

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### MAESTRIA EN GESTIÓN ESTRATÉGICA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

#### DISEÑO DE UNA PLATAFORMA INTERACTIVA PARA T-LEARNING

Trabajo de Titulación previo a la obtención del  
grado de Magister en Gestión Estratégica de  
Tecnologías de Información y Comunicación

**AUTOR:**

Ing. Amanda Gabriela Sigüenza Caguana  
**CI:** 0104073101

**DIRECTOR:**

Ing. Jorge Mauricio Espinoza Mejía, PhD.  
**CI:** 0102778818

CUENCA - ECUADOR

2017



---

## RESUMEN

---

Este trabajo cubre la formulación y diseño conceptual de una plataforma interactiva de aprendizaje personalizado para el desarrollo, entrega y presentación de material educativo usando como medio de difusión la Televisión Digital (TVD). Previo al diseño de la plataforma se analizó las herramientas y tecnologías (por ejemplo; e-learning, mecanismos de autenticación) existentes para determinar su uso y adaptación tanto a la plataforma como al estándar de televisión digital ISDB-Tb adoptado para el territorio ecuatoriano. Se realizó un diseño basado en un modelo cliente-servidor, donde cada componente engloba servicios y gestores que cumplen con procesos requeridos y tienen la capacidad de interactuar y comunicarse entre ellos. Para el proceso de autenticación se identificó un mecanismo apropiado para el contexto de TVD, y en lo que se refiere al proceso de personalización se identificó un mecanismo para la recolección de información mediante el uso de un perfil de usuario capaz de gestionar y entregar material educativo según los niveles de aprendizaje del televidente. Con el diseño de esta plataforma se espera potenciar el uso de la TVD no solo para la visualización de la programación habitual sino que también se realicen procesos de t-learning en el hogar.

**Palabras claves:** E-LEARNING, T-LEARNING, TELEVISIÓN DIGITAL, PERFIL DE USUARIO, AUTENTICACIÓN, CONTENIDO PERSONALIZADO.



---

## ABSTRACT

---

This work covers the formulation and conceptual design for an interactive platform of personalized learning to the development, delivery and presentation of educational material using Digital Television (DTV) as a broadcast medium. Previous to design of the platform, the tools and technologies (for example, e-learning, authentication mechanisms) were analyzed to determine their use and adaptation to both the platform and the ISDB-Tb digital television standard adopted for Ecuadorian territory. A design based on a client-server model was developed, where each one includes services and managers that fulfill the required processes and have the capacity to interact and communicate among them. For the authentication process, an appropriate mechanism was identified for the context of DTV, and as regards the customization process, a mechanism was identified for the collection of information through the use of a user profile capable of managing and delivering educational material according to the levels of learning of the viewer. The design of this platform is expected to enhance the use of the DTV not only for the visualization of the usual programming but also to carry out t-learning processes at home.

**Keywords:** E-LEARNING, T-LEARNING, DIGITAL TELEVISION, USER PROFILE, AUTHENTICATION, CUSTOM CONTENT.



---

## CONTENIDO

---

RESUMEN	
ABSTRACT	
AGRADECIMIENTOS	
DEDICATORIA	
INTRODUCCIÓN	11
1.1. Introducción	11
1.2. Antecedentes	12
1.3. Objetivos	13
1.3.1. General	13
1.3.2. Específicos	13
1.4. Justificación	13
1.5. Alcance	14
1.6. Estructura	14
CONCEPTOS GENERALES	16
2.1. E-learning	16
2.1.1. Plataformas E-learning	19
2.2. Televisión digital	22
2.2.1. Características	23
2.2.2. Elementos de Televisión Digital	23
2.2.3. Proceso de Transmisión	26
2.2.4. Estándar ISDB-Tb	28
2.3. T-learning	29
2.3.1. Diferencias entre E-learning y T-learning	29
2.3.2. Estado actual de T-learning	30
2.3.3. Requerimientos	32
2.4. Enfoque de integración E-learning y TVD para generar una propuesta T-learning	33
2.5. Conclusión	34
COMPONENTES DEL LADO DEL SERVIDOR	36
3.1. Introducción	36
3.2. Servicio de Autenticación	37
3.2.1. Gestor de Reconocimiento	38
3.2.2. Gestor de Autenticación	46
3.3. Servicio de T-Learning	49
3.3.1. Gestor de Perfil de Usuario	49
3.3.2. Gestor de Contenidos de Aprendizaje	54
3.3.3. Gestor de Respuestas	57
3.4. Gestor de Interacciones	61
3.5. Repositorio de Información	62
COMPONENTES DEL LADO DEL CLIENTE	65
4.1. Gestor de Solicitudes	66
4.2. Gestor de Registro	66
4.3. Gestor de Inicio Sesión	67
4.4. Controlador de dispositivos	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
ANEXOS	72



Anexo A.....	72
SCORM .....	72
BIBLIOGRAFÍA .....	76



---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1: Arquitectura TVD .....	24
Figura 2: Modelo de Transmisión para TVD[34].....	26
Figura 3: Arquitectura Básica para T-learning .....	32
Figura 4: Plataforma propuesta para T-learning.....	37
Figura 5: Proceso Máquina de Estado Finito .....	49
Figura 6: Ciclo Básico para creación de Perfiles de Usuario .....	50
Figura 7: Gestor de Perfil de Usuario .....	53
Figura 8: Gestor de Contenidos .....	55
Figura 9: Gestor de Respuesta .....	58
Figura 10: Modelo conceptual SCORM.....	74
Figura 11: Caso práctico SCORM[89] .....	75

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1: Diferencias entre la formación basada en la red y la formación presencial tradicional. ....	17
Tabla 2: Características ATutor.....	20
Tabla 3: Características Claroline.....	20
Tabla 4: Características Dokeos .....	21
Tabla 5: Características Moodle .....	21
Tabla 6: Comparativa E-learning vs. T-learning.....	30
Tabla 7: Comparativa Base de Datos .....	64
Tabla 8: Comparativa de Plataformas E-Learning .....	56



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Amanda Gabriela Sigüenza Caguana, autor/a del trabajo de titulación "DISEÑO DE UNA PLATAFORMA INTERACTIVA PARA T-LEARNING", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 15 de noviembre de 2017.

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal line.

Amanda Gabriela Sigüenza Caguana

C.I: 0104073101



## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Amanda Gabriela Sigüenza Caguana, en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "DISEÑO DE UNA PLATAFORMA INTERACTIVA PARA T-LEARNING", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de noviembre de 2017.

---

Amanda Gabriela Sigüenza Caguana

C.I: 0104073101





---

## AGRADECIMIENTOS

---

Agradezco a Dios por darme días de constante aprendizaje que me permitieron seguir adelante en mis estudios, a mis padres por el apoyo y tiempo brindado durante el desarrollo de este proyecto.

Al Ing. Mauricio Espinoza por su tiempo y conocimientos compartidos para sacar adelante este trabajo.

A profesores, compañeros, amigos y demás personas que han estado presentes con sus palabras de aliento para continuar este proceso de estudio.



---

## DEDICATORIA

---

Este trabajo de tesis está dedicado a mi hijo Lionel Martín, quien con sus sonrisas diarias me dio la inspiración para concluir esta etapa de estudios, a mi esposo por el apoyo incondicional en este camino recorrido.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

---

### 1.1. Introducción

En la actualidad, el crecimiento de internet y el surgimiento de diversos avances tecnológicos, como es el caso de la Televisión Digital (TVD), han abierto un abanico de posibilidades para generar diferentes oportunidades y mecanismos de aprendizaje para distintos grupos sociales, en donde el acceso a ciertas herramientas está fuera del alcance de los usuarios debido a: las barreras económicas para la adquisición de ordenadores, ubicaciones geográficas que impiden el acceso a internet, etc. La TVD representa una nueva generación de tecnologías de transmisión de radiodifusión, en el que se envían y reciben las señales en formato digital. Esta tecnología tiene como componente principal el televisor que es conocido como el medio de comunicación más popular según estadísticas realizadas, dichos estudios refieren que la penetración del televisor en los hogares en países como Brasil es de un 94.6% [36] y en Ecuador para el año 2012 fue de un 86%, esto debido al bajo costo que involucra su compra y el modelo simple de interacción que actualmente existe entre el usuario y el televisor, comparado con el computador.

Este trabajo de tesis toma como referencia el estudio realizado en los Departamentos de Ingeniería, Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones y Ciencias de la Computación de la Universidad de Cuenca sobre las nuevas tendencias y tecnologías que trae consigo la televisión digital y servirá como aporte para futuras investigaciones e implementaciones en dicho ámbito, ya que abordará el estudio de las bondades que brinda la TV digital en los procesos de aprendizaje y contribuirá a la discusión sobre estas nuevas formas de educación. El término adoptado por la comunidad científica para este tipo de aprendizaje es T-learning [86], el cual es considerado como la convergencia de la televisión y las tecnologías de computación, que reúne tres características típicas como se menciona en [15]: interactividad, personalización y digitalización. De manera particular, el aprendizaje basado en la televisión digital promete un gran potencial a los usuarios debido a su principal característica que involucra la interactividad, haciendo



que el usuario pase a ser un ente activo, lo que genera algunas ventajas tales como: el acceso a servicios y material personalizados tomando en cuenta el perfil del usuario y sus necesidades de acuerdo a conocimientos previos obtenidos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se busca diseñar una plataforma interactiva de aprendizaje mediante el uso de la televisión digital como herramienta de difusión hacia los usuarios. Los factores a considerar dentro del diseño de la plataforma involucran aspectos didácticos como tecnológicos que incluyen: mecanismos apropiados de autenticación de usuarios (ya sea individuales o en grupo), gestión del perfil de aprendizaje de usuario, entrega personalizada del material en base al perfil y contexto del usuario y el estudio de las herramientas que permitan el soporte a la plataforma.

## 1.2. Antecedentes

Con el apagón analógico que se ha dado a conocer para el territorio ecuatoriano pero que se ha ido postergado por diversas circunstancias y junto a ello, el surgimiento de la televisión digital, todas las estaciones de transmisión televisiva deben migrar su programación a esta tecnología y adoptar el estándar Japonés - Brasileño (ISDB-Tb<sup>1</sup>), que de acuerdo a informes técnicos realizados por el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información<sup>2</sup>, tiene los parámetros adecuados para entrar en funcionamiento en Ecuador, y además tiene como referencia el uso que está dándose a este estándar en varios países de Latinoamérica. La transición de señal analógica a digital brinda una característica importante para los usuarios que es la *interactividad*, en donde el usuario pasa a ser un ente activo que tendrá la posibilidad de revisar, seleccionar y manipular los contenidos de su preferencia y a su vez la televisión deje de verse como la “caja boba” que hasta la actualidad es considerada, ya que a la fecha la mayor interactividad que se presencia, está en el hecho de que ciertas programaciones solicitan al usuario enviar mensajes de texto o interactuar por medio de las redes sociales respondiendo trivias, enviando saludos, etc. Por tal razón, se espera tener un

---

<sup>1</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/SBTVD>

<sup>2</sup> <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/>



cambio significativo en la forma de utilización del televisor y que requerirá por parte de los usuarios adquirir nuevas destrezas para su mejor comprensión y manejo.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. General**

Diseñar una plataforma interactiva que permita soportar un proceso de aprendizaje por medio de la televisión digital, en donde se puedan definir mecanismos de autenticación y perfil de usuario que permitan generar y entregar el material educativo de manera personalizada.

#### **1.3.2. Específicos**

- Analizar características, herramientas, procesos de E-learning que puedan ser adaptados en el diseño de la plataforma propuesta.
- Estudiar los distintos mecanismos de autenticación de usuarios que existen actualmente para reconocer el que se ajuste a las necesidades en el uso de televisión digital.
- Estudiar y definir los mecanismos que permitan representar el perfil del usuario, por medio del cual se podrá recolectar los datos de acuerdo a los requerimientos del usuario.
- Realizar un estudio de las distintas tecnologías informáticas que ayuden al soporte en la conjunción de todos estos mecanismos.

### **1.4. Justificación**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a los procesos educativos (eLearning) han provocado fuertes transformaciones que afectan tanto al modo en que se aprende como a las competencias digitales e informacionales que docentes tienen que adquirir. Además, el nuevo enfoque que se presenta con la televisión digital, ha generado la posibilidad de brindar nuevos servicios y mecanismos de aprendizaje por medio del televisor, cuyo beneficio radica en la interactividad del usuario hacia el contenido presentado. Sin embargo, hasta donde se sabe no existe un estudio definitivo que muestre una arquitectura completa y que dé a conocer las ventajas y desventajas de los procesos T-learning. El reto fundamental es explotar y enriquecer



las tecnologías desde los dominios de la televisión digital y la informática, de manera que la cohesión entre estos dos dominios permita generar ventajas en el ámbito educativo.

El proceso de investigación a seguir debe iniciar con un estudio de las características que ofrece *E-learning*, y que puedan ser adaptadas en el contexto de T-learning [22], ya que el estado de madurez de E-learning es alto y sus características se encuentran bien cimentadas en procesos educativos que se llevan a cabo en la actualidad, por tal razón se toma como punto de partida para el desarrollo de este trabajo.

### **1.5. Alcance**

Con el desarrollo de este trabajo de tesis se pretende cubrir la formulación y diseño conceptual de una plataforma de aprendizaje personalizado para el desarrollo, entrega y presentación de material educativo; en lo que se refiere al proceso de personalización se buscará un mecanismo adecuado para la recolección de información que permita crear un perfil de usuario capaz de entregar material educativo según los niveles de aprendizaje de cada usuario que se encuentre frente al televisor. El diseño de la plataforma deberá involucrar la generación de cursos que incluyan diferentes formatos de información tales como video, audio, texto, imágenes, gráficos, aplicaciones de software, en donde se establecerá el estándar a ser utilizado y soportado por la televisión digital. La plataforma deberá considerar el ambiente de ejecución y las capacidades del Set Top Box, tomando en cuenta las características que ofrecen para los usuarios, así mismo se identificarán una estructura clara y sencilla para la creación de cursos, los cuales pueden ser reutilizados según las alternativas que se brinde. Además, se contemplará la posibilidad de entrega de material personalizado mediante la utilización de servicios bajo demanda, y en ciertos casos deberá contemplar la posibilidad de la generación y entrega inteligente de material. Esta propuesta no cubre aspectos pedagógicos, es decir, no se busca generar cursos con temas específicos o mostrar procesos de aprendizaje a seguir, la implementación de esta plataforma permitirá presentar un abanico de posibilidades a la hora de escoger los objetivos de estudio.

### **1.6. Estructura**

En el capítulo 2, se expondrá conceptos generales de las tecnologías relacionadas con el concepto de T-learning. La propuesta de una plataforma T-learning inicia en el capítulo



3, en donde se desarrollará el contenido correspondiente a los componentes del lado del servidor y posteriormente en el capítulo 4 los componentes del lado del cliente. Finalmente, en el capítulo 5 se presentarán las conclusiones y recomendaciones que salgan de este trabajo de tesis.



## CAPÍTULO 2

### CONCEPTOS GENERALES

---

En este capítulo, se presenta una revisión de conceptos generales que servirán de base para que el lector se involucre en los aspectos de las tecnologías de aprendizaje, como por ejemplo E-learning, así como también las características y componentes que forman parte de la televisión digital, ya que estos temas están involucrados en el ámbito de T-learning.

#### 2.1. E-learning

Actualmente se pueden encontrar muchas definiciones del término *E-learning* propuestas por distintos autores, en este apartado se mencionan algunos de ellos para recabar conceptos que servirán para el desarrollo de este proyecto.

En [91] define E-learning como: “el uso de tecnologías de Internet para la entrega de un amplio rango de soluciones que mejoran el conocimiento y el rendimiento del usuario final”. Está basado en tres criterios fundamentales:

- El *E-learning* trabaja en red y es capaz de ser actualizado, almacenado, recuperado, distribuido y permite compartir información de manera instantánea.
- Es entregado al usuario final a través del uso de ordenadores utilizando tecnología estándar de Internet.
- Se enfoca en la visión más amplia del aprendizaje que van más allá de los paradigmas tradicionales de capacitación.

La definición propuesta por la *American Society of Training and Development* argumenta como: “término que cubre un amplio grupo de aplicaciones y procesos, tales como aprendizaje basado en web, aprendizaje basado en ordenadores, aulas virtuales y colaboración digital. Incluye entrega de contenidos vía Internet, intranet/extranet, audio y vídeo grabaciones, transmisiones satelitales, TV interactiva, CD-ROM y más”.





Según [57] establece que el “E-learning está destinado a ser la gran herramienta educativa del siglo XXI, la que permita el acceso global a la sociedad del conocimiento, tanto desde el punto de vista geográfico como desde el social”

De acuerdo a Lozano [64] considera un triángulo de E-learning compuesto por *tecnología, contenidos y servicios*, que de manera directa o indirecta son mencionados en las distintas bibliografías revisadas con respecto a la definición de E-learning.

Luego de esta breve revisión de definiciones presentada se puede manifestar que E-learning trae consigo un cambio importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, evidenciado en la Tabla 1, en donde se resume las diferencias que existen entre la enseñanza tradicional y la que propone E-learning.

Tabla 1: Diferencias entre la formación basada en la red y la formación presencial tradicional.[19]

<b>Formación basada en la Red</b>	<b>Formación presencial tradicional</b>
Permite a los estudiantes que vayan a su propio ritmo de aprendizaje	Parte de una base de conocimiento y el estudiante debe ajustarse a ella.
Es una formación basada en el concepto de “formación en el momento en que se necesita” (Formación justo a tiempo “Just-in-time training”, formación cuando se necesita, donde se necesita y al ritmo marcado por el estudiante).	Los profesores determinan cuándo y cómo los estudiantes recibirán los materiales formativos.
Permite la combinación de diferentes materiales (impresos, auditivos, visuales y audiovisuales) para alcanzar una enseñanza multimedia.	Parte de la base de que el sujeto recibe pasivamente el conocimiento para generar actitudes innovadoras, críticas e investigadoras.
Con una sola aplicación se puede atender a un mayor número de estudiantes.	Suele tener a apoyarse en materiales impresos y en el profesor como fuente de presentación y estructuración de la información.
Su utilización tiende a reducir el tiempo de formación de las personas	La comunicación se desarrolla básicamente entre el profesor y el estudiante.
Tiende a ser interactiva, tanto entre los participantes en el proceso (profesor y estudiantes) como los contenidos.	La enseñanza se desarrolla de forma preferentemente grupal.
La formación tiende a realizarse de forma individual, sin que ello signifique la renuncia a la realización de propuestas colaborativas.	Puede prepararse para desarrollarse en un tiempo y en un lugar.
Puede ser utilizada en el lugar de trabajo y en el tiempo disponible por parte del estudiante.	Se desarrolla en un tiempo fijo y en aulas específicas.
Es flexible.	Tiende a la rigidez temporal.



Todo el cambio que conlleva implementar el proceso E-learning debe fundamentarse en pilares que den sustento al desarrollo del proceso educativo, pilares que de acuerdo a Martínez, E. [66] son:

- Aprender a conocer, a través de la interactividad, estableciendo para ello estrategias que dinamicen y faciliten la interacción del alumnado con los procesos de aprendizaje.
- Aprender a hacer, a través de la flexibilidad, que permita andar el camino a ritmos distintos, valorando así la importancia del respeto a los demás.
- Aprender a convivir, a partir de la cooperación entre estudiantes con el fin de instruirse.
- Aprender a ser, mediante la personalización, teniendo en cuenta el perfil determinado de cada estudiante.

Otros autores presentan las ventajas que proporciona E-learning [78], las cuales se mencionan a continuación:

- Extender y facilitar el acceso a la formación a colectivos e individuos que no pueden acceder a la modalidad presencial.
- Incrementar la autonomía y responsabilidad del estudiante en su propio proceso de aprendizaje.
- Superar las limitaciones provocadas por la separación en espacio y/o tiempo del profesor – alumnado.
- Mejoran potencial interactivo entre profesor – alumno.
- Flexibilidad en los tiempos y espacios educativos.
- Acceder a diversidad de fuentes y datos diferentes de los ofrecidos por el profesor en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- Aprendizaje colaborativo entre comunidades virtuales de docentes y estudiantes.

Dichas ventajas pueden convertirse en ciertos casos en desventajas como se menciona a continuación:

- Es necesario por parte del estudiante la autodisciplina durante el aprendizaje.
- Poseer cierto conocimiento de las tecnologías que permiten el acceso a los recursos de aprendizaje.



- Se reduce la interacción directa entre alumno-profesor.

### 2.1.1. Plataformas E-learning

Los sistemas E-learning han progresado en tres etapas evolutivas, con el fin de mejorar las prestaciones hacia el usuario, estas son[18]:

- CMS (*Content Management Systems*): Permite la creación y gestión de sitios web dinámicos, tanto en internet como en una intranet.
- LMS (*Learning Management Systems*): Orientado al aprendizaje, cuenta con entornos para actualización, mantenimiento y colaboración entre usuarios, además permite la distribución de los recursos que se generan.
- LCMS (*Learning Content Management Systems*): Integra las funcionalidades de las dos anteriores, adicionalmente gestionan el contenido para brindar personalización de contenidos y añade técnicas de gestión de conocimiento.

A pesar de que esta evolución haya incorporado cambios para aumentar los beneficios de la plataforma, su esencia sigue siendo la misma y que además debe cumplir con 4 características básicas a mencionar[18]:

- Interactividad: el propio usuario es protagonista de su aprendizaje.
- Flexibilidad: funcionalidades que permiten adaptación al implantar la plataforma en los siguientes aspectos.
  - A la estructura de la institución.
  - A los planes de estudio de la organización correspondiente.
  - A los contenidos y estilos pedagógicos de la organización.
- Escalabilidad: capacidad de funcionar igualmente con un número pequeño o grande de usuarios.
- Estandarización: utilizar cursos creados por terceros siempre que cumplan con un estándar, además garantiza la durabilidad de los cursos evitando que éstos queden obsoletos y por último se puede realizar el seguimiento del comportamiento de los estudiantes dentro del curso.

Sin embargo, estas características básicas no son suficientes para brindar un ambiente que entregue de manera personalizada los contenidos hacia el usuario, en donde la información a presentarse se base en un perfil de usuario, puesto que los cursos



generados en estas plataforma siguen una estructura predefinida por el profesor o administrador del sistema, es decir, el alumno debe registrarse a un flujo preestablecido de aprendizaje.

Retomando la línea de las plataformas E-learning, cabe mencionar que actualmente existen tanto comerciales como de código abierto que permiten poner en práctica este proceso de aprendizaje. Entre algunas de las plataformas de código abierto más destacadas se tiene:

Tabla 2: Características ATutor

<b>ATUTOR<sup>3</sup></b>	
Cumple con los estándares internacionales de accesibilidad, permitiendo el ingreso a profesores, administradores, estudiantes e incluyen servicios para usuarios con capacidades diferentes. Diseñado en PHP y un porcentaje bajo en Java.	
<b>Versión:</b>	2.2.2
<b>Licencia:</b>	Bajo licencia GPL
<b>Plataformas / SO:</b>	Windows, GNU/Linux, Unix, Solaris
<b>Requerimientos de instalación:</b>	Servidor Apache, con motor de base de datos MySQL. PHP

Tabla 3: Características Claroline

<b>CLAROLINE<sup>4</sup></b>	
Da la facilidad de crear cursos online y gestionar actividades de aprendizaje y colaboración en la web, fácil de usar. Escrito en PHP y sigue especificaciones SCORM e IMS.	
<b>Versión:</b>	10 17.06
<b>Licencia:</b>	Software libre y código abierto
<b>Plataformas / SO:</b>	Linux, Unix, Mac OS X y Windows
<b>Requerimientos de instalación:</b>	Servidor Apache, con motor de base de datos MySQL.

---

<sup>3</sup> <http://www.atutor.ca/>

<sup>4</sup> <https://www.claroline.net/ES/index.html>

	PHP
--	-----

Tabla 4: Características Dokeos

<b>DOKEOS<sup>5</sup></b>	
Flexible, amigable e intuitivo para los usuarios, escrito en PHP y utiliza base de datos MySQL. Posee una certificación de la organización por la Open Source Initiative (OSI) y puede ser usado como un sistema de gestión de contenido (CMS) para educación.	
<b>Versión:</b>	2.1
<b>Licencia:</b>	Código abierto y está bajo Licencia GNU/GPL
<b>Plataformas / SO:</b>	Windows, Linux, Mac OS X y UNIX
<b>Requerimientos de instalación:</b>	Un servidor Web Apache Un Gestor de base de Datos MySQL Un intérprete de lenguaje PHP.

Tabla 5: Características Moodle

<b>MOODLE<sup>6</sup></b>	
Plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados.	
<b>Versión:</b>	3.3.1+
<b>Licencia:</b>	Licencia Pública General de GNU Open Source Course Management System, CMS
<b>Plataformas / SO:</b>	Unix, GNU/Linux, OpenSolaris, FreeBSD, Windows, Mac OS X, NetWare
<b>Requerimientos de instalación:</b>	Servidor web. Base de datos. PHP configurado, requiere un cierto número de extensiones de PHP. Sendmail (Unix/Linux) funcionando en el servidor o acceder a un servidor de correo SMTP.

<sup>5</sup> <https://www.dokeos.com/>

<sup>6</sup> <https://moodle.org/?lang>



Las herramientas descritas en las Tablas 2-5, se convierten en un pilar inicial a la hora de generar recursos de aprendizaje a través de televisión digital, puesto que gracias a las características con las que cuentan, principalmente su aspecto de flexibilidad, posibilitan su implementación en un ambiente de visualización diferente al computador, ya que tanto el contenido como las interfaces pueden ser aprovechados para modificarlos en un formato adecuado para transmitirlos a través de la televisión digital.

## 2.2. Televisión digital

La televisión digital (TVD) representa una nueva generación de tecnologías de transmisión de radiodifusión, en la que las señales se envían y reciben en formato digital. Esta tecnología ha llamado la atención por su potencial en las áreas sociales, puesto que presenta un menor costo y tiene un modelo de interacción de usuario muy simple en comparación con las computadoras. Adicionalmente, mejora la calidad de audio y video, además aumenta el número de canales o permite la televisión de alta definición (HDTV)[33]. Según el medio y método de transmisión la televisión digital, puede ser de los siguientes tipos:

- Satelital
- Cable
- Terrestre

Complementando el estudio de la TVD, cabe mencionar que existen ciertos estándares para su transmisión de acuerdo al territorio en donde se quiera implementar:

- ATSC - Advanced Television Systems Committee (Americano).
- DVB - Digital Video Broadcasting (Europeo).
- ISDB - Integrated Services Digital Broadcasting (Japonés).
- DMB-T/H (Chino).
- ISDBT - Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial (Brasil).

A continuación, se describen aspectos importantes de la TVD, esto con el fin de que el lector pueda asociar el uso de la interacción que brinda la televisión digital para el aprendizaje en T-learning. Por ejemplo, la visualización del contenido de aprendizaje así como también su proceso de transmisión, tendrán las mismas características que ofrece la televisión digital. La revisión de los elementos esenciales que componen la



arquitectura de la televisión digital, se debe al hecho que una aplicación para T-learning estará compuesta por elementos similares con variaciones de acuerdo a la necesidad de quien lo desarrolle.

### 2.2.1. Características

Las características que trae la televisión digital son las siguientes[38] 78:

- Debido a las mejoras en las técnicas de compresión de audio y video que proporciona esta tecnología existe mayor disponibilidad en ancho de banda.
- Mayor seguridad en la transmisión puesto que las señales digitales serán codificadas únicamente por los decodificadores que las entiendan.
- Reducción de ruido en la señal que recibe el decodificador, gracias a algoritmos que se encargan de corregir dicha señal.
- Comparando con la transmisión analógica, la potencia de transmisión se reduce y gracias a ello se reduce la interferencia que pueda darse entre canales adyacentes.
- Interacción con el televidente gracias al canal de retorno.

### 2.2.2. Elementos de Televisión Digital

A continuación se enumerará los componentes generales que conforman el escenario para el funcionamiento de la Televisión Digital:

- **Transmisor:** Provee el contenido y aplicaciones hacia el televidente.
- **Medio de difusión:** Encargado de proveer la comunicación entre transmisor y receptor de manera bidireccional, está compuesto por el canal de transmisión y canal de retorno.
- **Receptor:** Entrega el contenido al televidente y permite la interacción con su aplicación.

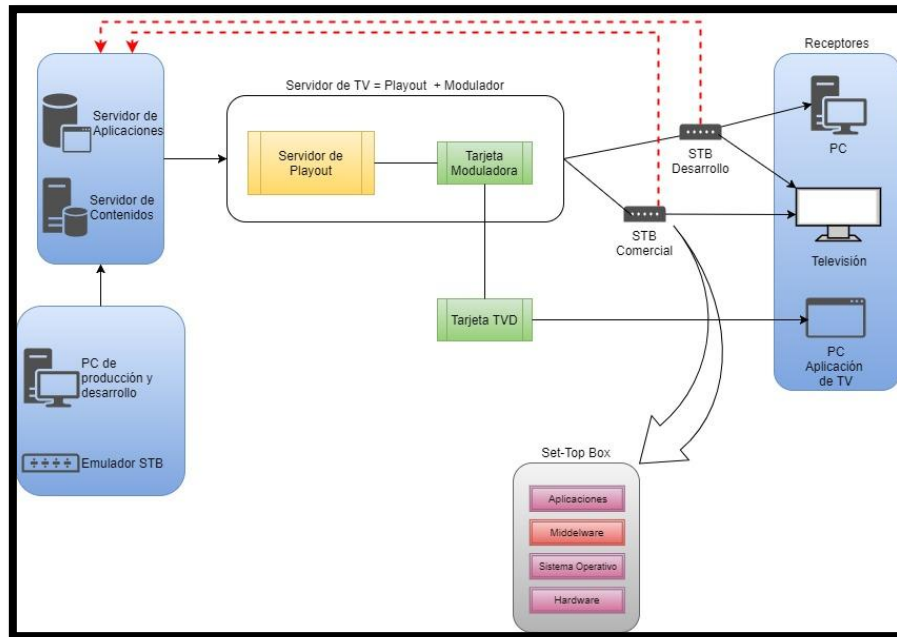


Figura 1: Arquitectura TVD

En la Figura 1 se presenta la arquitectura básica para la transmisión a través de la televisión digital, a continuación se detalla cada elemento de la figura:

- **Servidor de Aplicaciones:** Administra las aplicaciones interactivas y se encarga de recibir y dar respuesta a las peticiones del usuario.
- **Servidor de Contenidos:** Se encarga de la gestión de los contenidos de televisión.
- **Computador de producción y desarrollo:** Proveen herramientas para la creación de aplicaciones y contenidos multimedia (audio, videos, texto, etc.).
- **Emulador STB (Set Top Box):** Software que permite una visualización previa de la aplicación interactiva sin necesidad de contar con infraestructura completa de TVD.
- **Servidor de Televisión:** En este servidor se lleva a cabo el proceso de generación de flujo de transporte. Lo conforma el *playout*, permite la transmisión de la programación desde el emisor hasta las redes que envían el flujo; y *tarjeta moduladora*, ayuda en la adaptación del flujo de datos a una señal bajo el estándar determinado.
- **Tarjeta de TVD:** Puede ser considerado un puente que sintoniza los canales de TVD y permite transmitirlos en una PC.





- **Canal de Retorno:** Medio por el cual se envía las solicitudes del televidente hacia las empresas de radiodifusión o proveedores de contenido, para este fin se tiene ADSL, telefonía fija y celular, satélite, etc.
- **Set Top Box:** Es un dispositivo cuya función es convertir las señales digitales recibidas en señales analógicas, existen dispositivos de desarrollo y comerciales, los primeros son propios para equipos de desarrollo y prueba de aplicaciones mientras que los comerciales, han sido creados para disponer de las mínimas funcionalidades requeridas por el usuario. En la Figura 1, también se puede apreciar la arquitectura en capas que brinda un STB, lo que compete detallar es la capa intermedia donde se encuentra el *Middelware* [24], que permite la comunicación entre el hardware y sistema operativo con las aplicaciones. Se trata de un conjunto de librerías, métodos y funciones para desarrollo de aplicaciones cuyo objetivo principal es permitir que dichas aplicaciones sean compatibles e independientes de los distintos elementos hardware y del tipo de receptor.

De acuerdo al estándar ISDB-T<sub>B</sub> para Ecuador el middleware que cumple estos procesos se denomina *GINGA*<sup>7</sup>, es un middleware abierto del Sistema Nipo-Brasileño formado por un conjunto de tecnologías estandarizadas e innovaciones brasileñas que lo convierten en la especificación más avanzada, su arquitectura está dividida en tres módulos[95]:

- **Ginga-J:** Para desarrollo de aplicaciones en lenguaje Java que son llamadas Xlets.
- **Ginga-NCL:** Soporte en lenguaje NCL y se basa en el estándar XML su lenguaje de escritura es Lua[95].
- **Ginga Common Core:** Compuesto por decodificadores de contenido común y procedimientos para obtener contenidos.

---

<sup>7</sup> <http://www.ginga.org.br/>

### 2.2.3. Proceso de Transmisión

El proceso de transmisión del contenido desde el proveedor hacia el usuario final se realiza como se muestra en la Figura 2, en donde se presenta las etapas a seguir para la comunicación bidireccional[36].

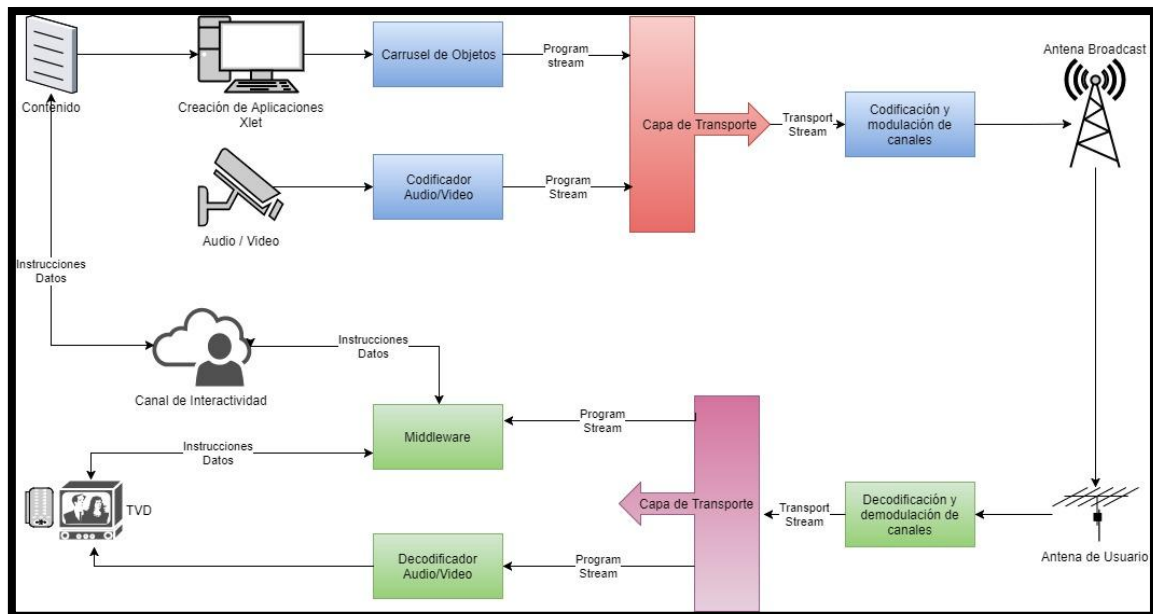


Figura 2: Modelo de Transmisión para TVD[36]

#### Codificador de Audio/Video

El estándar utilizado para la compresión de video es H.264<sup>8</sup>, el cual permite codificar videos simples, de alta definición y videos con resolución reducida para receptores móviles. Además ofrece una reducción en la velocidad de bits en comparación con otros estándares como MPEG-2<sup>9</sup>.

Para el audio, se espera que transmita de manera simultánea en estéreo y 5.1 multicanal, las dos señales se codifican por medio del estándar MPEG-2 AAC (*Advanced Audio Coding*) que formalmente se conoce como ISO/IEC 13818-7<sup>10</sup>. Este estándar ofrece

<sup>8</sup> <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.264-201704-1/es>

<sup>9</sup> <https://en.wikipedia.org/wiki/MPEG-2>

<sup>10</sup> <https://www.iso.org/standard/43345.html>



sonido CD-quality con velocidades de bits alrededor de 96 kilobits por segundo, permite hasta 48 secuencias de audio y hasta 15 programas distintos.

### *Carrusel de Objetos*

Se trata de un protocolo de transmisión cíclica de un sistema de archivos, que genera un stream elemental de datos que contiene el sistema de archivos transmitidos de forma cíclica, por ejemplo en una falla en la transmisión se debe esperar la retransmisión correcta.

Así, al sintonizar un determinado canal, el receptor debe poseer la capacidad de decodificar los datos recibidos y colocarlos en un espacio de memoria para que puedan ser utilizados, manteniendo la estructura de archivos y directorios enviados, también puede hacer uso de recursos (archivos, directorios y otros objetos) que estén siendo transferidos en otros carruseles.

### *Capa de Transporte*

Del lado del transmisor, la capa de transporte está localizada entre las etapas de codificación de fuente, codificación de canal y modulación. El objetivo es multiplexar los diversos flujos de programa en un único flujo de transporte para la transmisión, la información puede estar encriptada mediante un sistema de acceso condicional.

Del lado del receptor, descompone el flujo de transporte en programas de audio, video y datos. Además, de los procesos de multiplexación y demultiplexación cumple con las siguientes funciones:

- Apoyar el acceso condicional.
- Almacenamiento en buffer para garantizar que los datos no se pierdan.
- Soportar todo tipo de información de datos que no se considere contenido de televisión convencional.
- Soporta funcionalidades de agregación/eliminación, es decir, puede sustituir parte del contenido original por otro contenido.

Los sistemas MPEG-2 proporcionan un conjunto de herramientas que se pueden emplear en esta capa para un sistema de televisión digital, estas herramientas se componen de funcionalidades generales que pueden utilizarse parcial o totalmente.



### *Middleware*

Uno de los mayores retos de los sistemas de televisión digital es garantizar la interpretación y ejecución de instrucciones en una amplia variedad de receptores heterogéneos que tienen diferentes recursos y capacidades que provienen de distintos fabricantes. Otro reto es permitir actualizaciones de software o hardware, según sea necesario. La elección del middleware afecta a los recursos de interactividad (sección 2.2.2).

### *Codificación y modulación de canales*

Las señales se transmiten con la técnica de transmisión segmentada en banda (BST) y multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM [79]). El esquema BST-OFDM[108] permite flexibilidad y movilidad, permitiendo recibir señales de televisión en receptores fijos y móviles, además la modulación digital de alta calidad y admite la televisión de alta definición. La subdivisión del canal digital permite la transmisión simultánea de múltiples servicios.

### *Canal de Interactividad*

Es responsable de todo el intercambio de información entre las aplicaciones interactivas que se ejecutan en los receptores de los usuarios y los servidores de aplicaciones que ejecutan las estaciones de televisión. Consta de varios componentes y los dos principales son: *canal de retorno*, comentado en la sección 2.2.2 y *canal descendente*, en donde las compañías de radiodifusión y los proveedores de contenido lo utilizan para entregar datos a los usuarios finales. En el ámbito del territorio ecuatoriano el canal de retorno puede utilizar la misma infraestructura de transmisión para televisión analógica.

#### **2.2.4. Estándar ISDB-Tb**

Es un estándar para la transmisión de TVD utilizado en la mayoría de países de Sudamérica, y actualmente adoptado para territorio ecuatoriano, ya que posee los parámetros adecuados para su funcionamiento. Esta variación es una mezcla del estándar japonés y el brasileño cuenta con algunas características adicionales [38]:

- Multiprogramación, disponibilidad de hasta 4 canales
- Interactividad que puede ser usada en distintos niveles



- Interoperabilidad entre los diferentes patrones de TVD
- Robustez que permite recibir las distintas programación en todo el país
- Movilidad
- Portabilidad
- Está disponible tanto en HD como en SDTV.
- Contiene Guía Electrónica de Programas (EPG en inglés).
- Carrusel de datos para envío de aplicaciones interactivas gracias al middleware GINGA.
- El tipo de codificación para audio: MPEG-4 AAC y para vídeo: MPEG-4 AVC también conocido como H.264 aporte brasileño.

### **2.3. T-learning**

Bates [10] define a T-learning como: “aprendizaje interactivo a través de la televisión, o bien el acceso interactivo a contenidos educativos ricos en video principalmente en el hogar, a través de un televisor, además pone de manifiesto que los primeros ejemplos de T-learning son un híbrido entre educación y entretenimiento, edutainment”.

En cambio en [1] se manifiesta que es “*la convergencia entre TV interactiva (TVi) y E-learning*”, es decir, la unión de tecnologías televisivas e informáticas, con las características propias de cada una.

A partir de estas definiciones y de acuerdo a los objetivos a cumplir con este trabajo, el enfoque para T-learning de acuerdo a nuestro punto de vista, se presenta como una tecnología de aprendizaje interactivo que toma como base arquitectónica la brindada por la TVD y se complementa con otros mecanismos que enriquecen las características que puede ofrecer, como por ejemplo, autenticación confiable que permite la generación de perfiles de usuario para entregar contenidos personalizados hacia el usuario, al hablar de contenidos personalizados no se hace referencia solo a la información que se presenta sino también al aspecto visual que también puede desplegar personalización.

#### **2.3.1. Diferencias entre E-learning y T-learning**

En la Tabla 6 se presenta una comparativa entre los dos modelos de aprendizaje actualmente presentes en el ámbito educativo.

Tabla 6: Comparativa E-learning vs. T-learning

E-learning	T-learning
Uso de computador que no tiene una cobertura masiva en los hogares.	Uso de la televisión que se encuentra presente en la mayoría de hogares.
El manejo del computador requiere mayor conocimiento y habilidades complejas.	Existe más familiaridad en el uso del televisor.
Se considera al estudio una actividad individual.	Actividad grupal, en donde se puede explotar grupos de trabajo, que generen colaboración y cooperación entre los estudiantes.
Menor distracción, ya que se ubica a menor distancia del computador.	Al poseer un campo visual más amplio existe la posibilidad de distraerse con facilidad, requiere estrategias que llamen la atención del usuario.

### 2.3.2. Estado actual de T-learning

Puesto que el aprendizaje interactivo para T-learning se encuentra en pleno desarrollo, existen pocos proyectos que implementen esta tecnología en nuestro medio, pero a nivel internacional en donde la TVD se encuentra más arraigada existen mayor número de investigaciones. Los autores en [20] proponen una arquitectura basada en servicios REST-JSON para proporcionar la interactividad a través del televisor. Otro proyecto que está enfocado en personas con capacidades diferentes [27], propone una adaptación de las plataformas E-learning hacia la TVD con una arquitectura de servicios distribuidos basados en servicios web para proporcionar aprendizaje; un equivalente a lo que se formula en este trabajo.

En España un consorcio ha desarrollado el proyecto TVEDU<sup>11</sup> con el objetivo del aprendizaje multicanal en donde el usuario decida qué ver y cuándo hacerlo. FUNTASI4U<sup>12</sup> se trata de una plataforma financiera que combina tecnologías E-learning, M-learning y T-learning cuyo objetivo es brindar capacitaciones y soluciones

---

<sup>11</sup> <http://www.tvedu.org/>

<sup>12</sup> [http://www.tercertermino.com.ar/\\_es/noticia48.php](http://www.tercertermino.com.ar/_es/noticia48.php)



cotidianas on-line a grupos sociales sin necesidad de conocimientos previos en el área financiera.

El proyecto AVATAR [77] combina diferentes estrategias para mejorar el éxito de las recomendaciones a través de aplicaciones MHP (Multimedia Home Platform), además el diseño de su arquitectura permite integrar nuevas técnicas de personalización y adoptar normas futuras. También surge el proyecto EDiTV<sup>13</sup>, el cual se basa en la televisión interactiva para soportar programas a distancia teniendo como resultados una aplicación educativa con aspectos técnicos y pedagógicos. Y finalmente, el proyecto T-Maestro [85] consiste en el diseño, desarrollo y validación de una plataforma educativa para T-learning teniendo en cuenta aspectos como la generación de contenidos, difusión y presentación.

Estos casos de estudio proponen arquitecturas muy generales para T-learning que se asemejan mucho a la presentada para TVD, por ejemplo en [15] se presenta un diseño que se ilustra en la Figura 3. Como se puede apreciar está formada por un módulo encargado de la creación de recursos, que a su vez entran en un proceso de codificación para su transporte hacia el STB y finalmente al usuario. Existe también un gestor de almacenamiento que mantiene una comunicación bidireccional tanto hacia el STB por medio de un canal de retorno como hacia el módulo de creación de recursos.

---

<sup>13</sup> <http://www.unicauca.edu.co/EDiTV/>

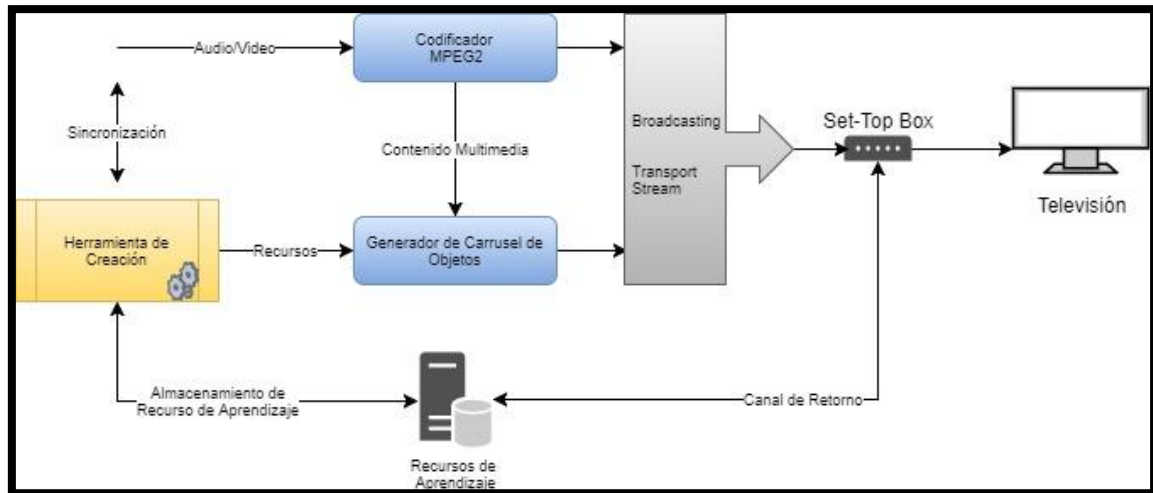


Figura 3: Arquitectura Básica para T-learning

Esta arquitectura básica no refleja las características que debería presentar la plataforma a la que se espera llegar con este trabajo de tesis, por tal razón en el siguiente capítulo se propone una arquitectura más completa que contempla otros módulos que ayudarán al cumplimiento de los objetivos planteados.

### 2.3.3. Requerimientos

Para desarrollar un proyecto T-learning se debe tener en cuenta ciertos requerimientos esenciales que permitan generar un proceso de aprendizaje adecuado. Entre ellos se tiene:

- **Técnicos:** Hacen referencia a aspectos como la transmisión, interacción, comunicación, seguridad, accesibilidad, control del sistema y usabilidad.
- **Pedagógicos:** Antes de desarrollar los cursos se debe tener en cuenta el contenido a mostrar, el tipo de evaluación que se va a realizar al final de los cursos y principalmente definir el proceso de aprendizaje a seguir.
- **Personales:** Se deben definir los objetivos que se quieren alcanzar con el aprendizaje, además establecer las necesidades que se desean cubrir con la plataforma.

Adicionalmente a estos requerimientos que deben cumplir los sistemas T-learning, se requiere agregar procesos técnicos que no están contemplados en la Figura 3, es decir, generar mejoras a través de mecanismos de autenticación que brinden seguridad de los datos del usuario así como también al contenido que administre la plataforma. Otra mejora a implementar está en el hecho de gestionar un perfil de usuario, con el fin de





proporcionar los recursos de aprendizaje de acuerdo a este perfil y no se convierta en algo estático como actualmente se presenta en las herramientas de gestión de contenidos usados en E-learning.

Para validar los requerimientos pedagógicos y personales, necesariamente se debe realizar su implementación, puesto que la plataforma que se va a proponer en este trabajo no está encaminada a un tema específico de aprendizaje sino está abierta para que se haga uso de la misma de acuerdo a las necesidades educativas del usuario.

#### **2.4. Enfoque de integración E-learning y TVD para generar una propuesta T-learning**

El creciente uso de los sistemas E-learning en las diferentes organizaciones tanto educativas como empresariales que exponen las potencialidades que brindan para los procesos de aprendizaje a distancia y el surgimiento de la TVD ha permitido explorar otras áreas tecnológicas como es el caso de T-learning o aprendizaje a través de TVD.

La convergencia entre E-learning y la tecnología de TVD brinda la posibilidad de producir resultados alentadores en el contexto más amplio de las políticas destinadas a garantizar la inclusión social, la igualdad de acceso y la reducción del abismo entre los que tienen acceso a las nuevas tecnologías y los que no, y viene dado por los siguientes factores:

- Obstáculos de acceso a internet y los altos costos de los computadores en el primer caso.
- La gran cobertura que tiene la televisión en relación al computador y que actualmente presenta además la facilidad de retroalimentación para el aprendizaje por medio de la interactividad.

Tomando en cuenta estos factores así como también la experiencia y estrategias adquiridas durante el desarrollo de aplicaciones E-learning, se abre la posibilidad para una adaptación al entorno de TVD, es ahí donde surge y se generan ambientes T-learning que brinda un mecanismo fundamental para adquirir y desarrollar conocimientos, favoreciendo capacidades como la comunicación, el análisis y el descubrimiento. Además, entre las razones para usar la TVD para procesos de aprendizajes están:



- Accesibilidad
- Servicio interactivo
- Independencia de tiempo y lugar
- Aprendizaje bajo demanda
- Bajo conocimiento para comenzar

La interactividad en el aprendizaje se considera un mecanismo esencial para la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas y físicas, además que es intrínseca a la práctica educativa exitosa y eficaz así como al descubrimiento individual. Por lo tanto, el reto consiste en aprovechar al máximo la tecnología, no para replicar el comportamiento y la comunicación humana, sino para mejorar las comunicaciones hombre-televisión a través de una mejor comprensión del uso e implementación de eventos interactivos[75].

## **2.5. Conclusión**

A partir de la sección 2.1, se puede concluir que las aplicaciones T-learning llegan a fundamentarse en los pilares mencionados. Además, cumplen las mismas características y ventajas en su proceso pedagógico, ya que T-learning no es más que una evolución de E-learning pero que se complementa con sus características propias. Estos procesos de aprendizaje difieren en el equipo que utilizan para difundir los contenidos de aprendizaje, por una parte E-learning lo hace usando el computador, mientras que T-learning utiliza un televisor.

De acuerdo al estudio realizado en [3], una plataforma E-learning puede ser adaptada a tecnologías T-learning, y así sacar más provecho de los procesos que brindan las primeras. Para esta adaptación es necesario tomar en cuenta aspectos de navegabilidad, visualización de textos, imágenes, colores, etc., que deben ser modificados o ajustados de acuerdo a los requerimientos para T-learning. Un ejemplo de adaptación de la plataforma Moodle se puede revisar en [27], en donde se plantea un sistema T-learning para personas con discapacidad. Sin embargo, estas plataformas tienen un punto débil en su proceso de autenticación, ya que se basa en el tipo usuario-contraseña, este mecanismo a pesar de ser el más utilizado tiene la problemática de que estos datos pueden ser transferidos a terceros para acceder al sistema y provocar inconsistencias en el proceso de aprendizaje, las plataformas E-learning no cuentan con un verdadero



mecanismo de reconocimiento de usuario que garantice que quien inició sesión en la plataforma sea la persona que dice ser.

## CAPÍTULO 3

### PROPUESTA PARA DISEÑO

#### COMPONENTES DEL LADO DEL SERVIDOR

---

En este capítulo se presenta una descripción previa del diseño propuesto, para luego continuar con el detalle de los componentes del lado del servidor, se explicará la integración de dos grandes servicios o módulos que representan el núcleo principal de la plataforma y un gestor adicional para la comunicación bidireccional con el cliente.

##### 3.1. Introducción

A partir de la revisión y análisis de la literatura sobre los conceptos relevantes relacionados con este proyecto de tesis, descritos en el capítulo 2, se toma como punto de partida parte de la arquitectura utilizada para la transmisión de la TVD. En este capítulo se presenta la descripción general de una plataforma interactiva para soportar T-learning, que incluyen los componentes básicos para su implementación.

En la Figura 4 se presenta la propuesta de la plataforma T-learning, la cual usa un modelo *cliente-servidor*, donde los elementos principales están del lado del servidor, los cuales son usados para autenticar al usuario y ofrecer material personalizado, siendo la parte esencial de este proyecto de tesis. Asimismo, en la figura se presentan los dispositivos utilizados para acceder a la plataforma y finalmente la comunicación que debe darse con los proveedores de contenidos.

En la figura se pueden apreciar tres tipos de conexiones, la primera representada por una flecha de color rojo, indica las conexiones externas que permiten la comunicación entre los componentes del lado del cliente (color verde) y del servidor (color azul). Por otra parte, la línea de color naranja representa las conexiones internas, las cuales permiten la comunicación entre los elementos de cada lado de la plataforma. Y finalmente las líneas punteadas que representan los accesos a recursos almacenados del lado del servidor.

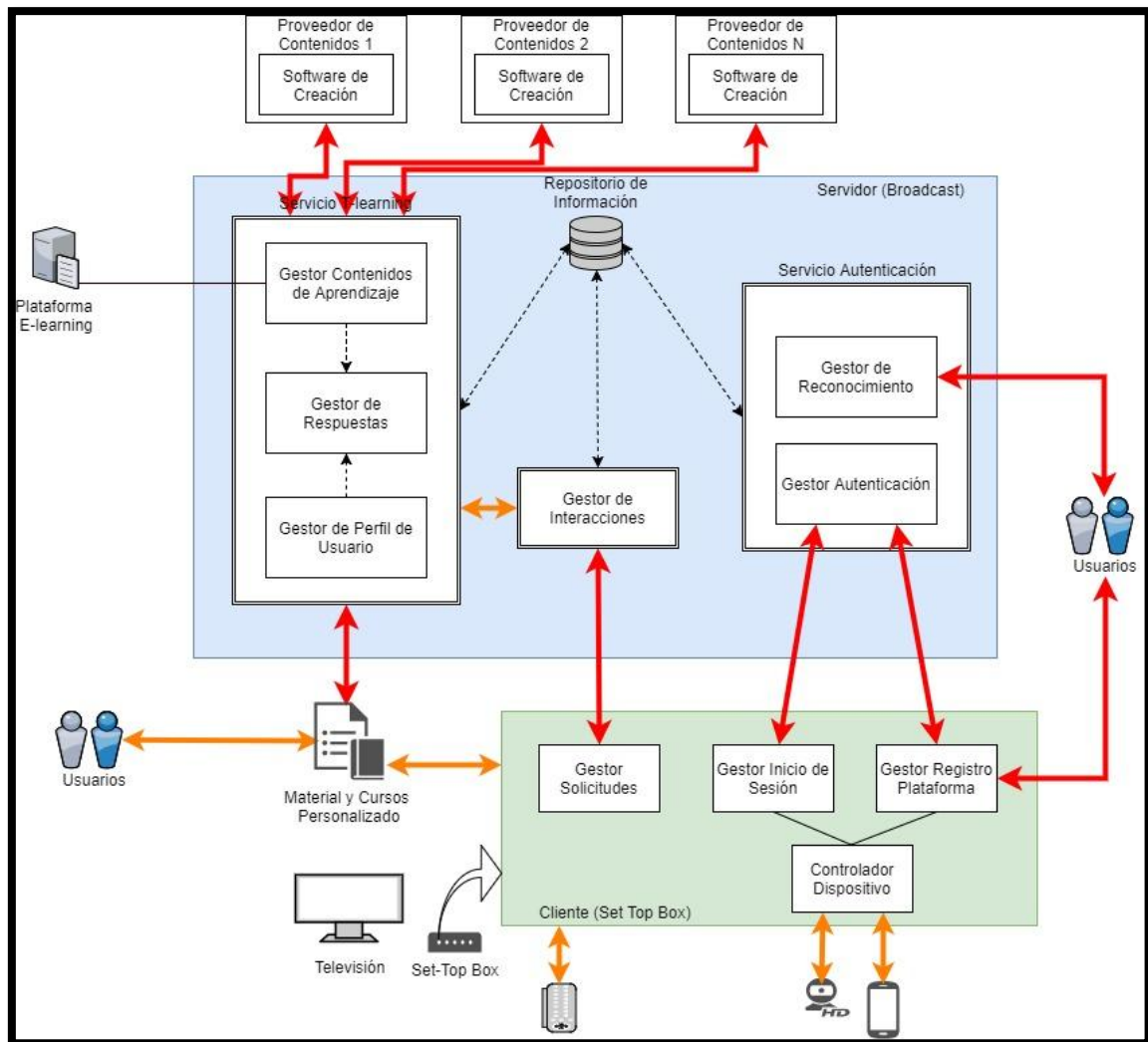


Figura 4: Plataforma propuesta para T-learning

A continuación se detallan los componentes correspondientes al servidor, así como también las tecnologías que podrían ser usadas para su soporte. En el siguiente capítulo se describirá los componentes situados en el cliente.

### 3.2. Servicio de Autenticación

Este módulo tiene como meta ejecutar el proceso de autenticación del usuario o grupos de usuarios que están frente del televisor. Este proceso es utilizado particularmente en dos ocasiones por la plataforma:

- a. Cuando el usuario se registra por primera vez en la plataforma.
- b. Cada vez que el usuario ingresa en la aplicación para acceder a recursos educativos.



Para soportar el proceso de autenticación, el módulo confía en dos gestores que se describen a continuación:

### 3.2.1. Gestor de Reconocimiento

El fin de este gestor es reconocer automáticamente al usuario. Una forma de lograr que este proceso sea totalmente automático es tener un proceso de entrenamiento que permita ejecutar identificaciones futuras del usuario. Una vez identificado el usuario los datos son enviados a la aplicación interactiva que se ejecuta en el lado del cliente (Set-top box). Para cubrir este requerimiento se analizan las siguientes tecnologías:

#### 3.2.1.1. Mecanismos de Autenticación

En la literatura, como por ejemplo en [27] se propone para el proceso de autenticación en plataformas T-learning el mecanismo formado por usuario-contraseña. Sin embargo, existen otros mecanismos que van a ser analizados dentro de esta sección para determinar el más adecuado y que permita brindar un servicio con mejores características de accesibilidad.

##### *Usuario y contraseña*

Es la combinación de autenticación más conocida e implementada en la mayoría de aplicaciones, es considerada simple pero robusta. Su nivel de seguridad depende de la complejidad al momento de su creación. Sin importar la tecnología en la que se implemente, este mecanismo sufre los mismos tipos de amenazas que pueden vulnerar los accesos, por ejemplo [5]:

- Ingeniería social: Personal no autorizado obtiene la contraseña a través de conversaciones.
- Programas para abrir contraseñas: Métodos para descifrar contraseñas.
- Programas olfateadores: Monitorean los paquetes que viajan por la red y si detectan una contraseña no cifrada la capturan.
- Conocimiento personal: Conociendo al usuario intentan adivinar la contraseña en base a su vida.
- Ingreso a estaciones de trabajo: Búsqueda de contraseñas en los equipos de otras personas.



- Mira y ve: Persona no autorizada cerca del usuario observa cuando escribe la contraseña.

Con el fin de minimizar los riesgos que pueden acarrear estas amenazas, se deben establecer políticas de seguridad que pueden incluir cambios periódicos de contraseña, impedir la reutilización de contraseñas anteriores, etc. De acuerdo a literatura analizada y tomando como referencia [5], estos son los enfoques pertinentes para protección de contraseñas no cifradas:

- Hashing: Algoritmo matemático que cambia la contraseña a un formato binario y lo divide en bloques para ser procesados, el resultado final se convierte nuevamente en texto ASCII. MD5 y SHA (Secure Hash Algorithm) son los algoritmos más difundidos.
- MAC (Message Authentication Codes): En este enfoque la contraseña primero pasa por un proceso de Hash para luego agregar una clave criptográfica simétrica.
- Criptografía: Utiliza algoritmos criptográficos, son más rápidos y robustos, no tiene un longitud fija el valor de las contraseñas cifradas.
- One-time Password: Utilizan contraseñas de un solo uso que caducan en un corto tiempo. Generan un código numérico aleatorio.

En el ámbito de T-learning este mecanismo de autenticación puede ser implementado sin mayor dificultad, ya que solo requiere el desarrollo de un formulario inicial en donde se solicite los datos de usuario-contraseña. Luego de ello se requiere una validación interna de los datos ingresados en el lado del servidor. Este mecanismo tiene como desventajas que no puede ser adaptado a un grupo de usuarios, ya que el inicio de sesión es individual; y además que no asegura que el usuario que inicia sesión sea quién dice ser. En el caso de que opte por la implementación de este mecanismo en una plataforma T-learning se deben tomar en cuenta los enfoques mencionados para la protección de contraseñas.

### *Tarjetas inteligentes*

Una tarjeta inteligente o Smart Card visualmente se asemeja a una tarjeta de crédito, puede contener un chip o una barra magnética, sin importar su presentación. Según [82], la autenticación a través de este dispositivo es seguro y permite el almacenamiento de



programas y claves criptográficas útiles para accesos físico o acceso a datos asegurando que no se modifiquen, eliminen o dañen por personal no autorizado. Debido a que su uso va en aumento la ISO (International Standards Organizations) ha establecido normas internacionales para implementar en aplicaciones [55].

Entre las características más relevantes de este tipo de dispositivo de autenticación se tiene[5]:

- Almacenamiento seguro de contraseñas, certificados PKI (Public Key Infrastructure), claves simétricas, archivos de OPT's y plantillas biométricas.
- Generación de pares de claves asimétricas

El uso más común que se le puede dar a una tarjeta inteligente es el almacenamiento de contraseñas, cuyos objetivos son:

- Evitar la labor de recordar o escribir en algún lugar la contraseña.
- Darle un valor agregado mediante un proceso de activación de uso de la tarjeta, convirtiéndose en un factor más de autenticación.

Ejemplos de implementación de este tipo de autenticación para el ámbito de T-learning se puede revisar en [98], en donde se plantea un sistema para asistencia médica a adultos mayores a través de televisión digital, este sistema permite transmitir a los usuarios conectados información médica general y además información específica del usuario de manera confidencial garantizada mediante la adopción de mecanismos de acceso basado en tarjetas inteligentes bajo el estándar de transmisión DVB-T.

### *Biometría*

La biometría se define como la ciencia que estudia las características físicas, químicas y conductuales de un individuo, para que este pueda ser identificado, y donde el reconocimiento es totalmente personal e intransferible[92].

Este mecanismo de autenticación se basa en la verificación de las características físicas de los usuarios siguiendo un patrón y están almacenadas en una base de datos. Actualmente, existen varias técnicas biométricas, que incluso pueden combinarse para generar mayor seguridad de autenticación, entre ellas se tiene del tipo anatómicas y de comportamiento:





- **Huella dactilar:** Es la técnica anatómica más utilizada en comparación con las demás, se basa en el hecho de que no pueden existir dos o más huellas idénticas ya que cada huella tiene sus propias características en lo que respecta a las formas que posee, por tal razón es considerado un método seguro para autenticación.
- **Rostro:** Método anatómico que requiere una captura inicial del rostro del usuario por medio de una cámara que consta de un número determinado de tomas para posterior a ellos hacer una comparación de las características físicas. El principal factor externo que puede comprometer la captura o autenticación misma es la iluminación.
- **Geometría de la mano:** Generalmente los dispositivos fabricados para la autenticación mediante la mano poseen unas guías, las cuales ayudan a colocar de manera correcta la mano para la captura de ciertas características, como por ejemplo el ancho, longitud; este método no es fiable porque dos personas pueden tener la misma geometría; también se trata de un tipo anatómico.
- **Iris:** Biometría anatómica que se basa en el análisis del color de los ojos capturada con una cámara infrarroja, es considerado un método muy seguro debido a las características que presenta, principalmente la *unicidad* que según estudios el iris tiene un patrón que identifica unívocamente a una persona en comparación con una huella dactilar, ya que incluso entre los dos ojos de una persona se pueden encontrar varias diferencias en los patrones visuales.
- **Voz:** Biometría de comportamiento que se basa en la grabación de varias frases por parte del usuario y posterior a ello se compara la voz de acceso con las grabaciones registradas, se toman en cuenta factores de entonación, timbre, etc. Como desventaja en este método se tiene la sensibilidad ante los ruidos externos del medio ambiente, así como también a factores relacionados a la salud del usuario en donde puede cambiar su tono de voz.
- **Firma:** Este método de comportamiento se basa en la captura del movimiento que realiza el usuario al momento de firmar y no en la rúbrica como se puede llegar a pensar.

Cada técnica tiene sus beneficios e inconvenientes pero la operación básica para cualquier sistema biométrico es similar, todo proceso comienza con un entrenamiento, a continuación los pasos a seguir[67][68]:



a) Adquisición

Se trata del primer contacto del usuario con el sistema biométrico, se obtiene una muestra a través de un dispositivo de entrada, en donde la calidad de la primera muestra es crucial para autenticaciones posteriores de este usuario en este punto pueden darse problemas en cuanto a la calidad o lesiones en las personas que impiden tomar la muestra. Generalmente, este paso debe ser guiado por un profesional.

b) Creación de características primarias

Se realiza un procesamiento luego de la adquisición, el número de muestras obtenidas en el paso anterior depende de la tecnología utilizada, en promedio son de 3 a 5 muestras.

c) Registro de características primarias

Procesada la muestra biométrica con la extracción de las características, se procede a almacenar la plantilla. Existen cuatro posibilidades de almacenamiento: en base de datos, una tarjeta, estación de trabajo o una terminal de autenticación. En cuanto a seguridad se refiere el almacenamiento en una tarjeta es la mejor opción. Terminado este paso, inicia el verdadero proceso de autenticación con los siguientes pasos.

a. Adquisición

Se obtiene una muestra que debe ser comparada con la plantilla almacenada en el paso anterior. Muchas técnicas biométricas confían en un hardware biométrico para obtener las mediciones correctas.

b. Creación de nuevas características

Se realiza un nuevo procesamiento de la muestra obtenida para crear nuevas características, al ser único la calidad puede ser menor a la muestra inicial.

c. Comparación

Estas características actuales se comparan con las obtenidas en el enrolamiento. Si es correcta la verificación se compara directamente con la



plantilla inicial, por el contrario, si se trata de un proceso de identificación la comparación se la realiza con todas las muestras almacenadas.

d) Decisión

El paso final en el proceso es la decisión de aceptación o rechazo de la autenticación del usuario, para esto existe un umbral de seguridad (tasa de error de 1%) que evita el acceso a personal no autorizado a los sistemas.

En un ambiente de T-learning las técnicas biométricas mencionadas pueden ser implementadas de acuerdo al criterio y necesidad del sistema a realizar, tomando en cuenta que todas requieren de hardware adicional para la captura de las muestras y el reconocimiento posterior del usuario, lo que podría incurrir en costos adicionales para el usuario final. Sin embargo, la técnica de reconocimiento facial puede considerarse una alternativa que no requiere la adquisición de hardware extra, puesto que la mayoría de televisores que se comercializan actualmente cuenta con una cámara integrada que permite solventar este particular. A continuación se realiza un análisis de acuerdo a las características y opciones que brindan durante el proceso de autenticación.

Para el caso de reconocimiento a través de huella dactilar, geometría de la mano, voz, iris ocular y firma, lo adecuado para la autenticación es realizarlo en el inicio de sesión, puesto que si se desarrolla un sistema que solicite en varias partes del flujo de aprendizaje entonces se convierte en una acción tediosa para el usuario conectado al televisor. En cambio al solicitarlo solo durante el inicio de sesión surge la misma desventaja del mecanismo usuario-contraseña, que es no saber que la persona quién inició siga siendo la misma durante el proceso de aprendizaje. Lo contrario ocurre con el reconocimiento facial, ya que al contar con una cámara fija se pueden realizar validaciones constantes del usuario ubicado frente al televisor con quién inició sesión sin la necesidad que el usuario realice acciones adicionales a las del proceso de aprendizaje.

En el caso particular de la técnica por reconocimiento de voz, surge la alternativa de verificación a través de actividades verbales, sin embargo, también tiene su punto en contra ya que el tono de voz de una persona puede alterarse debido a problemas de salud como síntomas gripales. Otro inconveniente puede darse al momento de tomar la muestra, ya que el ruido del ambiente durante la grabación influye en la calidad, lo que



puede generar una posterior coincidencia falsa. En cuanto al iris ocular, puede comportarse de la misma manera que se explicó para el mecanismo de reconocimiento facial, no obstante la distancia entre el usuario y la cámara infrarroja puede convertirse en un limitante que requiera ser solventado con acciones adicionales, en donde el usuario deba colocar su ojo cerca de la cámara. Como alternativa estaría el uso de la cámara infrarroja en móviles que cuenten con esta característica, sin embargo surge un inconveniente similar a lo ya mencionado anteriormente, la plataforma deberá solicitar en cualquier momento escanear el ojo lo que involucra tomar el móvil y realizar la acción, lo que generaría desconcentración durante el proceso de aprendizaje para el usuario.

En cuanto al reconocimiento facial, puede tener problemas con lo que se refiere a la privacidad, puesto que la cámara captaría todo lo que el usuario esté realizando. Sin embargo, y a pesar de este inconveniente, para esta plataforma se recomienda esta alternativa de reconocimiento facial, ya que el mecanismo será utilizado con fines educativos y estará en funcionamiento únicamente durante el proceso de aprendizaje del usuario, en donde el usuario no estará realizando otra actividad. En base a esta recomendación, a continuación se procede a realizar un análisis de las técnicas biométricas para reconocimiento facial.

### **Técnicas Biométricas de Reconocimiento Facial**

En esta sección se realizará una descripción breve de cada técnica puesto que existen varios trabajos propuestos en la literatura que pueden ser consultados según la necesidad[50][63].

- PCA (Principal Components Analysis): Más conocido como “EigenFaces”, considerada una técnica tradicional y la más utilizada. Basada en dos fases: *entrenamiento*, donde se forma el espacio de facciones a partir de las imágenes faciales de muestra y *clasificación*, donde una imagen nueva es comparada contra el espacio de facciones [23][73][104]. Su problema principal son las variaciones de iluminación puesto que se basa en este aspecto.
- LDA (Linear Discriminant Analysis): Más conocida como “FisherFaces”, sigue el mismo proceso de reconocimiento que el PCA, con la diferencia que busca reducir los problemas con respecto a la iluminación y expresión en las imágenes

de entrenamiento, para esto se capturan imágenes de la persona en diferentes poses y condiciones de luz [23][73][104].

- EP (Evolutionary Pursuit): Tiene los mismos principios que PCA y puede tener mayores ventajas siempre que el entrenamiento se realice de forma balanceada, es un método de representación para la codificación y clasificación de imágenes. Su proceso consiste en aprender una base óptima para dos propósitos: la comprensión de datos y clasificación de patrones[60][63].
- Local Binary Patterns Histograms: Es el mejor descriptor de textura, su principal ventaja es su invariancia a los cambios de niveles de grises. La idea de usar este método es que las imágenes pueden ser vistas como una composición de micropatrones bien descritos.
- Machine Learning: Tienen como objetivo desarrollar técnicas o programas que permitan generalizar comportamientos a partir de una información suministrada en forma de ejemplos, por lo tanto, se trata de un proceso de inducción del conocimiento.

Terminada esta breve revisión de los mecanismos de autenticación, se recomienda que la implementación de este gestor incluya algoritmos biométricos (por ejemplo, reconocimiento del rostro), pues la biometría de una persona es única, intransferible y no se duplica; muy diferente a las tarjetas y contraseñas que se pueden compartir con otros usuarios. Adicionalmente, este método es de gran utilidad para grupos de personas y no solo para un reconocimiento individual. Inclusive en [67] se menciona que es la más adecuada y que no agobia los objetivos de ocio y entrenamiento de los usuarios frente al televisor. Las cinco técnicas actualmente utilizadas para soportar esta funcionalidad tienen sus propias características. De acuerdo al estudio realizado en [14] la alternativa más conveniente es FisherFaces debido a la ventaja que tiene al momento de capturar la imagen en ambientes con iluminación variante y en distintas poses. Sin embargo en [68] los resultados demuestran que EigenFaces tiene mejores porcentajes de aceptación. Así también, el estudio realizado en [10] presenta una comparación en la utilización de las técnicas que brinda machine learning, incluye Adaboost y SVM (*Support Vector Machines* [45]), en donde se observa que su combinación mejoró tanto la velocidad como la precisión del reconocimiento automático de expresiones faciales. No obstante, trabajo adicional es requerido para determinar la técnica más adecuada.

### 3.2.2. Gestor de Autenticación

Este gestor es el encargado de administrar apropiadamente las actividades que los usuarios están autorizados a ejecutar dentro de la plataforma. Este proceso puede llevarse a cabo implementando una máquina de estados finita cuyo funcionamiento se revisa a continuación, donde su objetivo principal es la de gestionar el flujo de control de la aplicación a ser utilizada por el televidente y las acciones pertinentes para cuando el usuario quiere darse de alta en la plataforma o ingresar en la misma.

#### *Máquinas de Estados Finitos*

Una máquina de estados finitos o autómeta finito es un programa de computadora en base a una lógica matemática que ejecuta instrucciones secuenciales, son herramientas con sintaxis y semántica para ejecutar un flujo de procesos y proveer de dinamismo a diagramas que no lo tienen.

El proceso que ejecuta un autómeta requiere de un estado inicial para luego recibir una cadena de símbolos que pueden o no cambiar dicho estado y por último un conjunto de estados finales. Una de las clasificaciones dada en la literatura analizada se expone a continuación:

- **Determinista** (AFD): En este tipo para cada entrada sólo existe uno y sólo un estado al que se puede hacer la transición desde su estado actual[48].
- **No determinista** (AFN): Son capaces de estar en varios estados a la vez, es decir, tiene la posibilidad de *conjeturar* algo cerca de su entrada[48].

Adicionalmente, de acuerdo a su funcionamiento<sup>14</sup> se presenta otra clasificación:

- **Detectoras**: Detectan patrones o secuencias en respuesta a las entradas recibidas, su característica principal es que únicamente transicionan de estado

---

<sup>14</sup> <http://tecbolivia.com/index.php/articulos-y-tutoriales-microcontroladores/13-introduccion-a-las-maquinas-de-estado-finito>



dando como resultado un estado final exitoso. Su implementación ayuda para verificación de contraseñas, códigos o validación de datos en transmisión digital.

- **Transductores:** Al contrario de la anterior, este tipo genera una salida según los símbolos de entrada o estados que haya recibido, su uso general es para aplicaciones de control como por ejemplo el funcionamiento de un ascensor.

Existen varias propuestas para el uso de autómatas finitos, a continuación se mencionan algunos: en [89] se plantea una herramienta que permite la generación automática de código a partir de una máquina de estado finito para modelos que estén representados en UML. Otro ejemplo se encuentra en [39], donde se expone una máquina de estado finito para la compresión de datos. En [47] se muestra un modelado y reconocimiento de gestos que es representado por las máquinas de estado finito y cuya implementación se la realizó en el juego “Simón dice”. También se presenta un trabajo para la construcción de autómatas para mejorar el rendimiento de servicios web, aplicado a dos casos de estudios que pueden ser revisados en [105].

En el mercado existen varias herramientas que permiten generar máquinas de estado finito, por ejemplo, XEROX [13] ha creado un conjunto integrado de herramientas de software para crear programas útiles y eficientes que procesen texto en lenguaje natural, incluye herramientas como: *LEXC*, un lenguaje de alto nivel para especificar léxicos, *TWOLC*, un lenguaje de alto nivel para especificar las reglas de reescritura utilizadas en fonología y morfología, y *XFST*, una interfaz interactiva que permite crear, manipular y acceder a los algoritmos básicos de la máquina de estado finito, también proporciona un compilador para un metalenguaje extendido de expresiones regulares.

Entre las herramientas de visualización están el programa de gráficos daVinci[40] y la herramienta VCG[106] que calcula automáticamente la forma más óptima de ver el autómata de estado finito al minimizar el número de bordes de cruce.

AiSee<sup>15</sup>, que forma parte de la suite de herramientas de análisis estático de Absint, desarrollada inicialmente para visualizar las estructuras de datos internas encontradas en

---

<sup>15</sup> <https://www.absint.com/index.htm>



los compiladores, hoy en día es ampliamente utilizado en muchas áreas diferentes, incluyendo la visualización de máquinas de estado finito. AiSee calcula automáticamente un diseño personalizable de los gráficos especificados en GDL (lenguaje de descripción de gráficos).

La empresa Xilinx<sup>16</sup> ofrece una herramienta comercial para el prototipado rápido de un diseño de máquinas de estado finito directamente desde el diagrama de estado, la herramienta incluyen un editor, denominado StateCAD, que permite a los usuarios graficar los diagramas de estados.

Para el caso que nos compete, el modelado para el proceso de autenticación en una plataforma T-learning puede ser visto como se ilustra en la Figura 5, en donde se presenta el flujo tanto para registro de usuario como para inicio de sesión, cuando llegue al estado de *Autenticado*, el proceso solicitará la visualización de la interfaz de usuario en donde se desarrollaron todas las actividades de aprendizaje. En este punto siempre habrá una verificación del usuario, en el caso de detectar una ausencia, se pasará a estado *Desconectado*.

Para facilitar el proceso de creación del modelo presentado en la Figura 5, de acuerdo a las características que proporciona la herramienta se recomienda el uso de XEROX[13], inclusive permite el uso de idioma español.

---

<sup>16</sup> <http://www.xilinx.com/>



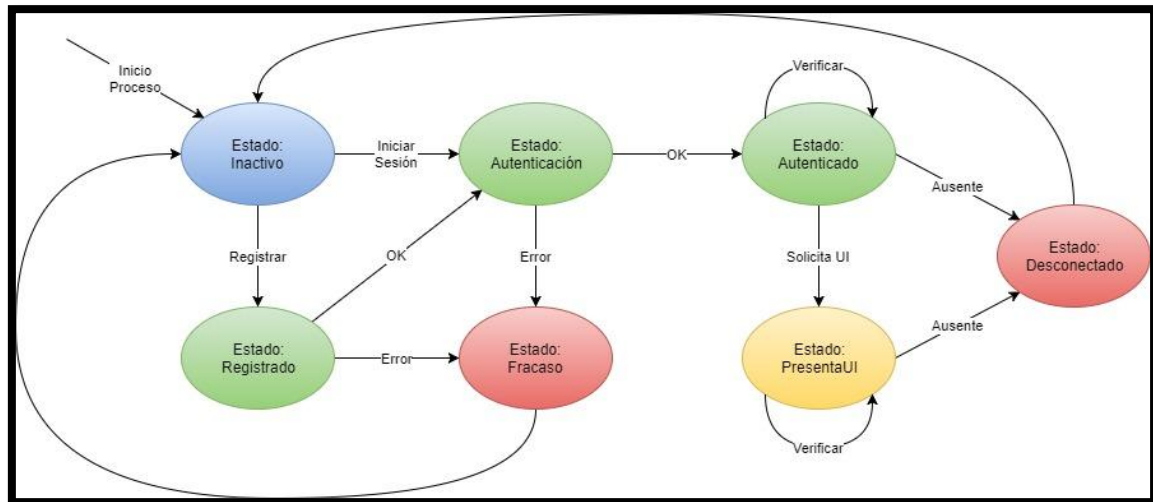


Figura 5: Proceso Máquina de Estado Finito

### 3.3. Servicio de T-Learning

Este módulo es la base principal de la plataforma, permite generar y presentar al usuario recursos educativos personalizados tomando en consideración la interacción del usuario con la plataforma para generar el perfil del usuario y el contexto tal como horarios de conexión, temas revisados, etc.

Para brindar el funcionamiento adecuado en este servicio se cuenta con tres gestores que tiene a su cargo procesos vitales que permiten cumplir los objetivos planteados con el diseño de la plataforma.

#### 3.3.1. Gestor de Perfil de Usuario

Como paso previo a la entrega de los recursos de aprendizaje personalizados por parte del Gestor de Contenidos de Aprendizaje, que será explicado en la siguiente sección, se debe definir el proceso para generar un perfil de usuario para la identificación de las necesidades y niveles de aprendizaje del televidente.

##### 4.2.2.1. Perfil de usuario

Un perfil de usuario tiene como propósito mantener información relacionada a las preferencias o intereses de cada usuario[43], dicha información está localizada en un repositorio de donde se extraerá datos relevantes con el objetivo de brindarle al usuario información correcta en cuanto la solicita.

El ciclo básico para la creación de un perfil de usuario usualmente sigue un proceso de tres etapas[42], como se puede observar en la Figura 6 para cada etapa existen entradas en donde los datos son procesados para generar salidas, a su vez estas salidas constituyen entradas para la siguiente parte del flujo:

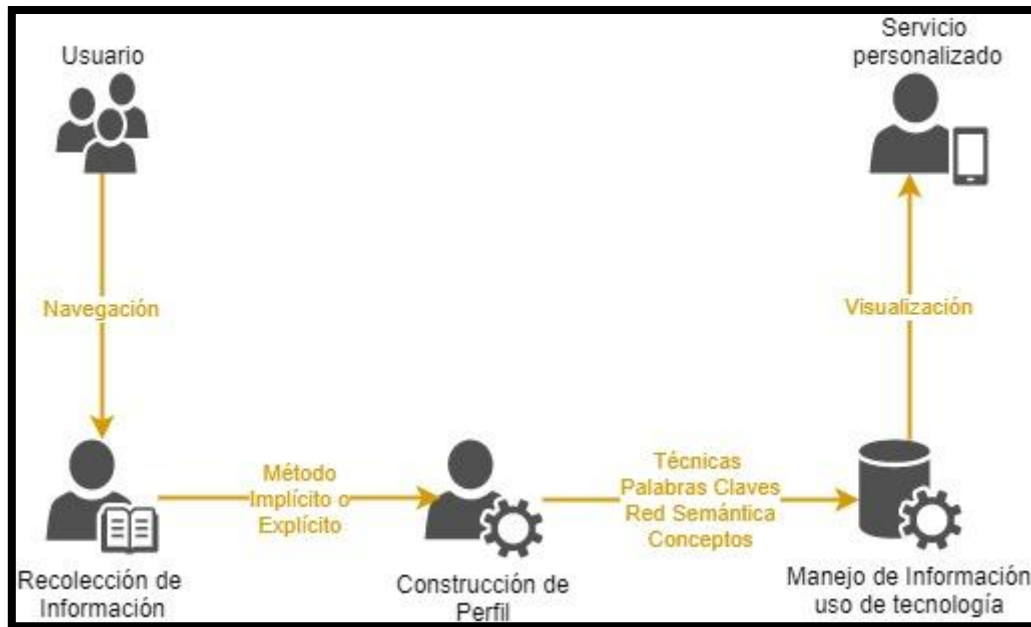


Figura 6: Ciclo Básico para creación de Perfiles de Usuario

### *Obtención de la información*

Para esta etapa existen dos métodos que pueden aportar y que se mencionan a continuación: *explícita*, en donde el usuario debe llenar formularios con la información que se solicita como por ejemplo: nombres, fecha de nacimiento, etc.; además debe actualizarla cada cierto tiempo según el cambio de sus gustos y preferencias, incluso pueden darse casos que el usuario deba instalar algún software que será el encargado de recolectar esa información, e *implícita*, ya se trata de una recolección de información más dinámica en donde el usuario no interviene mayormente en la entrega de la información, es decir, se recurre a técnicas como capturas de clics, uso de cookies, historiales de navegación, redes sociales, etc. Generalmente este método recurre a técnicas de Inteligencia Artificial. Autores como Kobsa [56], sugieren que la información a recopilar puede dividirse en tres categorías:

- **Datos de Usuario:** Características propias del usuario ingresadas de manera explícita (preferencias, rasgos, intereses, experiencia, etc.).



- **Datos de Utilización:** Se centra en la interacción del usuario con el sistema, toma en cuenta el tiempo y frecuencia con la que visita cada sección del sistema.
- **Datos de Ambiente:** Relacionados a aspectos técnicos como es el caso de la plataforma (hardware, software), localización del usuario, etc.

### *Construcción del perfil de usuario*

Para la construcción de un perfil de usuario existen dos alternativas: *manualmente*, resulta un proceso difícil, que toma mucho tiempo y que genera una barrera para obtener un servicio personalizado; y *automáticamente*, en donde existen técnicas de colaboración mediante la utilización de algoritmos, redes neuronales, probabilidad, modelo de espacio vectorial, etc., siendo los dos últimos los más utilizados y con excelentes resultados [42].

Sin importar el método que se escoja, el perfil de usuario debe mantenerse siempre actualizado de manera automática para reflejar las preferencias del usuario. Entre las técnicas existentes se tiene:

### **Basados en Palabras Claves**

Esta técnica extrae palabras claves mediante un tipo de ponderación para identificar las palabras más importantes durante la interacción que tiene el usuario con la información. Se pueden encontrar sistemas como *Amalthea* [72] que crea los perfiles con la extracción de palabras clave de páginas web. Otro ejemplo es *WebMate* [26] que se basa en varios vectores de palabras clave uno por interés, este sistema aprende de forma automática las áreas de interés. *Alipes* [107] también crea perfiles de usuario que se basan en vectores de interés, sin embargo utilizan múltiples vectores por interés y cada interés es modelado por tres vectores: a largo plazo; corto plazo (positivo) y corto plazo (negativo).

Cabe mencionar que entre los métodos de ponderación se tiene el esquema  $tf*idf$  [80], otros proyectos han explorado el uso de Latent Semantic Indexing (LSI) [30] y Linear Least Squares Fit (LLSF) [61].



## Basados en Redes Semánticas

Las palabras claves que extrae se agregan a una red de nodos, los nodos pueden representar palabras individuales o un concepto particular y sus palabras asociadas. Los términos "conceptos" (se refiere a una idea específica y una colección de palabras asociadas) e "intereses" (se refiere a temas de mayor nivel de interés para un usuario) se utilizan indistintamente en la literatura.

Los perfiles de usuarios semánticos tienen una ventaja sobre los perfiles basados en palabras clave porque pueden modelar explícitamente la relación entre palabras particulares y conceptos de nivel superior. Entre los ejemplos de uso de esta técnica están: ifWeb [7] construye inicialmente este tipo de perfil con un conjunto pequeño de documentos predefinidos de diferentes formatos (HTML, PDF, texto plano), luego el perfil se perfecciona a medida que el usuario navega en las páginas. El sistema SiteIF [99] construye este tipo de perfil a partir de la retroalimentación implícita de los usuarios, los nodos se crean mediante la extracción de conceptos de una gran colección de conceptos preexistentes.

PIN [101] tiene como objetivo presentar noticias multimedia personalizadas a los suscriptores individuales sobre la base de tecnologías avanzadas de recuperación de información.

### *Manejo de Información*

Para llevar a cabo este paso entran en funcionamiento tecnologías de sistemas de recomendación que se comentan en una sección siguiente.

En la Figura 7, se observa la propuesta para el gestor de perfil de usuario en el ámbito de T-learning, en donde la recolección de información proviene de cuatro fuentes (estereotipos, mecanismos explícito e implícito, información de contenido), que son explicadas a continuación.

- En primera instancia para definir el nivel de aprendizaje con el que un usuario inicia la navegación se proponen perfiles de usuario formados a partir de estereotipos generados de acuerdo a rangos de edades y serán el punto de partida para un nuevo usuario, en donde el material entregado cubrirá los intereses de cada categoría definida y posteriormente la misma plataforma irá modelando el

propio perfil para cada usuario. Un estereotipo no es más que un conjunto de características definidas para un grupo o categoría que comparte ciertas afinidades. Por ejemplo televidentes de 15 a 18 años pueden compartir intereses educativos de secundaria, en cambio un usuario de 45 a 55 años pueden inclinarse a intereses que solucionen problemas de salud, economía, etc.

- Para ejecutar el primer paso referente a la obtención de información relevante del usuario, incluidos sus atributos, su comportamiento o el contenido de los recursos a los que el usuario accedió; se recomienda un proceso híbrido, en donde se utilice un mecanismo explícito, para recolectar los datos principales del usuario durante su registro en la plataforma. Por otro lado se utiliza un mecanismo implícito para deducir de manera automática las preferencias del usuario supervisando la interacción del usuario con el televisor al monitorear el historial de los programas educativos vistos y el tiempo en cada programa. Toda esta información se almacena en un repositorio de información, puesto que lo último que se pretende con esta plataforma es abrumar al usuario con el ingreso de información referente a sus preferencias por medio de formularios.

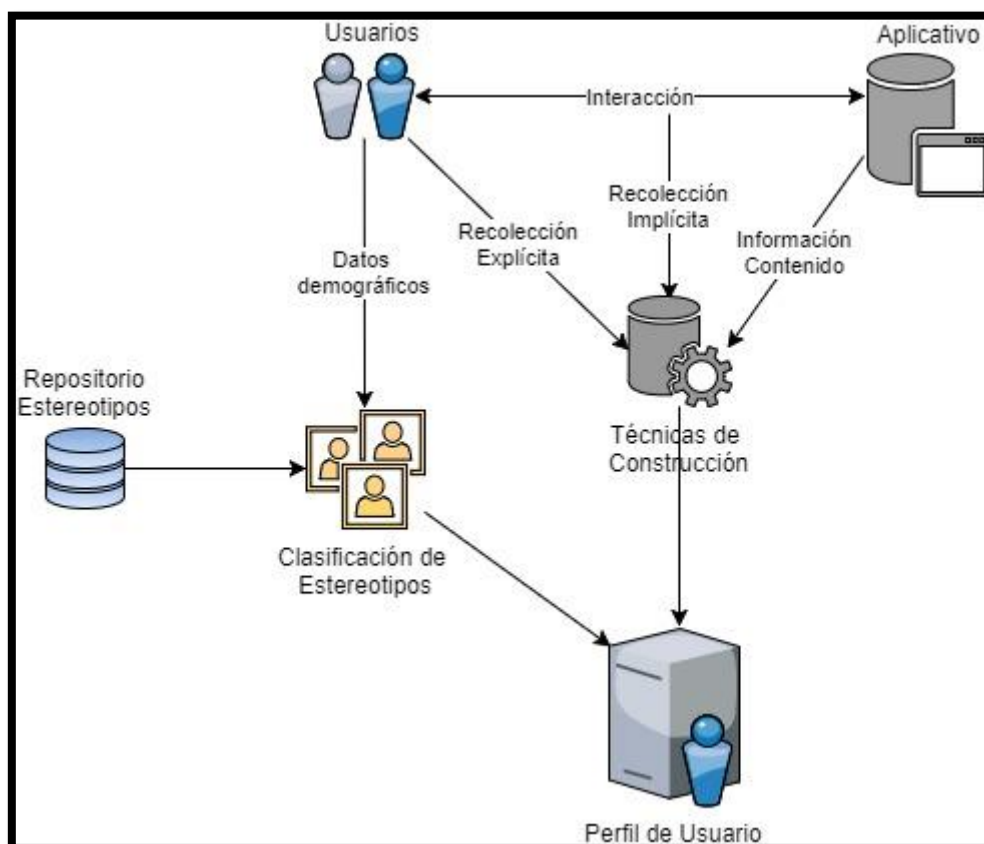


Figura 7: Gestor de Perfil de Usuario

En cuanto a la técnica a utilizar para la construcción se puede optar por cualquiera de las dos mencionadas previamente, puesto que ambas se basan en extracción de palabras claves y difieren en su manera de almacenarlas, para este caso dichas palabras estarán embebidas a manera de metadatos en los contenidos educativos que brinde la plataforma T-learning. Adicionalmente, se debe mencionar que en la literatura existen algunas propuestas sobre construcción de perfiles basado en tecnologías semánticas. Por ejemplo, la propuesta en [90], utiliza este tipo de modelamiento, el enfoque que presenta puede ser de utilidad e implementado dentro de la plataforma T-learning.

### 3.3.2. Gestor de Contenidos de Aprendizaje

A través de este gestor se almacena y registra diferentes recursos educativos extraídos desde diferentes fuentes. Uno de los modelos que puede ser utilizado para alcanzar contenidos educativos estandarizados y que puede ser adaptado y personalizado a las necesidades del usuario es el estándar SCORM (ver Anexo A). Dicho estándar puede ser usado como base para que los diferentes proveedores de contenido de la plataforma puedan generar contenidos pedagógicos estructurados (Figura 8), usando para ello herramientas de software de creación. Las dos alternativas existentes para soportar herramientas de creación son Ginga-NCL[95] y Ginga-J[95]. La primera es la de mayor difusión a diferencia de Ginga-J la cual presenta inconvenientes en cuanto a las regalías asociadas al uso en java [28]. Entre las herramientas que pueden apoyar la creación de contenidos pedagógicos están:

- **Composer** [44]: Se trata de una herramienta de creación que facilita el diseño de programas declarativos en NCL para TVD.
- **Crea TV Digital** [6]: es otra herramienta con el objetivo de brindar a las personas sin conocimientos de programación el desarrollo de aplicaciones interactivas en lenguaje NCL.
- **Eclipse** [9]: Para lenguaje Java y para NCL conocido como NCL Eclipse.
- **Emulator**: Permite la visualización de aplicaciones NCL en el computador, ya que emula Ginga en un STB utilizado para la etapa de pruebas [87], entre otras.

Actualmente se están presentando avances con respecto a herramientas de creación de contenidos para TVD basadas en Android, como por ejemplo AndroidTV Input Framework (TIF). Este componente brinda una API a los fabricantes de dispositivos

híbridos (STB-televisores) para crear módulos que simplifiquen la entrega de contenido para AndroidTV [95]. Otra herramienta disponible es GinggaMobile, desarrollado por el Laboratorio de Investigación de Redes y Multimedia (LPRM) de la Universidad Federal de Espírito Santo en Brasil, se trata de un prototipo para presentar aplicaciones interactivas a través de dispositivos móviles con sistema operativo Android, un caso de estudio se puede revisar en [71]. Es necesario considerar estas alternativas pues Android está ganando espacio en el desarrollo de aplicaciones para TV digital.

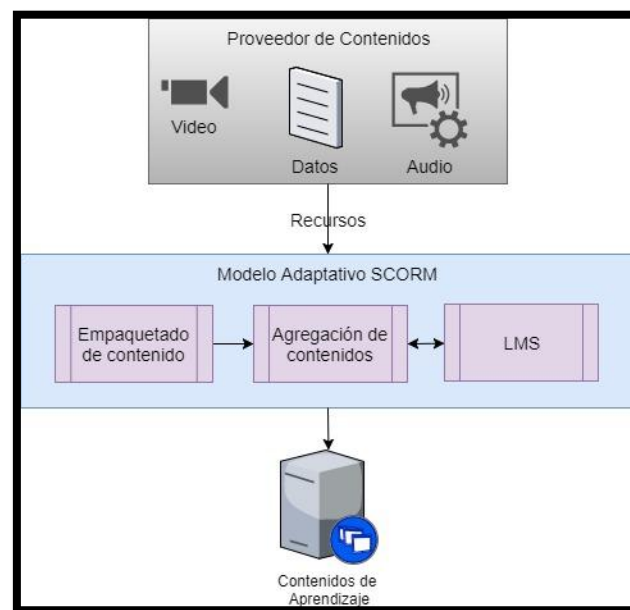


Figura 8: Gestor de Contenidos

Incluso los contenidos de plataformas E-Learning, pueden adaptarse mediante SCORM para ser difundidos por la TVD como se comentó en la sección 2.1.1. A partir de las características revisadas en el mismo apartado se detalla la Tabla 8, una comparativa de acuerdo al tipo de licencia, el sistema operativo con los que son compatibles, características particulares de cada una, ventajas, desventajas, etc. Considerando estos parámetros, la herramienta que destaca sobre las otras es la plataforma Moodle<sup>17</sup>, ya que posee las mejores características en cuanto a flexibilidad, entornos didácticos y facilidad

---

<sup>17</sup> <https://moodle.org/?lang>



de uso para estudiantes y profesores, asimismo Claroline<sup>18</sup> también se asemeja a Moodle por lo que se convierte en otra opción de adaptación.

Tabla 7: Comparativa de Plataformas E-Learning<sup>19</sup>

	<b>Moodle</b>	<b>Atutor</b>	<b>Dokeos</b>	<b>Claroline</b>
<b>S.O.</b>	Multiplataforma	Windows, GNU/Linux, Unix, Solaris	Multiplataforma	Multiplataforma
<b>Licencia</b>	GNU GPL	GPL	GPL	GPL
<b>Características</b>	Proyecto en desarrollo, diseñado para dar soporte a un marco de educación social constructivista	LCMS de código abierto, versión actual 1.6.2.	Aplicación de administración de contenidos de cursos y también una herramienta de colaboración.	Plataforma libre de eLearning y eWorking, versión actual 1.9.2
<b>Mecanismos para publicación de conocimiento</b>	Incluye	Incluye	Incluye	Incluye
<b>Objetos de aprendizaje</b>	Maneja	No maneja	No maneja	Maneja
<b>Ventajas</b>	Los alumnos pueden participar en la creación de glosarios que generarán de manera automática enlaces con estas palabras en las diferentes lecciones. Las instituciones pueden instalar su propio servidor de Moodle para crear sus cursos.	Para cada página de los cursos se puede crear una hoja de estilos. Utiliza base de datos de enlaces y glosario. Intenta adaptarse a estudiantes e instructores. Servidor de mail propio para facilitar la comunicación.	Se pueden incluir mejoras y asesorías, que se acceden por pago. Posee plataforma de vídeo conferencia, presentaciones en líneas y publicaciones para alumnos.	Permite gestionar chats, foros de discusión públicos y privados, agendas para tareas, noticias, seguimiento de tareas y trabajos, además permite administrar cursos y grupos de trabajo. Publicación de documentos de diferentes formatos.
<b>Desventajas</b>	Interfaz y ciertas actividades pueden no ser muy intuitivas. La configuración para varios usuarios debe realizarse con cuidado debido a la	No cuenta con muchas versiones de idioma. Escalabilidad de acuerdo al hardware del	Diseño más moderno que Claroline.	Personalización poco intuitiva. Pocos módulos y plugins.

<sup>18</sup> <https://www.claroline.net/ES/index.html>

<sup>19</sup> <https://plataformas-e-learning.wikispaces.com/COMPARATIVO+PLATAFORMAS>





	tecnología PHP. Puede tener problemas de seguridad dependiendo de su servidor de instalación. Poco soporte técnico al tratarse de una plataforma abierta y gratuita.	servidor Plataforma para organizaciones pequeñas.		
--	--	--	--	--

Las aplicaciones educativas desarrolladas y/o distribuidas por cada proveedor pueden almacenarse en un repositorio local durante la creación y posteriormente ser transmitidas a través del canal para envío de señales digitales.

### 3.3.3. Gestor de Respuestas

Este gestor se encarga de presentar el resultado final, es decir todo lo que se envíe de cara al usuario. Este proceso se realiza gracias a la implementación de un sistema que permita la entrega personalizada de contenidos y surge a partir de la gestión de perfiles de usuario y el gestor de contenidos (Figura 9), entre las alternativas existentes se tiene:

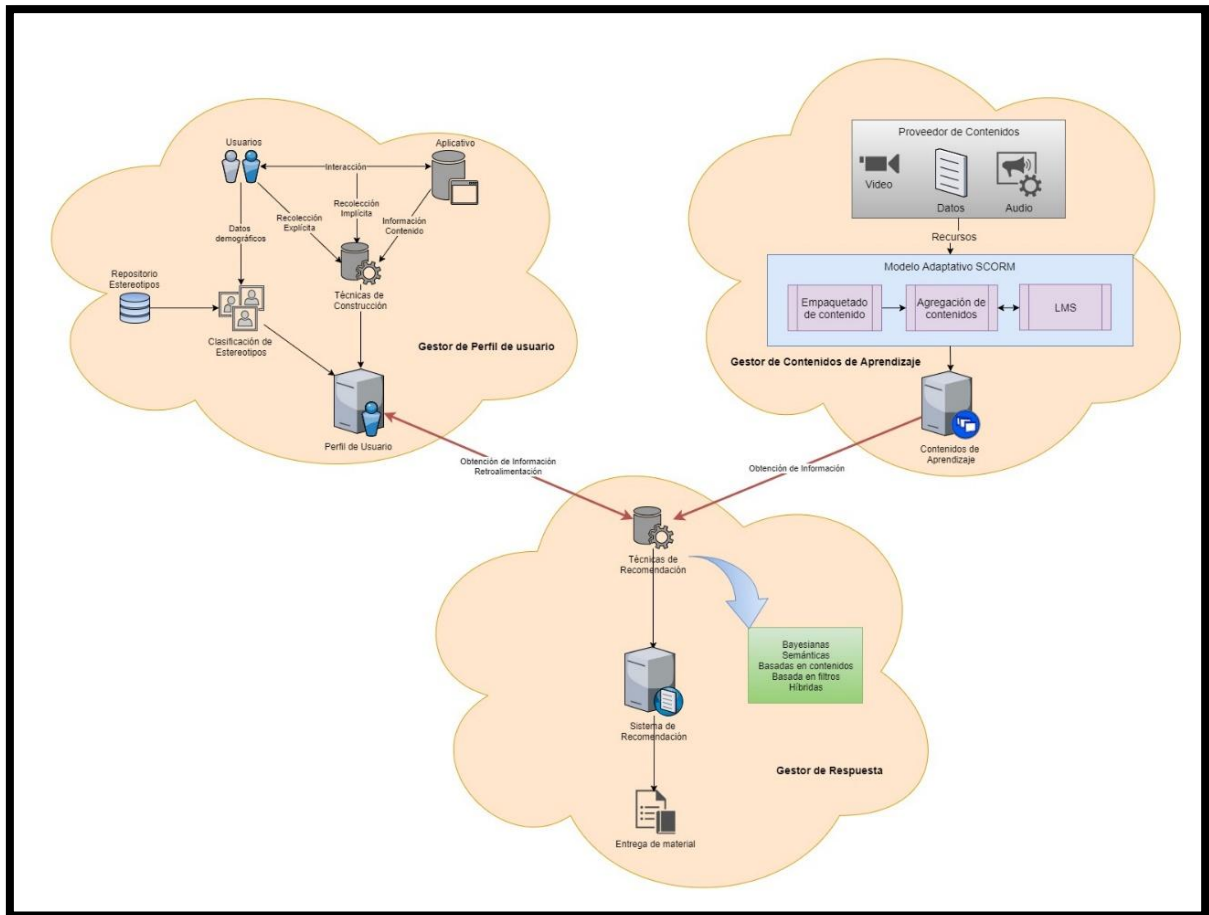


Figura 9: Gestor de Respuesta

#### 4.2.3.1. Sistemas de recomendación

Según [88], un sistema de recomendación se define como herramientas de software y técnicas que brindan sugerencias útiles para los usuarios, estos sistemas utilizan un perfil de usuario para disponer de opciones más próximas a sus preferencias y evitar perder el tiempo revisando alternativas diferentes a sus intereses. El objetivo principal es predecir el grado de interés de un usuario por un objeto según sus preferencias y las características del objeto [70]. El sistema puede proporcionar al usuario una lista clasificada con las alternativas que mejor se adapten a sus preferencias.

Actualmente en Internet existe un sin fin de información en diferentes ámbitos (viajes, música, educación, etc.) con la que se torna complejo realizar búsquedas y obtener el resultado deseado. En trabajos como [34][35], los sistemas de recomendación están siendo más utilizados en el ámbito académico y en especial en el contexto del aprendizaje, definiendo sus requisitos específicos. De acuerdo al ámbito en el que se desea aplicar surge la siguiente clasificación:



### *Basados en contenido*

La información que el sistema recomienda al usuario se basa en similitudes de elementos seleccionados en situaciones pasadas a través de interacciones del usuario con el sistema. Entre las técnicas que se utiliza para realizar la recomendación a través de este método están:

- **Modelo de Espacio Vectorial:** Es una representación espacial de documentos de texto, cada documento está representado por un vector en un espacio dimensión  $N$ , donde cada dimensión corresponde a un término del vocabulario general de una colección de documentos dada[62].
- **Redes Bayesianas:** contiene nodos por valor, característica y producto, utilizando las valoraciones que otros usuarios dan a productos similares, se calcula una puntuación para el producto y se recomiendan los  $N$  productos con mayor puntuación[68].

En [29] se menciona un ejemplo claro de uso del método basado en contenidos, a saber YouTube utiliza esta clasificación para las recomendaciones personalizadas tomando en cuenta los siguientes aspectos, combinaciones de las actividades personales del usuario, calificaciones (Me gusta), frecuencia de visitas en videos, cuando el usuario agrega a una lista de reproducción, el tiempo de permanencia en cierto video.

### *Filtrado colaborativo*

La recomendación se la hace basada en estadísticas/probabilidades de las preferencias de otros usuarios, es decir, se basa en la calidad e interés que muestran otros usuarios en los objetos que el usuario desea visualizar [32].

- **Basados en memoria o “vecinos cercanos”:** Como requisito previo y a su vez inconveniente, se debe disponer de un número mínimo de usuarios con un número mínimo de predicciones cada uno. Por medio de estadística busca vecinos cuyo historial sea similar al usuario a recomendar, una vez construida la lista de vecinos se combinan sus preferencias para generar otro listado con los  $N$  elementos más recomendables.
- **Basados en modelo:** Utilizan distintos algoritmos de aprendizaje Clustering[103] o redes neuronales como las Redes de Funciones de Base Radial (RBFN). A través de clustering se clasifica a un usuario dentro de una clase de usuarios



luego se estiman las probabilidades condicionadas de esta clase hacia los elementos a evaluar[74].

Por ejemplo, las recomendaciones en Amazon [59] se realizan gracias a un algoritmo que asocia los productos comprados por un usuario con un listado de productos similares y de la información de otros usuarios que han realizado compras similares para presentarle información de su interés.

### *Híbrido*

Este tipo de sistemas pueden reducir las desventajas de los sistemas basados en contenido y basados en filtro colaborativo, con el objetivo de obtener la mayor ventaja y reducir los inconvenientes que posee cada uno. Algunas de estas limitaciones son la poca información en el caso de nuevos usuarios u objetos y la preferencia de usuarios que no están dentro del promedio de búsquedas.

### *Semánticos*

Los sistemas de recomendación semánticos son aquellos que utilizan una base de conocimiento para su funcionamiento. Generalmente esta base de conocimiento está definida a través de un esquema de conceptos o una ontología, adicionalmente utilizan tecnologías semánticas [75], para dar mayor énfasis a la representación y gestión del conocimiento. Haciendo uso de ontologías, el objetivo principal es habilitar la colaboración automatizada de búsqueda, extracción, representación, interpretación y mantenimiento de información[93]. Además, el uso de ontologías permite mejorar la precisión de los sistemas de recomendación tradicional y permite presentar información de acuerdo a las alternativas y conocimiento sobre las preferencias de un usuario.

Existen propuestas de sistemas de recomendación semántico en el ámbito de e-learning, tal es el caso de [93] donde se plantea un sistema que facilite a los estudiantes elegir y encontrar los contenidos de aprendizaje de su preferencia. Este trabajo está basado en dos subsistemas denominados Semantic Based System y Rule Based System. La propuesta descrita en [109] propone un enfoque para recomendaciones basado en el contexto del usuario, conocimiento sobre el contenido y conocimiento sobre el dominio de aprendizaje. Además el proceso a seguir se caracteriza por el cálculo de relevancia



semántica, refinamiento de recomendaciones y generación de trayectorias de aprendizaje.

Otro ámbito de aplicación que está en auge es la recomendación de programas televisivos, en donde toma importancia la creación de un perfil de usuario para generar el proceso correspondiente y presentar las preferencias correctas hacia el usuario. Como ejemplo de ello se presenta AVATAR (*AdVAnced Telematic search of Audiovisual contents by semantic Reasoning*) [37] puede ser visto como un asistente personal que valora la adecuación de contenidos ofertados por los proveedores de contenidos a las preferencias del usuario proporcionando una experiencia de visualización personalizada. Como se menciona en [17] se trata de un sistema de recomendación para personalización de contenidos de televisión, el cual es capaz de realizar recomendaciones implícitas a partir de programación vista por el usuario. Adicionalmente, se trata de un sistema híbrido puesto que utiliza técnicas basadas en contenidos y filtrado colaborativo, su arquitectura se basa en multi-agentes, donde las recomendaciones provistas surgen de la combinación de estrategias de inferencia de conocimiento, por ejemplo: clasificación Bayesiana, Juego de Perfiles y Razonamiento semántico.

Debido a que el sistema de recomendación AVATAR cuenta con características ligadas a la personalización de contenidos para televisión y que permiten cumplir los objetivos propuestos en este trabajo, se recomienda la implementación en la plataforma T-learning.

### **3.4. Gestor de Interacciones**

Es el intermediario para ejecutar las acciones del usuario a través del gestor de solicitudes hacia el servidor. Este módulo escucha toda la navegación y acciones que realiza el usuario para alimentar al servicio de T-learning, se comporta como un canal de interactividad, explicado en la sección 2.2.3. Al ser el canal por donde se transporta toda la información en los dos sentidos, también tiene a su cargo el almacenamiento en el repositorio de información. Este registro permitirá generar nuevas preferencias del usuario y también realizar una clasificación de nuevos contenidos.

### 3.5. Repositorio de Información

La plataforma propuesta cuenta con un repositorio para el manejo y almacenamiento de la información de usuarios y contenidos. Dependiendo de las necesidades a cubrir en los sistemas o aplicaciones a implementar, y la cantidad de datos que se vaya a manejar dentro de la plataforma se debe optar por uno o varios de los diferentes tipos de base de datos.

Para el caso de información de cuentas bancarias o gestión de pagos de un usuario en donde se requiere que exista, por ejemplo integridad y consistencia en los datos un modelo de tipo relacional puede cubrir estos aspectos, dentro de este tipo se pueden encontrar varias opciones tanto comerciales como de código abierto para implementación, entre los que están:

- Comerciales por ejemplo: Oracle<sup>20</sup>, Microsoft SQL Server<sup>21</sup>, DB2<sup>22</sup>, etc.
- Código Abierto por ejemplo: MySQL<sup>23</sup>, PostgreSQL<sup>24</sup>, FireBird<sup>25</sup>, SQLite<sup>26</sup>, etc.

Asimismo para la administración de grandes cantidades de datos en donde se necesita tiempos cortos de respuesta como es el caso de la gestión de contenidos educativos transmitidos dentro de una ciudad, la opción podría ser un modelo noSQL. Dentro de esta clasificación se encuentra herramientas como: Dynamo<sup>27</sup> (implementado por Amazon), Voldemort<sup>28</sup> (LinkedIn), Riak<sup>29</sup>, Bigtable<sup>30</sup> (implementado por Google), Hypertable<sup>31</sup>, Cassandra<sup>32</sup> (Facebook, Digg, Twitter), SimpleDB<sup>33</sup> (también

---

<sup>20</sup> <https://www.oracle.com/es/index.html>

<sup>21</sup> <https://www.microsoft.com/es-es/sql-server>

<sup>22</sup> <https://www.ibm.com/analytics/us/en/db2/>

<sup>23</sup> <https://www.mysql.com/>

<sup>24</sup> <https://www.postgresql.org/>

<sup>25</sup> <https://www.firebirdsql.org/en/start/>

<sup>26</sup> <https://www.sqlite.org/>

<sup>27</sup> <https://aws.amazon.com/es/dynamodb/>

<sup>28</sup> <http://www.project-voldemort.com/voldemort/>

<sup>29</sup> <http://basho.com/products/>

<sup>30</sup> <https://cloud.google.com/bigtable/>

<sup>31</sup> [http://www.hypertable.com/why\\_hypertable](http://www.hypertable.com/why_hypertable)

<sup>32</sup> <http://cassandra.apache.org/>

<sup>33</sup> <https://aws.amazon.com/es/simpledb/>



implementado por Amazon), CouchDB<sup>34</sup> (JSON), MongoDB<sup>35</sup> (BSON), Neo4j<sup>36</sup>, InfoGrid<sup>37</sup>, AllegroGraph<sup>38</sup>, InfiniteGraph<sup>39</sup>, entre otros.

También, ha surgido un modelo semántico, se trata de una tecnología flexible que permite el almacenamiento sencillo de los datos en un esquema abierto no estático. Utiliza almacenes de datos RDF<sup>40</sup> (*Resource Description Framework*) cuya ventaja está en el lenguaje de consulta declarativa estándar que utiliza como SPARQL<sup>41</sup>, estos datos RDF se pueden representar utilizando XML, como una estructura de tripletas o grafos[49]. No obstante sólo la representación en grafos, construida a partir de tripletas, permite la interpretación semántica del esquema RDF. El uso directo de grafos, en lugar de tripletas, implica varias ventajas (ver Tabla 7) para el enfoque DB orientado a objetos en comparación con soluciones relacionales existentes. Este tipo de modelo puede ser de gran utilidad para la plataforma propuesta ya que se orienta a administrar datos heterogéneos para la gestión de perfil de usuario y de contenidos personalizados. Entre las herramientas que existen en el mercado para el manejo de este modelo están: Virtuoso<sup>42</sup>, es una solución moderna para el acceso a datos, virtualización, integración y gestión de bases de datos relacionales de múltiples modelos (SQL y/o Grafos RDF). Kowari<sup>43</sup>, escrito en Java de código, escalable, segura para transacciones y construida para el almacenamiento, recuperación y análisis de metadatos, soporte para RDF y OWL. Jena<sup>44</sup>, framework en lenguaje Java que proporciona un entorno de programación para RDF, RDFS y OWL, incluyendo un motor de inferencia basado en reglas.

---

<sup>34</sup> <http://couchdb.apache.org/>

<sup>35</sup> <https://www.mongodb.com/nosql-explained>

<sup>36</sup> <https://neo4j.com/blog/why-nosql-databases/>

<sup>37</sup> <http://infogrid.org/trac/>

<sup>38</sup> <https://allegrograph.com/>

<sup>39</sup> <http://www.objectivity.com/products/infinitegraph/>

<sup>40</sup> <https://www.w3.org/RDF/>

<sup>41</sup> <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>

<sup>42</sup> <https://virtuoso.openlinksw.com/>

<sup>43</sup> <http://kowari.sourceforge.net/>

<sup>44</sup> <https://jena.apache.org/>



Sesame<sup>45</sup>, basado en Java y de código abierto que permite almacenar y hacer consultas sobre RDF, además soporta tres lenguajes de consulta (RQL, SeRQL y RDQL) y puede usar la memoria principal de la máquina o una base de datos relacional para el almacenamiento de los datos, su sucesor se denomina Eclipse RDF4J. OrientDB<sup>46</sup>, capaz de trabajar con modelos de grafos, documentos, clave-valor, el modelado del dominio de usuario admite conceptos orientados a objetos que se pueden ampliar fácilmente, entre otras.

En la Tabla 8, se presenta un resumen de las características positivas y negativas que proveen las bases de datos descritas en esta sección, con el fin de que el lector pueda tomar la decisión de escoger el tipo de almacenamiento de la información de acuerdo al alcance que se pretenda dar a la plataforma.

Tabla 8: Características Base de Datos [58]

Relacional	No relacional (NoSQL)	Semántica (RDF)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información consistente y estructurada.</li> <li>- Integridad en los datos.</li> <li>- Restricciones de seguridad.</li> <li>- Mayor soporte.</li> <li>- Atomicidad.</li> <li>- Consistencia</li> <li>- Aislamiento.</li> <li>- Durabilidad, significa que las transacciones completadas persistirán.</li> <li>- Complejidad a la hora de comprender su estructura y las relaciones entre las diferentes entidades.</li> <li>- Adquisición de equipamiento puede generar altos costos.</li> <li>- Requiere definición correcta de los tipos de datos a almacenar.</li> <li>- No pueden funcionar de manera distribuida, ya que se torna difícil unir datos dentro de un sistema distribuido.</li> <li>- Genera cuellos de botella al transcribir cada sentencia para ejecutarlas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura distribuida lo que les permite crecer y residir en varias máquinas.</li> <li>- Fácil modificación de esquemas.</li> <li>- Los servidores que los alojan no requieren de mayores recursos.</li> <li>- Mayor posibilidad de adaptación a las necesidades del usuario.</li> <li>- Bajo costo en su implementación.</li> <li>- Código abierto.</li> <li>- Escalabilidad horizontal</li> <li>- Semántica transaccional más ligera que las bases de datos relacionales.</li> <li>- Herramientas de administración poco amigables.</li> <li>- Debido a que las bases de datos NoSQL no funcionan con SQL, requieren una programación manual de consultas, que puede ser rápida para tareas sencillas pero requiere mucho tiempo para otras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo de respuesta mucho menor que las NoSQL.</li> <li>- Diseño para almacenamiento simple.</li> <li>- Permite interpretar grafos almacenados sin necesidad de mapeos.</li> <li>- Utiliza eficientemente la relación entre el lenguaje de consulta RDF RQL y OQL.</li> <li>- Combina distintas fuentes de datos sin importar el tipo de esquema.</li> <li>- Escalabilidad, las sentencias se forman por tres campos (recurso, propiedad, valor), facilitando el manejo y uso para buscar objetos en volúmenes grandes.</li> <li>- En promedio tres veces más lentas que las relacionales.</li> <li>- Poca documentación.</li> </ul>

<sup>45</sup> <http://rdf4j.org/2016/05/18/goodbye-sesame-hello-rdf4j/>

<sup>46</sup> <http://orientdb.com/>



## CAPÍTULO 4

### PROPUESTA PARA DISEÑO

#### COMPONENTES DEL LADO DEL CLIENTE

---

En este capítulo se continúa con el análisis de los módulos que se encuentran del lado del cliente, como se observa en la Figura 4 presentada en el capítulo 3, el cliente está compuesto por tres gestores embebidos en el Set-Top Box como componente central y un controlador de dispositivos.

El envío de órdenes hacia este terminal puede realizarse a través de dispositivos como[27]:

- **Control Remoto:** Se trata del control estándar para televisión, es muy familiar. Haciendo uso de los botones que posee se puede realizar la navegación por el sistema.
- **WiiMotes<sup>47</sup>:** La característica principal de este dispositivo es el reconocimiento de movimientos por parte del usuario por medio de un acelerómetro.
- **Kinect:** También detecta los movimientos del usuario pero sin la necesidad de un periférico de control.
- **Dispositivo móvil:** Con la tecnología SmartTV, las diferentes empresas de televisión (LG<sup>48</sup>, Samsung<sup>49</sup>, Sony<sup>50</sup>, etc.) han desarrollado aplicaciones que permiten hacer uso de los smartphones a manera de control de remoto para navegar a través del contenido de la televisión, estas aplicaciones están disponibles para los distintos sistemas operativos que hay en el mercado de los móviles.

---

<sup>47</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Wiimote>

<sup>48</sup> <http://www.lg.com/es/smart-tv/trucos/como-utilizar-tu-smartphone-y-lg-smart-tv-juntos.html>

<sup>49</sup> <http://www.samsung.com/ar/support/smartview/>

<sup>50</sup> <http://www.sony.com.ec/electronics/video-tv-sideview>



La selección del dispositivo de entrada depende de ciertos factores, como por ejemplo, económicos, sociales, demográficos, etc., ya que las cuatro opciones presentadas funcionan correctamente como dispositivo de mando para el televisor. Sin embargo, debido a la gran difusión dentro de los hogares, el control remoto se convierte en la opción base para la navegación en el televisor

#### **4.1. Gestor de Solicitudes**

Este gestor es el encargado de realizar peticiones hacia el servidor y recibir las respuestas del mismo para visualizarlas. Además, gestiona las interacciones directas con el usuario. Se trata de una aplicación interactiva desarrollada con el lenguaje Gingga-NCL como se mencionó en la sección 3.3.1 e implementada en el dispositivo STB.

#### **4.2. Gestor de Registro**

El objetivo de este gestor es administrar la información que el usuario proporciona durante su registro en la plataforma para darse de alta en la misma. En este punto el usuario deberá ingresar a través de un formulario datos como nombre, fecha de nacimiento, etc.; únicamente en este momento se realiza una obtención de información explícita puesto que son datos que no pueden ser intuidos por la plataforma. La interacción del usuario con este gestor se realiza a través del controlador de dispositivos, que será comentando más adelante, y en donde surgen dos alternativas para los cuales se siguen los pasos a continuación descritos, según la selección del usuario:

- Cámara incorporada
  - Se presenta un formulario con los datos básicos para inicializar el perfil del usuario, terminado con éxito este paso se procede a las capturas biométricas del usuario (reconocimiento facial).
  - La cámara conectada al STB captura imágenes del rostro del usuario, que servirán como base para el proceso de entrenamiento que se realizará del lado del servidor, esta acción será el punto de partida para futuros inicios de sesión y comprobaciones de la presencia del usuario durante el proceso de aprendizaje.
  - Del lado del servidor, entra en funcionamiento el Gestor de Reconocimiento (sección 3.2.1) para iniciar el proceso de entrenamiento,



adicionalmente estas capturas son asociadas a los datos ingresados por el usuario en el primer paso.

- Finalmente, el nuevo usuario es agregado a un listado administrado por el Gestor de Perfil de Usuarios, en donde se irá agregando más información vinculada al mismo usuario.
- Dispositivo móvil
  - De igual manera, se presenta un formulario con los mismos datos a ingresar por parte del usuario.
  - En este punto surge la alternativa del manejo de un código QR (Quick Response Code), en donde necesariamente el usuario debe contar con un celular con lector de códigos, esta técnica tiene gran uso para diversas aplicaciones.
  - Ya ingresado el usuario al sistema, la cámara del STB o televisor recibirá la orden, por medio de un proceso de máquinas de estado finito, de iniciar la captura automática de imágenes del rostro para el proceso de entrenamiento, y a su vez se ligará con la información ingresada en el formulario inicial.
  - Finalmente, se agrega el nuevo usuario a la lista administrada por el Gestor de Perfil de Usuario.

Como se mencionó este módulo mantiene comunicación directa con el Servicio de Autenticación del lado del servidor y que la información aquí recolectada servirá como punto de partida para la creación de un perfil de usuario ubicada en el Servicio de T-learning.

### **4.3. Gestor de Inicio Sesión**

Módulo en donde se da lugar el proceso de inicio de sesión para cada usuario o grupo de usuarios, tiene una comunicación directa con el Servicio de Autenticación del lado del servidor y gestiona la respuesta recibida compuesta por una lista de usuarios identificados.

De manera similar al Gestor de Registro de Plataforma, existen dos alternativas para realizar este proceso, mediante la cámara del STB o televisor o mediante un dispositivo móvil. El flujo en cada caso se describe a continuación:

- Cámara
  - En cuanto el usuario especifique que desea iniciar sesión en la aplicación, la cámara procede a capturar imágenes y enviarlas hacia el servidor.
  - Haciendo uso de un proceso descrito por una máquina de estados, se espera la respuesta de acuerdo a la solicitud del usuario.
  - Si el proceso da un resultado exitoso se presenta el nombre del usuario que ingresa a la plataforma, caso contrario se envía usuario no válido.
  - El resultado se envía hacia el lado del cliente y se presenta la pantalla que corresponda según la respuesta.
- Dispositivo móvil
  - El usuario hace uso de los códigos QR mencionados en la sección del registro para el inicio de sesión.
  - En este caso, la cámara no captura imágenes de entrenamiento sino para verificación del usuario que está al frente del televisor. La información capturada es enviada al servidor.
  - Si la validación del usuario es correcta, el Gestor de Autenticación ejecuta su proceso y permite la navegación al usuario dentro de la plataforma.

#### **4.4. Controlador de dispositivos**

Este controlador está encargado de identificar y administrar desde que dispositivo se está realizando la interacción con la plataforma, como por ejemplo, la cámara incorporada en el STB o bien en el televisor que permite las capturas biométricas que se utilizan en la autenticación del usuario y en la comprobación de presencia del usuario durante el tiempo de aprendizaje. De igual manera, identifica si la interacción proviene de un dispositivo móvil, utilizado para el mismo caso de autenticación del usuario.

Con el fin de obtener un componente de acuerdo a las necesidades que se plantean, se recomienda su programación en lenguaje ensamblador, un ejemplo de ello se puede encontrar en [11], en donde se presenta la estructura que deben seguir los dos tipos de controladores que se disponen.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

El apagón analógico que está próximo a darse en territorio ecuatoriano obliga a que las estaciones de televisión empiecen a adoptar el cambio en su transmisión de señales analógicas a digitales, implementando el estándar Japonés-Brasileño (ISDB-tb), la principal característica que brinda esta transición es el aspecto de *interactividad*, en donde el usuario se convierte en un ente activo y el televisor deja de ser una caja muerta, es decir se crea una comunicación bidireccional entre ambos puntos. Todo este cambio o nueva tecnología en surgimiento ha abierto la oportunidad de generar procesos educativos utilizando la televisión como medio principal.

En este trabajo de tesis se presenta una propuesta para diseñar una plataforma interactiva para soportar T-learning. Para definir los elementos involucrados en el diseño de plataforma se realizó un análisis de plataformas relacionadas como las existentes para E-learning y además se estudiaron trabajos relacionados en el área con el fin de identificar los requerimientos básicos que debe cumplir la plataforma y extender los mismos para soportar una entrega de material educativo personalizado.

Con el fin de cubrir los requisitos identificados a partir de los objetivos planteados, el diseño propuesto está basado en un modelo cliente-servidor. Considerando que las características computacionales del lado del cliente (Set Top Box) no pueden ser sobrecargadas pues el hardware posee ciertas limitaciones, entonces el núcleo principal de la plataforma está totalmente embebida en el servidor. Los componentes que forman parte del servidor son los encargados de realizar los procesos de autenticación, la entrega personalizada del material de aprendizaje al usuario. Esta tarea se realiza mediante una gestión efectiva del contenido, basado en un conjunto de procesos como la creación del perfil, la recolección de información y la recomendación de material.

En el desarrollo del capítulo 2, luego del análisis de tecnologías E-learning se define que es factible una adaptación de las mismas hacia una plataforma T-learning, ya que al tratarse de procesos de aprendizaje cuentan con características similares, lo que cambia



es el medio de transmisión que en el primer caso es el computador, mientras que para el segundo es la televisión pero no influye en los objetos de aprendizaje que se tiene.

En el capítulo 4, se analizó que existen muchas propuestas de mecanismos de autenticación que pueden ser adaptadas a la plataforma propuesta. Sin embargo, actualmente el auge se centra en los mecanismos biométricos que incluso en muchas empresas son utilizadas para control de asistencia y accesos a determinadas áreas de carácter restringido. Después de revisar las características que ofrecen cada uno, se llegó a la conclusión que las técnicas biométricas de reconocimiento facial se ajustan de mejor manera a las necesidades que se desean alcanzar con esta plataforma, puesto que permiten un ambiente amigable en el aprendizaje T-learning.

También se presentó en el capítulo 4, un estudio sobre los métodos para la construcción del perfil de usuario, concluyendo que se hará uso de una recolección implícita y explícita, y cuyos datos serán el punto de partida para un sistema de recomendación semántico que permitirá la personalización del contenido y dicho perfil será retroalimentado por el mismo sistema.

Con el fin de estandarizar el contenido que será entregado al televidente, en la plataforma se propone el uso del modelo SCORM. Dicho modelo ofrece la opción de generar recursos adaptados bajo una estructura definida, lo que permite mejora la portabilidad y reutilización de los objetos de aprendizaje. El objetivo final es que mediante el uso de SCORM los proveedores de contenidos puedan ofrecer sus productos siguiendo estándares comunes que permitan integrar con facilidad diferentes fuentes de datos.

Dentro de la plataforma se ha visto la posibilidad de sugerir otras tecnologías para que el resto de componentes puedan comunicarse entre sí, como por ejemplo un repositorio que contenga toda la información generada, así como un modelo de máquina de estado finito que permita establecer un flujo para la presentación de actividades al usuario.

Los procesos del lado del cliente deben estar desarrollados bajo el middleware Ginga y alojados dentro del Set-top Box. Esto es requisito del estándar japonés-brasileño adoptado en nuestro país. Los gestores que forman parte del cliente permiten el registro e inicio de sesión en la plataforma, lo cual es el punto de partida para definir el aula



virtual para cada usuario en la plataforma, así como también la gestión de solicitudes, que son escuchadas por el servidor a través de un gestor de interacciones.

La navegación del usuario dentro de la plataforma permite generar un conjunto de datos heterogéneo que debido a su naturaleza no puede ser almacenado en un solo tipo de base de datos. La decisión sobre el modelo de datos y el tipo de gestor involucrado dependerá del alcance que se le quiera dar a la plataforma. Por ejemplo, si la idea es aplicar la plataforma para transmitir aplicaciones interactivas a nivel de un conjunto pequeño de usuarios, entonces un modelo relacional puede ser suficiente para cumplir este propósito. Si en cambio la idea es usar esta plataforma como mecanismo para difundir aplicaciones interactivas a nivel de una ciudad o región, entonces se deberá estudiar otras alternativas como un repositorio NO-SQL. Además si el objetivo es poder inferir y extender nuevo conocimiento sobre los datos almacenados en la plataforma, una alternativa es el uso de un repositorio semántico, el cual requiere que los datos involucrados sean modelados usando los lenguajes apropiados.

Hasta la fecha, existen propuestas de sistemas para T-learning como es el caso del proyecto T-Maestro, arquitecturas basadas en servicios REST-JSON o adaptaciones de recursos E-learning, todas ellas mencionadas a lo largo de este trabajo. Sin embargo, ninguna de ellas presenta una arquitectura abierta con la posibilidad de ser implementada en cualquier ámbito educativo, la propuesta de este trabajo es permitir que el usuario defina sus propios objetivos educativos y haga uso de la misma sin restricciones en este aspecto.

Con el diseño propuesto, la siguiente tarea es implementar la plataforma y aplicarlo a diferentes escenarios de uso. Se prevé que no todos los componentes descritos en la plataforma son obligatorios, pues dependen del objetivo y meta a cumplir por la aplicación interactiva de aprendizaje.

## ANEXOS

---

### Anexo A

#### SCORM

Sharable Content Object Reference Model es una iniciativa de ADL<sup>51</sup> (*Advance Distributed Learning*) y fue considerada como recomendación técnica ISO/IEC TR 29163 en el 2009 por la Organización Internacional de Estandarización.

El objetivo de este modelo es promover la interoperabilidad, reusabilidad y durabilidad de contenidos educativos digitales, a través de la integración de distintos estándares y especificaciones para E-learning que ayudan a simplificar su implementación[31].

SCORM<sup>52</sup> permite la creación de Objetos de Aprendizaje (OA), desde el empaquetamiento hasta la comunicación entre contenido y los entornos virtuales, además está formado por tres documentos técnicos en donde se mencionan aspectos de e-Learning y un conjunto de directrices para poner en práctica el modelo SCORM 2004<sup>53</sup>[52][53][54]:

- Modelo de Agregación de Contenido (*CAM-Content Aggregation Model*): Determina la estructura que debe tener los contenidos, así como también la relación entre sus elementos y como identificarlos. Además, especifica la forma que debe ser entregada la información y la manera de empaquetar el contenido para se pueda ser alojado en un LMS. En la Figura 10, se puede observar sus cinco componentes: (1) asset, son la representación digital de contenidos; (2) SCO (*Sharable Content Object*), representa un único recurso de aprendizaje; (3) actividad, es una unidad de instrucción significativa que puede proporcionar un recurso de aprendizaje (SCO o asset); (4) organización de contenido, mapa que

---

<sup>51</sup> <http://www.adlnet.org>

<sup>52</sup> <https://scorm.com/scorm-explained/technical-scorm/scorm-2004-overview-for-developers/>

<sup>53</sup> [http://www.adlnet.org/public/uploads/SCORM\\_2004\\_4ED\\_v1\\_1\\_Doc\\_Suite.zip](http://www.adlnet.org/public/uploads/SCORM_2004_4ED_v1_1_Doc_Suite.zip)





representa el uso previsto del contenido a través de unidades estructuradas de instrucción; y (5) agregación de contenido, entidad utilizada para entregar tanto la estructura como los recursos que pertenecen a un curso.

- Entorno de Ejecución (*RTE-Run-Time Environment*): Define tres aspectos necesarios: (1) el proceso de lanzamiento estándar para que los LMS inicien los SCO basados en Web; (2) el API como mecanismo para el intercambio de datos entre el LMS y el SCO; y (3) un Modelo de Datos estándar para un conjunto de elementos para definir la información rastreada por el LMS para cada SCO.
- Secuencia y Navegación (*SN-Sequencing and Navigation*): Establece las reglas de presentación de los LMS para secuenciar objetos de contenido (SCO o asset) durante el tiempo de ejecución y permitir que los alumnos indiquen las peticiones de navegación.
  - El modelo de secuencia SCORM permite al creador del curso declarar el orden relativo en el cual los elementos del contenido deben ser presentados al alumno y las condiciones bajo las cuales un pedazo de contenido es seleccionado, entregado o saltado durante la presentación.
  - El modelo de navegación SCORM, define un conjunto de eventos de navegación que puede ser activado por un alumno a través de un dispositivo de interfaz proporcionado por el LMS o incrustado en objetos de contenido.

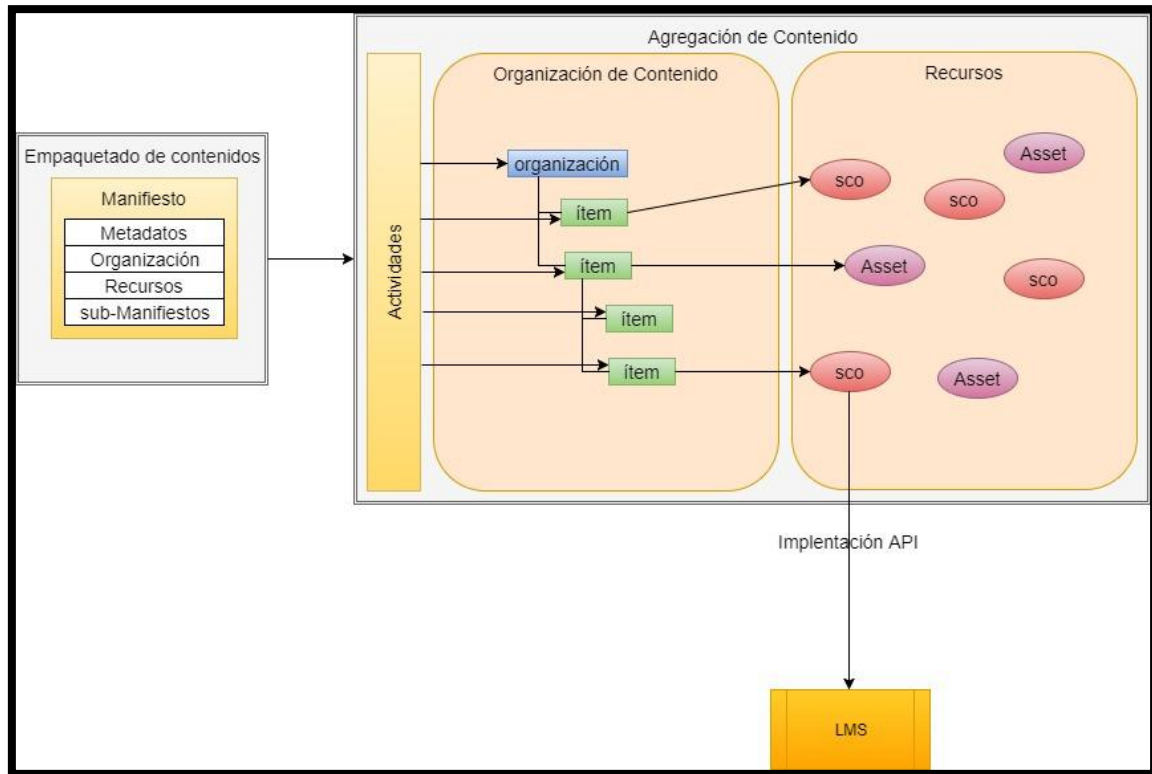


Figura 10: Modelo conceptual SCORM

Adicionalmente, en la Figura 11 se puede apreciar un modelo para un caso práctico, el cual describe la adaptación a un curso específico, en donde la propuesta se centra en dos entidades fundamentales: (1) un Sistema de Tutoría Inteligente, llamado T-MAESTRO, que construye las experiencias T-learning aplicando conocimiento semántico; y (2) la herramienta de creación que permite a los profesores crear cursos adaptativos con un mínimo de formación técnica.

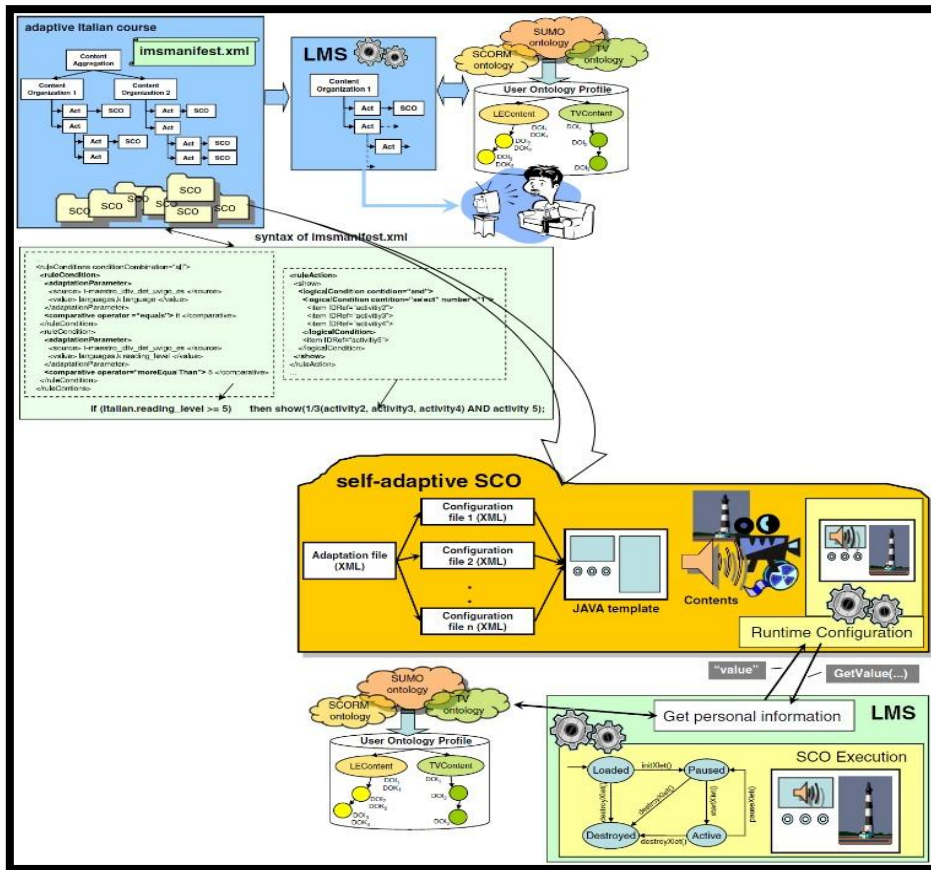


Figura 11: Caso práctico SCORM[84]



## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Aarreniemi-Jokipelto, P. (2006). Modelling and content production of distance learning concept for interactive digital television. Helsinki University of Technology.
- [2] Abdel-Hamid, A. T., Zaki, M., & Tahar, S. (2004, May). A tool converting finite state machine to VHDL. In *Electrical and Computer Engineering, 2004. Canadian Conference on* (Vol. 4, pp. 1907-1910). IEEE.
- [3] Acevedo, Claudia P, Arciniegas, Jose L, García, Xabiel, & Perrinet, Jonathan. (2010). Adaptation Process from an e-learning to t-learning Application. *Información tecnológica*, 21(6), 27-36.
- [4] Ahonen, T., Hadid, A., & Pietikainen, M. (2006). Face description with local binary patterns: Application to face recognition. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 28(12), 2037-2041.
- [5] Alliance, S. C. Acceso Lógico Seguro: El Papel de las Tarjetas Inteligentes en una Autenticación Más Sólida. Oct-2004[Online]. Available: [http://www.smartcardalliance.org/latinamerica/translations/Logical\\_Access\\_Security\\_Spanish.pdf](http://www.smartcardalliance.org/latinamerica/translations/Logical_Access_Security_Spanish.pdf).
- [6] Arroyo, M., Schwartz, S., Cardozo, S., & Tardivo, L. CreaTVDigital: Composición Visual de Aplicaciones Interactivas para TV Digital. 41JAIIO-SSI, ISSN, 2830, 305-32.
- [7] Asnicar, F. A., & Tasso, C. (1997, June). IfWeb: a prototype of user model-based intelligent agent for document filtering and navigation in the World Wide Web. In *Sixth International Conference on User Modeling* (pp. 2-5).
- [8] Ávila, J., Riofrío, X., & Palacio, K. (2014). Sistema de recomendación de contenido para tv digital basado en ontologías (Doctoral dissertation, Tesis pregrado, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca).
- [9] Azevedo, R. G. A., Neto, C. D. S. S., Teixeira, M. M., Santos, R. C. M., & Gomes, T. A. (2011, June). Textual authoring of interactive digital TV applications. In *Proceedings of the 9th international interactive conference on Interactive television* (pp. 235-244). ACM.
- [10] Bartlett, M. S., Littlewort, G., Frank, M., Lainscsek, C., Fasel, I., & Movellan, J. (2005, June). Recognizing facial expression: machine learning and application to spontaneous behavior. In *Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on* (Vol. 2, pp. 568-573). IEEE.
- [11] BÁSICA, E. Implementación de Manejadores de Dispositivo (Device Drivers).
- [12] Bates, Peter J. PJB Associates. (2003). "A Study into TV-based Interactive Learning to the Home".



- [13] Beesley, K. R., & Karttunen, L. (2003). Finite-state morphology: Xerox tools and techniques. CSLI, Stanford.
- [14] Belhumeur, P. N., Hespanha, J. P., & Kriegman, D. J. (1997). Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 19(7), 711-720.
- [15] Bellotti, F., Vrochidis, S., Parissi, E., Lhoas, P., Mathevon, D., Pellegrino, M., & Kompatsiaris, I. (2008). A t-learning courses development and presentation framework. *IEEE Multidisciplinary Engineering Education Magazine*, 3(3), 69-76.
- [16] Betancur, D., Moreno, J., & Ovalle, D. A. (2009). Modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 6(1).
- [17] Blanco-Fernández, Y., Pazos-Arias, J. J., Gil-Solla, A., Ramos-Cabrer, M., Barragáns-Martinéz, B., López-Nores, M., ... & Díaz-Redondo, R. P. (2004, November). AVATAR: An advanced multi-agent recommender system of personalized TV contents by semantic reasoning. In *WISE* (pp. 415-421).
- [18] Boneu, J. M. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1).
- [19] Cabero, Julio; López, Eloy (2009): "Evaluación de materiales multimedia en red en el espacio europeo de educación superior (EEES)". Editorial Davinci. Barcelona.
- [20] Campo, Wilmar Y, Chanchí, Gabriel E, & Arciniegas, José L. (2013). Arquitectura de Software para el Soporte de Comunidades Académicas Virtuales en Ambientes de Televisión Digital Interactiva. *Formación universitaria*, 6(2), 03-14.
- [21] Cattell, R. (2011). Scalable SQL and NoSQL data stores. *Acm Sigmod Record*, 39(4), 12-27.
- [22] Cesteros, A. F. P. (2009). Las plataformas e-learning para la enseñanza y el aprendizaje universitario en Internet. *Las plataformas de aprendizaje. Del mito a la realidad*, C. López Alonso, M. Matesanz del Barrio, C. López Alonso, and M. Matesanz del Barrio, Eds. Madrid: Biblioteca Nueva, 45-73.
- [23] Chang, K., Bowyer, K. W., Sarkar, S., & Victor, B. (2003). Comparison and combination of ear and face images in appearance-based biometrics. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 25(9), 1160-1165.
- [24] Chávez Bonifas, M. B., & Montero Farías, P. E. (2016). Análisis de T-Learning de Contenido Informativo de Prevención de Desastres Naturales, estimados por el COE utilizando Plataforma Villageflow con Software Ginga para la Zona Tres del Ecuador (Bachelor's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.).
- [25] Chen, C. C., Chen, M. C., & Sun, Y. (2002). PVA: A self-adaptive personal view agent. *Journal of Intelligent Information Systems*, 18(2-3), 173-194.



- [26] Chen, L., & Sycara, K. (1998, May). WebMate: A personal agent for browsing and searching. In Proceedings of the second international conference on Autonomous agents (pp. 132-139). ACM.
- [27] Costa, C. R., Carballa, M. A. G., & Anido-Rifón, L. E. (2012). T-Learning para Personas con Discapacidad. *IEEE-RITA*, 7(2), 70-77.
- [28] Cruz-Cunha, M. M., Miranda, I. M., & Gonçalves, P. (2013). Handbook of Research on ICTs for Human-Centered Healthcare and Social Care Services (2 Volumes) (pp. 1-978). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-4666-3986
- [29] Davidson, J., Liebald, B., Liu, J., Nandy, P., Van Vleet, T., Gargi, U., & Sampath, D. (2010, September). The YouTube video recommendation system. In Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems (pp. 293-296). ACM.
- [30] Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., & Harshman, R. (1990). Indexing by latent semantic analysis. *Journal of the American society for information science*, 41(6), 391.
- [31] del Blanco Aguado, Á., Torrente, J., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2011). Análisis del uso del estándar SCORM para la integración de juegos educativos. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del/da Aprendizaje/Aprendizagem*, 118.
- [32] Desrosiers, C., & Karypis, G. (2011). A comprehensive survey of neighborhood-based recommendation methods. *Recommender systems handbook*, 107-144.
- [33] Dos Santos, D. T., Do Vale, D. T., & Meloni, L. G. P. (2006, October). Digital TV and distance learning: Potentials and limitations. In *Frontiers in Education Conference*, 36th Annual (pp. 1-6). IEEE.
- [34] Drachsler, H., Hummel, H., & Koper, R. (2007). Recommendations for learners are different: Applying memory-based recommender system techniques to lifelong learning.
- [35] Drachsler, H., Hummel, H. G., & Koper, R. (2008). Personal recommender systems for learners in lifelong learning networks: the requirements, techniques and model. *International Journal of Learning Technology*, 3(4), 404-423.
- [36] Farias, M. C., Carvalho, M. M., & Alencar, M. S. (2008). Digital television broadcasting in Brazil. *IEEE multimedia*, 15(2), 64-70.
- [37] Fernández, Y. B., Arias, J. J. P., Nores, M. L., Solla, A. G., & Cabrer, M. R. (2006). AVATAR: An improved solution for personalized TV based on semantic inference. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 52(1), 223-231.
- [38] Figueroa, A. M. (2010). Diseño de la red para interactividad en Televisión Digital Terrestre e IPTV en el campus ESPE Sangolquí. Escuela Politécnica del Ejército. Departamento de Eléctrica y Electrónica, Sangolquí.
- [39] Foster, J., Gray, R., & Dunham, M. (1985). Finite-state vector quantization for waveform coding. *IEEE Transactions on Information Theory*, 31(3), 348-359.



- [40] Fröhlich, M., & Werner, M. (1994, October). Demonstration of the interactive graph visualization system da Vinci. In *International Symposium on Graph Drawing* (pp. 266-269). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [41] Gámez, F. D. G., & Agapito, J. B. (2016). Autenticación facial como soporte extra en los entornos virtuales de aprendizaje para evitar el fraude académico. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (3).
- [42] Gauch, S., Speretta, M., Chandramouli, A., & Micarelli, A. (2007). User profiles for personalized information access. *The adaptive web*, 54-89.
- [43] Gils, B. V. y E. D. Schabell (2003), "User-profiles for information retrieval", en *Proceedings of the 15th Belgian-Dutch Conference on Artificial Intelligence (BNAIC 03)*.
- [44] Guimarães, R. L., de Resende Costa, R. M., & Soares, L. F. G. (2008, July). Composer: Authoring tool for iTV programs. In *European Conference on Interactive Television* (pp. 61-71). Springer Berlin Heidelberg.
- [45] Hearst, M. A., Dumais, S. T., Osuna, E., Platt, J., & Scholkopf, B. (1998). Support vector machines. *IEEE Intelligent Systems and their applications*, 13(4), 18-28.
- [46] Holappa, J., Ahonen, P., Eronen, J., Kajava, J., Kaksonen, T., Karjalainen, K.,... & Sademies, A. (2005). Information security threats and solutions in digital television.
- [47] Hong, P., Turk, M., & Huang, T. S. (2000). Gesture modeling and recognition using finite state machines. In *Automatic face and gesture recognition, 2000. Proceedings. Fourth IEEE international conference on* (pp. 410-415). IEEE.
- [48] Hopcroft, J. E., Motwani, R., & Ullman, J. D. (2007). *Teoría de autómatas, lenguajes y computación*. Pearson educación.
- [49] Hunter, J., & Lagoze, C. (2001, April). Combining RDF and XML schemas to enhance interoperability between metadata application profiles. In *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web* (pp. 457-466). ACM. ISO 690
- [50] Jafri, R., & Arabnia, H. R. (2009). A survey of face recognition techniques. *Jips*, 5(2), 41-68.
- [51] Jean, S., Pierra, G., & Ait-Ameur, Y. (2007). Domain ontologies: A database-oriented analysis. In *Web Information Systems and Technologies* (pp. 238-254). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [52] Jesukiewicz, P. (2009). *SCORM 2004 4th Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.1*.
- [53] Jesukiewicz, P. (2009). *SCORM 2004 4th Edition-Run-Time Environment [RTE], version 1.1*.
- [54] Jesukiewicz, P. (2009). *SCORM 2004 4th Edition-Sequencing and Navigation [SN], version 1.1*.



- [55] Kim, H. (2008). Secure communication in digital TV broadcasting. *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*, 8(9), 1-5.
- [56] Kobsa, A., Koenemann, J., & Pohl, W. (2001). Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships. *The knowledge engineering review*, 16(2), 111-155.
- [57] Landeta, Ana (2010): “Nuevas tendencias de e-learning y actividades didácticas innovadoras”. *Centros de Estudios Financieros*. Madrid.
- [58] Leavitt, N. (2010). Will NoSQL databases live up to their promise?. *Computer*, 43(2).
- [59] Linden, G., Smith, B., & York, J. (2003). Amazon. com recommendations: Item-to-item collaborative filtering. *IEEE Internet computing*, 7(1), 76-80.
- [60] Liu, C., & Wechsler, H. (2000). Evolutionary pursuit and its application to face recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(6), 570-582.
- [61] Liu, F., Yu, C., & Meng, W. (2004). Personalized web search for improving retrieval effectiveness. *IEEE Transactions on knowledge and data engineering*, 16(1), 28-40.
- [62] Lops, P., De Gemmis, M., & Semeraro, G. (2011). Content-based recommender systems: State of the art and trends. In *Recommender systems handbook* (pp. 73-105). Springer US.
- [63] López Pérez, N., Agudelo, T., & José, J. (2012). *Técnicas de biometría basadas en patrones faciales del ser humano* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira).
- [64] Lozano Galera, J. (2004). *El triángulo del e-learning*.
- [65] Lytras, M., Lougos, C., Chozos, P., & Pouloudi, A. (2002, November). Interactive Television and E-learning Convergence: Examining the Potential of T-learning. In *Proceedings of the European Conference on eLearning*.
- [66] Martínez, Eva (2008): “E-learning: Un análisis desde el punto de vista del alumno”. Recuperado de <http://www.doredin.mec.es/documentos/00820113011990.pdf>
- [67] Matyáš, V., & Říha, Z. (2002). Biometric authentication—security and usability. In *Advanced Communications and Multimedia Security* (pp. 227-239). Springer US.
- [68] Monge Llivisaca, W. V., & Sapatanga Guartasaca, M. A. (2015). Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23097>
- [69] Moniruzzaman, A. B. M., & Hossain, S. A. (2013). Nosql database: New era of databases for big data analytics-classification, characteristics and comparison. *arXiv preprint arXiv:1307.0191*.
- [70] Montaner, M., López, B., & De La Rosa, J. L. (2003). A taxonomy of recommender agents on the internet. *Artificial intelligence review*, 19(4), 285-330.
- [71] Muñoz Sánchez, T. X., & Sigüenza Custa, L. A. (2012). Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/645>





- [72] Moukas, A. (1997). Amalthea information discovery and filtering using a multiagent evolving ecosystem. *Applied Artificial Intelligence*, 11(5), 437-457.
- [73] Navarrete, P., & Ruiz-del-Solar, J. (2002). Analysis and comparison of eigenspace-based face recognition approaches. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 16(07), 817-830.
- [74] Nieto, S. M. G. (2007). Filtrado colaborativo y sistemas de recomendación. *Inteligencia en Redes de Comunicaciones*. Madrid.[Links].
- [75] Pavlov, R., & Paneva, D. (2006, September). Interactive TV-based learning, models and standards. In *HUBUSKA Open Workshop Semantic Web and Knowledge Technologies*,(págs. 70–99). Varna.
- [76] Peis, E., Morales del Castillo, J. M., & Delgado López, J. A. (2008). Sistemas de Recomendación Semánticos. Un análisis del estado de la cuestión. *Hipertext. net*, (6).
- [77] Pindado, J. (2010). T-Learning el potencial educativo de la televisión digital interactiva. In *Congreso Euro-Iberoamericano de Alfabetización Mediática y Culturas Digitales (2010)*,. Universidad de Sevilla.
- [78] Pons, Juan de Pablos (2009): “Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet”. Ediciones Aljibe. Málaga.
- [79] Ramírez Behaine, C. A. (2006). Modulación por multiplexación tipo OFDM, las bases de la nueva generación de transmisión de información. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 75-83.
- [80] Ramos, J. (2003, December). Using tf-idf to determine word relevance in document queries. In *Proceedings of the first instructional conference on machine learning (Vol. 242, pp. 133-142)*.
- [81] Raj, D. (2011). A realtime face recognition system using pca and various distance classifiers.
- [82] Refillo, R. S. (2000). Mecanismos de autenticación biométrica mediante tarjeta inteligente. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
- [83] Rey-López, M., Díaz-Redondo, R. P., Fernández-Vilas, A., Pazos-Arias, J. J., & López-Nores, M. (2007). Objetos adaptativos de aprendizaje para t-learning. *IEEE Latin America Transactions*, New York, 5(6), 401-408.
- [84] Rey-López, M., Díaz-Redondo, R. P., Fernández-Vilas, A., Pazos-Arias, J. J., López-Nores, M., García-Duque, J., & Ramos-Cabrer, M. (2008). T-MAESTRO and its authoring tool: using adaptation to integrate entertainment into personalized t-learning. *Multimedia Tools and Applications*, 40(3), 409-451.



- [85] Redondo, R. P. D., Vilas, A. F., Malmierca, M. J. R., Pazos-Arias, J. J., & Molares, S. B. (2011). Experiencia Piloto para la Provisión de Formación Personalizada en Televisión sobre la Plataforma T-Maestro. *IEEE-RITA*, 6(1), 10-18.
- [86] Reyes, A. X.; Jimenez, J.; Soto, D. (2013) “El t-learning y la creación de sus contenidos”
- [87] Reyes, Andrea B. (2011). Prototipo de aplicación GINGA de apoyo al aprendizaje a través de la interacción con la televisión digital.
- [88] Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introduction to recommender systems handbook. In *Recommender systems handbook* (pp. 1-35). springer US.
- [89] Rincón Nigro, M., Aguilar Castro, J., & Hidrobo Torres, F. (2011). Generación automática de código a partir de máquinas de estado finito. *Computación y Sistemas*, 14(4), 405-421.
- [90] Román Jarrín, S. R., & Sáenz Peñafiel, J. J. (2014). Tesis. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20855>
- [91] Rosenberg, M. J. (2001). *E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age* (Vol. 9). New York: McGraw-Hill.
- [92] Sayed, M., & Jradi, F. (2014). Biometrics: effectiveness and applications within the blended learning environment. *Computer Engineering and Intelligent Systems*, 5(5).
- [93] Shishehchi, S., Banihashem, S. Y., & Zin, N. A. M. (2010, June). A proposed semantic recommendation system for e-learning: A rule and ontology based e-learning recommendation system. In *information technology (ITSim), 2010 international symposium in* (Vol. 1, pp. 1-5). IEEE.
- [94] Silberschatz, A., Korth, H. F., Sudarshan, S., Pérez, F. S., Santiago, A. I., & Sánchez, A. V. (2002). *Fundamentos de bases de datos* (No. 04; QA76. 9. D3, S5y 2002.). McGraw-Hill.
- [95] Soares, L. F. G., Rodrigues, R. F., & Moreno, M. F. (2007). Ginga-NCL: the declarative environment of the Brazilian digital TV system. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 12(4), 37-46.
- [96] Sotelo, R., Jaskowicz, J., Uviedo, N., & Rondán, N. (2016). Estándares de Interactividad en Televisión Híbrida. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, (14).
- [97] Sotelo, R., Juayek, M., & Scuoteguazza, A. (2013, June). A comparison of audiovisual content recommender systems performance: Collaborative vs. semantic approaches. In *Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2013 IEEE International Symposium on* (pp. 1-5). IEEE.
- [98] Spinsante, S., & Gambi, E. (2012). Remote health monitoring for elderly through interactive television. *Biomedical engineering online*, 11(1), 54.
- [99] Stefani, A., & Strappavara, C. (1998, June). Personalizing access to web sites: The SiteIF project. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia HYPertext* (Vol. 98, pp. 20-24).



- [100] Strauch, C., Sites, U. L. S., & Kriha, W. (2011). NoSQL databases. Lecture Notes, Stuttgart Media University, 20.
- [101] Tan, A. H., & Teo, C. (1998, May). Learning user profiles for personalized information dissemination. In Neural Networks Proceedings, 1998. IEEE World Congress on Computational Intelligence. The 1998 IEEE International Joint Conference on (Vol. 1, pp. 183-188). IEEE.
- [102] Tanudjaja, F., & Mui, L. (2002, January). Persona: A contextualized and personalized web search. In System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on (pp. 1232-1240). IEEE.
- [103] Ungar, L. H., & Foster, D. P. (1998, July). Clustering methods for collaborative filtering. In AAAI workshop on recommendation systems (Vol. 1, pp. 114-129).
- [104] Urutiaga Abad, J. A. (2014). Reconocimiento facial.
- [105] Van Engelen, R. A. (2004, June). Constructing finite state automata for high performance web services. In IEEE International Conference on Web Services.
- [106] VCG Graph Visualization, [www.cs.unisb.de/RW/users/sander/html/gsvcg1.html](http://www.cs.unisb.de/RW/users/sander/html/gsvcg1.html), Universitat des Saarlandes, Germany, 1996.
- [107] Widyantoro, D. H., Yin, J., El Nasr, M., Yang, L., Zacchi, A., & Yen, J. (1999, March). Alipes: A swift messenger in cyberspace. In Proceedings of Spring Symposium Workshop on Intelligent Agents in Cyberspace (pp. 62-67).
- [108] Wu, Y., Pliszka, E., Caron, B., Bouchard, P., & Chouinard, G. (2000). Comparison of terrestrial DTV transmission systems: the ATSC 8-VSB, the DVB-t COFDM, and the ISDB-t BST-OFDM. IEEE Transactions on Broadcasting, 46(2), 101-113.
- [109] Yu, Z., Nakamura, Y., Jang, S., Kajita, S., & Mase, K. (2007). Ontology-based semantic recommendation for context-aware e-learning. Ubiquitous Intelligence and Computing, 898-907.