34](#)

## **EPG**

*Electronic Program Guide* - Guía Electrónica de Programación. [26](#), [29](#)

## **FTTH**

*Fiber To The Home* - Fibra hasta el hogar. [29](#)

## **GPRS**

*General Packet Radio Service* - Servicio General de Paquetes vía Radio. [21](#), [47](#), [64](#)



## **GSM**

*Global System for Mobile Communications* - Sistema Global para los Comunicaciones Móviles. [5](#), [21](#), [29](#), [31](#), [46–50](#), [54](#), [63–69](#), [71](#), [73](#), [77](#)

## **ISDB-T**

*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*. [7–9](#)

## **ISDN**

*Integrated Services Digital Network* - Red Digital de Servicios Integrados. [29](#), [58](#)

## **MHP**

*Multimedia Home Platform*. [34](#)

## **MINTEL**

Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador. [8](#), [12](#), [74](#)

## **NCL**

*Nested Context Language*. [36](#), [39](#)

## **PLC**

*Power Line Communications*. [31](#)

## **SIGTRAN**

*SIGnaling TRANsport*. [22](#), [46](#), [59](#), [60](#), [71](#)

## **SMS**

*Short Message System* - Sistema de Mensajes Cortos. [21](#), [47](#), [54](#), [59](#)

## **SS7**

*Signaling System Number 7* - Sistema de Señalización Número 7. [46](#), [49](#), [54–57](#), [59–61](#), [71](#)

## **STB**

*Set Top Box* - Decodificador de señal digital a analógica. [5](#), [9](#), [26](#), [28–30](#), [34](#), [42](#), [66](#), [67](#), [71](#), [72](#)

## **TDT**

Televisión Digital Terrestre. [3](#), [4](#), [7–9](#), [11–20](#), [23](#), [29](#), [32](#), [33](#), [36](#), [38](#), [42](#), [66](#), [73](#), [76](#), [78](#), [80](#)

## **TVDi**

Televisión Digital Interactiva. [4](#), [28](#), [32](#), [34](#), [37](#), [39](#), [40](#)



## UMTS

*Universal Mobile Telecommunications System* - Sistema universal de telecomunicaciones móviles. [21](#), [47](#)

## USSD

*Unstructured Supplementary Service Data* - Datos de Servicio Suplementario no Estructurados. [3-5](#), [7](#), [20-22](#), [45-54](#), [59](#), [65](#), [67](#), [68](#), [71-73](#), [77](#), [81](#)

## WiMAX

*Worldwide Interoperability for Microwave Access*. [4](#), [5](#), [29](#), [30](#), [32](#), [64](#), [65](#)



## Capítulo 1

# Introducción

*En este primer capítulo se presenta una visión general de este trabajo, en donde es necesario definir la problemática, los objetivos y también explicar la metodología a utilizarse para la elaboración de la investigación, concluyendo con el alcance que tendrá la tesis. En las siguientes líneas el lector podrá tener un mejor entendimiento de lo que se propone y la justificación de lo que se plantea en este proyecto.*

### 1.1. Presentación

La Televisión Digital mejora la recepción de la señal televisiva, optimizando la calidad tanto de audio como de video, permitiendo acceder a varios canales y servicios interactivos (Pindado, 2010). La llegada de esta tecnología ha favorecido a que el contenido multimedia e interactivo, pueda distribuirse de manera inmediata, esperando índices de penetración muy superiores a los de Internet y además de manera gratuita, puesto que se trata de señal abierta, por consiguiente, se han aprovechado estas ventajas para promocionar y difundir contenido de aprendizaje mediante aplicaciones que funcionan en televisores convencionales y que están al alcance de la mayoría de la población, algunos ejemplos de esto, se pueden observar más adelante en la sección: Actualidad de *t-learning* en Ecuador y Latinoamérica. Muchas universidades y centros de capacitación, han ampliado su oferta a través de Internet, ofreciendo una diversidad creciente de cursos y programas en línea, que han obtenido un sinnúmero de logros y cada vez tienen una mayor aceptación. Es así que hoy en día, estos centros exploran la posibilidad de utilizar la televisión como medio de difusión del contenido de aprendizaje (*t-learning*), lo que



abriría una oportunidad para que pobladores de zonas lejanas puedan acceder a material que les permita aprender sobre temas de su interés. Según [Moreno y Reyes \(2011\)](#) se vuelve necesario que la academia se involucre en el desenvolvimiento de aplicaciones y contenidos para la televisión digital.

*t-learning* es el acceso a material educativo enriquecido en video, principalmente dentro de casa a través de una TV ([Bates, 2003](#)). Además, [Aarreniemi-Jokipelto \(2005\)](#), sostiene que *t-learning* podría incluir tecnologías móviles y protocolos de internet, lo que termina siendo una convergencia de varios medios de comunicación y por supuesto de e-learning, ésta última puede definirse como un intercambio de conocimiento y materiales a través de un medio digital ([De Franco y De Oliveira, 2007](#)).

El presente proyecto se centra en el problema particular de la evaluación del aprendizaje bajo las tecnologías de *t-learning*, en las que se debe contar con un esquema adecuado de evaluación que garantice y promueva un aprendizaje efectivo. Hoy en día los dispositivos móviles se encuentran de manera omnipresente en las diversas actividades humanas productivas y de entretenimiento. Estos dispositivos proporcionan al usuario una alternativa más de interactividad, por lo que es importante estudiar su uso como medio de evaluación desde la perspectiva tecnológica, de telecomunicaciones y de operatividad en el ámbito de aplicaciones de aprendizaje dentro de la televisión digital.

## 1.2. Problemática

En Ecuador el porcentaje de hogares que cuentan con acceso a Internet en áreas rurales es apenas el 16 % <sup>1</sup>, lo que muestra la poca accesibilidad a la web, en contrapartida, en éstas mismas zonas, alrededor del 79 % <sup>2</sup> de hogares cuentan con un televisor, dando muestra de que la TV es un medio de comunicación masivamente utilizado en nuestro país. Según los datos anteriormente mostrados, es necesario contar con una nueva forma de llevar la enseñanza a lugares en donde la penetración de Internet es baja, para lo cual la televisión se puede convertir en un gran aliado, debido a su facilidad de uso y su presencia en mayor magnitud en los hogares ecuatorianos. Es así, que en este trabajo se propone el uso de la red móvil [GSM](#), puesto que, al revisar la estadísticas, se observa un

---

<sup>1</sup>**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Porcentaje de Hogares que tienen acceso a Internet, Ecuador, 2016.

<sup>2</sup>**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Porcentaje de Hogares que tienen televisor, Ecuador, 2016.



82%<sup>3</sup> de acceso a la misma en zonas rurales.

### 1.3. Objetivo

Proponer el uso de la tecnología **USSD** como canal de retorno en aplicaciones *t-learning* generando así una solución que no necesita conexión a Internet pudiendo ser utilizada en zonas rurales.

#### 1.3.1. Objetivos Específicos

- Proponer una arquitectura de hardware para **TDT** basada en la tecnología **USSD** como **canal de retorno**.
- Sugerir una forma de evaluación del aprendizaje mediante la utilización de aplicaciones *t-learning* y la arquitectura propuesta.
- Revisión de la solución planteada desde varios aspectos como son: técnico, económico, social, legal.

### 1.4. Propósito

El propósito del presente trabajo es brindar una nueva alternativa de interacción con la **TDT**, tomando en cuenta sobre todo los sectores rurales del país, en donde la penetración de Internet es todavía escasa. Se prevee que el uso de **USSD**, no genere costos a la población, por la utilización de infraestructura perteneciente a las operadoras móviles, pensando tal vez, en que el costo sea subvencionado por el Estado, como se lo hizo en el caso del dinero electrónico, en donde el gobierno a través del Banco Central del Ecuador (**BCE**) cancela una comisión a dichas operadoras por la utilización de **USSD**. Para una información más detallada, véase Anexo **C**.

---

<sup>3</sup>**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Porcentaje de Hogares que poseen telefonía celular, Ecuador, 2016.



## 1.5. Metodología

La metodología utilizada para realizar este trabajo, se basa en la investigación cualitativa, mediante la cual se persigue generar un entendimiento claro de los temas: *t-learning*, [USSD](#) y canal de retorno, que sirva como una base con la finalidad de llegar al objetivo de elaborar una arquitectura que contemple la interacción de las tres tecnologías anteriormente nombradas. Los datos se obtendrán a través de un análisis teórico de distintos documentos que están relacionados con las temáticas: [TDT](#), [TVDi](#), *t-learning*, canal de retorno y [USSD](#). Se ha considerado la utilización esta técnica debido a que el interés de la investigación se centra principalmente en interpretar la información obtenida, más que en probar una hipótesis.

La investigación del presente trabajo, se estructuró en las siguientes fases:

### 1.5.1. Análisis descriptivo comparativo de los artículos científicos, tesis y demás documentos recopilados.

En esta primera fase se identificaron y compararon varios documentos provenientes principalmente de artículos científicos (*papers*) y tesis de pre y posgrado. A través de una lectura interpretativa de estos documentos, se realizó una selección de los mismos tomando en cuenta si tenían o no información relevante para lograr los objetivos propuestos en esta tesis, se hizo énfasis en los que trataban sobre *t-learning*, [TVDi](#), canal de retorno, posteriormente se procedió hacer una revisión y selección de los documentos que se referían a [USSD](#). Durante el proceso fue posible encontrar el artículo “Proposta de canal de retorno para TVD brasileira em um cenário típico de região amazônica”, en el cual, los autores [Margalho et al. \(2004\)](#), se enfocan en generar una propuesta para utilizar un canal de retorno en la región amazónica brasileña, la que no tiene suficiente cobertura de Internet al igual que las zonas rurales del Ecuador. A partir del artículo antes mencionado se desprenden otras iniciativas de usar varias tecnologías en el canal de retorno como por ejemplo [WiMAX](#), [ADSL](#), entre otros. Para el caso de [USSD](#) se encontraron tesis de estudiantes de universidades nacionales, que abarcan a detalle el tema y que fueron de utilidad para la investigación.



### 1.5.2. Comprensión de los documentos analizados

Luego del análisis realizado en la fase anterior, fue necesario contar con la ayuda de personas que conozcan a fondo el tema de la TV Digital y obviamente de t-learning, para esto, se contó con el apoyo del grupo de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, en donde varios de sus participantes aportaron con sus ideas y recomendaciones que fueron de alta importancia para comprender la información que fue recopilada y analizada. Además, con los documentos recopilados que tienen como fuente el [BCE](#) y que se presentan como anexo en este trabajo, *véase Anexo C*, se indica el uso de [USSD](#) en la solución de dinero electrónico, que sirvió como base al momento del análisis en términos económicos de la solución planteada.

### 1.5.3. Generación de la propuesta de arquitectura utilizando la información previamente obtenida en las fases anteriores

Una vez obtenido el conocimiento en las dos fases anteriores, se procedió a elaborar una propuesta de arquitectura tecnológica para la televisión digital utilizando [USSD](#) como canal de retorno. Cabe recalcar en este punto que en la bibliografía revisada no se encontró otra propuesta que proponga el uso de [USSD](#) como canal de retorno, las fuentes que se consultaron son: IEEE, ACM, Springer, Google Scholar, RRAAE de CEDIA. Dentro de la propuesta se identificaron los actores involucrados, además se elaboró un diagrama de procesos en donde se intenta mostrar de mejor manera cuales son los componentes que forman parte de la propuesta y como estos se relacionan entre si. Además se presenta un gráfico en donde puede observarse los elementos de infraestructura tecnológica (antenas de televisión, receptores de señal ([STB](#)), red [GSM](#), entre otros) que intervienen dentro de la arquitectura planteada.

## 1.6. Alcance

Una de las principales ventajas de la Televisión Digital es la interacción que tiene el usuario, esta se logra a través de lo que se conoce como el canal de retorno, que puede utilizar varias tecnologías como por ejemplo: [ADSL](#), [CDMA](#), [WiMAX](#), entre las más comunes. A través de esta interacción el televidente envía información de vuelta al emisor de la señal, comúnmente un canal de televisión y mediante esta información, es



posible comprar, responder cuestionarios, votar, etc.

El presente trabajo se centra en **elaborar una propuesta** de arquitectura que utilice **USSD** como canal de retorno, de modo que el estudiante de un determinado curso, pueda realizar una evaluación de conocimientos a través de la TV Digital, para esto, se propone el uso de cuestionarios que se envíen por broadcast y las respuestas se almacenen en un servidor.

Cabe recalcar que el trabajo no se centrará en metodologías usadas para la aplicación de las clases o formas de evaluación.



## Capítulo 2

# Estado del Arte

*En este capítulo se realiza una revisión de la actualidad en el país y la región en los temas: TDT, USSD y t-learning con el fin de que sirva como introducción y conocimiento general de cuál es el estado actual y cuales han sido las iniciativas en cada uno de estos temas que son tratados en los siguientes capítulos, de modo que permita conocer si existen o han existido trabajos que abarquen la propuesta del presente trabajo.*

### 2.1. Actualidad de la TDT en Ecuador

A continuación, se presenta el resultado de la revisión de la bibliografía con el objetivo de conocer cuál es la realidad actual de la Televisión Digital Terrestre en el país, puesto que el Ecuador avanza progresivamente en la transición a la TDT, con el objetivo de mejorar la calidad de servicio de la televisión abierta, esta transición será un proceso de varios años, por lo que se han establecido normativas y políticas que son necesarias para regular esta tecnología y principalmente para su masificación. Actualmente existen varias estaciones que cuentan con concesión para emitir señales digitales en diferentes ciudades del país como puede observarse en la Tabla 2.2

#### 2.1.1. Normativa Técnica

El 26 de Marzo de 2010, mediante Resolución 084-05-CONATEL-2010 el Ex-CONATEL resolvió:



"**ARTICULO DOS.** Adoptar el estándar de televisión digital **ISDB-T** INTERNACIONAL (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*) para el Ecuador, con las innovaciones tecnológicas desarrolladas por Brasil y las que hubieren al momento de su implementación, para la transmisión y recepción de señales de televisión digital terrestre.

**ARTICULO TRES.** Disponer a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones, que atendiendo las políticas dictadas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, elaboren las Normas Técnicas, Regulaciones y Planes que se requieran para la implementación y desarrollo de la televisión digital terrestre en el territorio ecuatoriano."

La norma técnica fue publicada el 3 de Septiembre de 2015 por la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones (ARCOTEL), mediante Resolución ARCOTEL-2015-0301, en la que se establecen las condiciones técnicas para la asignación y operación de las estaciones del servicio de radiodifusión de Televisión Digital Terrestre en el territorio ecuatoriano.

Mediante resolución RTV-681-24-CONATEL-2012, se aprobó el Plan Maestro de Transición a la Televisión Digital Terrestre en el Ecuador que tiene como objetivo general "Establecer las condiciones para el Proceso de Transición a la Televisión Digital Terrestre - **TDT** en el Ecuador, bajo el estándar de televisión digital **ISDB-T** Internacional (*Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial*)". A continuación, se detallan los objetivos específicos de la introducción de los servicios de radiodifusión de la **TDT** que se detallan en dicho plan:

- Mejorar la calidad del servicio de televisión abierta en el país (audio, video y servicios adicionales).
- Garantizar el derecho a la comunicación, inclusión, cohesión y equidad social a las ciudadanas y ciudadanos en general, así como la universalización, social y geográfica, del servicio de televisión de manera libre y gratuita.
- Optimizar el uso del espectro radioeléctrico.
- Utilizar las bandas del dividendo digital en la provisión de nuevos servicios.
- Reducir la brecha digital.
- Promover la generación de fuentes de empleo y la capacitación de los distintos actores participantes en la implementación de la **TDT**.



De acuerdo a lo anterior, el Ecuador se encuentra ya preparado, al menos en términos de normativa, para la transición de la televisión analógica a la digital, sin embargo, los plazos que se especificaron en el Plan Maestro para la Implementación de la TDT, como puede observarse en la tabla 2.1, han sufrido retrasos, ya que se tenía programado que a finales del año anterior (31 de Diciembre de 2016) las ciudades de Cuenca, Quito y Guayaquil registren el apagón analógico, pero esta fecha fue reprogramada para el 30 de Junio de 2017, la misma que a su vez nuevamente se reprogramó, debido a que el MINTEL (Ministerio de Telecomunicaciones del Ecuador) estableció como requisito primordial que el 90 % de la población se encuentre lista para poder recibir la señal digital, lo que retrasaría en al menos un año más (30 de Junio de 2018) <sup>1</sup> la fecha del apagón analógico. Para poder cumplir con el requisito de que casi el total de la población se encuentre lista para la recepción de la señal digital de televisión, es necesario realizar un plan por parte del estado ecuatoriano respecto al costo del equipamiento con el que deben contar los hogares para que esto se lleve a cabo, cabe recordar que para poder recibir la señal, es necesario contar con una tv que contenga sintonizador digital y que cumpla con el estándar ISDB-T o a su vez adquirir un decodificador o también llamado *Set Top Box (STB)* que toma la señal digital y la convierte en analógica. Además será necesaria una antena ya sea interior o exterior que permita obtener una óptima calidad de recepción, la adquisición de todos estos equipos, puede ser una restricción sobre todo en los sectores de escasos recursos, por lo que se podrían impulsar políticas que liberen de aranceles e impuestos a estos dispositivos por un tiempo determinado, o incluso proveer de equipos sin costo a ciertos sectores de la población como se ha realizado en otros países de la región (Obarrio, 2010).

---

<sup>1</sup>**Fuente:** Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL). *MINTEL reprograma el cronograma de evolución a la televisión digital terrestre – TDT.* <https://tdtecuador.mintel.gob.ec/que-es-tdt/>.



---

Fases	Ciudades	Fecha
Fase 1	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población mayor a 500.000 habitantes	31 de diciembre de 2016
Fase 2	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población entre 500.000 y 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2017
Fase 3	Áreas de cobertura de las estaciones que al menos cubran una capital de provincia, cabecera cantonal o parroquia con población menor a 200.000 habitantes	31 de diciembre de 2018

---

Fuente: Plan maestro para la TDT - Año 2012

**Tabla 2.1:** Fases del apagón analógico en Ecuador

Según [Gil y Domínguez \(2017\)](#) la instauración de la televisión digital en el Ecuador es casi una realidad, pero los resultados y su desenlace están todavía por verse, en un contexto en el que están involucrados: empresarios, gobiernos, canales audiovisuales, comunicadores y ciudadanos, quizás éstos últimos, los principales actores que deben ser parte activa de esta transición, exigiendo contenidos educativos, culturales y de salud.

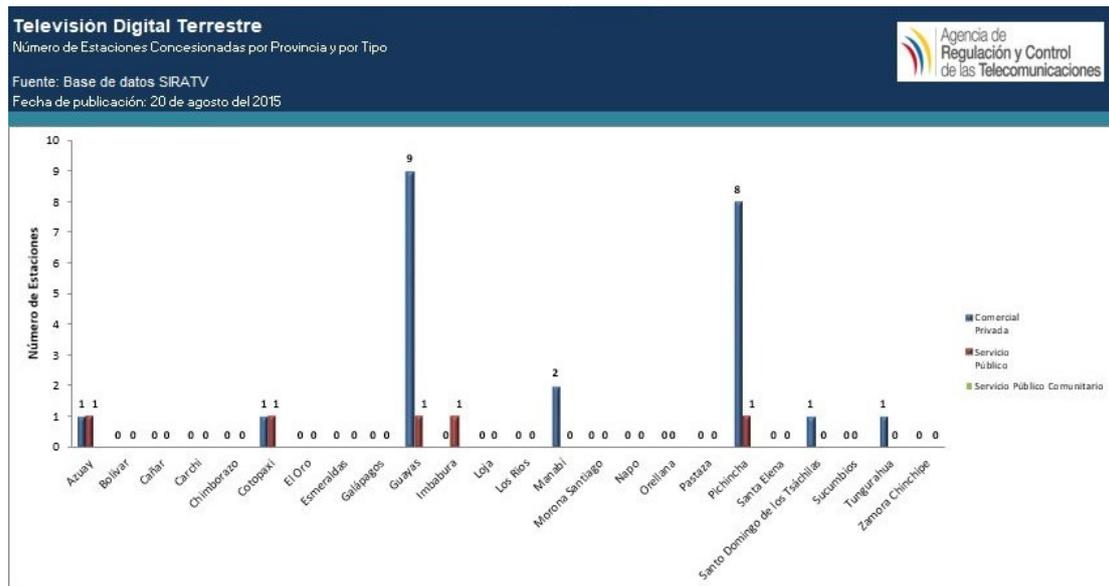
Actualmente existen 26 operadoras que se encuentran emitiendo la señal digital de televisión en varias ciudades del país, sin embargo, la zona de cobertura es sumamente baja, ya que se ubican principalmente en las ciudades de Quito (9) y Guayaquil (10), es necesario entonces, empezar a generar acciones que permitan ampliar las zonas de cobertura a las demás ciudades y provincias del país, permitiendo así que todas las áreas pobladas se beneficien de las ventajas que trae consigo la televisión digital.

Provincia	Estación	Ciudades	Tipo
Azuay	Ecuador TV	Cuenca	Público
Azuay	Telecuenca	Cuenca	Privado
Cotopaxi	Color TV	Latacunga	Privado
Cotopaxi	Ecuador TV	Zumbahua	Público
Guayas	Cadena Ecuatoriana de Televisión	Guayaquil	Privada
Guayas	Corporación Ecuatoriana de Televisión	Guayaquil	Privada
Guayas	Ecuador TV	Guayaquil	Público
Guayas	Costanera (RTU)	Guayaquil	Privada
Guayas	TV+(Tevemas)	Guayaquil	Privada
Guayas	Canal Uno	Guayaquil	Privada
Guayas	Teleamazonas Guayaquil	Guayaquil	Privada
Guayas	Red Telesistema (R.T.S)	Guayaquil	Privada
Guayas	Televisión Satelital	Guayaquil	Privada
Guayas	UCSG Televisión	Guayaquil	Privada
Imbabura	U.T.V. La Televisión Universitaria	Ibarra - Atuntaqui	Público
Manabi	TV. Manabita Canal 30	Manta - Portoviejo	Privada
Manabi	Oromar	Manta	Privada
Pichincha	Canal Uno	Quito	Privada
Pichincha	Teleamazonas	Quito	Privada
Pichincha	Telesucesos	Quito	Privada
Pichincha	Ecuador TV	Quito	Público
Pichincha	Telesistema	Quito	Privada
Pichincha	46 UHF ABC (RTU)	Quito	Privada
Pichincha	Televisión Satelital	Quito	Privada
Santo Domingo	Teleatahualpa (RTU)	Santo Domingo	Privada
Tungurahua	Unimax	Ambato	Privada

Fuente: ARCOTEL, Fecha de Actualización: Julio de 2015

**Tabla 2.2:** Concesión de frecuencias Televisión Digital Terrestre

En la tabla 2.2, se puede observar que existe una escasa participación del único canal público de Ecuador (Ecuador TV) y una nulidad del o los canales comunitarios, información que se corrobora con la figura 2.1, en donde se muestra la cantidad de estaciones concesionadas para TDT en cada una de las provincias del Ecuador haciéndose una clasificación por sector en: Privadas, Públicas y Comunitarias. Es necesario la participación activa de todos los sectores para así democratizar el acceso y uso de esta tecnología para evitar que se convierta en un medio de consumo más, sino que también genere beneficios sociales a toda la población.



Fuente: ARCOTEL. Información actualizada al mes de julio de 2015

Figura 2.1: Número de Estaciones Concesionadas por Provincia y Tipo

## 2.2. Actualidad de la TDT en Latinoamérica

Al igual que en Ecuador, en los países latinoamericanos, la televisión digital todavía se encuentra en proceso de transición, más adelante, se realizará una revisión del estado actual en que se encuentran algunos países de la región en materia de TDT, sin embargo, al comparar el proceso con los países más desarrollados, supone un camino más empinado que el de países desarrollados, debido al tiempo que se tomaría la población en adquirir los decodificadores necesarios para recibir la señal de televisión, debido al costo de los mismos. Es necesario tomar en cuenta este aspecto sobre todo en los estratos más pobres en donde pueda plantearse una estrategia para subvencionar el costo de los equipos a estos sectores.

La implementación de la TDT en América Latina, es una clara ventaja en el hecho de reducir la brecha digital ya que no han existido, políticas públicas amplias y capaces de proporcionar a la ciudadanía infraestructura de calidad, de acceso a las tecnologías, lo que ha colocado a la población en dicotomía, hay centros de población bien atendidos y localidades abandonadas. (Suing, 2016)

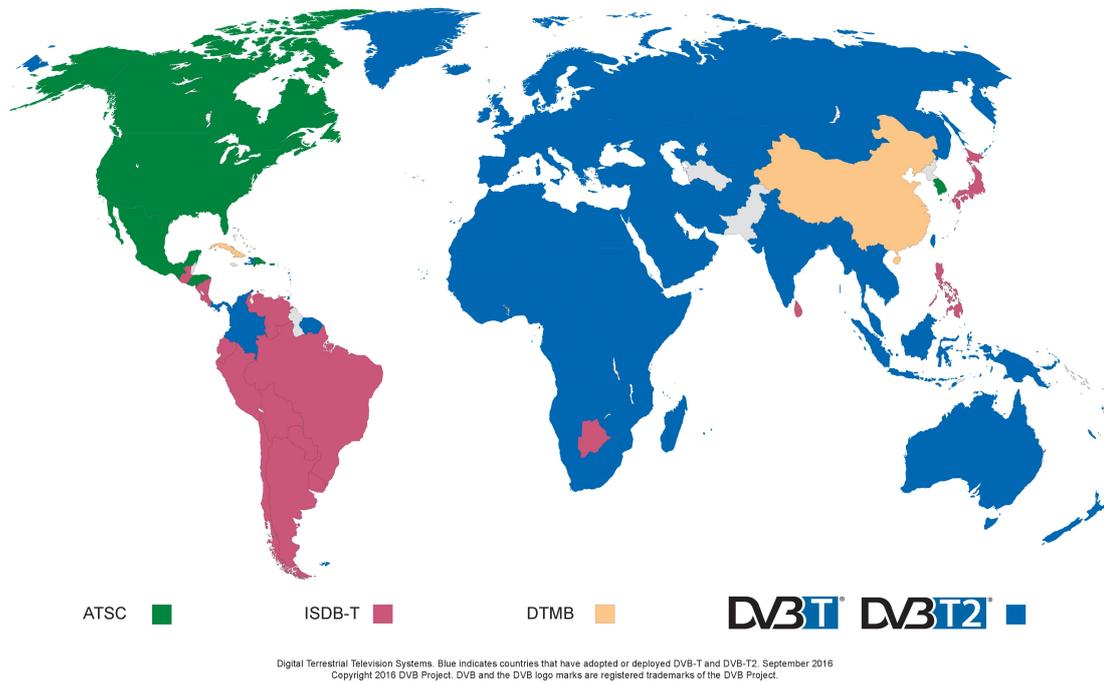


Fuente: Ministerio de Telecomunicaciones, MINTEL

Figura 2.2: Países que están evolucionando a la TDT

Como se puede apreciar en la figura 2.2, la mayoría de países en América Latina han reprogramado la fecha del apagón analógico, algo que se vuelve en una constante más que una excepción en toda la región, lo que puede traducirse en que los tiempos no están correctamente medidos en cuanto a la implementación de la televisión digital o existen dificultades en el camino que obligan a los retrasos que se están produciendo ahora, sería necesario analizar las experiencias que van teniendo cada uno de los países, en fin de hallar las lecciones aprendidas y a su vez éstas sirvan de apoyo a las demás naciones en su paso hacia lo digital.

En los países latinoamericanos, se han escogido toda la variedad de estándares, por ejemplo, están los que eligieron el estándar japonés con la modificación hecha por Brasil (ISDB-Tb) y son: Argentina, Bolivia, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. En cambio, México, República Dominicana, Puerto Rico, optaron por el modelo de Estados Unidos, mientras que Colombia, Guyana Francesa, Haití, Panamá, Surinam, adoptaron el estándar europeo (DVB) y Cuba eligió el modelo chino (DTMB). La figura 2.3, ilustra de una manera gráfica la distribución de los estándares de TDT a nivel mundial.



Fuente: DVB Project

Figura 2.3: Estándares de Televisión Digital en el mundo

Se generó así una fractura en Latinoamérica, ya que se formaron tres bloques: el primero que desea mantenerse alejado de la industria estadounidense, el segundo que se mantiene unido a la potencia del norte y el último con más cercanía a los países del viejo continente. Luego de la selección del estándar técnico le siguió la definición de plazo para el apagón analógico. En este aspecto no existe unanimidad e incluso algunos países ni siquiera han definido cuando pasarán a lo digital. Sin embargo todas las naciones han elegido ya su estándar y ejecutaron pruebas que le permitan llevar a cabo el cambio, en caso de no hacerlo estarían frente a un aislamiento de sus sistemas de comunicación y, en especial, de la televisión (Toussaint, 2017).

Basándose en la investigación realizada por Suing (2016), que tomó una muestra de países latinoamericanos como son: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y Uruguay, encontró que existen aspectos comunes en los objetivos de la adopción de la TDT, en los que se propone una democratización de la comunicación generando de esta forma inclusión social y preservando lenguas nativas que se convierten

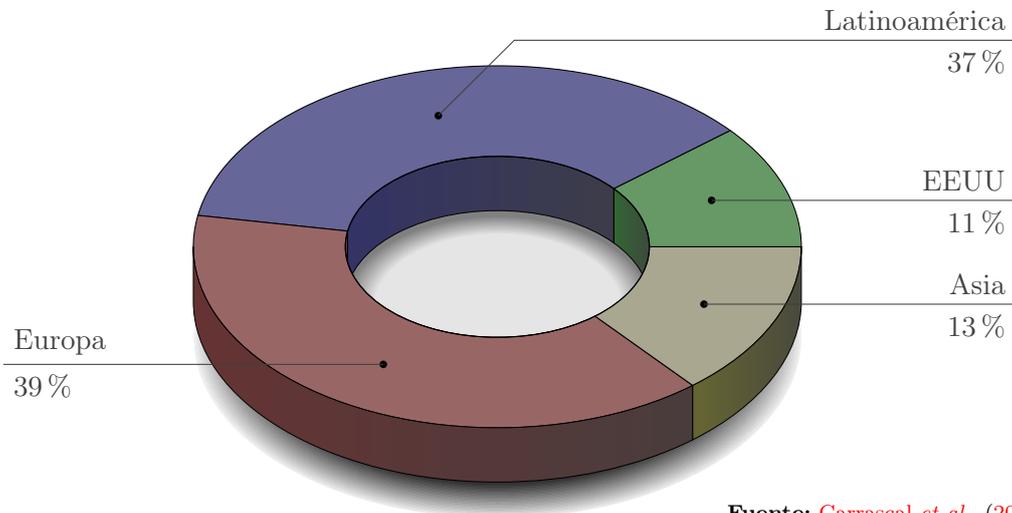
en un patrimonio cultural de los países y que pueden ser difundidas mediante contenidos televisivos. En cuanto a los objetivos que persigue la industria se destacan la reducción de la brecha digital, mejor aprovechamiento del espacio radioeléctrico, de modo que, se puedan aprovisionar nuevos servicios alentando así a la producción de instrumentación y servicios digitales siguiendo los estándares adecuados para la elaboración de los mismos. Además, es necesario mejorar la calidad de la televisión abierta en cada uno de los países de la región, incentivar una mayor y mejor producción nacional mejorando los contenidos televisivos. Se deberá también garantizar la adhesión progresiva de los usuarios generando condiciones favorables para que los receptores y decodificadores de televisión digital sean asequibles a la población, de modo que vayan beneficiándose de todas las ventajas que provee la [TDT](#).

El tiempo que transcurra entre el inicio de las transmisiones de la [TDT](#) y el apagón analógico, es decir cuando ya no haya emisión de televisión analógica dependerá de la demora que tendrán las empresas de televisión tanto públicas como privadas en tener a punto sus equipos para cubrir al menos zonas equivalentes a las que cubren con las señales analógicas. Otro factor a tener en cuenta es la adaptabilidad del usuario a la nueva tecnología, es un punto crítico sobre todo porque el usuario debe realizar una inversión para comprar ya sea el o los decodificadores, recordar que cada televisor debe tener uno, o a su vez adquirir televisores con sintonizador de [TDT](#) incorporado. El despliegue de las redes por parte de los operadores por si solo no genera un incentivo para que los televidentes adquieran los equipos necesarios para captar la señal digital, es necesario que los primeros realicen un proceso de enriquecimiento de los contenidos y/o calidad de las transmisiones. Demás está señalar que uno de los principales factores de éxito en la transición de las emisiones de analógico a digital es la política pública mediante subsidios tanto a los equipos de transmisión como a la producción de contenidos, también sería una medida interesante el subsidio de receptores a sectores que no tienen las capacidades económicas suficientes para la compra de los mismos ([Abarca, 2013](#)).

### 2.3. Actualidad de *t-learning* en Ecuador y Latinoamérica

El tema de *t-learning*, va muy ligado en lo que tiene que ver con la implementación de la [TDT](#) en el país. Los principales esfuerzos en este tema son propuestos principalmente por las universidades a través de trabajos investigativos en los que se incluyen tesis de grado y posgrado. A continuación en la figura [2.4](#), se presenta el porcentaje representativo

de las iniciativas de t-learning alrededor del mundo, en donde, se puede apreciar que latinoamérica se ubican en el segundo puesto.



Fuente: Carrascal *et al.* (2016)

Figura 2.4: Distribución geográfica de iniciativas *t-learning*

Carrascal *et al.* (2016) ha realizado un análisis de los proyectos de *t-learning* alrededor del mundo, a continuación se presentan los nombres y un breve resumen de los proyectos que se están realizando en latinoamérica

#### *An Engineering Educational Application Developed for the Brazilian Digital TV System*

- Universidad Federal del Amazonas - Brasil
- El proyecto se basa en la problemática que arrojó el resultado de un estudio en el que se concluía que existe un déficit de cerca de 40.000 ingenieros en Brasil, que es un país con amplio territorio, por lo que resulta complicado crear un programa capaz de cubrir todo este territorio, es por eso que se ha visto en la televisión a un gran aliado para conseguir ese objetivo. En el documento se realiza un análisis para determinar la correcta utilización de esta tecnología en la enseñanza de ingeniería e inclusive se presenta un juego llamado EdTec, el cual evalúa los conocimientos adquiridos en el curso.

#### *Designing the user experience in iTV-based interactive learning objects*



- Universidad de Sao Paolo - Brasil
- El estudio realizó un análisis de la usabilidad de la TV en el proceso educativo mediante la creación de un sistema llamado EDUCATV que también permitió realizar recomendaciones en la forma en que se deberían construir las interfaces para que sean más fáciles de usar para el usuario de estos sistemas. Se implementaron dos escenarios de educación a distancia para ser analizados desde el punto de vista de la usabilidad: aprendizaje informal individual y aprendizaje grupal formal en localidades distribuidas.

***EdiTV (Educación Virtual basado en televisión interactiva para apoyar programas a distancia)***

- Universidad del Cauca - Colombia
- El proyecto EDiTV lo que busca es adoptar criterios pedagógicos en la enseñanza a través de la TV, permitiendo además satisfacer las demandas de la sociedad de la información, que entre otras cosas hace referencia a la ampliación del acceso a la educación para toda la población. Se propuso una arquitectura que facilite la implementación de procesos didácticos principalmente en la educación a distancia, además el caso de estudio propuesto que gira en torno al tema Investigación Acción Participativa (IAP) permitió realizar la recomendación para la producción de contenidos educativos en [TDT](#) .

***Ciclo del modelo PHVA t-learning y su aplicación en la Televisión Digital Interactiva***

- Universidad Nacional de Colombia - Bogotá - Colombia
- El estudio aborda la ausencia de propuestas metodológicas que existe al momento de crear servicios de t-learning. Se utiliza un modelo llamado PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) en los que se propone una serie de pasos a seguir para la creación de contenidos t-learning, se realizan pruebas controladas en un laboratorio a un aplicativo diseñado para enseñar el tema "Fundamentos de redes WIFI".

***The Interactive Digital TV based on Distance Education: Integrated Collaboration Environments***



- Federal University of Pernambuco, University of Minho (Praga) - Brasil
- El estudio tiene un trasfondo social basándose en el decreto presidencial por el cual se promueve la inclusión social, la diversidad de culturas y su lengua materna mediante el uso de la tecnología digital con el fin de democratizar la información, además de perseguir la creación de una red universal de educación a distancia. Bajo estos preceptos lo que se busca es analizar la factibilidad de la educación a distancia utilizando la televisión digital. Lo que se espera educar en el tráfico y conducción basándose en el Código de Tránsito Brasileño, inclusive se convierte en una alternativa para quienes van a realizar un examen para la obtención del permiso de conducir.

Las 3 partes del proyecto consisten en:

1. Abarcar la teoría del tráfico
2. Sección de pruebas con preguntas sobre la teoría
3. Zona de entretenimiento con juegos relacionados con el tema de la aplicación

### **Aplicativo *t-learning* en la Televisión Digital Terrestre**

- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid - Medellín - Colombia
- El estudio se enfoca en la falta de experiencia al momento de construir entornos de aprendizaje en *t-learning*, por lo que se propone un proyecto llamado CONTEDEI (Contenidos Educativos para la Televisión Digital), aquí se realiza una contextualización de la **TDT**, estándares y las posibles aplicaciones que pueden ser realizadas poniendo énfasis en procesos de enseñanza/aprendizaje (*t-learning*) dando como resultado la creación de ConcentraTV que a su vez consta de 3 fases, en las cuales, primero se presenta a un niño cuentos con una animación básica, luego como segunda fase se tiene la evaluación en donde interviene el padre quién lee las preguntas al niño y éste escoge la respuesta que el considere correcta, y por último se proponen recomendaciones de modo que padre e hijo tengan una charla en donde se pueda conocer y/o corregir la percepción que ha tenido el niño.

**MARKER: Una herramienta para construcción de aplicaciones interactivas en t-learning basadas en técnicas de marcación de video**



- Universidad Federal de Paraiba - Brasil
- El proyecto aborda el tema de la falta de herramientas para creación de contenidos interactivos para *t-learning* que puedan ser utilizadas por el usuario final, por lo que se diseña y desarrolla la herramienta MARKER que utiliza técnicas de marcación de video. Se valida el uso de la herramienta a través de un grupo de docentes que crean contenido para un curso de televisión digital con la temática sobre el cuidado del medio ambiente.

### **Arquitectura de Software para el Soporte de Comunidades Académicas Virtuales en Ambientes de Televisión Digital Interactiva**

- Universidad del Cauca - Colombia
- El estudio analiza la potencialidad de la TDT como un entorno de interacción en las comunidades académicas, de modo que cumpla con las exigencias de interactividad que suponen estas comunidades, además se propone un ambiente híbrido, es decir usar la TDT y la web, esta última principalmente para la administración. A partir de esto se crea la plataforma STCAV que despliega servicios a través de la TDT, se realizan pruebas con estudiantes, profesores y un programa de estudios, en éstas también se miden aspectos técnicos como por ejemplo la cobertura. Se abordó todo el proceso, desde la construcción hasta la puesta en marcha del sistema pudiendo realizar comparaciones con los métodos de enseñanza tradicionales, esto permitió que se generen propuestas desde el punto de vista pedagógico que se deben tener en cuenta para poder construir servicios de *t-learning*

### ***Human Computer Interaction requirements for an educational toolset using Digital TV infrastructure: Case study***

- Integrated Systems Laboratory - Polytechnic School, University of São Paulo - Brasil
- La investigación se enfoca en el uso de dispositivos llamados de segunda pantalla, como pueden ser teléfonos celulares, tablets, entre otros, que se sincronicen con el contenido de la televisión digital mediante la utilización de datos y que sean abordados desde un contexto educativo. Otro tema a tratar es de las poblaciones



que tienen escasa o nula conectividad a Internet teniendo como objetivo animar a estudiantes de pregrado y postgrado a buscar soluciones de infraestructura de TDT que sea aplicable a zonas remotas.

### *Remote experimentation model based on digital TV*

- Federal University of Santa Catarina - Brasil
- Este trabajo propone el uso de la televisión digital para buscar suplir el acceso a laboratorios de experimentación remotos en la educación a distancia, ya que estos pueden cumplir propósitos de experimentos en diversas áreas de la educación. El resultado de la investigación es una guía para desplegar aplicaciones de televisión interactiva que permitan acceder a experimentos remotos y dar opciones de aprendizaje individualizadas de forma que se cubran al menos 3 inteligencias múltiples de Gardner en un entorno interactivo para la experimentación remota basada en el uso del mando a distancia, la radiodifusión y el entorno educativo.

Los trabajos anteriormente descritos han sido de utilidad para entender de una manera global cuales son las iniciativas que se están realizando en la región. Se puede apreciar que Brasil es el país que más trabajo lleva en el campo de *t-learning*, esto puede deberse a que es uno de los primeros países en adoptar la TV Digital en latinoamérica. Los proyectos que se presentan tienen una variedad de objetivos, sin embargo, se puede notar que varios tienen una temática común con lo que tiene que ver al llegar a sitios remotos y proveer un medio de educación a través de la televisión. Además, se abarcan en ciertos trabajos el tema de la evaluación de los contenidos, además de realizar una retroalimentación o *feedback* de modo que el proceso de enseñanza tenga una mejor recepción por parte de los alumnos, inclusive por ejemplo en el proyecto "*Human Computer Interaction requirements for an educational toolset using Digital TV infrastructure: Case study*" se hace un llamado a los estudiantes universitarios a generar propuestas que permitan usar la infraestructura de TDT en aplicaciones de *t-learning* que sean aplicables en zonas remotas, que es uno de los objetivos del presente trabajo de investigación. Sin embargo, es importante recalcar que en **ninguno** de los proyectos revisados fue posible encontrar la utilización de USSD en el canal de retorno para la TDT.

## 2.4. Actualidad de USSD en Ecuador y Latinoamérica

El uso de **USSD** en el país y en la región ha sido principalmente utilizado para brindar servicios entre los que se destacan los ofrecidos por la banca móvil. En Ecuador alcanzó su popularidad al ser utilizado en la aplicación del dinero electrónico. Además, se emplea en las aplicaciones que las operadoras ofrecen a sus abonados como son: recargas, consultas de saldo y compra de paquetes. La adaptabilidad de esta tecnología, funciona en cualquier gama de teléfono celular, por lo que es ampliamente utilizada.

Los proyectos de billetera móvil han sido cada vez más difundidos en los distintos países de la región, los mismos que han basado su éxito en la gran cantidad de personas que poseen un teléfono celular mediante el cual es posible enviar y recibir información por ejemplo utilizando **USSD**. La telefonía celular se ha convertido en un herramienta de inclusión financiera, ya que se considera como una infraestructura adecuada para proveer servicios bancarios y sobre todo pagos móviles. Además mediante el uso del móvil, se ha creado un nuevo modelo mediante el cual se ofrecen servicios financieros que son accedidos de manera diferente a la tradicional como son cajeros automáticos, portales web, entre otros; se ha desarrollado pensando principalmente en las poblaciones alejadas de la ciudad y que no tienen acceso al sistema financiero formal.



Fuente: Roa *et al.* (2017)

Figura 2.5: Servicios y productos de dinero móvil



En la figura 2.5 se presentan los servicios que se prestan en cada uno de los países de América Latina. El caso de República Dominicana con el servicio TPago es un ejemplo del uso de USSD para realizar operaciones dentro del sistema financiero. En Paraguay la operadora celular Tigo, implementó en 2008, la plataforma MTS, que utiliza canales USSD, lo que permitió que se ubique a la vanguardia en la región en el uso de dinero electrónico a través de la red celular. En Ecuador a partir del año 2014 se cuenta con el producto Efectivo desde Mi Celular, mediante el cual se puede crear cuentas de dinero electrónico marcando al \*153# (cadena USSD). La plataforma utiliza la red celular como canal de transporte y como control transaccional usa USSD, característica presente en los dispositivos móviles GSM, GPRS o UMTS, por lo que, de parte del usuario lo mínimo que se requiere es un teléfono básico con capacidad de enviar SMS. El uso de USSD permite tener un control transaccional que garantiza realmente que las transacciones sucedieron o no.

De acuerdo a Portilla Peñafiel *et al.* (2016) la infraestructura tecnológica del dinero electrónico en Ecuador está compuesta por 18 servidores distribuidos en dos sitios distintos geográficamente, estos servidores se encargan de la interfaz con la red de señalización SIGTRAN, de las interfaces externas y de manejar las bases de datos del sistema. Los dos lugares que se mencionan son los siguientes:

### Quito

- Servidores de señalización.
- Servidor WEB.
- Servidores de aplicación.
- Servidores de base de datos OLTP.
- Servidor de base de datos histórica.
- Servidores de ambiente de desarrollo o pruebas.

### Guayaquil

- Servidores de señalización.
- Servidor WEB.



- Servidores de aplicación.
- Servidores de base de datos OLTP.

**Nota:** Dentro de la bibliografía revisada no se han encontrado trabajos referentes a la utilización de [USSD](#) como canal de retorno en aplicaciones de *t-learning*, sin embargo, se realizó una revisión de que uso se está dando a esta tecnología en el país y América Latina y un resumen de como está implementada la infraestructura de dinero electrónico en Ecuador.



## Capítulo 3

# Televisión Digital Terrestre

*En el presente capítulo se presenta información general sobre la televisión digital terrestre, para posteriormente abordar el tema de la televisión digital interactiva (TVDi). Además, se analiza el funcionamiento del canal de retorno y las tecnologías que pueden ser usadas en el mismo. Para finalizar se realiza una revisión de t-learning. Estos temas permiten introducirse en los conceptos necesarios que serán utilizados al momento de elaborar la propuesta de la tesis.*

### 3.1. Introducción

Según [Abarca \(2013\)](#) se está viviendo la era de la TV 2.0, en donde las redes televisivas se unen con otras redes de telecomunicaciones para brindar servicios convergentes. Se considera que la Televisión Digital Terrestre o [TDT](#), aunque también llamada TDA (Televisión Digital Abierta), es una evolución de las emisiones analógicas de televisión, que por varios años llegaron a los hogares con las conocidas falencias como son: interferencias, pérdida de señal, imágenes distorsionadas, etc., que provocaban una pobre experiencia al momento de observar televisión.

De acuerdo a [Gómez Germano \(2007\)](#), las principales ventajas al adoptar la [TDT](#) son:

- La optimización del ancho de banda con lo cual es posible dar una mayor cantidad de contenidos.
- Mejorar la calidad de imagen (HDTV, *High Definition TV*).



- Posibilidad de agregar servicios complementarios (Internet, información de programación, entre otros).
- La interactividad que se puede lograr a través de un canal de retorno.

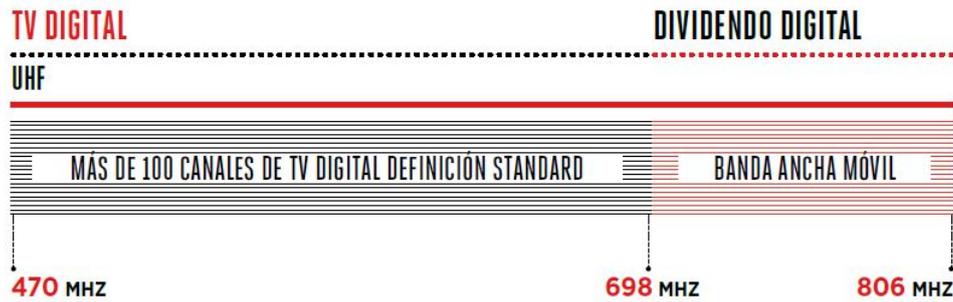
En tanto que **Vásquez (2015)** añade las siguientes ventajas:

- Inmunidad a ruidos.
- Menor potencia de transmisión.
- Sonido multicanal.
- Imagen panorámica (16:9).
- Procesado más fácil.
- Técnicas sofisticadas de compresión y edición de video.
- Corrección de errores.
- Recepción móvil y en movimiento.
- Servicios multimedia.

Además de las ventajas anteriormente listadas también podemos destacar la ventaja relacionada con la mejora en la administración del espectro, por lo que un canal digital puede emitir hasta 6 canales en definición estándar (*SD*) y aproximadamente 4 en alta definición (*HD*). Con esta mejora, se libera la banda UHF comprendida entre los 698 y 806 MHz a la que se conoce como **dividendo digital**, véase figura 3.1, o banda de 700 MHz, a dicha banda los países principalmente de América Latina la han asignado para servicios de banda ancha móvil, como por ejemplo, LTE 4G.

En cuanto a la distribución de contenidos es necesario crear diversidad de programación, ya que de nada sirve que se puedan usar 4 señales de televisión en donde hoy existe una, si la programación que se va a difundir es de 4 contenidos con características similares y todos sean enlatados extranjeros, es decir en lugar de una telenovela ahora se ofrecen 4 para todos los gustos. (**Gómez Germano, 2007**)

El advenimiento de la televisión digital, ha acercado a los países a la sociedad de la información, reduciendo la brecha digital no solo con los demás países de la región y el



Fuente: GSMA - Global System for Mobile Communications Association

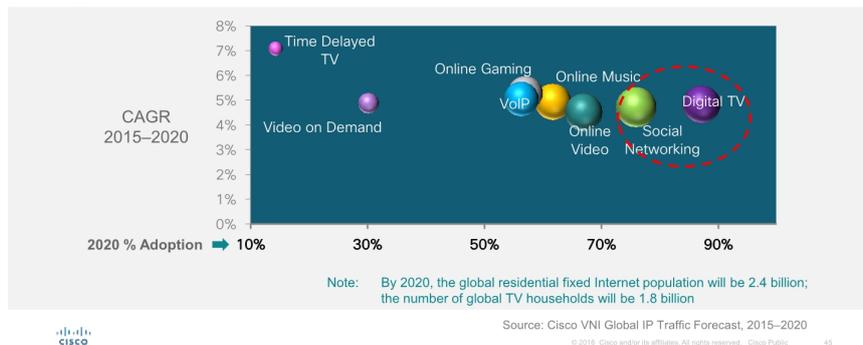
Figura 3.1: Dividendo Digital

mundo, sino también localmente, es decir, la diferencia en el acceso a la tecnología que pueda existir entre la ciudad y las zonas rurales.

Según **Gómez Germano (2007)**, es imprescindible un reenfoque del problema de la brecha digital y las alternativas para superarla. El problema es y será cómo los ciudadanos y las ciudadanas se enfrentan ante estas modernizadas “cajas bobas” y cómo, acompañando su capacidad de interactividad, la optimización del espectro y la oportunidad de aumentar el flujo de contenidos, se convierten también en productores, en sujetos activos y no simples “*targets*” de las compañías

## Global Residential Services

By 2020, *time delayed TV* will grow the fastest;  
*digital TV* will have highest adoption



Fuente: Cisco VNI Global IP Traffic Forecast, 2015-2020

Figura 3.2: Servicios Residenciales Globales

En el reporte *Cisco VNI Global IP Traffic Forecast*, que se muestra en la figura 3.2, se



indica que las tecnologías con mayor índice de penetración hasta 2020 serán: la televisión digital y las redes sociales con un 87 % y 76 %, respectivamente.

### 3.1.1. Formas de recibir la Televisión Digital Terrestre

Las transmisiones de televisión hace unos años eran solamente en formato analógico, pero actualmente existe la posibilidad de mirar la televisión en formato digital mediante satélite, cable y aire (terrestre). Los televisores que solamente reciban señales analógicas necesitan un decodificador o *Set Top Box* (STB), el cual recibe las señales digitales y la convierte en analógicas para que puedan ser mostradas en el televisor existente.

La programación de la televisión digital terrestre puede ser recibida mediante horarios definidos o bajo demanda, se estima que cada vez más los usuarios prefieren la segunda opción al permitir pausar y/o repetir el programa de TV y escogen la primera solamente para transmisiones de espectáculos en vivo como son: conciertos, eventos deportivos, entre otros.

### 3.1.2. Equipamiento

**Set Top Box:** El decodificador o STB es un componente primordial si no se cuenta con un televisor que incorpore un sintonizador digital integrado. Como ya se había indicado anteriormente, el STB recibe las señales digitales y las decodifica para convertirlas en analógicas y puedan ser visualizadas en el televisor. El decodificador acepta comandos emitidos por parte del televidente que comúnmente utiliza un control remoto para este cometido. Los STBs pueden tener muchas funciones como: receptor de televisión, módem, consola de juegos, navegador web, una forma de enviar correo electrónico, Guía Electrónica de Programas (EPG), CD ROM, reproductor de DVD, videoconferencia, telefonía por cable, etc. Son capaces de comunicarse en tiempo real con dispositivos como: videocámaras, DVD, reproductores de CD y teclados musicales. (Pavlov y Paneva, 2006)

Para que se puedan proveer servicios interactivos, el STB debe contar con un *middleware* o capa intermedia que permita conectar las aplicaciones que se producen entre el usuario final o televidente y la operadora de televisión. Este tema será explicado de mejor manera más adelante en este capítulo.

### 3.2. Estándares

Los estándares definen las especificaciones técnicas principalmente en lo referente a la compresión y codificación de audio y video que deben ser utilizadas cuando se realice la transmisión de contenidos mediante la TV Digital. En la siguiente tabla 3.1, se resumen los estándares que se utilizan en la televisión digital, junto con el país de origen y el *middleware* utilizado en el mismo.

Estándares	Formato Origen	Middleware
ATSC (Advanced Television Standard Committee)	Estados Unidos	DASE (DTV Application Software Environment)
DVB (Digital Video Broadcasting)	Europa	MHP (Multimedia Home Platform) GEM (Globally Executable MHP)
ISDB (Integrated Digital Broadcast System)	Japonés	ARIB (Association of Radio Industries and Business)
SBTVD (Specification for the Brazilian Digital TV System)	Brasil (adaptado del Japonés)	GINGA
DMB (Digital Multimedia Broadcasting)	China	T-DMB MATE API thinT-DMB

Fuente: Alencar (2009)

Tabla 3.1: Estándares empleados en la TV Digital

- **ATSC** (Advanced Television System Committee) estándar norteamericano que fue adaptado en 1996
- **DVBT o DVBT2** (Digital Video Broadcasting Terrestrial) es un estándar europeo de amplia aceptación en dicho continente, actualmente se encuentra en la versión 2.
- **ISDB-T** (Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial) estándar japonés, que fue adoptado por Brasil, quien realizó cambios generando a su vez un nuevo estándar ISDB-Tb, al añadir la letra **b** al final se indica que se utilizan las modificaciones realizadas por Brasil, también es conocido este último como SBTVD.
- **DTMB** (Digital Terrestrial Multimedia Broadcast) estándar utilizado en la República Popular China (inclusivo Tíbet), Macao, Hong Kong, Cuba.

### 3.3. Televisión Digital Interactiva TVDi

Se entiende por interactividad a la capacidad de tornar el ambiente estático que tiene el espectador a un mucho más dinámico que permita personalizar los contenidos que se emiten a través de la televisión, para lo cual, es fundamental que el tiempo de respuesta sea el adecuado, además de brindar la mayor cantidad de opciones posibles que comuniquen al televidente con la TV.

La Televisión Digital, es una tecnología que al ser utilizada de forma apropiada podría influenciar fácilmente, debido a sus altos índices de penetración en los hogares y más aún con la adición de interactividad. La unión de ambas se conoce como Televisión Digital interactiva (TVDi). (Chérrez y Feraud, 2015)

La interactividad hará que el usuario sea parte activa de la programación proporcionándole herramientas similares a las que vemos en la Internet, tales como: posibilidad de consultar o extender la información presentada, combinar contenidos Multimedia (audio, video, texto), participación en foros de opinión y además controlar de cierta manera la secuencia de la información presentada. (Arciniegas *et al.*, 2011)

Las ventajas que tiene la utilización de la TVDi son:

- Obtener mayor información de la programación que se emite por la TV, además dependiendo de si el *Set Top Box* (STB) cuenta con unidad de disco, grabar programas.
- Utilización de servicios a través del televisor, como por ejemplo: banca móvil, encuestas, compras de bienes, concursos, entre otros.
- Acceder a servicios de acuerdo a las necesidades de cada televidente sin importar la localización en la que se encuentre.

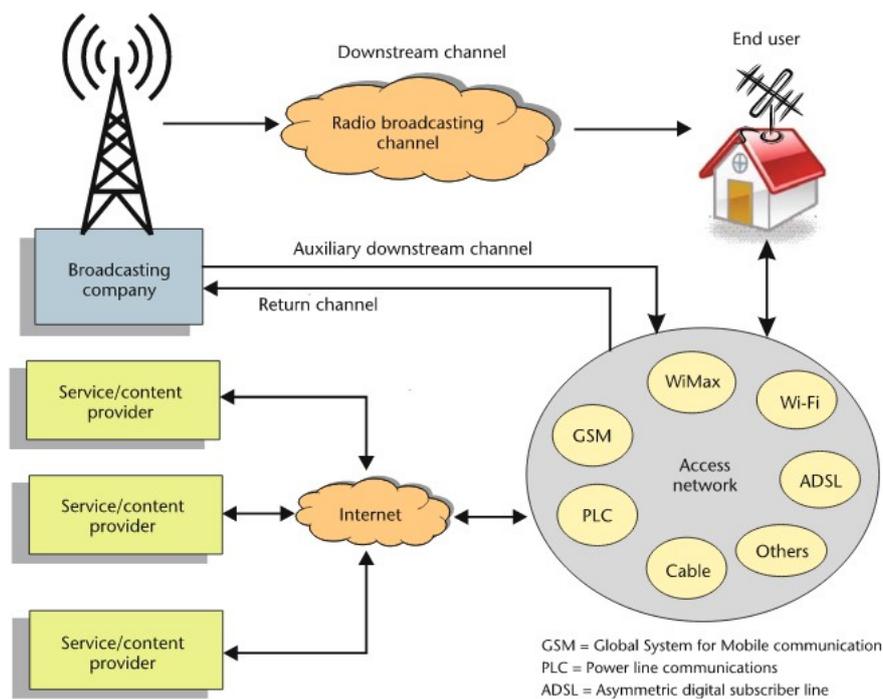
De acuerdo a Brown y Picard (2004) la televisión interactiva puede definirse como servicios interactivos diseñados para la televisión, es decir, la emisión tradicional de televisión combinada y mejorada proporcionando a los espectadores la participación e interacción con el contenido.

La figura 3.3 se basa en la norma del ITU (*International Telecommunication Union* o en español Unión Internacional de Telecomunicaciones) (ITU-T, Rec. J110) que realiza



en los últimos años se han empezado a utilizar con mayor frecuencia los dispositivos móviles. Dentro de los servicios que se proveen en esta modalidad se tienen: información meteorológica, televenta, encuestas, votaciones, entre otras.

El canal de interactivo es el encargado de realizar el intercambio de información entre las aplicaciones interactivas que se ejecutan en los receptores (STB) de los usuarios y los servidores de aplicaciones que ejecutan las estaciones de televisión. El canal de interactivo consta de varios componentes, como se muestra en la figura 3.4, los dos componentes principales del canal de interactivo son: el canal de retorno y el canal descendente. Las compañías de radiodifusión y los proveedores de contenido utilizan el canal descendente para entregar datos a los usuarios finales, dicho canal consiste en el canal de radiodifusión y la plataforma de comunicaciones adoptada para el canal de retorno, que puede actuar como un canal descendente extra. Los espectadores utilizan el canal de retorno para solicitar o enviar información a empresas de radiodifusión o proveedores de contenido. El canal de retorno se puede construir a partir de cualquier tecnología de red de acceso, como Ethernet, Wi-Fi, WiMAX y demás. (Farias *et al.*, 2008)



Fuente: Farias *et al.* (2008)

Figura 3.4: Diagrama de bloques del canal interactivo



Dentro de la interactividad remota, se distinguen 2 tipos:

**Interacción con upload :** Se envían los datos por canal de retorno

**Interacción avanzada:** Envío y recepción de datos por canal de retorno

### 3.3.3. Canal de Retorno

Permite la interacción entre el televidente y el operador que brinda el servicio interactivo, es así, que se cambia completamente el concepto de ver televisión, puesto que los usuarios tienen participación activa pudiendo acceder a encuestas, concursos y demás. La comunicación debe tener alta disponibilidad de modo que la interacción pueda realizarse en cualquier momento que el usuario lo desee.

Para implementar el canal de retorno se pueden usar varias tecnologías que se ajustarán a las realidades de cada ciudad y/o país, siendo la más comunes las siguientes: líneas telefónicas, redes celulares, redes inalámbricas y **PLC** (*Power Line Communications*).

#### 3.3.3.1. Línea Telefónica

Cuando se usa la línea telefónica para canal de retorno, se tienen el inconveniente de que la disponibilidad no es completa ya que no se puede acceder a las aplicaciones interactivas, además de la latencia que se tiene en el procesamiento del canal debido a la baja capacidad del mismo. Actualmente las compañías telefónicas están usando **ADSL** (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) que permite mayores velocidades de transmisión de datos.

#### 3.3.3.2. Red Celular

La interactividad mediante la red celular necesita dos canales, uno ascendente por el cual se transmiten los servicios de televisión y un canal descendente que el usuario utiliza para enviar información. Mediante la red celular es posible una comunicación bidireccional entre el televidente y operador televisivo, usando tecnologías **GSM**, 3G e incluso 4G.



### 3.3.3.3. Red Inalámbrica

Dentro de las redes inalámbricas que se utilizan para generar interacción con la TDT tenemos al WiFi y WiMAX que son ampliamente difundidas y esta última tiene una mayor cobertura pudiendo ser usada en poblaciones alejadas en donde la cobertura de otras tecnologías (cable, fibra óptica, etc.) no sea posible.

La principal ventaja de estas tecnologías WiFi y WiMAX como su nombre lo indica está en que no se necesitan cables, sin embargo, será necesario un proveedor de servicios para el uso de aplicaciones interactivas.

### 3.3.3.4. PLC (*Power Line Communication*)

Estas redes utilizan el cableado eléctrico para suministrar servicios de telecomunicaciones, principalmente Internet, la ventaja es que la infraestructura de la red eléctrica llega a lugares donde otros servicios no tienen cobertura.

## 3.3.4. Aplicaciones Interactivas

Las aplicaciones interactivas son adicionales al contenido que se muestra en la televisión, el usuario puede decidir si desea verlas o no con una simple acción que se realice por medio del mando a distancia que permite seleccionar, activar, desactivar y administrar dichas aplicaciones. Una de las ventajas que tiene la TVDi es la familiaridad que se tiene con el uso del control remoto para generar la interacción sobre todo en personas mayores o niños pequeños. Las posibilidades que se ofrecen a través de esta tecnología es casi ilimitada, ya que se tienen aplicaciones para pedir comida, revisiones médicas, publicidad interactiva, entre otras.

Mediante el aprovechamiento de la penetración de la televisión en los hogares, se han empezado a ofrecer una variedad de servicios utilizando la TDT. A continuación se revisan algunos de estos servicios:



#### **3.3.4.1. *T-Commerce* o T-Comercio**

Mediante la **TDT**, se puede realizar compras desde el hogar o cualquier otro lugar en el que se acceda a la TV. A través de la presentación de catálogos interactivos por ejemplo, el comprador o televidente puede verificar características y obtener una mayor información del producto o servicio ofrecido por las empresas, pudiendo realizar la compra en ese momento como ocurre hoy en día al hacerlo por Internet.

#### **3.3.4.2. *T-Health* o T-Salud**

El objetivo de este servicio, es proveer una conexión directa entre médicos y pacientes con el fin de que no sea necesario un desplazamiento principalmente de este último a casas de salud para hacer consultas sobre alguna patología que se presente o también existen varias iniciativas sobre todo en lo relacionado con aplicaciones para el agendamiento de citas médicas.

#### **3.3.4.3. *T-Government* o T-Gobierno**

El gobierno central y los gobiernos seccionales encuentran en la **TDT** otro medio de difusión de sus servicios, permitiendo a la población acceder a ellos mediante la TV sobre todo en zonas en donde Internet tiene escasa penetración. Algunos de los servicios que se ofrecerían son: Votación en consultas populares o referéndums para personas con capacidades diferentes, pago de impuestos, reservas de citas médicas en hospitales públicos, servicios de emergencia, etc.

#### **3.3.4.4. *T-Banking* o T-Banca**

Las instituciones financieras, pueden diversificar su oferta de servicios bancarios mediante el uso de la **TDT** Interactiva, permitiendo a los ciudadanos, realizar consultas de saldos, movimientos, e incluso efectuar transacciones desde la TV. Un tema a discutir, que va más allá del alcance de esta tesis, es la seguridad de la información que debe existir para realizar este proceso.

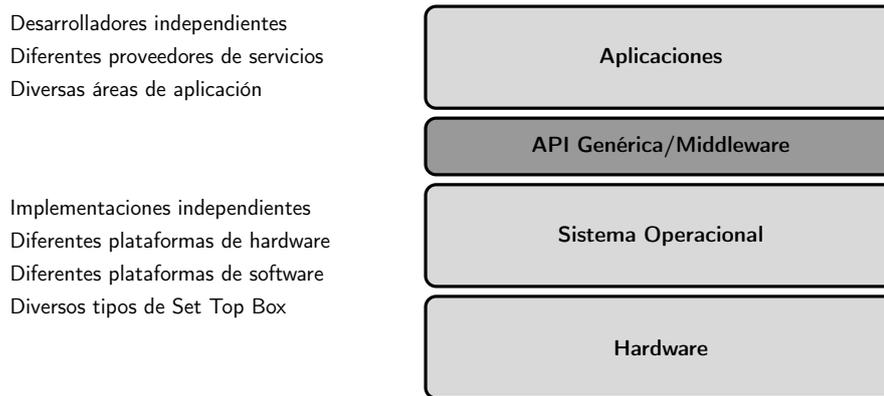
#### 3.3.4.5. *T-learning* o T-Enseñanza

Con este servicio se obtiene acceso interactivo a materiales de enseñanza logrando un mejor aprendizaje, ya que los niños recuerdan fácilmente algo en lo que han participado, que algo escuchado, visto o leído. Además, es posible desarrollar aplicaciones que permitan comprobar las respuestas, monitoreando así el progreso de los alumnos. (Velin Aguilar, 2015)

#### 3.3.5. Middleware

Según Fernandes *et al.* (2004), la diversidad de *hardware* y *software* utilizado para la construcción de STBs complicaba el desarrollo de aplicaciones interactivas, ya que el programador tenía que escribir código para las diferentes versiones de *hardware* y *software* convirtiendo a este proceso en una actividad ineficiente y con costos muy altos, lo que ponía en peligro la adopción de la TV Digital a nivel global. Ante esta problemática, los fabricantes y proveedores de contenido, percibieron que la solución era buscar mecanismos que hagan que las aplicaciones puedan ser ejecutadas sin importar la infraestructura que se tenga, para esto, se propuso que los STB, provean una API (*Application Programming Interface*) genérica. Es así que se creó una capa de software adicional denominada *middleware*, que como se muestra en la figura 3.5, se incluye entre el sistema operativo y las aplicaciones.

Al contar con *middleware*, la portabilidad de las aplicaciones interactivas únicamente depende de que si el STB soporta o no el *middleware* que se usó para realizar el desarrollo de la o las aplicaciones. En la actualidad existen 4 estándares de *middleware* para TVDi y son: MHP - *Multimedia Home Platform* (ETSI, 2003c), DASE - *DTV Application Software Environment* (ATSC, 2003) y ARIB - *Association of Radio Industries and Businesses* (ARIB, 2002). Ginga (Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro y la Universidad Federal Paraíba 2008). A pesar de estas iniciativas, las aplicaciones se vuelven dependientes del *middleware* adoptado, el mismo que debe ser implementado en el STB, sin embargo, una aplicación desarrollada por ejemplo en el *middleware* MHP, no funciona en DASE o ARIB y viceversa.



Fuente: Adaptado de Fernandes *et al.* (2004)

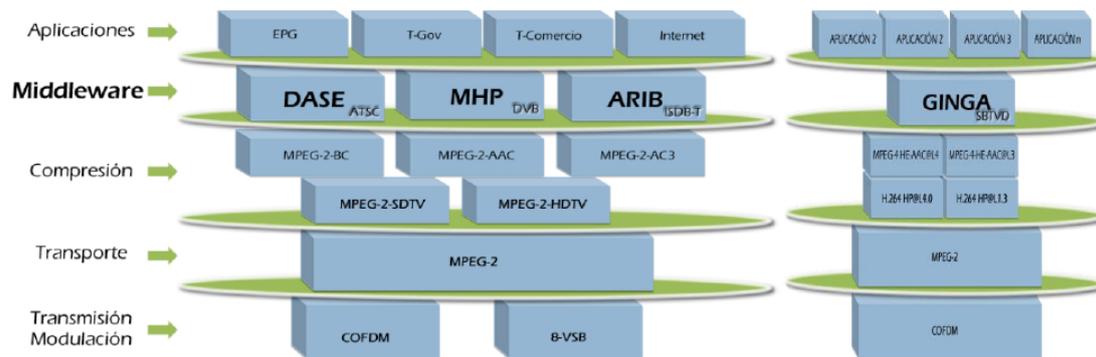
**Figura 3.5:** Localización del Middleware

Para la ejecución de aplicaciones interactivas en TV digital, es necesario el uso de un terminal de acceso conocido con el nombre de *Set Top Box*; el cual permite a los usuarios controlar y manejar dichas aplicaciones.

De acuerdo con Damasceno (2008), los *middlewares* posibilitan la ejecución de programas de televisión interactivos en los receptores digitales o terminales de acceso, ocultando de los mismos la complejidad de los mecanismos definidos por los protocolos de comunicación, del sistema operativo y del *hardware* del equipo, para que el desarrollo de las aplicaciones sea simplificado. De esta forma, la estandarización de una capa de *middleware* permite la construcción de aplicaciones independientes del *hardware* y del sistema operativo, ejecutables en cualquier plataforma de cualquier fabricante, facilitando la portabilidad de las aplicaciones, permitiendo que sean transportadas a cualquier receptor digital (o *set top box*) que soporta el *middleware* adoptado.

En la figura 3.6, se muestra las capas de un sistema de televisión digital en donde se puede apreciar las diferentes opciones de transmisión, transporte, compresión, *middleware* y aplicaciones que puede adoptar cada capa.

Cada uno de los estándares de televisión digital tienen su propio *middleware*, a continuación a modo de explicación para entender de mejor manera la función que cumple esta capa se describirá brevemente Ginga, el cual se utiliza en el estándar ISDB-Tb, que ha sido adoptado en el Ecuador.



Fuente: Paucar Curasma (2010)

Figura 3.6: Capas de TDT

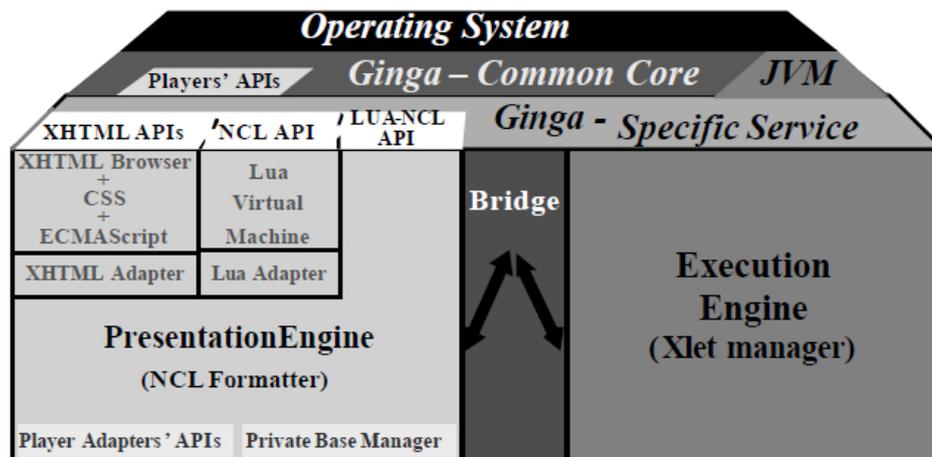
### 3.3.6. Middleware Ginga

Es una capa de *software* intermedio (*middleware*) entre el *hardware*/sistema operativo y las aplicaciones, que ofrece una serie de facilidades para el desarrollo de contenido y aplicaciones para la TV Digital, entre ellas la posibilidad de que los contenidos se muestren en los diferentes receptores, independiente de la plataforma de *hardware* del fabricante y tipo de receptor (TV, celular, PDAs, etc.). (Damasceno, 2008)

Ginga es el *middleware* abierto de Brasil para la TV Digital (ISDB-Tb). Su nombre fue escogido en reconocimiento a la cultura, arte y continua lucha por la libertad e igualdad del pueblo brasileño. Fue desarrollado en conjunto por investigadores de las Universidad Católica de Rio de Janeiro y la Universidad Federal de Paraíba.

La arquitectura de Ginga, como se puede apreciar en la figura 3.7, está definida en capas y se basa en ambientes de programación en los que encasillan a las aplicaciones al momento de desarrollarlas. Se han identificado los siguientes ambientes:

**Ambientes declarativos:** En este ambiente los lenguajes de programación se enfocan en describir el problema y detallar la solución del mismo, pero sin entrar en muchos detalles, esto lo hace fácilmente entendible, por lo tanto, no se requiere de un técnico especialista. El lenguaje al que Ginga da soporte para aplicaciones declarativas es NCL (*Nested Context Language*), que a su vez puede hacer uso de contenido script basado en lenguaje LUA. Este subsistema lógico toma el nombre de Ginga-NCL.



Fuente: Soares y Souza Filho (2007)

Figura 3.7: Arquitectura GINGA.

**Ambientes imperativos o de procedimientos:** Dentro de este ambiente se describen algoritmos que aporten solución al problema, en contrapartida a lo que sucede con las aplicaciones declarativas, aquí si es necesario contar con un técnico especialista. El lenguaje que da soporte en las aplicaciones de procedimiento es Java, razón por la cual el ambiente toma el nombre de Ginga-J.

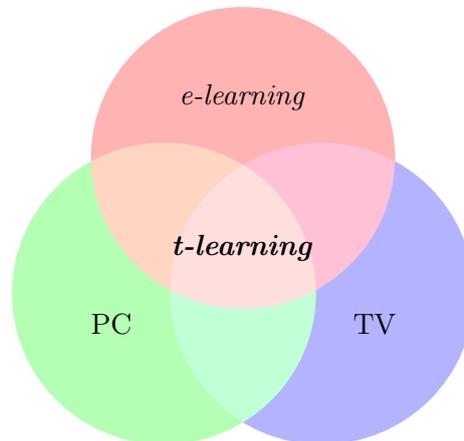
**Ambientes híbridos:** En el desarrollo de aplicaciones interactivas para la Televisión Digital existen casos en los que será necesario escribir dichas aplicaciones utilizando paradigmas declarativos y de procedimientos, dando como resultado aplicaciones híbridas, que son soportadas por el subsistema lógico Ginga-CC.

La idea central de la arquitectura en capas es que cada una ofrezca servicios a la capa superior y a su vez esta capa utilice los servicios ofrecidos por la inferior. De esta forma, las aplicaciones que se ejecutan en la TDV*i* utilizan una capa de *middleware*, intermediaria con toda la comunicación entre la aplicación y el resto de los servicios ofrecidos por las capas inferiores. (Damasceno, 2008)

### 3.4. t-learning

Según Reyes *et al.* (2010), *t-learning* es el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante el uso de la TVDi. Específicamente, es la convergencia de la tecnología televisiva,

las telecomunicaciones y los sistemas informáticos en conjunto con el sector educativo y la interacción audiovisual. A continuación se muestra la figura 3.8, en donde se puede observar gráficamente la convergencia existente entre varias tecnologías que dan origen al *t-learning*.



Fuente: Moreno Lopez y Jimenez Builes (2012)

Figura 3.8: Convergencia *e-learning*, PC y TV

Se considera que la forma de aprendizaje ha ido evolucionando en los últimos años, primeramente, con la llegada de *e-learning* en el cual se hace uso de herramientas tecnológicas, principalmente el computador, mediante el cual el alumno puede acceder a contenido educativo sin importar la distancia a la que se encuentre de la fuente de dicho contenido.

Los autores Reyes *et al.* (2010), definen ciertas limitantes al momento de utilizar *t-learning* argumentando que el estudiante se torna normalmente pasivo, por lo tanto, será necesario crear actividades de entretenimiento que permitan atraer la atención de los estudiantes. La indiscutible ventaja que tiene la educación mediante la TDT, es el índice de penetración que tiene la televisión en los hogares. Uno de los objetivos clave es proveer de más interactividad a las aplicaciones de *t-learning* generando un aprendizaje más participativo con contenidos que además de educar sean capaces de entretener, es así, que aparece el término *edutainment* que está compuesto por las palabras *education* + *entertainment*, y que su traducción al español es: educación + entretenimiento, que utiliza recursos como juegos, películas, entre otros, para ofrecer una experiencia de aprendizaje

diferente, dando como resultado un mayor interés por parte del estudiante.

**Bernal y Valencia (2013)**, indican por ejemplo que las aplicaciones interactivas desarrolladas con **Ginga-NCL** ayudarán a que la población tenga una preparación más didáctica y rápida de acuerdo a necesidades y requerimientos específicos ecuatorianos, que la hace una herramienta ideal para la difusión masiva de alertas, ayudando a que el Plan de Gestión de Riesgos se pueda cumplir de mejor manera.

Según **Pavlov y Paneva (2006)**, existen varias razones por las que el uso de la televisión digital interactiva dentro del aprendizaje es muy importante:

- La mayoría de las personas tienen acceso a la televisión en su hogar.
- No todos los hogares tienen una computadora con acceso a Internet.
- El televisor es un dispositivo fácil de usar.
- La gente tiende a confiar en el contenido que está en la televisión.
- La televisión tiene el potencial de llegar a más personas y ofrecer más oportunidades de aprendizaje que las instituciones de aprendizaje tradicionales.

Se debe tener en cuenta que *t-learning* no es la adaptación de contenidos *e-learning* para la televisión digital interactiva, ya que la primera tiene sus propias características y la más importante es la interacción que convierte al alumno en un activo participante en el proceso de aprendizaje, en ocasiones se usan tutores o profesores virtuales para generar un mayor grado de motivación en los estudiantes. Inclusive han existido iniciativas que analizan el comportamiento facial de los educandos, mediante algoritmos de inteligencia artificial, al momento de realizar una tarea de evaluación, permitiendo a profesores y/o tutores obtener información que ayude a personalizar el curso de acuerdo a los resultados que emite esta herramienta. (**Hupont et al., 2010**)

En la siguiente tabla **3.2** se presenta una revisión de la forma en que la que el PC, TV y **TVDi**, contribuyen al aprendizaje en términos de contenido, motivación, flexibilidad y rendimiento. En donde se puede apreciar que la **TVDi** tiene un valor agregado que la destaca sobre el resto de medios.

Computador Personal (PC)	Televisión	Televisión Interactiva TVDi	Contribución al aprendizaje
<ul style="list-style-type: none"><li>• Acceso a páginas web</li><li>• Uso de CR-ROMs</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contenido multimedia mejorado</li><li>• Juego Educativos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contenido Interactivo</li><li>• Contenido Personalizado</li></ul>	<b>Contenido</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Dificultad para motivar a usuarios remotos</li><li>• Compromiso Costo/Beneficio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Las personas están familiarizadas con la TV</li><li>• La interactividad se puede ganar a medida que la motivación es evidente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Combina la tecnología del PC y la experiencia de visualización que provee la TV</li></ul>	<b>Motivación</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Potencialmente alto, pero desafortunadamente las soluciones son estáticas. La flexibilidad puede fomentarse con técnicas avanzadas de creación de perfiles y personalización, pero por lo general la implementación de aprendizaje electrónico se limita a la personalización de una plataforma.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los programas educativos suelen presentar un escenario que permite una interacción limitada</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alta flexibilidad. La audiencia es más activa.</li></ul>	<b>Flexibilidad</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es limitado, no se evidencia el logro de metas educativas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bastante inadecuado. La ausencia de interactividad en la TV limita el potencial de la evaluación.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La televisión interactiva da respuestas al problema de la evaluación de una aplicación de aprendizaje electrónico.</li></ul>	<b>Rendimiento</b>

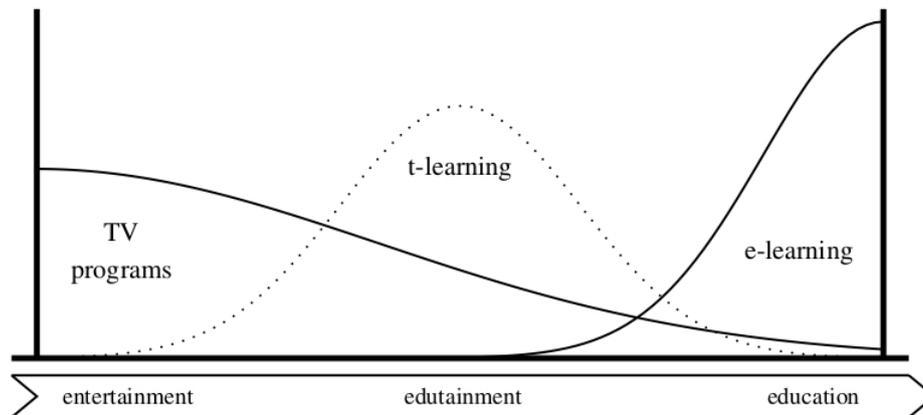
Fuente: Adaptado de Lytras *et al.* (2002)

Tabla 3.2: Características de PC, TV and TVDi y sus implicaciones en el aprendizaje

### 3.4.1. Tipo de Aprendizaje

**Aprendizaje formal:** Es organizado por una institución educativa y tiene como objetivo principal el obtener una calificación.

**Aprendizaje informal:** Ocurre en las situaciones cotidianas y no tiene como objetivo alcanzar una calificación, sino que, simplemente adquirir un conocimiento nuevo.



Fuente: Pazos-Arias *et al.* (2006)

**Figura 3.9:** El ámbito de *t-learning*: Entre el entretenimiento puro y la educación formal

Según Pazos-Arias *et al.* (2006), *e-learning* y *t-learning* tienen ámbitos diferentes, como se puede apreciar en la figura anterior 3.9, mientras que el uno (*e-learning*), es altamente adecuado para entornos de educación formal con metodologías bien definidas para lograr ciertos planes de estudio, en donde los usuarios se involucran en temas educativos aprovechando las ventajas aprendizaje a distancia, en cambio, el otro (*t-learning*) es más adecuado para un enfoque informal que permite el aprendizaje a través del entretenimiento (*edutainment*), donde los usuarios son atraídos a temas educativos a través de actividades entretenidas relacionadas con temas que le generen interés. Las funciones de interactividad representan una gran ventaja sobre los programas de televisión tradicionales, porque hacen que la experiencia de aprendizaje sea más atractiva, por ejemplo, permitiendo que los usuarios influyan en la presentación de los contenidos, evalúen sus conocimientos, etc.

Sin embargo, *t-learning* puede ser combinado en ambos tipos de aprendizaje, ya que en el primero, aprendizaje formal, se lo puede utilizar como una herramienta que refuerce lo aprendido en el aula de clase o como una forma de profundizar en un tema que al alumno le interese. El segundo tipo se refiere principalmente a contenidos relacionados con el entretenimiento, por ejemplo, un programa educativo para niños en los que vayan aprendiendo temas que no necesariamente tengan relación con el contenido curricular que tienen en la escuela, es así que nacen iniciativas de educación vial, ecológica, normas de conducta, entre otras.

Las aplicaciones que se pueden desarrollar dentro del ámbito de *t-learning* son listados



a continuación: **Gamboa y Builes (2013)**

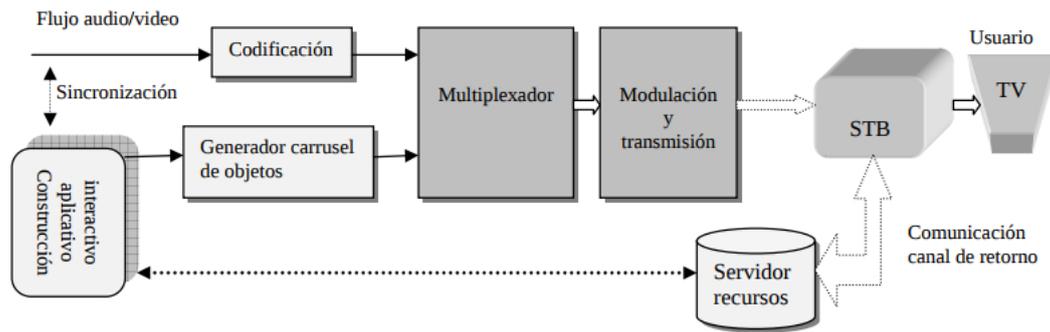
- Cursos de formación especializada (en empresas y personas interesadas).
- Soporte de atención domiciliaria.
- Cursos de aprendizaje no formal e informal como servicio prestado por instituciones educativas.
- Programa de Educación Continua en Medicina y otras disciplinas.
- Cursos personalizados según los intereses.
- Capacitación social y de apoyo.
- Entrenamiento para inmigrantes (idioma u otros).
- Programas de capacitación para personas ubicadas en zonas rurales.
- Soporte en cursos de aprendizaje formales de las instituciones educativas.

### **3.4.2. Arquitectura de *t-learning***

En el artículo “Desarrollando contenidos educativos para la televisión digital”, los autores **Moreno *et al.* (2011)** proponen una arquitectura, que está representada en la figura 3.10, la misma que está dividida básicamente en tres partes: el lado de producción donde el contenido y la aplicación interactiva es elaborada, la parte preparatoria de radiodifusión, en donde principalmente se reciben las diferentes señales de contenido y aplicaciones en el multiplexador, se modulan y se transmiten por radiofrecuencia (para el caso de **TDT**) y el lado del receptor, donde se presenta el curso al usuario a través de los terminales adecuados.

La disponibilidad del canal de retorno, es un tema trascendental ya que mediante éste se realiza una interactividad completa entre el televidente y el sistema. Si el televisor es análogo será necesario el uso de un **STB**, ya que hay TV digitales con el decodificador incorporado.

Con base en la arquitectura anterior, se deben contemplar la infraestructura de *hardware* y *software* para desarrollo y despliegue de aplicaciones y contenidos en el sistema



Fuente: Moreno *et al.* (2011)

Figura 3.10: Arquitectura sistema *t-learning*

de televisión digital. La siguiente tabla 3.3, muestra los requisitos de hardware que debe tener una aplicación de *t-learning*

PARTE	COMPONENTES	
PREPARACIÓN CONTENIDO/ APLICACIONES  TRANSMISIÓN	Conversión análoga a digital	Requerida si la información es análoga
	Servidor de contenidos y aplicaciones	Equipos para almacenamiento, transformación, desarrollo de contenidos y aplicaciones.
	Codificación	Compresión de cada canal (audio/video), se emplea formatos MPEG-1-3, AC-3, MPEG-2/4.
	Generador de carrusel de objetos	Permite que la aplicación desarrollada se transmita repetida y periódicamente. Esta soportado por un servidor de <i>playout</i> o servidor de televisión.
	Multiplexor	La salida del multiplexor es un único flujo de transporte (suma de los diferentes canales). La información puede estar encriptada mediante un sistema de acceso condicional (CA)
	Modulador	Modula el flujo de transporte sobre la portadora de la frecuencia del canal correspondiente
	Transmisor	Se amplifica la portadora hasta alcanzar los niveles adecuados.
	Otros servidores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servidor de televisión (equipo central, que está habilitado para realizar las funciones de codificación, generar el flujo de transporte a través de la multiplexación, modulación y los servicios de <i>playout</i>-despliegue).</li> <li>Servidor por separado para video, guía de programación, control de interactividad, servidor de perfiles y autenticación, entre otros.</li> <li>Servidores de contenido especializado como sistema de gestión de aprendizaje (LMS) o sistema de gestión de contenidos (CMS).</li> </ul>
MEDIO DE TRANSMISIÓN	Terrestre, cable, ADSL, satelital.	
RECEPCIÓN	Mecanismo de recepción	Si es terrestre usa antena convencional o yagi, si es satelital antena de recepción satelital, y si es por cable o ADSL un modem.
	Decodificador – Set To Box	Sintoniza el canal, recibe la señal, la demodula y decodifica. Es indispensable si TV es análogo. Los STB pueden ser: básicos, interactivos basados en MHP, con disco duro, con tarjeta inteligente, y con canal de retorno.
	Pantalla TV	Televisor análogo o un televisor con decodificador interno (iDTV)
	Control remoto	Dispositivo de mando e interacción que dispone el usuario con el STB y el TV.
CANAL DE RETORNO	Cualquier tecnología basada en IP, línea telefónica, ADSL, cable, o celular.	

Fuente: Moreno *et al.* (2011)

Tabla 3.3: Infraestructura de *Hardware t-learning*

En cuanto a la infraestructura de software, la tabla 3.4 indica las herramientas necesarias al momento de construir aplicaciones a ser utilizadas en *t-learning*

Herramienta	Descripción	Ejemplo
Herramienta para creación de contenidos interactivos	Permite crear aplicaciones interactivas para la TVD permitiendo adicionar texto, gráficos, audio y video pregrabado. Hay herramientas comerciales y de código abierto.	<b>(Osmosys, en línea)</b> , completo entorno de desarrollo integrado Java (IDE), facilita el desarrollo de plugins. Comercial. <b>(AltiComposer)</b> . Es comercial. <b>(iTV suite autor, en línea)</b> de Icareus. Es comercial <b>(Like Composer)</b> , para crear contenido en lenguaje NCL. <b>(GRiNS Pro Editor)</b> , es Editor SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language). <b>(MHPGen)</b> Es código abierto. <b>(OpenTV)</b> Es comercial
Herramienta para desarrollo específico de contenidos educativos	Hay pocas herramientas orientadas a la educación.	Prototipos derivadas de investigaciones y que son privados. Se resalta t-maestro, y t-learning <i>authoring tool</i> del proyecto ELU.
Emulador STB	Para realizar pruebas desde el PC, permitiendo visualizar la presentación de una aplicación interactiva sin necesidad de tener el TV. Algunas herramientas de creación de contenidos para la TV, incluyen ya un emulador.	De libre distribución los más conocidos son (xleTVview), y (OpenMHP).
Programar con herramientas de código abierto ( <i>open source</i> ).	Se necesitaría por ejemplo un editor de texto y un compilador Java. Emplear un entorno de desarrollo como Eclipse, Netbeans, entre otros o un kit de desarrollo Java, JDK o SDK de Java TV. Se debe tener cuidado en el conjunto de clases y librerías para poder crear aplicaciones MHP que cumplan con el estándar, ya que estas herramientas son genéricas, empleadas para cualquier desarrollo de aplicativos.	
Software de <i>playlist</i>	Para generar el carrusel de objetos, eventos, información de programas y aplicaciones, programación de la emisión y configuración de parámetros de transmisión, entre otros.	

Fuente: Moreno *et al.*. (2011)

Tabla 3.4: Infraestructura de *Software t-learning*

De acuerdo con lo anteriormente definido en cuanto a arquitectura, infraestructura de hardware y software, también se propone generar un modelo de requerimientos para *t-learning* en donde se definen algunas variables que son listadas en la tabla a continuación:

<b>Requerimientos t-learning</b>	
Técnicos	La transmisión del entorno de aprendizaje, la transmisión de las tareas, la interacción y la comunicación, la seguridad, la accesibilidad, el control de del sistema, y la usabilidad.
Pedagógicos	El contenido, la forma de evaluación, el rol de t-learning, la interactividad, si hay construcción de conocimiento, la personalización, el proceso de aprendizaje, si está conectado a un programa de TV, entre otros.
Personales	El tipo y objetivo del aprendizaje, la accesibilidad, la motivación y las expectativas, y necesidades especiales.
Grupo interdisciplinario	Personal de apoyo como pedagogo, asesor, programador, docente, diseñador audiovisual e ingeniero.

Fuente: Moreno *et al.*. (2011)

**Tabla 3.5:** Modelo de requerimientos *t-learning*

Los requerimientos detallados en la tabla 3.5 deben estar ligados unos con otros, ya que si alguno de estos falta no es posible construir aplicaciones que puedan ser utilizadas de forma satisfactoria por parte de los usuarios. La experiencia que debe tener el televidente al utilizar aplicaciones de *t-learning* debe ser lo más gratificante posible, por lo tanto, hay que tener especial cuidado en algunos aspectos como son: tamaño de letra, colores, navegación, uso apropiado del control remoto, interfaz, ayuda, imágenes, entre otros.

El presente trabajo se enfoca principalmente en el aspecto técnico, ya que el objetivo del mismo es construir una arquitectura para la utilización de USSD como canal de retorno, sin embargo, en un trabajo futuro al construir el prototipo, será necesario tomar en cuenta los aspectos pedagógicos y personales, para lo cual será indispensable contar con un grupo interdisciplinario que permita crear una aplicación que motive al estudiante a usarla y se cumpla con el propósito deseado.



## Capítulo 4

# USSD

*En este cuarto capítulo se revisa de forma detallada la tecnología USSD, la cual se utilizará en el canal de retorno, la trascendencia de este tema en el presente trabajo, radica en la importancia de conocer cómo se transmite la información utilizando dicha tecnología. Las secciones SS7 y SIGTRAN darán una idea de la forma en la que se pueden enviar los datos provenientes de la red GSM, en forma de mensajes USSD, a servidores que manejan protocolo IP.*

### 4.1. Introducción

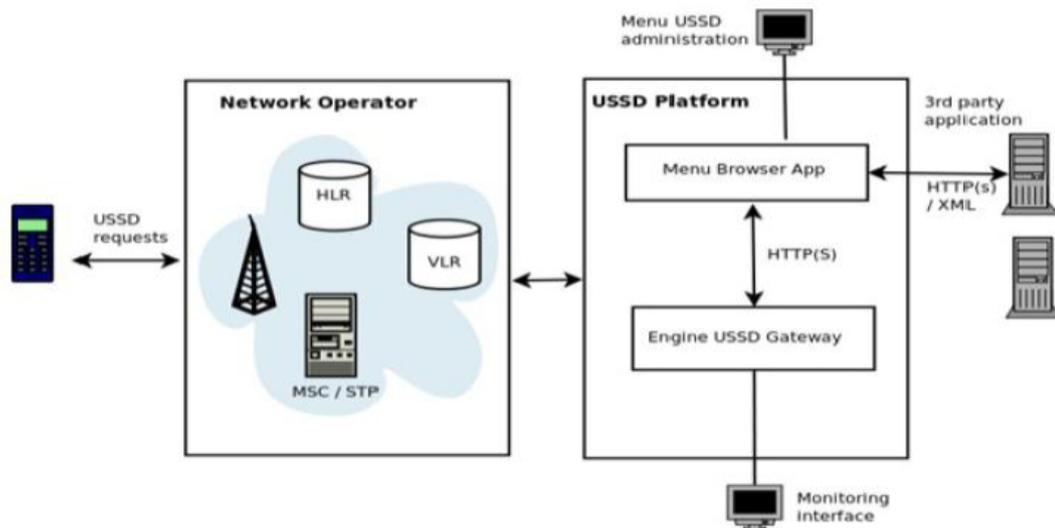
USSD (*Unstructured Supplementary Service Data*) o Servicio Suplementario de Datos no Estructurados constituye una tecnología mediante la cual se transmite información utilizando la red GSM, este intercambio de datos ocurre entre un teléfono móvil y un servidor de aplicaciones. Es un servicio orientado a sesión, la misma que se encuentra abierta hasta que el usuario, la aplicación o el tiempo termina con la misma, gracias a esto se evita la duplicidad y pérdida de datos.

#### 4.1.1. Características

- La comunicación se realiza en tiempo real.
- El servicio se adapta a zonas que tienen escasa cobertura.
- La longitud de los mensajes USSD es de hasta 182 caracteres.

- Funciona en tecnologías **GSM**, **GPRS**, o **UMTS**.
- El usuario no requiere saldo de minutos en su celular para usar el servicio.
- Los tiempos de respuesta pueden ser hasta 7 veces más rápidos que un **SMS** ya que no almacenan ninguna información en el celular.
- No se necesita de ningún menú especial para acceder a servicios **USSD**, ya que se pueden acceder desde la pantalla principal de teléfono móvil.
- Los servicios basados en **USSD** funcionan en Roaming sin ningún cambio.
- **USSD** funciona en todos los teléfonos móviles **GSM**.
- Los códigos **USSD** usados frecuentemente pueden ser almacenados en la libreta de direcciones para usarlos fácilmente.

## 4.2. Arquitectura



Fuente: Suddul *et al.* (2011)

Figura 4.1: Arquitectura USSD

En la figura 4.1 se muestra la estructura de **USSD**, en donde se puede distinguir una parte especificada como *Network Operator* que se refiere a la red **GSM** encargada de la comunicación con la plataforma **USSD** (*USSD Plataforma*).

El usuario solicita un servicio ingresando un código corto en el móvil (por ejemplo, \*121\*676#). El formato del código está estandarizado y el contenido se especifica para cada servicio. El código corto pasa a través de la red móvil al **USSD Gateway** y la enruta a la aplicación, ésta última devuelve la respuesta al usuario, a través de **USSD Gateway**, a la misma sesión **USSD**. Una sesión **USSD** puede contener una secuencia de mensajes ilimitada, entre usuario y aplicación. (Sarajlic y Omerasevic, 2007)

#### 4.2.1. Red GSM

A continuación se detallan los componentes de esta red que intervienen en la arquitectura de **USSD**:

- La MS (*Mobile Station*) o estación móvil mediante la cual el usuario puede acceder a la red y obtener los servicios prestados por la misma. Es lo equivalente a un teléfono celular, tablet, u otro dispositivo mediante el cual se interactúa con la red. Dentro de la MS, podemos encontrar:

- El SIM (*Subscriber Identity Module*) o Módulo de identidad del abonado, se trata de un chip que se coloca dentro del dispositivo **GSM** y como su nombre lo indica está asociado al abonado.
- BTS (*Base Transceiver Station*) o la estación base transmisora-receptora, es la encargada de proveer la conectividad entre la red y los terminales móviles (MS) mediante el uso de señales de radio. Se la representa gráficamente mediante una antena.
- MSC (*Mobile Services Switching Center*) o Centro de Conmutación de Servicios Móviles, asigna los canales de usuario entre el MSC y las BTS, además se encarga de enrutar el tráfico de las llamadas entrantes y salientes.
- HLR (*Home Location Register*) o Registro General de Abonados, constituye una base de datos en donde se almacena la información de los abonados, la misma que

se va actualizando dependiendo de la posición del terminal móvil y el perfil de servicio asociado al abonado.

- VLR (*Visitor Location Register*) o Registro de Abonados Itinerantes, sirve de apoyo al HLR, almacenando información local del abonado cuando no sea posible validar el proveedor de servicio del mismo, es decir, cuando el usuario se encuentra en modo *roaming*. Forma parte de los MSC y puede comunicarse con otros VLR y HLR, a través de la aplicación del protocolo SS7.

Una sesión de USSD, comienza el momento que el abonado envía un mensaje de tipo USSD, tal como se muestra en la figura 4.2. Este mensaje es enviado a través de la red GSM al USSD Gateway, el cual interpreta el código y realiza la aplicación deseada. Esta aplicación puede ser un vínculo a una página de Internet, o a información almacenada localmente en el servidor de aplicaciones. La información requerida es devuelta al USSD Gateway en donde es convertida y enviada al terminal del usuario. (Delgado Muñoz *et al.*, 2007)



Fuente: Autor

Figura 4.2: Ejecución de orden USSD



### 4.3. Servicios

Los Servicios Suplementarios de Datos no Estructurados (**USSD**) utilizan los canales de la red **GSM** llamados *signaling path* para transmitir información. Al invocar al servicio **USSD**, se establece una sesión que tendrá un tiempo de expiración o será terminada arbitrariamente por el usuario. Estos servicios SS (*Supplementary Service*) se juntan a los que proporciona la subcapa CM (*Connection Management*) que pertenece a la capa 3 de la pila de protocolos de la red **GSM** para ser entregados al usuario final.

#### 4.3.1. Tipos de Mensaje USSD

- ***Process Unstructured Supplementary Services Request (PSSR)***

Es el mensaje que inicia la sesión **USSD**, en el caso del proceso (*Mobile Initiated*) este es el primer mensaje. La respuesta que se reciba por parte del *gateway* será **USSR** o **USSN**.
- ***Process Unstructured Supplementary Services Request ACK (PSSR ACK)***

Es el último mensaje enviado por parte del *gateway* a un **PSSR** para indicarle el cierre de sesión **USSD**.
- ***Unstructured Supplementary Services Request (USSR)***

A través de este mensaje se envía el menú al abonado. En el caso del proceso (*Network Initiated*) se constituye en el primer mensaje. El abonado escogerá la opción adecuada según su requerimiento. Por lo general son números (1,2,3, etc.).
- ***Unstructured Supplementary Services Request ACK (USSR ACK)***

Contiene la respuesta que el abonado da al menú enviado en **USSR**.
- ***Unstructured Supplementary Services Notify (USSN)***

Como su nombre lo indica es una notificación enviada desde el *gateway* al abonado, la cual no necesita una respuesta por parte de la MS.
- ***Unstructured Supplementary Services Notify ACK (USSN ACK)***

Acuse de recibo, una vez que la notificación ha sido entrega en el terminal móvil del abonado.

### 4.3.2. MMI (Modo Hombre-Máquina)

Transporta cadenas de caracteres, a las que se conocen como cadenas MMI, y en su estructura contiene números precedidos por los signos \* y/o #, las mismas que van desde el abonado hasta la red, y viceversa.

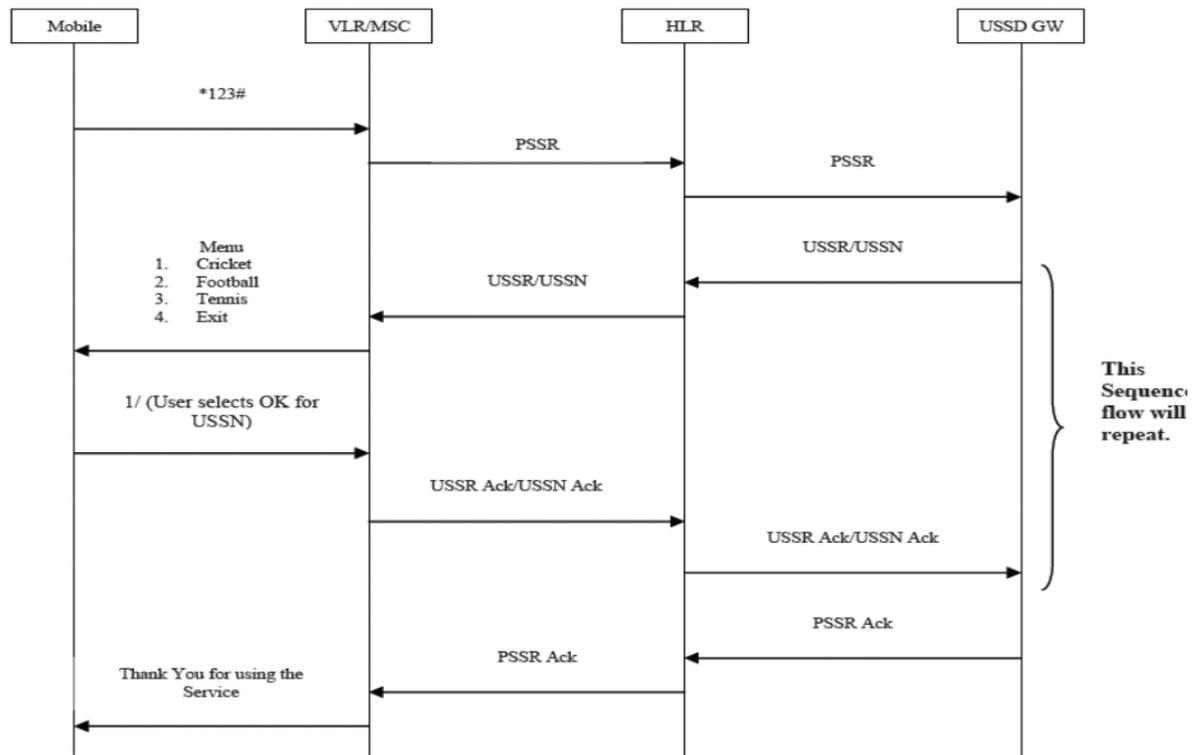
Se han clasificado los de servicios **USSD** de la siguiente manera:

- Servicios **USSD** iniciados por el móvil (*Mobile Initiated*).
- Servicios **USSD** iniciados por la red (*Network Initiated*).

### 4.3.3. Servicios Iniciados por el móvil (*Mobile Initiated*)

La estación móvil ingresa cadenas MMI, la cual contiene el código e información del servicio que se desea. Posteriormente se establece la comunicación entre la MS y la red, la cadena MMI se codifica en binario mediante la PSSR, luego esta cadena se decodifica en la MSC, la que verifica el código del servicio que viene escrito en cadena recibida. Si la MSC conoce la aplicación **USSD** dirige la solicitud a la misma, caso contrario se la entrega a la VLR. El mismo proceso se aplica a los mensajes entrantes en VLR, HLR. Los siguientes mensajes deberían ser PSSR, de modo que se indique que la conexión va a cerrarse. (Taskin, 2012)

En la figura 4.3 se muestra un ejemplo del funcionamiento de este servicio, en donde se puede observar que la estación móvil inicia una transacción **USSD** al marcar el código \*123#, a continuación la solicitud sigue el flujo hasta llegar al HLR en donde se corrobora con el **USSD Gateway** y se dirige la petición **USSD** al *gateway* adecuado. La plataforma **USSD** envía el menú o conecta a la aplicación para que el abonado escoja la opción deseada. El mensaje mantendrá un flujo de ida y regreso hasta que se consiga el propósito requerido por el usuario.



Fuente: Gupta (2010)

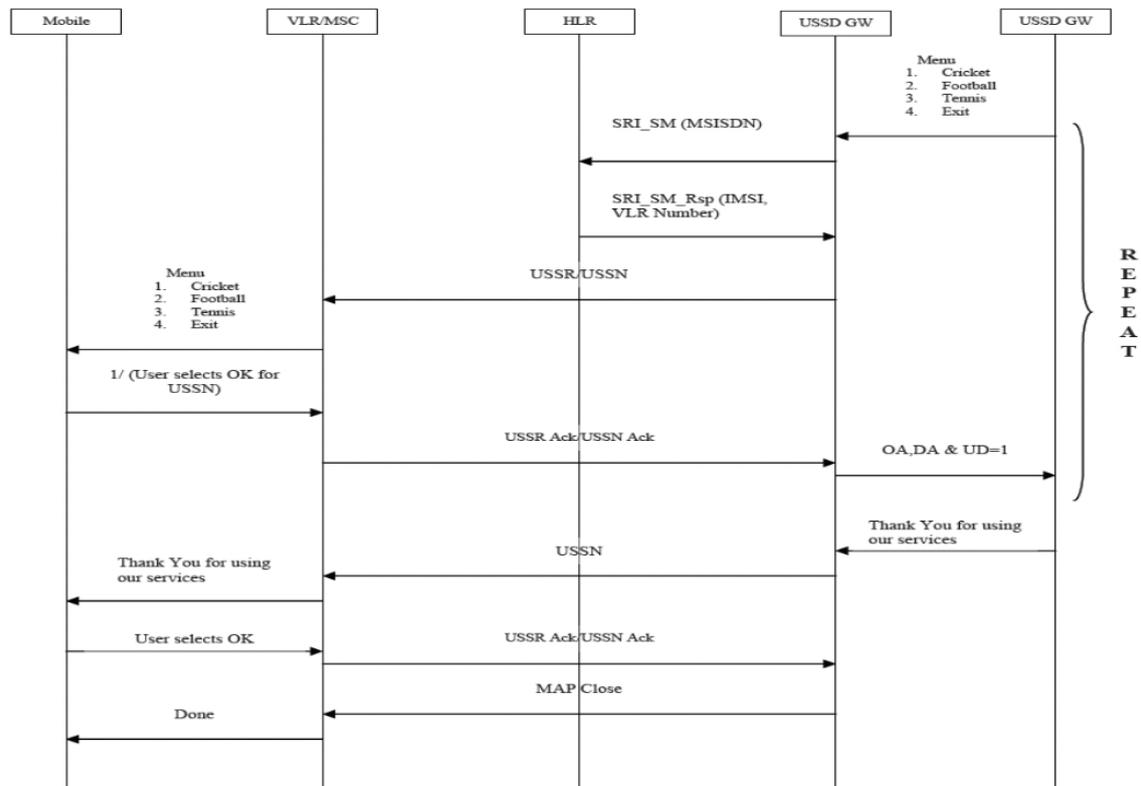
Figura 4.3: Sesión Iniciada por el móvil

#### 4.3.4. Servicios Iniciados por la red (*Network Initiated*)

Cualquiera de los componentes de la red puede iniciar una sesión USSD con la MS. La comunicación puede comenzar manualmente mediante una aplicación controlada por la red. Se deberían enviar/recibir mensaje USSR o USSN. Sin embargo, la última cadena enviada por la aplicación es un mensaje de liberación de la comunicación. (Taskin, 2012)

La figura 4.4 indica un ejemplo detallado de este servicio, en donde se aprecia que el servidor de aplicaciones inicia la sesión USSD mediante el envío de un mensaje o notificación al terminal móvil del abonado, se entrega el mensaje a través del servidor USSD y el protocolo de señalización hacia el usuario final. La sesión se mantiene en cada uno de los componentes de la red, es decir, en USSD, HLR, VLR, de acuerdo al mensaje el usuario responderá con la opción salir o con una opción específica del menú.

El mensaje seguirá el mismo flujo antes descrito hasta que el contenido llegue a su destino final.



Fuente: Gupta (2010)

Figura 4.4: Sesión iniciada por la red

## 4.4. Fases

A continuación se describen las fases de **USSD** para su uso dentro del sistema de telecomunicaciones celulares digitales.

### 4.4.0.1. USSD Fase 1

Es la primera fase y solo admite operaciones iniciadas por el terminal móvil, es decir que la MS envía una petición y recibe la respuesta. No se establece un diálogo entre la



red y el dispositivo móvil. Está definida en el estándar [GSM 02.90](#)

#### 4.4.0.2. USSD Fase 2

Se establece un diálogo entre el terminal móvil y un nodo de la red, dentro de éste diálogo se pueden incluir varias transacciones. La definición se realiza en el estándar [GSM 03.90](#)

#### 4.4.0.3. USSD Fase 2+

Se especifica *Enhanced USSD* o [USSD](#) mejorado, que introduce variaciones en alfabeto y lenguaje que permite distinguir de mejor manera los modos de operación de [USSD](#).

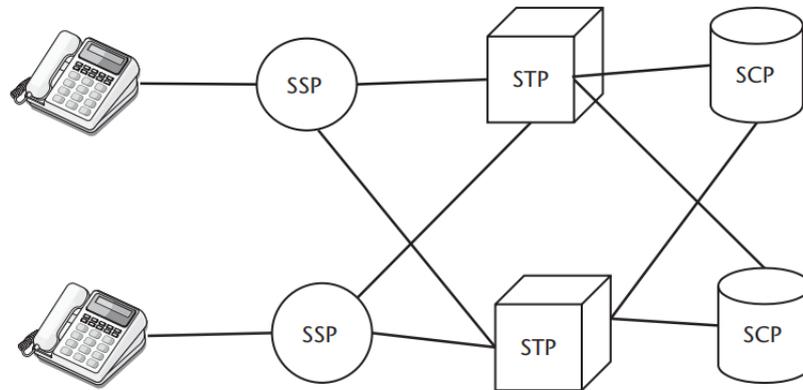
### 4.5. Señalización SS7 (*Signaling System Number 7*)

La especificación de [SS7](#) fue realizada al inicio por el Comité Consultivo de Telegrafía y Telefonía Internacional (CCITT), que ahora se conoce como Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T), fue gradualmente desarrollado según los requerimientos de señalización de los nuevos servicios desarrollados en los años 80 y 90. Posteriormente se definiría como estándar en las recomendaciones Q-700 de la UIT-T ([Henry-Labordere y Jonack, 2004](#)).

El sistema [SS7](#) intercambia información en forma de mensajes a través de los nodos de una red de conmutación como [GSM](#). La información que se transporta tiene que ver con el inicio y terminación de llamadas, ubicación de abonados, y también mensajes de texto [SMS](#) y [USSD](#).

[SS7](#) utiliza un sistema de señalización fuera de banda, es decir, el canal de señalización está separado, evitando así los problemas de seguridad que tenían los sistemas anteriores y los usuarios finales no tienen acceso a estos canales. ([Delgado Muñoz et al., 2007](#)).

## 4.6. Arquitectura SS7



Fuente: Henry-Labordere y Jonack (2004)

Figura 4.5: Arquitectura SS7.

En la figura anterior 4.5, se muestran los elementos que componen la arquitectura de SS7. A continuación, se detallan cada uno de los componentes de la arquitectura:

### 4.6.1. SSP (*Service Switching Point*)

Los SSPs se encargan de la configuración, administración y liberación de los circuitos de voz que se necesitan al momento de realizar una llamada. La función principal de SSP es utilizar la información proporcionada por la parte que llama y determinar cómo conectar la llamada.

### 4.6.2. STP (*Signal Transfer Point*)

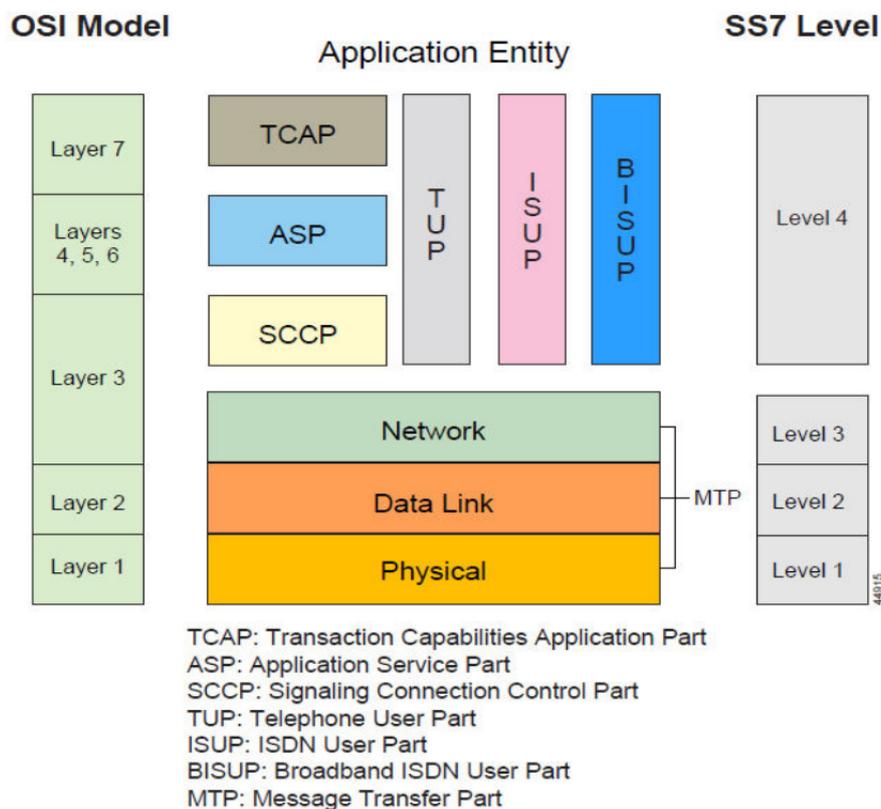
Los STPs son los encargados de enrutar los mensajes de señalización SS7, desde su origen al destino. En caso de que los mensajes sean enviados a destinos externos, se requiere que estos pasen por un *gateway* STP. Los STP no originan los mensajes. Si un SSP no conoce la dirección SSP destino, entonces el SSP debe proporcionarla mediante el uso de *Global Title Translation*.

### 4.6.3. SCP (*Service Control Point*)

A los SCPs se les denomina “red inteligente” y proveen acceso a bases de datos en servicios avanzados. Se constituyen en nodos de red importantes ya que en ellos se implementa la lógica del servicio. Se conectan directamente a los STP y generalmente son software que funciona sobre un sistema operativo comercial.

## 4.7. Pila de Protocolos SS7

La siguiente figura 4.6, muestra la pila de protocolos de SS7 y cuyos niveles serán detallados a continuación.



Fuente: Savadatti y Sharma (2017)

Figura 4.6: Pila de Protocolos SS7.

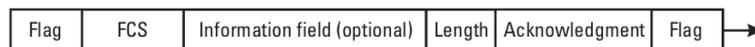
#### 4.7.1. SS7 Level 1

En este nivel se definen las características físicas, eléctricas y funcionales del enlace de señalización digital. Equivale a la capa 1 del modelo OSI, se le llama MTP (*Message Transfer Part*) Nivel 1.

#### 4.7.2. SS7 Level 2

Realiza las tareas del nivel de enlace, proporcionando intercambio de extremo a extremo de mensajes a través de enlaces de señalización que a su vez se encargan de distinguir entre mensajes, detección de errores, corrección de errores y supervisión. Se utiliza CRC-16 para la comprobación de errores en los datos y solicitar retransmisión de los mensajes con errores, perdidos o dañados. Además, monitorea la congestión mediante la gestión de colas para la entrada y salida. Se la conoce como MTP 2.

Define la estructura de trama básica que SS7 utiliza para todos los tipos de mensajes, dicha estructura se especifica en la figura 4.7 en donde se pueden observar los campos denominados *Flag* que indica el comienzo y fin de la trama, el campo *Acknowledgment* que envía y recibe una secuencia de números, un indicador de longitud (*Length*) y por último el campo FCS que se utiliza para enviar un *checksum* que permite verificar la integridad de los datos.

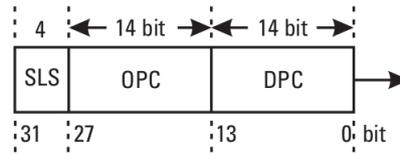


Fuente: Heine y Horrer (1999)

Figura 4.7: Formato de mensaje SS7.

#### 4.7.3. SS7 Level 3

Provee conectividad a cada uno de los nodos, los mensajes son enviados basándose en la etiqueta de enrutamiento, como se puede apreciar en la figura 4.8, esta se encuentra formada por tres campos: OPC (*Origin Point Code*) que define el remitente, DPC (*Destination Point Code*) indica el destinatario, SLS (*Signaling Link Selection*) que se utiliza para balanceo de carga. SS7 utiliza los llamados códigos de punto, que como su nombre indica, identifican de manera única cada punto de señalización.



Fuente: Heine y Horrer (1999)

Figura 4.8: Etiqueta de Enrutamiento.

#### 4.7.4. SS7 Level 4

Este nivel está compuesto por varios protocolos, véase Figura 4.6, los mismos que detallan a continuación:

##### 4.7.4.1. ISUP (**ISDN** (*Integrated Services Digital Network*) User Part)

Es usado para el establecimiento de llamadas en la PSTN (*Public Switched Telephone Network*) o en español Red Telefónica Pública Conmutada. Al realizarse una llamada de un abonado a otro, es posible que varios MSC se vean involucrados, es entonces cuando se envía un mensaje ISUP de petición que contiene información del número de quien establece la llamada.

##### 4.7.4.2. SCCP (*Signaling Connection Control Part*)

Es un protocolo de nivel superior a MTP que usa identificadores denominados números de subsistema o *Sub System Number* (SNN) para garantizar un enrutamiento de extremo a extremo. SCCP permite enrutar mensajes TCAP a la base de datos correcta.

##### 4.7.4.3. TCAP (*Transactional Capabilities Application Part*)

Permite la conexión a una base de datos externa mediante la invocación de consultas, las respuestas obtenidas se devuelven en forma de mensaje TCAP. Además, admite la capacidad de control remoto con lo que es posible llamar a funciones que se encuentren disponibles en otro nodo de red.

Según [Suango y Omar \(2016\)](#), TCAP soporta cuatro tipos de operaciones:

- Clase 1: Operaciones exitosas como erróneas son reportadas.
- Clase 2: Solo operaciones erróneas son reportadas.
- Clase 3: Solo operaciones exitosas son reportadas.
- Clase 4: No son reportadas las operaciones, ni exitosas ni erróneas.

#### 4.7.4.4. MAP (Mobile Application Part)

Es utilizado para compartir información de los abonados en redes diferentes, dicha información puede incluir el número de identificación móvil, la serie del teléfono móvil, todo esto con el fin de controlar el *handover* o traspaso de llamadas entre las centrales y para envíos de SMS. Dentro de este protocolo se implementó el servicio de mensajes cortos (SMS), con un tamaño máximo de 160 caracteres, así como también el envío de señalización no estructurada de usuario (USSD).

## 4.8. SIGTRAN (*SIG*nalizing *TRAN*sport)

SIGTRAN es el nombre del grupo de trabajo del IETF (*Internet Engineering Task Force*), cuyo objetivo principal fue definir una arquitectura para transportar la señalización en tiempo real sobre el protocolo IP, proporcionando una interconexión entre redes SS7 e IP, sin tener que redefinir la infraestructura ya existente. A raíz de esto no solo se creó una arquitectura, sino que se definieron un conjunto de protocolos de comunicaciones para el envío de mensajes SS7 sobre IP.

Los estándares SIGTRAN describen una forma de presentar la información de señalización SS7 sobre IP, de tal manera que se mantengan todos los beneficios de SS7. Estos estándares permiten que la próxima generación de redes basadas en IP se interconecten con las redes SS7 existentes e intercambien información sin pérdida de capacidad de servicio. SIGTRAN descompone la pila de protocolos SS7 original y permite que sus diferentes capas se comuniquen utilizando una capa de transporte IP. La arquitectura se muestra en la figura 4.9. En lugar de usar MTP como protocolo de transporte, SIGTRAN lo separa de las partes de usuario y transfiere la información que se pasaría a cada capa

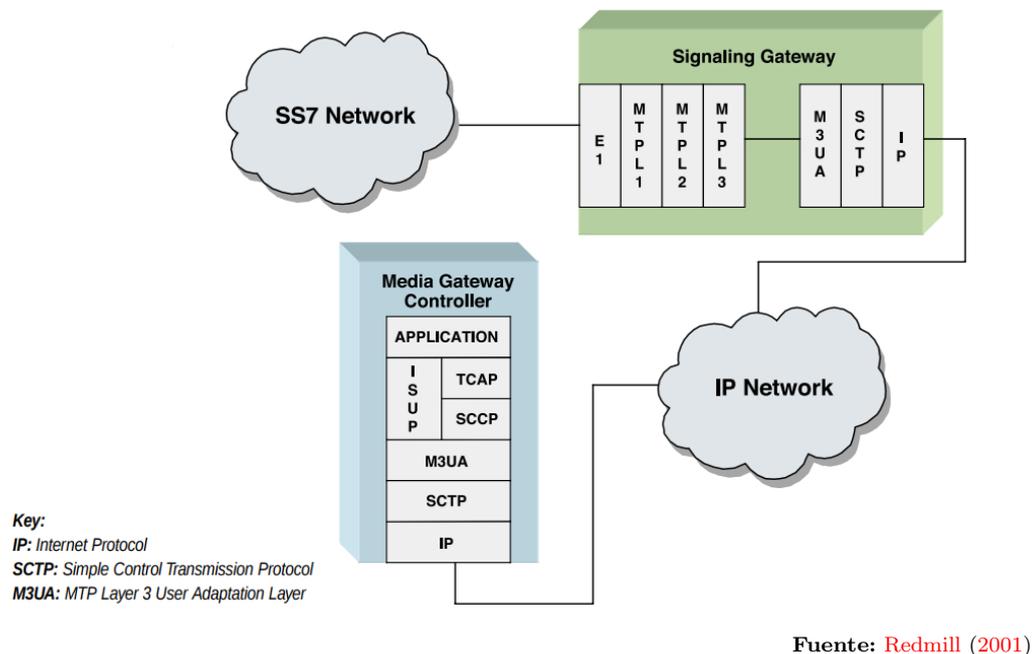


Figura 4.9: Arquitectura de SIGTRAN.

de una infraestructura IP. Se define un nuevo protocolo *Stream Control Transmission Protocol*(SCTP), que mejora los anteriores garantizando una transferencia fiable de información de una manera que cumpla los requisitos de los sistemas SS7. Actualmente, SIGTRAN se utiliza principalmente en la interfaz entre redes PSTN e IP, transfiriendo información desde un *gateway* de señalización a *Media Gateway Controller*. (Redmill, 2001)

#### 4.8.1. SCTP (*Stream Control Transmission Protocol*)

SCTP está diseñado para transportar mensajes de señalización de PSTN (*Public Switched Telephone Network*) o Red Telefónica Pública Conmutada a través de redes IP. Es un protocolo de transporte fiable que funciona en la parte superior de una red de paquetes sin conexión, como IP. Ofrece los siguientes servicios a sus usuarios:

- Confirmación de la transferencia de datos de usuario sin duplicación, sin errores.
- Fragmentación de datos para adaptarse a la trayectoria descubierta MTU tamaño.



- Entrega secuenciada de mensajes de usuario dentro de múltiples flujos, con una opción para la entrega de orden de llegada de mensajes de usuario individuales.
- Paquete opcional de mensajes de varios usuarios en un único SCTP paquete.
- Tolerancia a fallos a nivel de red mediante el soporte de multi-homing en uno o ambos extremos de una asociación.

El diseño de SCTP incluye mecanismos adecuados para evitar la congestión y resistencia a ataques de inundación y enmascaramiento. (Stewart, 2007)

De acuerdo con Henry-Labordere y Jonack (2004), SCTP ha sido especificado con capas de adaptación de usuario (UA) para proporcionar capacidades de trabajo con la red SS7. A continuación, se definieron varias capas UA para un servicio basado en SS7 para interactuar con los dos protocolos de transporte de señalización (PSTN o IP):

- SUA (capa de adaptación del usuario SCCP),
- M3UA (capa de adaptación del usuario MTP 3),
- M2UA (capa de adaptación del usuario MTP 2), o
- TUA (capa de adaptación del usuario de TCAP-no definida todavía).

#### 4.8.1.1. Capa M3UA

Se encarga de transportar mensajes de señalización de usuarios MTP 3 (por ejemplo, SCCP) a través de la red IP. M3UA soporta dos modos operativos:

1. Conecta los límites de las 2 redes SS7 y la red IP, es decir, M3UA traslada los mensajes de señalización desde un *gateway* situado en el borde de la red SS7 a un *gateway* residente en IP.
2. Soporta protocolos de señalización de llamada SS7 (SCCP, etc.) para comunicarse dentro de una red IP.

#### 4.8.1.2. Capa M2UA

El mismo proceso que M3UA pero a nivel de la Capa MTP 3.



#### 4.8.1.3. Capa SUA

Similar a M3UA pero para protocolos de usuario como TCAP. Se agrega el enrutamiento en IP.

#### 4.8.1.4. Capa TUA

Igual a M3UA pero para las partes de aplicación TCAP, como MAP.

### 4.9. Conclusión

El protocolo [USSD](#) ha tenido varios avances con el paso del tiempo, desde una perspectiva técnica, en su primera fase solamente permitía que el equipo móvil inicie la sesión, pero con la llegada de fase 2+, en donde ya es posible establecer un dialogo bidireccional ya sea este iniciado por el equipo celular o por la red.

[USSD](#) no posee un servicio de almacenamiento y envío como si lo tiene [SMS](#). [USSD](#) es orientado a la sesión, es decir, se establece una conexión de radio que permanece abierta hasta que sea liberada ya sea por el usuario, por la aplicación o por *time out*, razón por la cual, no existe riesgo de perdidas ni de duplicidades y como punto muy importante es que la transmisión se realiza en tiempo real.

Este capítulo también se presenta el funcionamiento de [SS7](#) y [SIGTRAN](#) que dentro de la propuesta a elaborarse más adelante en este trabajo, serán utilizados de la siguiente manera: [SS7](#), y por ende todos sus capas, para el intercambio de información de los mensajes [USSD](#) que viajarán a través de la red [GSM](#). Luego esta información será transportada mediante [SIGTRAN](#), igualmente con todas sus capas, a los servidores que manejan el protocolo IP, en donde, se almacenará la información proveniente de las cadenas [USSD](#) que se generan con los datos de las respuestas a un cuestionario de evaluación, que posteriormente se pueden visualizar, por ejemplo, mediante el uso de tecnologías web. En el siguiente capítulo se tratará más a fondo este tema.



## Capítulo 5

# Propuesta de Arquitectura para evaluación del aprendizaje *t-learning* utilizando protocolo USSD

*Basándose en los capítulos anteriores, aquí se define la propuesta de arquitectura que soporta la solución planteada en este trabajo. Se detallan los componentes que pueden ser utilizados en dicha arquitectura. Además, se realiza un análisis de la alternativa propuesta desde varios puntos de vista como son: técnico, económico, social, legal.*

### 5.1. Introducción

En el [Capítulo 3](#) [pág.31](#) se abordó el tema de canal de retorno, en el cual se describe las diferentes tecnologías (ADSL, WIFI, Ethernet, etc.) mediante las cuales se puede implementar el mismo. En el caso del presente trabajo, se propone utilizar la red GSM, teniendo en cuenta este aspecto, a continuación se presentará la estructura de *hardware* que se necesitaría para poner en práctica lo que se propone en esta tesis.

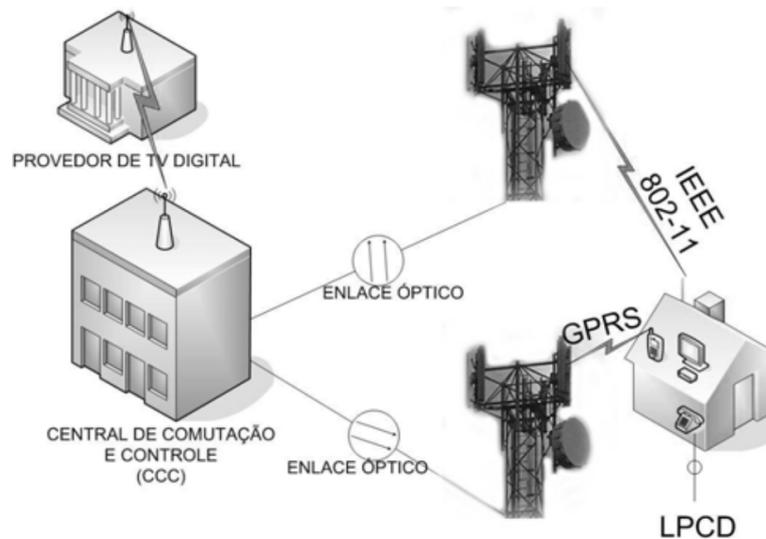
Según la recomendación UIT-T (1999) llamada de la serie J en donde se abordan Sistemas Interactivos para la Distribución de Televisión Digital, se establecen 2 canales entre el proveedor del servicio y el usuario:



- **Canal de difusión (BC, *Broadcast Channel*):** Canal unidireccional de banda ancha que puede incluir video, audio y datos. El canal de difusión se establece desde el proveedor del servicio a los usuarios. Puede incluir el trayecto de interacción de ida.
- **Canal de interacción (IC, *Interaction Channel*):** Canal bidireccional entre el usuario y el proveedor del servicio para fines de interacción. A su vez se encuentra formado por:
  - **Trayecto de interacción de retorno (canal de retorno):** Canal de comunicación del usuario al proveedor del servicio. Se utiliza para hacer peticiones al proveedor del servicio o para responder a preguntas. Es un canal de banda estrecha. También se conoce normalmente como canal de retorno.
  - **Trayecto de interacción de ida:** Canal de comunicación del proveedor del servicio al usuario. Se utiliza para que el proveedor del servicio proporcione información al usuario y para cualquier otro tipo de comunicación destinada a la provisión de servicios interactivos. Puede estar integrado en el canal de difusión. Este canal puede no estar presente en algunas implementaciones sencillas que utilicen el BC para el transporte de datos hasta el usuario.

Por su parte [Margalho et al.. \(2004\)](#), propone utilizar tecnologías inalámbricas como [WiMAX](#), [WiFi](#), y [GPRS](#), tal como se muestra en la figura 5.1, generando así una iniciativa en la utilización de la red [GSM](#) como canal de retorno. El autor justifica el uso de esta tecnología por la cobertura que tiene la infraestructura de telefonía celular en los centros urbanos brasileños. Se recomienda que las estaciones de radio base o llamadas simplemente *Base Station* en inglés, sean del tipo *dual band*, lo que significa que debe recibir las frecuencias del operador y la que se defina para el canal de retorno de la TV Digital, lo que evitaría la instalación de nuevos cables. Se utilizaría un filtro dúplex para diferenciar las señales antes de enviarlas a la Central de Conmutación y Control (CCC). Posterior a esto, solamente faltaría el establecimiento de conexión entre ésta última y el Proveedor de TV Digital para que el canal de retorno quede establecido correctamente.

Las redes de telefonía móvil son los medios más fáciles de implantación para uso de canal de retorno, debido a su alta penetración en el mercado. Las redes de telefonía móvil serían una analogía a las redes *Public Switched Telephone Network*(PSTN) pero inalámbricas. Son más modernas por el hecho de utilizar técnicas de digitalización en las transmisiones "última milla"(comunicación entre el dispositivo y la antena transmisora),



Fuente: Margalho *et al.*. (2004)

Figura 5.1: Alternativas a canal de retorno.

a diferencia de las redes de telefonía por cable que utilizan medios analógicos para esa comunicación (entre el dispositivo y la central telefónica). Como las PSTN, las redes GSM y CDMA se encuadran en la categoría de dispositivos de conexión limitada, que no están conectados a la red de datos permanentemente, y por lo tanto tienen cierto retraso para el inicio de la transmisión de los datos de la aplicación. Este retraso, sin embargo, es normalmente menor que el de las redes PSTN. El funcionamiento de estas redes es similar al de las redes WiMAX existiendo una antena receptora - transmisora que está conectada a la red de datos, con la que los usuarios que quieren acceder a dicha red se comunican utilizando ondas electromagnéticas. Estas ondas son generadas por un módem - transmisor acoplado al final de acceso del usuario, que es capaz tanto de recibir las ondas enviadas por la antena conectada a la red de datos, tanto como enviar ondas a esa red. La tasa de transferencia en estas redes llega a 15 Megabits por segundo (compartida), mientras que la tasa de transferencia por usuario varía en promedio de 60 kilobits por segundo. (Zimmermann, 2007)

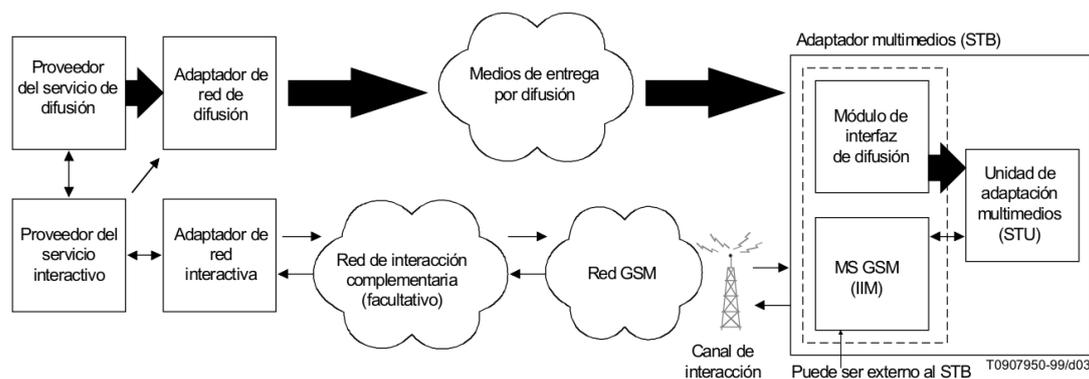
## 5.2. Análisis

En capítulos anteriores se abordó la teoría necesaria para llevar a cabo la propuesta de una arquitectura de evaluación de aprendizaje a través de *t-learning* utilizando USSD

como canal de retorno. A continuación, se presenta el análisis tomando como base los siguientes aspectos: técnico, económico, social y legal o regulatorio.

### 5.2.1. Técnico

Para llevar a cabo el objetivo planteado, es necesario contar con un **STB** que incluya un *middleware*, por ejemplo: GINGA, con el que se puedan crear aplicaciones interactivas para **TDT**, además al interactuar con la red **GSM**, es necesario contar con un elemento que permita generar dicha interacción, para lo que con base en la norma de la serie J (UIT-T, 1999) para el estándar de Televisión Digital DVB-T se especifica el uso de un módulo interactivo (IIM) ya sea dentro o fuera del **STB**, el cual actuaría como una estación móvil. La figura 5.2 muestra un modelo que debe utilizarse bajo el estándar DVB para los servicios interactivos.



Fuente: UIT-T (1999)

Figura 5.2: Arquitectura cuando se utiliza **GSM** como canal de interacción.

En la figura 5.3, se muestra un **STB** en donde se pueden apreciar las diferentes interfaces de salida como son:

- Salida Digital de Audio y Video (HDTV)
- Salida de Video Componente (YPbPr)
- Salida de Audio Estéreo 1 (D + Y)
- Salida de Video Compuesto (CVBS – A/V)

- Salida de Audio Estéreo 2 (D + Y)
- Salida de Audio Digital (SPDIF coaxial)

Estas salidas son conectadas directamente al televisor y proveen una mejor calidad de audio y video. También se aprecia en el gráfico que el equipo cuenta con un puerto USB, en el cual se puede conectar un módem móvil USB, que se muestra en la siguiente figura 5.4 dispositivo mediante el cual se puede realizar la comunicación con la red GSM utilizando la tecnología USSD como canal de retorno.



Fuente: [www.eitv.com.br](http://www.eitv.com.br)

Figura 5.3: Set Top Box.



Fuente: [www.claro.com.br](http://www.claro.com.br)

Figura 5.4: Módem USB.

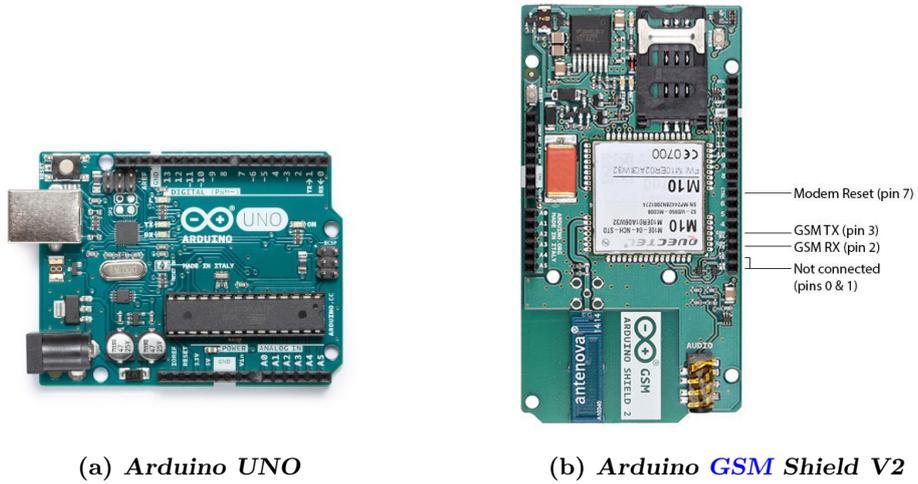
La alternativa de utilizar un módem móvil USB, se plantea debido a que en la investigación realizada no fue posible hallar un STB bajo la norma ISDB-Tb que incluya un módulo SIM.



Otra opción para poder realizar la conexión a la red **GSM** sería usar un elemento de hardware libre, como podría ser Raspberry PI o Arduino, éste último está siendo utilizado de manera más común en nuestro medio. Arduino es una plataforma de hardware y software libre, sus tableros leen entradas de varios tipos (luz, pulsaciones, etc.) y las convierte en una salida deseada, por ejemplo, activar una alarma, e incluso utilizar Internet para crear una alerta en una red social. Los tableros Arduino cuentan con un microcontrolador al cual se puede enviar instrucciones utilizando su propio lenguaje de programación, basado en AVR C, y que es extensible mediante el uso de librerías de C++. Para realizar la programación se usa el IDE de Arduino.

**USSD** se utiliza para la transmisión de datos a través de la red **GSM**, utilizando los canales de señalización, por lo cual los requerimientos de ancho de banda no son demasiado demandantes, lo que permite su uso en la solución planteada desde el punto de vista de un análisis de tráfico.

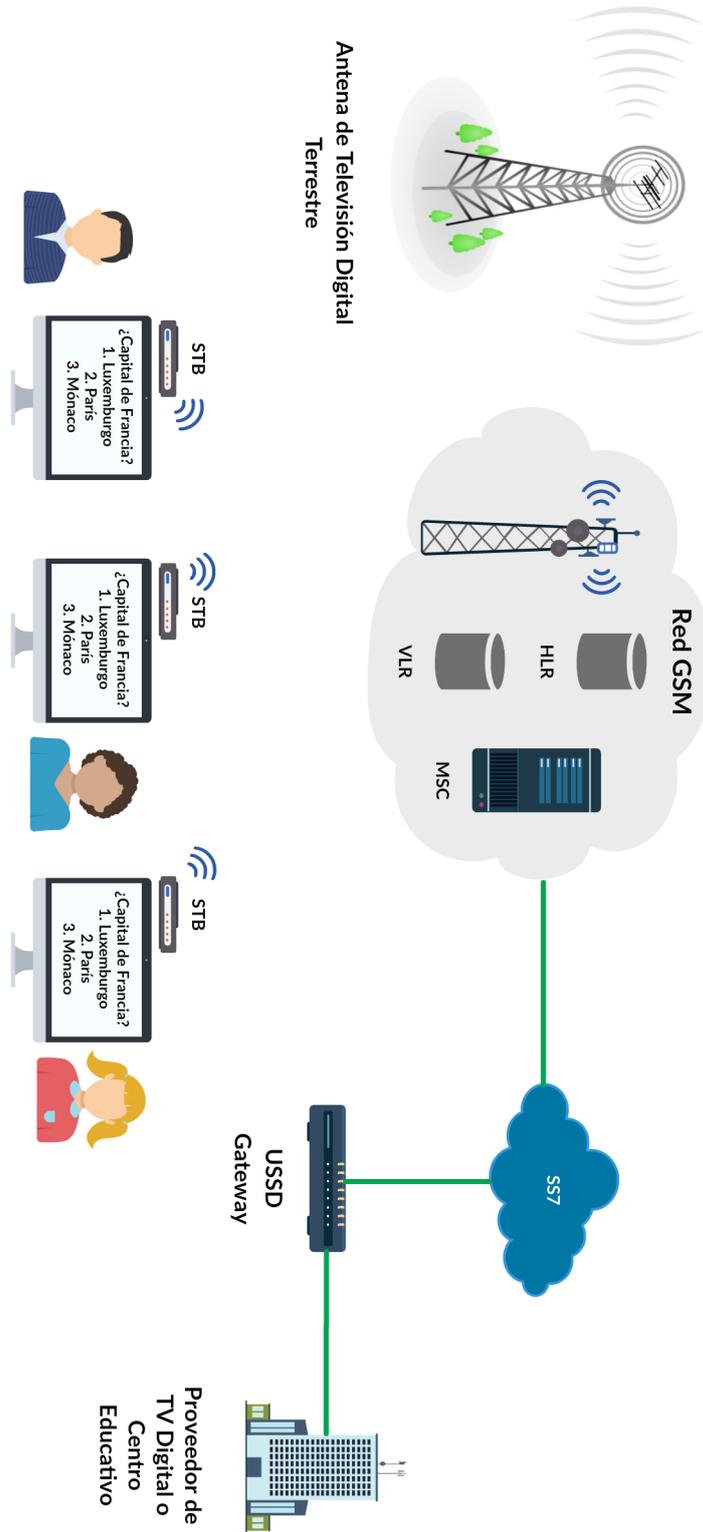
Como se había explicado en los capítulos anteriores, **USSD** establece sesiones para evitar duplicidad o que se pierda la comunicación, el circuito que se establece queda abierto permanentemente hasta que el usuario sale de la sesión u ocurre un *timeout*, expiración de tiempo, y la comunicación se cierra automáticamente, esto añade seguridad de extremo a extremo, razón por la cual se lo utiliza en transacciones bancarias mediante dispositivos móviles.



(c) *Montaje de módulo GSM al board Arduino UNO*

Fuente: <https://www.arduino.cc>

**Figura 5.5:** Dispositivo GSM usando hardware libre ARDUINO.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.6: Arquitectura Propuesta.



En la figura 5.6 se detalla la propuesta que se realiza en este trabajo de investigación, en donde se pueden identificar los siguientes elementos:

**Antena de Televisión Digital Terrestre:** Realiza la recepción y transmisión de las señales televisivas que serán entregadas a los usuarios. A través de *broadcast* o mensajes de difusión se enviarán las consultas que evalúen el aprendizaje de los alumnos.

**STB:** Se encarga de conectarse con la Red GSM, al contener un módulo SIM que permita realizar el envío de los datos a la entidad emisora, en este caso una institución educativa. La información a ser transmitida será un código USSD que tenga la siguiente estructura:

\*codigo curso\*codigo estudiante\*codigo pregunta\*respuesta# SEND

Basándose en la estructura anterior, por ejemplo la cadena: **\*342\*1548\*1\*2#**, indica que el estudiante con código 1548, está tomando el curso 342, respondiendo la pregunta 1 con el valor de 2. Como se puede observar el código que se genera no es lo suficientemente entendible por el usuario final, es por eso que la aplicación interactiva que se encuentra cargada en el dispositivo deberá armar dicho código y enviarlo a través de la red móvil GSM. Para evitar saturación de tráfico, se propone, enviar una sola cadena que contenga todas las preguntas y respuestas de modo que la información viaje solamente una vez en lugar de hacerlo por cada pregunta, de esta forma se optimizan los recursos de red.

**Transmisión:** Una vez generada la cadena USSD (*string USSD*), ésta pasará a la red GSM que posteriormente entregará la información al protocolo de señalización SS7 y mediante SIGTRAN llegará al USSD Gateway en donde el último paso sería pasar a los servidores del Proveedor de TV Digital que puede ser un centro educativo.

En cuanto al desarrollo de la aplicación interactiva que resida en el STB, se han revisado soluciones que utilizan el lenguaje LUA, en donde existen propuestas para el manejo de dispositivos que cuenten con acceso a la red GSM, estas se encuentran publicadas en el sitio GitHub, reconocido a nivel mundial por ser una plataforma para desarrollo colaborativo en donde programadores de todo el mundo comparten código fuente para que pueda ser reutilizada por otras personas. Entre las opciones encontradas están *Lua\_for\_RePhone* y *lua-lluv-GSMmodem* que utilizan comandos AT para interactuar con un módulo GSM, se puede observar en la figura 5.7 parte de las instrucciones

que realizan el proceso de envío de USSD.

- Send SMS

```
device:send_sms('+7777777', 'Hello world', function(self, err, ref)
  print('SMS Send result:', err or 'OK', 'Message reference:', ref or '<NONE>')
end)
```

- Send SMS and wait report

```
device:send_sms('+7777777', 'Hello world', {waitReport = 'final'}, function(self, err, ref, response)
  if err or not response.success then
    print('SMS Send fail:', err or response.info, 'Message reference:', ref or '<NONE>')
  else
    print('SMS Send pass', 'Message reference:', ref or '<NONE>')
  end
end)
```

- Send USSD

```
device:send_ussd('*100#', function(self, err, msg)
  print('USSD Result:', err, msg and msg:status(), msg and msg:text())
end)
```

Fuente: <https://github.com/moteus/luas-lluv-GSMmodem>

**Figura 5.7:** Código Lua - GSM.

Para una mejor ilustración de cómo podría ser el aplicativo de la TV Digital, se han generado un diseño de las posibles pantallas que pueden intervenir para que el alumno pueda interactuar con la TV Digital. En la figura 5.8 se muestra la pantalla principal en donde mediante el control remoto será posible elegir la opción indicada.

Mientras que en la figura 5.9 se visualiza propiamente la pantalla de la evaluación de los conocimientos en donde existen 3 opciones de respuesta.

En un entorno de *t-learning*, la evaluación de los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes deberían ajustarse a las peculiaridades del medio de TV interactiva y tomando en cuenta que la televisión ha sido un medio para entretenimiento se sugiere no tener un proceso de evaluación excesivamente formal, sino uno basado en cuestionarios, preguntas verdadero / falso, etc.(López-Nores *et al.*, 2005)

Para responder a las consultas de evaluación por parte del estudiante, se sugiere la utilización de un control remoto ya que contiene un teclado interactivo con teclas de colores y flechas de dirección además de una tecla de información como se puede apreciar



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.8: Pantalla Principal aplicación TV Digital.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.9: Pantalla evaluación TV Digital.

en la figura 5.10.



Fuente: (Ambuludí León, 2016)

**Figura 5.10:** Modelo básico de control remoto para televisión digital.

Finalmente se muestra en la figura 5.11, una forma en como la información recopilada de la evaluación que realizan los estudiantes, puede ser visualizada mediante un aplicativo WEB en un explorador de Internet, para que el profesor o tutor responsable del curso pueda dar un seguimiento a sus estudiantes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Prof. Luis Mendieta

Inicio  
Alumnos  
Calificaciones  
Salir

**Información del Alumno**

**Código :** 1548

**Nombre :** 342 Juan Perez

**Curso :** Geografía

**Ciudad :** Saquisilí

**Evaluación**

Pregunta	Respuesta	Respuesta Correcta
Capital de Francia	1	2
Pregunta 2	1	1
Pregunta 3	3	2
...	...	...
...	...	...
Pregunta 10	2	2

**Total de aciertos : 8 / 10**

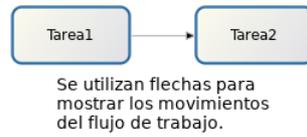
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.11: Simulación de sitio web con resultados de evaluación.

En el gráfico 5.13, se expone un diagrama de proceso de la arquitectura que se propone en este trabajo, para esto, se ha utilizado la notación BPMN, cuyos elementos básicos se los detalla en la figura 5.12

### Elementos de flujo de trabajo

-  Inicio  
Evento que Se usan para iniciar y para gestionar acciones específicas durante un flujo de trabajo.
-  Tarea  
Tareas que son llevadas a cabo en el proceso, ya sea por personas, automáticamente o mediante subprocesos.
-  Fin  
Evento que finaliza el flujo de trabajo



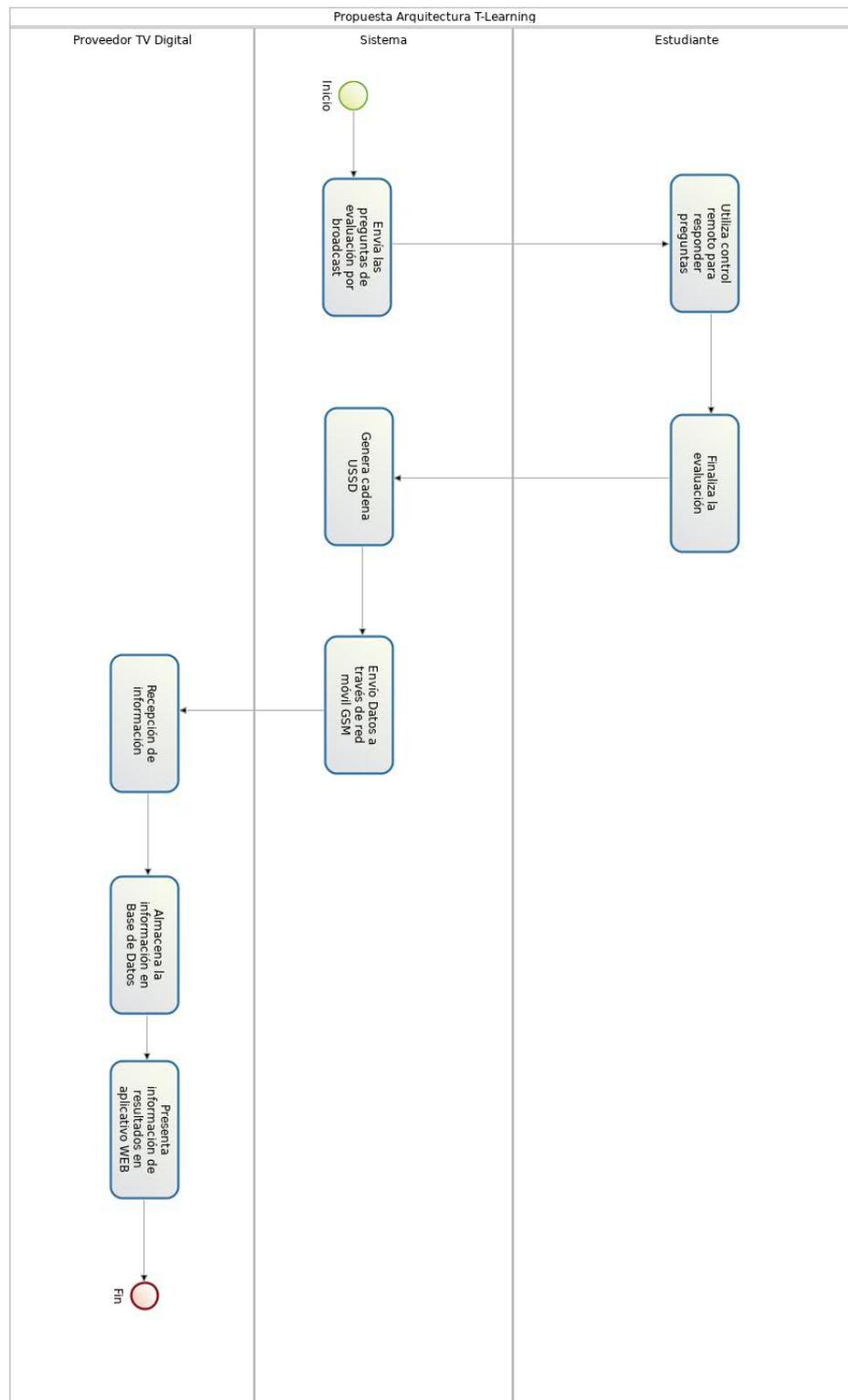
### Elementos Organizativos



Se utilizan para organizar los aspectos los aspectos de un proceso BPMN. Se agrupa visualmente en carriles y cada aspecto puede ir en un carril separado

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.12: Elementos básicos notación BPMN.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.13: Diagrama de proceso de arquitectura propuesta



### 5.2.2. Económico

**Por parte del usuario:** La inversión que debe hacer el estudiante para acceder a ésta solución es para la adquisición del [STB](#). Lo cual al ser zonas alejadas y por lo tanto de escasos recursos puede convertirse en un limitante al implementar la solución planteada, sin embargo, podría el Estado subvencionar el costo de los equipos como ya ha pasado en otros países de Sudamérica.

**Por parte de la institución:** El caso abordado en esta tesis tiene aspectos semejantes a los del dinero electrónico que fue implementado en el Ecuador. En la investigación realizada se pudo obtener datos del acuerdo de conexión entre la operadora de telefonía móvil CLARO y el [BCE](#) (Banco Central del Ecuador), en donde se especifican los costos por uso de la infraestructura de la operadora móvil al generar transacciones [USSD](#), Un valor de 0.015 (centavo y medio) por concepto de registro de usuario, y 0.0075 (siete décimas y media de centavo) para el resto de servicios: pagos, cobros, descargas, etc., cuyos valores son parte del presupuesto del Proyecto de dinero electrónico que es manejado por el [BCE](#).

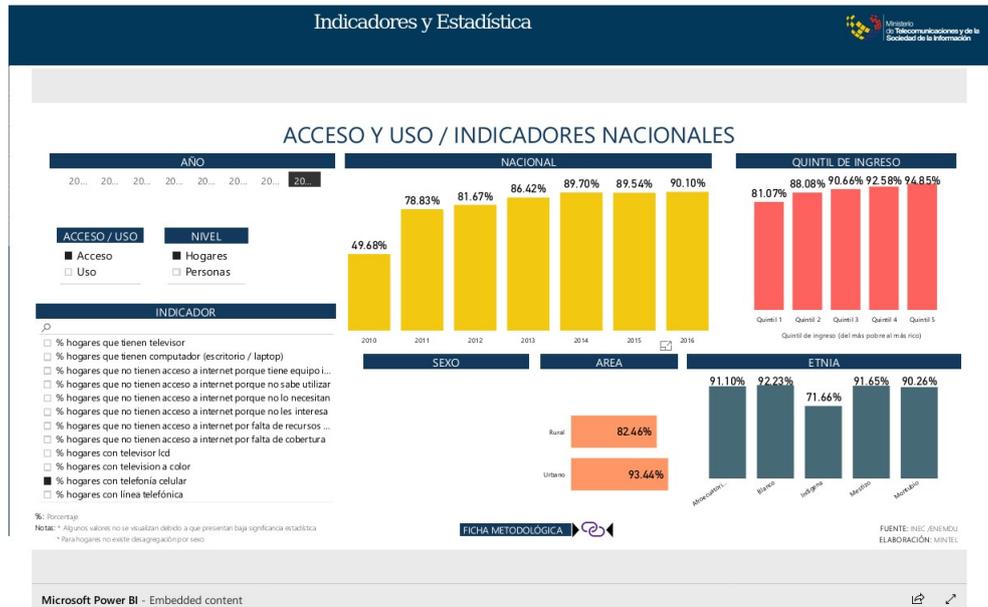
Los costos anteriormente mostrados son significativamente bajos y manejables para una institución, sea educativa o no, que desee implementar una solución de [USSD](#) a través de [TDT](#), dichos costos puede formar parte del presupuesto del proyecto así como lo hizo el [BCE](#). En el caso de la solución propuesta se plantearía un escenario parecido en donde la unidad educativa o en el mejor de los casos el Ministerio de Educación, pueda subsidiar este valor como una medida de incentivar el uso de la [TDT](#) en el aprendizaje.

Además Ministerio de Educación podría llegar a un acuerdo interinstitucional para la utilización de los equipos ([USSD Gateway](#)) que adquirió el [BCE](#) para la implementación de dinero electrónico y poder enviar tráfico referente a la evaluación del aprendizaje usando [USSD](#) y la TV Digital.

### 5.2.3. Social

La propuesta realizada en este trabajo de titulación pretende ser inclusiva, es decir, involucrar a todos los sectores de la población, haciendo especial énfasis en las zonas rurales o que se encuentran alejadas de los grandes centros poblados, en donde cierta infraestructura tecnológica, como es el caso de Internet, es escasa o casi nula. Es así, que

se propone el uso de tecnologías que actualmente se encuentran ampliamente difundidas, como es el caso de GSM, ya que como se puede apreciar en la figura 5.14 el uso de dispositivos móviles se muestra con un porcentaje bastante alto; a todo esto se suma el amplio despliegue de infraestructura realizado por las operadoras de telefonía móvil en busca de captación de abonados a nivel del país.



Fuente: Ministerio de Telecomunicaciones, MINTEL

Figura 5.14: Hogares que poseen telefonía celular.

#### 5.2.4. Legal o Regulatorio

El proyecto aquí propuesto, se enmarca dentro de los servicios de valor agregado, ya que no constituye un servicio de la operadora de telefonía móvil, en este caso es necesario revisar la Resolución 071-03-CONATEL-2002-02-20, que indica lo siguiente:

**Art 2.-** Son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información. Se entiende que ha habido transformación de la información cuando la aplicación redirecciona, empaqueta datos, interactúa con bases de datos o almacena la información para su posterior retransmisión.



De acuerdo a esto, la solución propuesta deberá cumplir con lo estipulado en esta resolución, tomando en consideración los siguientes artículos que tienen que ver con el título habilitante que se necesita para poder proveer el servicio de valor agregado:

**Art. 7.-** Las solicitudes deberán estar acompañadas de los siguientes documentos y requisitos:

- a) Identificación y generales de ley del solicitante;
- b) Descripción detallada de cada servicio propuesto;
- c) Anteproyecto técnico para demostrar su factibilidad;
- d) Requerimientos de conexión;
- e) Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas; y,
- f) En caso de renovación del permiso. La certificación de cumplimiento de obligaciones establecidas en el permiso, por parte de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones, además de la información de imposición de sanciones por parte de la Superintendencia.

**Art. 8.-** El anteproyecto técnico, elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones debidamente colegiado, contendrá:

- a) Diagrama esquemático y descripción técnica detallada del sistema;
- b) Descripción de los enlaces requeridos hacia y desde el o los nodos principales para el transporte de información internacional necesaria para la prestación de su servicio y entre los nodos principales y secundarios para el caso de enlaces nacionales en caso de requerirlo;
- c) Identificación de requerimientos de espectro radioeléctrico, solicitando el título habilitante respectivo según los procedimientos determinados en el reglamento pertinente. Para efectos de conexión se aplicará lo dispuesto en el respectivo reglamento;
  - c-1) Los solicitantes de permisos para servicios de Audio texto, deberán detallar la temática y los contenidos a los que podrán acceder los usuarios;



- d) Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada nodo; y,
- e) Descripción técnica de cada nodo del sistema;
- f) Los solicitantes de permisos para servicios de Audio texto, deberán presentar la descripción de los equipos que permitan registrar las llamadas recibidas, así como su duración en tiempo real de uso.

**Art. 9.-** El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado especificará por lo menos lo siguiente:

1. Objeto;
2. La descripción técnica del sistema que incluya, infraestructura de transmisión, forma de acceso de conexión con las redes existentes;
3. Descripción de los servicios autorizados, duración, alcance y demás características técnicas específicas relativas a la operación de los servicios de valor agregado; y,
4. Las causales de extinción del permiso.

Para una mayor referencia se ha incluido el reglamento completo en el Anexo [D](#).

En lo que respecta al uso de la [TDT](#), se deberán cumplir los requisitos especificados en la Norma Técnica para el Servicio de Radiodifusión de Televisión Digital Terrestre (*véase* Anexo [A](#)) en donde se detalla la forma de asignación de canales a ser usados en la Televisión Digital Terrestre en Ecuador.



## Capítulo 6

# Conclusiones y trabajo futuro

### 6.1. Conclusiones

- El presente trabajo propone una arquitectura que utiliza la tecnología **USSD** como canal de retorno y mediante el uso de cuestionarios evaluar el aprendizaje. El estudiante responde a ciertas preguntas que se le presentan en la televisión, las mismas que mediante la red **GSM** viajan a los servidores de la institución educativa responsable de realizar el curso mediante plataformas *t-learning*. Una vez que la información se encuentre disponible para los profesores, se pueden calificar las respuestas y lo más importante, dar una retroalimentación a los estudiantes en base a los conocimientos adquiridos.
- De acuerdo con la investigación realizada, hasta la fecha no existen propuestas que utilicen como canal de retorno **USSD** en aplicaciones *t-learning*. La propuesta realizada en este trabajo investigativo pretende ser inclusiva, es decir, involucrar a todos los sectores de la población haciendo especial énfasis en las zonas rurales, razón por la cual se propone el uso de tecnologías que cuentan con una mayor cobertura que Internet, como es el caso de la red móvil **GSM**.
- Cuando se realicen aplicaciones de *t-learning*, será conveniente contar con un equipo multidisciplinario para cubrir los aspectos desde el punto de vista tecnológico como también pedagógico y de diseño con el objetivo de motivar al estudiante a utilizar el aplicativo.
- Los costos que cobran las operadoras telefónicas por usar su infraestructura para la utilización de **USSD** (\$0.0075 y \$0.015) son significativamente bajos y manejables

para una institución educativa pública o privada.

- Dentro de la arquitectura propuesta se ha visto la posibilidad de sugerir el uso de otras tecnologías, como por ejemplo, la utilización de equipos de hardware libre ARDUINO para crear un dispositivo que envíe las respuestas mediante USSD. Se debe tener en cuenta que al usar estos equipos, los mismos deben estar homologados en el país, de forma que no se tengan problemas al momento de poder utilizar el módulo SIM en la red móvil GSM nacional.
- Debido a que la televisión cuenta con un alto índice de penetración en el Ecuador, se debería impulsar el uso de la TDT como un medio a través del cual se puedan acceder a servicios públicos o brindar información de interés general. Con la aparición de la TV Digital en el país se abren nuevos modelos de negocio, usos sociales, nueva forma de producción, etc. Es un nuevo campo de investigación por parte de la comunidad académica del país.
- La utilización de la TVDi debería permitir alcanzar un entretenimiento que educa, es decir, generar contenidos educativos, pero que además sean capaces de entretener, convirtiendo al proceso de aprendizaje en más participativo dando como resultado un estudiante más activo y con una mayor acogida por parte de toda la población. La gran ventaja que posee la televisión al estar presente en la mayoría de hogares del país es que puede convertir al *t-learning* en un sistema educativo a distancia mucho más fácil de llegar a poblaciones en zonas rurales.

## 6.2. Trabajo Futuro

- Generar un prototipo que utilice la información que ha sido suministrada en este trabajo, de forma que se pueda observar de mejor manera todo el alcance de la solución que se ha planteado, e inclusive realizar pruebas de campo que permitan medir impacto económico y social.
- Una idea que se plantea es que esta arquitectura se junte a otras tecnologías como por ejemplo a las plataformas de educación virtual, cumpliendo con la evaluación de los alumnos de una forma interactiva, y que a su vez ellos puedan revisar sus calificaciones obtenidas y recibir retroalimentación ingresando a la plataforma de educación virtual que provee contenidos extra para que el estudiante pueda aprovechar de mejor manera los cursos que dictan los centros educativos.



- La investigación que se ha realizado pretende generar nuevas formas de interactuar con la [TDT](#), por lo que es necesario que más personas se interesen en estos temas pudiendo generar soluciones mejoradas a la que se ha presentado en esta tesis.



# ANEXOS



Anexos A

# Anexo A: Norma Técnica Televisión Digital Terrestre

[Norma Técnica TDT Ecuador](#)



Anexos B

## Anexo B: Códigos USSD

[Codigos USSD para servicios suplementarios](#)



## Anexos C

# Anexo C: Acuerdo de Conexión operadora Claro (Dinero Electrónico)

[Acuerdo de Conexión entre operadora Claro y BCE](#)



Anexos D

# Anexo D: Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado

[Resolución 071-03-CONATEL-2002-02-20](#)



## Anexos E

# Anexo E: Serie J: Transmisiones de Señales Radiofónicas, de Televisión y de otras señales multimedios

[Canal de interacción utilizando el sistema mundial para comunicaciones móviles](#)



## Bibliografía

- Aarreniemi-Jokipelto, P. (2005). T-learning model for learning via digital tv. En *Ponencia en 16th EAEEIE Annual Conference on Innovation in Education for Electrical and Information Engineering (EIE)*, Lapperanta, Finlandia. Recuperado de <http://www.it.lut.fi/eaeie05/proceedings/p21.pdf>. 2
- Abarca, L. D. (2013). La migración a la tdt, una oportunidad para latinoamérica. *Foro Jurídico*, (12):277–283. 15, 24
- Alencar, M. S. (2009). *Digital television systems*. Cambridge university press. 28
- Ambuludí León, J. P. (2016). Diseño de aplicaciones interactivas de carácter informativo y educativo (t-learning) para su aplicación en el sistema de televisión digital terrestre del ecuador. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja. 75
- Arciniegas, J. L., Amaya, J. P., Urbano, F. A., Campo, W. Y., Euscategui, R., García, A., y García, X. (2011). Editv: Educación virtual basado en televisión interactiva para soportar programas a distancia. *e-colabora Revista de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por redes de tecnología avanzada*, 1(1):42–47. 29
- Bates, P. J. (2003). T-learning study: A study into tv-based interactive learning to the home. *Final Report, pjb Associates, UK*. 2
- Bernal, I. M. y Valencia, J. L. (2013). Desarrollo de aplicaciones interactivas para tv digital orientadas a formar a la población en desastres naturales. *Revista Politécnica*, 32. 40
- Brown, A. y Picard, R. G. (2004). *Digital terrestrial television in Europe*. Routledge. 29



- Carrascal, M. C., Sanz, C., y Abásolo, M. J. (2016). Revisión de experiencias de t-learning. *Libro de Aplicaciones y Usabilidad de la Televisión Digital Interactiva*, p. 25. [16](#)
- Chérrez, S. E. y Feraud, I. S. (2015). Aplicativo t-learning para tdt en el ecuador. *INVESTIGATIO RESEARCH REVIEW*, (6):67–80. [29](#)
- Damasceno, J. R. (2008). Middleware ginga. *Niterói/RJ: Escola de Engenharia/UFF*. [36](#), [37](#), [38](#)
- De Franco, B. B. y De Oliveira, H. C. (2007). Proposal for convergence of e-learning systems for t-learning. En *Conference ICL2007, September 26-28, 2007*, pp. 10–pages. Kassel University Press. [2](#)
- Delgado Muñoz, P. D., Asimbaya, M., y Cristina, F. (2007). Estudio para la implementación de servicios suplementarios utilizando el interfaz lógico ussd sobre la red sm en el ecuador. Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional. [50](#), [55](#)
- Farias, M. C., Carvalho, M. M., y Alencar, M. S. (2008). Digital television broadcasting in brazil. *IEEE multimedia*, 15(2):64–70. [31](#)
- Fernandes, J., Lemos, G., y Silveira, G. (2004). Introdução à televisão digital interativa: arquitetura, protocolos, padrões e práticas [introducción a la televisión digital interactiva: arquitectura, protocolos, estándares y prácticas.]. En *Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, pp. 1–56. sn. [35](#), [36](#)
- Gamboa, A. X. R. y Builes, J. J. (2013). El t-learning y la creación de sus contenidos. En *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*. LACCEI. [43](#)
- Gil, Y. T. R. y Domínguez, C. M. (2017). El apagón analógico en ecuador:¿ oportunidad o promesa? En *Del verbo al bit*, pp. 1522–1540. Sociedad Latina de Comunicación Social. [10](#)
- Gómez Germano, G. (2007). La radio y la televisión en la era digital. *Centro de Competencia en Comunicación para América Latina. Friedrich Ebert Stiftung*. [24](#), [25](#), [26](#)
- Gupta, P. (2010). End to end ussd system. *TATA Tele Service Limited, INDIA*. [53](#), [54](#)
- Heine, G. y Horrer, M. (1999). *GSM Networks: Protocols, Terminology, and Implementation*. Artech House, Inc., Norwood, MA, USA, 1st edition. [58](#), [59](#)

- Henry-Labordere, A. y Jonack, V. (2004). *SMS and MMS interworking in mobile networks*. Artech House. 55, 56, 62
- Hupont, I., Abadía, D., Baldassarri, S., Cerezo, E., y Del-Hoyo, R. (2010). Facial affect sensing for t-learning. En *Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2010 22nd IEEE International Conference on*, volume 2, pp. 256–263. IEEE. 40
- López-Nores, M., Pazos-Arias, J., Blanco-Fernández, Y., Rey-López, M., García-Duque, J., Barragáns-Martínez, B., Fernández-Vilas, A., Diaz-Redondo, R., Gil-Solla, A., y Ramos-Cabrer, M. (2005). Bringing standards into t-learning. En *European Conference on Interactive Television: User Centred ITV Systems, Programmes and Applications (EuroITV)*, pp. 79–86. 73
- Lytras, M., Lougos, C., Chozos, P., y Pouloudi, A. (2002). Interactive television and e-learning convergence: Examining the potential of t-learning. En *Proceedings of the European Conference on eLearning*. 41
- Margalho, M., Nascimento, K., CARDOSO, D., Francês, R., y Costa, J. (2004). Proposta de canal de retorno para tvd brasileira em um cenário típico de região amazonica. En *SIMPOSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES*, volume 21, pp. 06–09. 4, 65, 66
- Moreno, G., Reyes, A., Rosero, C., Acosta, S., y González, J. (2011). Desarrollando contenidos educativos para la televisión digital. En *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference*. 43, 44, 45, 46
- Moreno, G. A. y Reyes, A. X. (2011). Exploración del t-learning y los contenidos digitales en el contexto educativo. *Cuaderno Activa*, 3(3):95–103. 2
- Moreno Lopez, G. A. y Jimenez Builes, J. A. (2012). Cycle of pdca t-learning model and its application on interactive digital tv. *Dyna*, 79(173):61–70. 39
- Obarrio, M. (2010). Empezó el reparto de decodificadores de TV del Gobierno. La Nación - Argentina. <http://www.lanacion.com.ar/1274826-empezo-el-reparto-de-decodificadores-de-tv-del-gobierno>. [En línea: Accedido el 05 de Agosto de 2017]. 9
- Paucar Curasma, R. (2010). Análisis y modelamiento de las técnicas de canal de retorno e interactividad para el estándar de televisión digital terrestre isdb-t. 37



- Pavlov, R. y Paneva, D. (2006). Interactive tv-based learning, models and standards. En *HUBUSKA Open Workshop Semantic Web and Knowledge Technologies*, (págs. 70–99). Varna. 27, 40
- Pazos-Arias, J. J., López-Nores, M., García-Duque, J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M., Blanco-Fernández, Y., Díaz-Redondo, R. P., y Fernández-Vilas, A. (2006). Atlas: a framework to provide multiuser and distributed t-learning services over mhp. *Software: Practice and Experience*, 36(8):845–869. 42
- Pindado, J. (2010). T-learning el potencial educativo de la televisión digital interactiva. En *Congreso Euro-Iberoamericano de Alfabetización Mediática y Culturas Digitales (2010)*,. Universidad de Sevilla. 1
- Portilla Peñafiel, J. J. *et al.* (2016). Análisis de comunicaciones y seguridades en la implementación del cobro de servicios de transporte público mediante tecnología nfc basada en la plataforma de dinero electrónico del ecuador. Tesis de Maestría, PUCE. 22
- Redmill, G. (2001). An introduction to ss7. 61
- Reyes, A. X., Moreno, G. A., y Rosero, C. A. (2010). Una aproximación a la televisión digital y el t-learning. 38, 39
- Roa, M. J., García, N., y Frías, A. (2017). Panorama del dinero móvil en américa latina y el caribe. 21
- Sarajlic, A. y Omerasevic, D. (2007). Access channels in m-commerce services. En *Information Technology Interfaces, 2007. ITI 2007. 29th International Conference on*, pp. 507–512. IEEE. 49
- Savadatti, M. B. y Sharma, D. (2017). Ss7 network and its vulnerabilities: An elementary review. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 3(3). 57
- Soares, L. F. G. y Souza Filho, G. L. d. (2007). Interactive television in brazil: System software and the digital divide. En *Proc. of EuroiTV*, volume 2007. 38
- Stewart, R. (2007). Stream Control Transmission Protocol. RFC 4960, IETF. 62
- Suango, G. y Omar, W. (2016). Análisis de seguridad en las transacciones financieras mediante redes celulares gsm en la interface ussd, caso de estudio dinero electrónico en el ecuador. Tesis de Maestría, Pontifica Universidad Central del Ecuador (PUCE). 60



- Suddul, G., Soobul, A., Bahadoor, U., Ramdoyal, A., Doolhur, N., y Richomme, M. (2011). An open ussd enabler to simplify access to mobile services in emerging countries. En *Emerging Trends in Engineering and Technology (ICETET), 2011 4th International Conference on*, pp. 323–326. IEEE. [48](#)
- Suing, A. (2016). Los objetivos de la transición a la televisión digital terrestre en latinoamérica. *Opción*, 32(10). [12](#), [14](#)
- Taskin, E. (2012). Gsm msc/vlr unstructured supplementary service data (ussd) service. [52](#), [53](#)
- Toussaint, F. (2017). Televisión pública en américa latina: su transición a la era digital/public television in latin america: Changing to the digital age. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 62(229):223. [14](#)
- UIT-T (1999). Canal de interacción utilizando el sistema mundial para comunicaciones móviles. Recomendación 115, Union Internacional de Telecomunicaciones. [64](#), [67](#)
- Vásquez, X. S. P. (2015). Medición de parámetros de calidad de las señales de televisión digital terrestre (tdt) en sitios identificados como zonas de sombra dentro del distrito metropolitano de quito. *Revista Politécnica*, 35(1):13. [25](#)
- Velin Aguilar, A. Y. (2015). Diseño e implementación de una aplicación interactiva basada en ginga-ncl para televisión digital enfocada en la información del clima. Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional. [35](#)
- Zimmermann, F. (2007). Canal de retorno em tv digital: Tecnologias e abordagens para efetivação da interatividade televisiva. *Monografia (Departamento de Informática e Estatística)–Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis*. [66](#)