

## Capítulo 5

### Arquitectura del sistema ubicuo: Escenario T-Learning

Este capítulo enfatiza el desarrollo tecnológico de una solución para T-Learning que hace uso del estándar europeo denominado HBBTV (Híbrida Broadcast Broadband TV) en escenarios de televisión digital terrestre con el propósito de ofertar contenidos educativos con buena calidad de imagen, sonido, capacidad de transmisión y con adecuados niveles de interactividad para la denominada sociedad de la información. Se describe el modelo de arquitectura propuesto a nivel de hardware y software para desplegar una solución educativa bajo esta modalidad de formación.

En este capítulo se aborda la aplicación del estándar europeo denominado HBBTV (Hybrid Broadcast Broadband TV) en escenarios de televisión digital terrestre con el propósito de ofertar contenidos educativos con buena calidad de imagen, sonido, capacidad de transmisión y con adecuados niveles de interactividad para la denominada sociedad de la información.

El concepto de interactividad es considerado uno de los servicios más representativos para la oferta de contenidos masivos para los televidentes, ofreciendo la posibilidad de personalizar el contenido que muestra el televisor. De esta forma, se plantean tres posibles vías de acción: en la primera destaca el acceso a la información enviada durante el proceso de emisión, pero que solo se hace visible si el espectador lo desea. La segunda opción se realiza mediante el acceso a servidores con los que puede intercambiar información a través de un canal de retorno. En este caso, el televisor es la interfaz de salida. La tercera opción de interactividad se relaciona con el zapeo o zapping Channel que se caracteriza por el cambio de un canal desde el telemando o control remoto, cuando se transmite algún medio de publicidad (Herrerros, 2015).

En el caso de la televisión digital terrestre (TDT), una de las dificultades que se presenta para la oferta de contenidos interactivos es la ausencia de un canal de retorno que garantice la comunicación entre un televidente activo y un proveedor de contenidos. Para dar solución a esta dificultad, se presenta una alternativa sobre la TDT que se integre con el estándar de televisión híbrida HBBTV, cuya principal característica es que ofrece una plataforma tecnológica donde convergen los contenidos de televisión digital con servicios de banda ancha, permitiendo así la creación y el despliegue de servicios interactivos.

Por su parte, la Institución Universitaria Antonio José Camacho (UNIAJC) no cuenta con una infraestructura tecnológica que permita desplegar estos servicios interactivos bajo el estándar HBBTV a través de la televisión digital, con el propósito de diversificar la oferta de la formación virtual a la población estudiantil mediante cursos complementarios.

El desarrollo de una plataforma de formación T-Learning bajo el estándar HBBTV permitió establecer unos fundamentos tecnológicos acerca de la formación virtual a través de un televisor, así como también, mejorar el alcance de formación a toda la población estudiantil, teniendo en cuenta que el televisor es un medio de más fácil uso y con la ventaja que se encuentra en la mayoría de los hogares, fomentando así la inclusión digital.

Por tal motivo, se planteó la caracterización de los componentes didácticos de la formación T-Learning haciendo uso del estándar HBBTV, para tener un panorama más claro acerca de cómo la formación virtual junto con unas estrategias pedagógicas permite fomentar el autoaprendizaje.

También se planteó el diseño de una arquitectura que involucre estos componentes didácticos de la formación T-Learning, permitiendo así desplegar los servicios basados en televisión digital interactiva. Por último, se implementaron los componentes didácticos de acuerdo con la arquitectura planteada.

La implementación de esta plataforma se realizó bajo la metodología ICONIX, siendo una metodología semi ágil que se halla entre RUP y XP, en 4 fases aplicadas en cada una de las iteraciones definidas, donde se debe cumplir con el desarrollo de los requerimientos en un total de 7 iteraciones, con el fin brindar una solución a la problemática planteada.

## 5.1 Metodología utilizada

La metodología de desarrollo de software es una serie de procesos inmersos en un proyecto de software asegurando el correcto funcionamiento de cada una de sus fases de producción, con el fin de generar un producto terminado con calidad. En la actualidad existen muchas metodologías que permiten lo anterior, pero cada una comprende fases distintas, enfoques diferentes, por lo que una metodología puede que no se acople completamente a las necesidades del proyecto; es así como se adoptan características de otras metodologías para un correcto desempeño de los escenarios de software que serán representados en productos que se ajusten a las necesidades de clientes. En la Tabla 9 se muestra una comparación de diferentes metodologías de software.

Teniendo en cuenta la necesidad de contar con una metodología que permita documentar de forma estructurada los procesos de software, pero que a la vez se enfoque en el desarrollo ágil, para este proyecto se tomó como referencia ICONIX, que consiste en una metodología híbrida (tradicional -ligera) que se halla entre las metodologías RUP (Rational Unified Process) y XP (eXtreme Programming), que integra un conjunto de métodos orientados a objetos con el fin de tener un control estricto durante el ciclo de vida de un proyecto de software. Este cuenta con una serie actividades claramente definidas y muestra los pasos a ser implementados.

Para el desarrollo de este proyecto se definieron 7 iteraciones, en donde se aplicaron los diagramas de uso para cada iteración, el modelo de dominio general de todo el proyecto, también se realizaron los prototipos de interfaz para cada iteración y, por último, la implementación en cada una de las iteraciones, como se muestra en la descripción de la iteración 2, relacionada con las clases en vivo.

| Metodología    | RUP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | XP                                                                                                                       | SCRUM                                                                                                                                        | ICONIX                                                                                                                                                                                         |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Etapas / Fases | 1. Inicio<br>2. Elaboración<br>3. Desarrollo o construcción<br>4. Transición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1. Planificación de proyectos<br>2. Diseño<br>3. Codificación<br>4. Pruebas                                              | 1. Reunión planeación<br>2. Reunión diario<br>3. Desarrollo<br>4. Revisión<br>5. Inspección                                                  | 1. Análisis de los requerimientos<br>2. Análisis y Diseño Preliminar<br>3. Diseño<br>4. Implementación                                                                                         |
| Roles          | 1. Líder del proyecto<br>2. Analista<br>3. Diseñadores<br>4. Desarrolladores<br>5. Probadores o Testers                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1. Programador<br>2. Cliente<br>3. Testers o Probadores<br>4. Entrenador (Coach)<br>5. Consultor<br>6. Gestor (Big Boss) | 1. Scrum Máster<br>2. Scrum Team<br>3. Product Owner                                                                                         | 1. Líder del proyecto<br>2. Diseñadores<br>3. Programadores<br>4. Probadores o Testers                                                                                                         |
| Artefactos     | 1. Inicio:<br>- Documento Visión<br>- Especificación de Requerimientos<br>2. Elaboración:<br>- Diagramas de caso de uso<br>- Vista Lógica<br>Diagrama de clases<br>Modelo E-R (Opc.)<br>- Vista Implementación<br>Diagrama de Secuencia<br>Diagrama de estados<br>Diagrama de Colaboración<br>- Vista Conceptual<br>Modelo de dominio<br>- Vista Física<br>Mapa de comportamiento a nivel de hardware.<br>Diseño y desarrollo de casos de uso.<br>Pruebas de los casos de uso desarrollados<br>3. Construcción:<br>- Especificación de requisitos faltantes.<br>- Diseño y desarrollo de casos de uso<br>- Pruebas de los casos de uso desarrollados, y pruebas de regresión<br>4. Transición:<br>- Pruebas finales de aceptación.<br>- Puesta en producción.<br>- Estabilización. | 1. Historias de Usuario,<br>2. Tareas de Ingeniería<br>3. Tarjetas CRC (Clase Responsabilidad Colaborador)               | 1. Product Backlog<br>2. Sprint Backlog<br>3. Incremento<br>4. Definition on Done (DoD)<br>5. Definition of Ready (DoR)<br>6. Burndown Chart | 1. Modelo de Dominio<br>2. Modelo de Casos de Uso<br>3. Prototipos de interfaz<br>4. Diagrama de Robustez<br>5. Diagramas de Secuencia<br>6. Diagrama de Despliegue<br>Diagrama de componentes |

**Tabla 9.** Comparativa de diferentes metodologías  
**Fuente:** Ascuntar Silva & García (2018).

### 5.1.1 Iteracción de clase en vivo

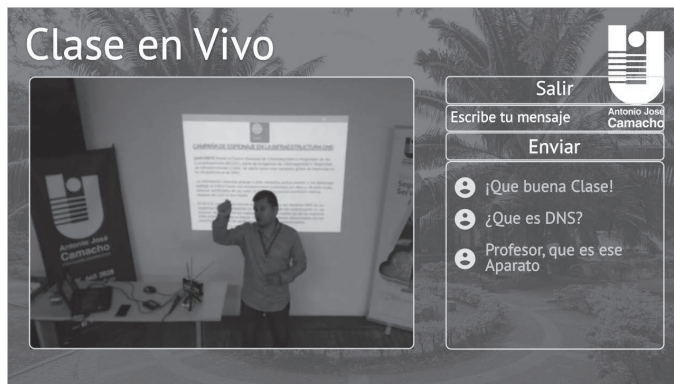
El desarrollo de la iteración consiste en que los estudiantes puedan acceder a Clase en Vivo, donde se permita ver la transmisión emitida por el docente, adicional de un mecanismo de chat en vivo, con el fin de tener un canal de comunicación en tiempo real de los participantes. Adicionalmente, en esta iteración se aborda el desarrollo del componente didáctico Clase en Vivo, asociado al aspecto pedagógico Aprendizaje Colaborativo.

#### Fase: Análisis de requerimientos

Requerimiento Asociados:

- El sistema permitirá el acceso a clase en vivo a los estudiantes de prueba, donde podrán visualizar el Streaming en tiempo real impartido por un docente de prueba.
- El sistema permitirá la funcionalidad de mensajería instantánea (chat), entre los estudiantes y el docente de prueba, cuando se dé lugar una clase en vivo, para resolver dudas en tiempo real.
- El sistema debe incluir una funcionalidad basada en notificaciones PUSH, que permita informar al estudiante un mensaje emitido por parte de los participantes de la clase en vivo.

En la Figura 29 se muestra el prototipo de clase en vivo:



**Figura 26.** Prototipo de clase en vivo.  
Fuente: los autores.

#### Fase: Análisis y diseño preliminar

Esta fase describe los casos de uso extendidos relacionados con la visualización de la sesión en vivo y la interacción que tendrán los usuarios en la sala de chat. En las tablas 10 y 11 se muestra la descripción de estas acciones por medio de las plantillas

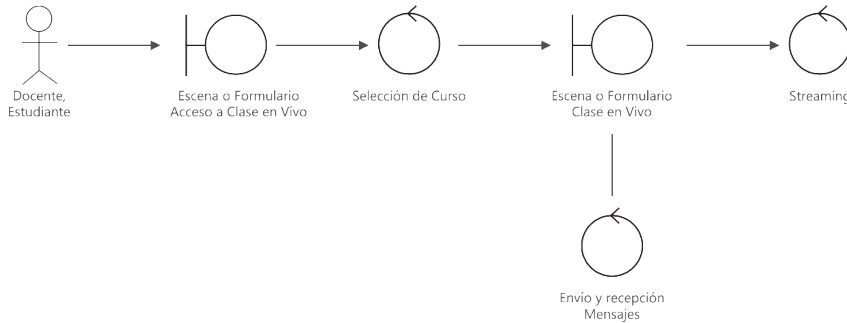
| Concepto                   | Descriptivo                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID                         | IT2_CU1                                                                                                                                                                                     |
| Iteración                  | 2                                                                                                                                                                                           |
| Nombre                     | Ver sesión en vivo                                                                                                                                                                          |
| Propósito                  | Permitir al estudiante ver la sesión en vivo del docente                                                                                                                                    |
| Descripción                | Se requiere un módulo que permita ver a los estudiantes una clase en vivo dirigida por un docente en un determinado horario.                                                                |
| Actores                    | Estudiante                                                                                                                                                                                  |
| Precondiciones             | Haber seleccionado un curso                                                                                                                                                                 |
| Postcondiciones de éxito   | Ver Streaming de la clase en vivo.                                                                                                                                                          |
| Postcondiciones de fracaso | No iniciar el Streaming por errores de conexión.                                                                                                                                            |
| Flujo básico               | Se desplegará una pantalla, donde es posible ver una sección de reproducción de video (clase en vivo) y la sección de chat.                                                                 |
| Flujo alternativo          | No haya conexión con el sistema de Streaming o no haya transmisiones en curso, por lo que no se podrá visualizar contenido multimedia, dado que no se está emitiendo por parte del docente. |

**Tabla 10.** Información extendida del Caso de uso Ver sesión en vivo  
**Fuente:** los autores.

| Concepto                   | Descriptivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ID                         | IT2_CU2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Iteración                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nombre                     | Interactuar en sala de chat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Propósito                  | Permitir la comunicación sincrónica de los participantes de una clase en vivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Descripción                | Se requiere un módulo del sistema que permita comunicar a los estudiantes con el docente y demás participantes de una clase en vivo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Actores                    | Docente, Estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Precondiciones             | Estar en una clase en vivo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Postcondiciones de éxito   | Ver sala de chat con los participantes y permitir el envío y recepción de mensajes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Postcondiciones de fracaso | No iniciar la sala de chat por errores de conexión.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Flujo básico               | Mediante la sección de chat, el estudiante puede enviar mensajes, para lo cual:<br>Selecciona la sección de escritura (Campo de texto).<br>Se desplegará el teclado, mediante botones navegará y seleccionará cada carácter hasta que complete su mensaje.<br>Seleccionará la tecla (Enter) para finalizar la escritura.<br>Seleccionará el botón Enviar para emitir el mensaje a los demás participantes.<br>El sistema siempre tendrá un servicio en segundo plano para recibir de manera instantánea los mensajes apenas este sea emitido. |
| Flujo alternativo          | El estudiante selecciona el botón Enviar sin haber diligenciado el mensaje a enviar. En ambos casos el sistema alertará un mensaje, avisando que no es posible enviar un mensaje vacío.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

**Tabla 11.** Información extendida del Caso de uso Interactuar en la sala de chat  
**Fuente:** los autores.

Por su parte, para la verificación de los escenarios de casos de uso propuestos se propone el diagrama de robustez con la ruta de navegación del despliegue de la sesión de clase en vivo T-Learning por parte de los docentes y estudiantes como se muestra en la Figura 27.



**Figura 27.** Diagrama de Robustez de la clase en vivo.  
**Fuente:** los autores.

## Fase: Diseño

En esta fase se encuentran las diferentes pruebas de software cuyo objetivo es proporcionar información objetiva y la calidad del software desarrollado. Los tipos de pruebas de software definidas para esta iteración son pruebas de rendimiento y capacidad de respuesta, usabilidad y funcional, como se muestra en la Tabla 12.

| Caso de uso | Prueba                               | Descripción                                                                                                                                                                                 | Criterios de aceptación                                                                                                          |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IT2_CU1     | Funcional                            | El sistema deberá desplegar la sesión en vivo del curso piloto, el usuario visualizará en la interfaz ver sesión en vivo la transmisión emitida por el docente.                             | Se despliegue la interfaz de clase en vivo con la transmisión emitida por el docente.                                            |
|             | Rendimiento y capacidad de respuesta | Esta prueba consiste en determinar el tiempo de respuesta del servidor de Streaming a través de las peticiones realizadas por la aplicación HBTV, dado una solicitud del usuario final.     | Se espera obtener una latencia menor a 2000 ms.                                                                                  |
|             | Usabilidad                           | Esta prueba consiste en determinar la complejidad de la utilización de la interfaz ver sesión en vivo, evaluando principalmente la experiencia de usuario.                                  | Se espera obtener una tasa de éxito mayor a 80%, que la tarea no le tome más de 20 segundos y una tasa de errores menor al 20%.  |
| IT2_CU2     | Funcional                            | El sistema deberá desplegar en la interfaz sesión en vivo el chat en vivo del curso piloto, el usuario interactuará con el chat mediante el envío y visualización de mensajes.              | Se despliegue el listado de mensajes recibidos en el chat y que el usuario pueda enviar un mensaje a los demás participantes.    |
|             | Rendimiento y capacidad de respuesta | Esta prueba consiste en determinar el tiempo de respuesta del servidor de chat en vivo, a través de las peticiones realizadas por la aplicación HBTV, dado una solicitud del usuario final. | Se espera obtener una latencia menor a 2000 ms.                                                                                  |
|             | Usabilidad                           | Esta prueba consiste en determinar la complejidad de la utilización del chat en vivo, evaluando principalmente la experiencia de usuario.                                                   | Se espera obtener una tasa de éxito mayor a 80%, que la tarea no le tome más de 120 segundos y una tasa de errores menor al 20%. |

**Tabla 12.** Diseño de pruebas (iteración 2)  
**Fuente:** los autores.

## Fase: Implementación

En esta fase se realizan la adecuación de los módulos de software que permiten representar el Streaming, como se evidencia en el desarrollo de los casos de uso ver sesión en vivo e interactuar en sala de chat de la Figura 28.

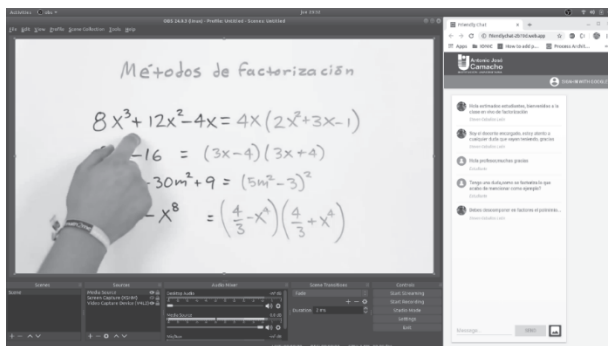


Figura 28. Captura de pantalla del funcionamiento de la sesión y chat en vivo (docente).

Fuente: los autores.

Por otro lado, se definen los casos de prueba relacionados con los aspectos funcionales, de rendimiento y capacidad y la usabilidad de la plataforma, como se muestra en las figuras 29 y 30.

| Casos de Prueba                      |                                     |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            |                                                             |    |     |     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|------------|-------------------------------------------------------------|----|-----|-----|
| Caso de uso                          | IT2_CU1                             |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            | Iteración<br>OK (Pasa la prueba)<br>NOK (No pasa la prueba) |    |     |     |
| Nombre caso de uso                   | Ver sesión en vivo                  |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            |                                                             |    |     |     |
| Responsable QA                       | Steven Ceballos y Guiovaní Gonzalez |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            |                                                             |    |     |     |
| Desarrollador                        | Steven Ceballos y Guiovaní Gonzalez |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            |                                                             |    |     |     |
| Fecha:                               | miércoles, 25 de marzo de 2020      |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     |               |        |            |                                                             |    |     |     |
| Tipo de prueba                       | Funcionalidad                       | Descripción Prueba                                                                                                                                                                       | Datos de prueba      | Elementos a Probar                                                                                                                | Resultados Esperados                                                                                                           | Resultados Obtenidos                                                                                | Tipo de Falla |        |            | I                                                           | II | III | OBS |
|                                      |                                     |                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                   |                                                                                                                                |                                                                                                     | Técnico       | Config | Usabilidad |                                                             |    |     |     |
| Funcional                            | Ver sesión en vivo                  | El sistema deberá desplegar la sesión en vivo del curso piloto, el usuario visualizará en la interfaz ver sesión en vivo la transmisión emitida por el docente                           | Curso Piloto         | Se evalúa que la funcionalidad descrita se ejecute correctamente con base a los requerimientos                                    | Se despliegue la interfaz de clase en vivo con la transmisión emitida por el docente                                           | Se desplegó correctamente la clase en vivo, donde se pudo ver la transmisión emitida por el docente | N/A           | N/A    | N/A        | OK                                                          |    |     |     |
| Rendimiento y capacidad de respuesta | Ver sesión en vivo                  | Esta prueba consiste en determinar el tiempo de respuesta del servidor de streaming, a través de las peticiones realizadas por la aplicación H5TV, dando una solicitud del usuario final | Carga de 50 usuarios | Se evalúa el tiempo de respuesta ante la petición realizada por el software cliente al servidor streaming                         | Se espera obtener una latencia menor a 2000 ms                                                                                 | Mínimo: 178ms<br>Medio: 191ms<br>Máximo: 252ms                                                      | N/A           | N/A    | N/A        | OK                                                          |    |     |     |
| Usabilidad                           | Ver sesión en vivo                  | Esta prueba consiste en determinar la complejidad de la utilización de la interfaz ver sesión en vivo, evaluando principalmente la experiencia de usuario                                | Curso Piloto         | Se evalúa el acceso a la interfaz ver sesión en vivo, el tiempo transcurrido y si logró ver la transmisión emitida por el docente | Se espera obtener una tasa de éxito mayor a 80%, que la tarea no le tome más de 20 segundos y una tasa de errores menor al 20% | Tiempo promedio: 9 s<br>Tasa éxito: 100%<br>Tasa error: 0%                                          | N/A           | N/A    | N/A        | OK                                                          |    |     |     |

Figura 29. Aplicación de las pruebas de software caso de uso IT2\_CU1.

Fuente: los autores.

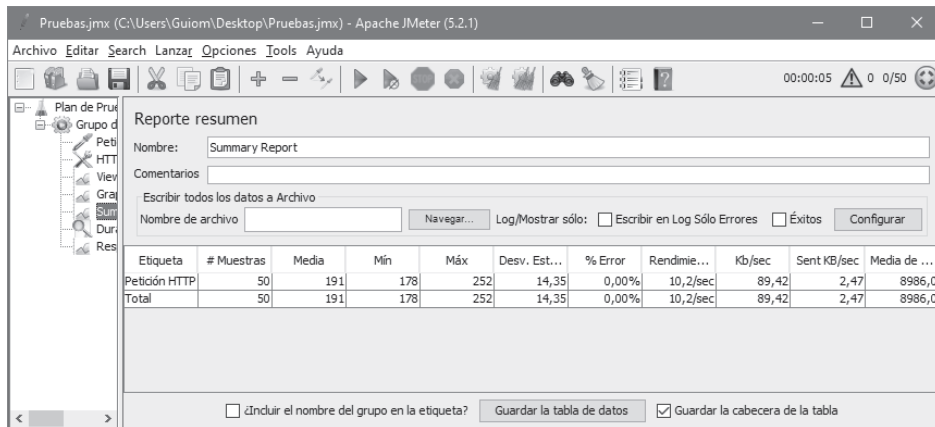


Figura 30. Aplicación de las pruebas de rendimiento caso de uso IT2\_CUI.  
Fuente: los autores.

### 5.1.2 Diagrama de secuencia Sesión en Vivo

En el ingreso a la sesión en vivo, el Docente y el Estudiante interactúan en tiempo real, el docente realiza la transmisión de la clase, despliega el video que es recibido por el estudiante a través del canal T-Learning bajo el estándar HBBTV, el estudiante debe haber seleccionado previamente el curso para unirse a la sesión en vivo. Finalmente, ambos roles pueden interactuar a través de un chat en tiempo real. En la Figura 31 se puede apreciar el diagrama de secuencia Ingresar a sesión en vivo (Docente/Estudiante).

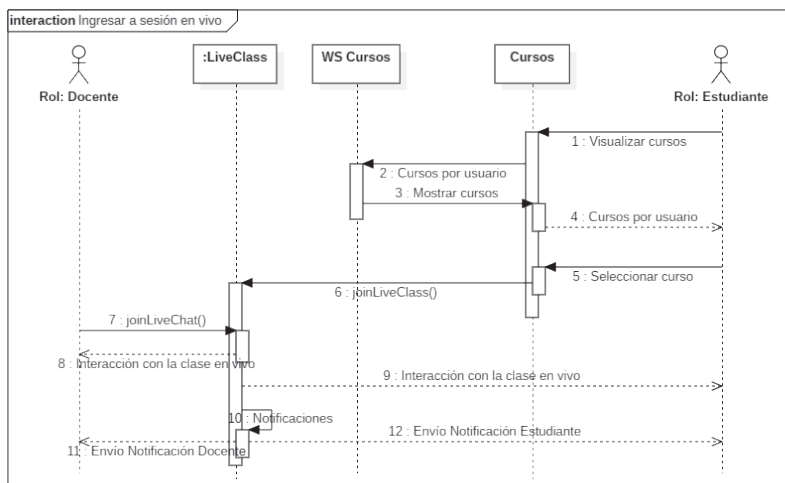


Figura 31. Diagrama de Secuencia – Ingresar a sesión en vivo.  
Fuente: los autores.

## 5.2 Escenario de formación T-Learning definido en la implementación

En los diversos aspectos pedagógicos hallados en las diferentes modalidades como E-learning, B-Learning, M-Learning, entre otros, se tuvieron en cuenta los siguientes componentes didácticos entorno a la aplicación de la modalidad T-Learning, como se muestra en la Tabla 13.

| Aspecto pedagógico       | T-Learning                                                                                             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medios Informativos      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anuncios</li> <li>• Notificaciones o Recordatorios</li> </ul> |
| Pautas de Organización   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido del Curso</li> </ul>                                |
| Materiales de Apoyo      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documentos</li> <li>• Videos</li> </ul>                       |
| Aprendizaje Colaborativo | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Foros</li> <li>• Chat</li> <li>• Clase en Vivo</li> </ul>     |
| Sistema de Evaluación    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación entorno a la colaboración</li> </ul>            |

*Tabla 13.* Componentes didácticos de los diferentes aspectos pedagógicos de T-Learning  
**Fuente:** Vasco & Steven (2017).

Los recursos didácticos ofertados en los escenarios de formación T-Learning presentan un enfoque orientado a la enseñanza por medio de la televisión, en la cual se garantiza contenido interactivo, didáctico, intuitivo y de fácil uso para usuarios que a diario utilizan este medio de recepción de contenidos.

Dada la determinación de los componentes didácticos de harán parte de la modalidad T-Learning, es necesario utilizar componentes de la metodología E-Learning que permitan desplegar información estructurada de tal modo que permita alcanzar el conocimiento, para lo cual se hace necesario la utilización de un LMS que permita establecer los contenidos educativos desde una plataforma en ámbitos administrativos y educativos y los servicios web del LMS, dado que son fundamentales para que la aplicación HBBTV pueda comunicarse de una manera simplificada y sencilla con la información estrictamente necesaria.

## 5.3 Diseño de la arquitectura tecnológica T-Learning

Teniendo en cuenta la caracterización de los componentes didácticos, se realizó la definición de los requerimientos de la solución tecnológica. A través de los casos de uso se modeló la vista de los escenarios necesarios para definir un alcance funcional del software a implementar, posteriormente se realizó un planteamiento de una arquitectura y se brindan especificaciones de diseño para la implementación de la arquitectura, utilizando el modelo vistas de arquitectura 4 + 1, compuesta de 4 vistas:

- La vista lógica, que es el modelo de objetos del diseño (cuando se utiliza un método de diseño orientado a objetos).
- La vista de proceso, que captura los aspectos de simultaneidad y sincronización del diseño.
- La vista física, que describe las asignaciones del software en el hardware y refleja su aspecto distribuido.
- La vista de desarrollo, que describe la organización estática del software en su entorno de desarrollo.

### 5.3.1 Vista lógica

Con relación a la estructura y funcionalidad del proyecto, se hace necesario definir un modelo que permita determinar lo anterior; mediante los diagramas de dominio y secuencia se representa la vista lógica, como se muestra en la Figura 32.

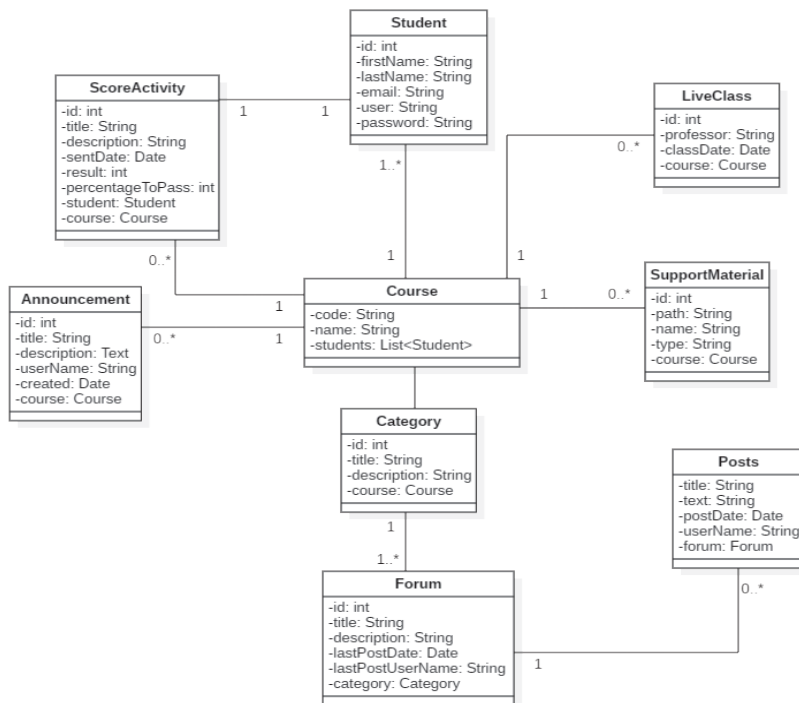


Figura 32. Diagrama de Dominio.  
Fuente: los autores.

El ítem Student (estudiante) permite sincronizar la información básica del estudiante en la aplicación y este se encuentra asociado al ítem Course (curso), que contiene información básica del curso y a su vez tiene asociado los siguientes escenarios de funcionamiento:

- **Announcement (anuncios):** contiene la información básica de los anuncios del curso.
- **Category (categorías):** contiene la información de una temática de foro.
- **Forum (foro):** contiene la información del foro participativo, y este hace parte de una categoría.
- **Post (publicaciones):** contiene la información de las publicaciones realizadas por los estudiantes y docentes.
- **SupportMaterial (material de apoyo):** contiene la información acerca de los diversos documentos de apoyo al estudiante.
- **Liveclass (clase en vivo):** contiene la información acerca de la clase en vivo.
- **Scoreactivity (calificaciones):** Contiene la información de las actividades desarrolladas por el estudiante.

### 5.3.2 Vista de procesos

Teniendo en cuenta los diversos comportamientos del sistema en ejecución, es necesario definir un modelo que permita determinar los comportamientos del proceso. En el diagrama de actividad de la Figura 33 se representa la vista de proceso.

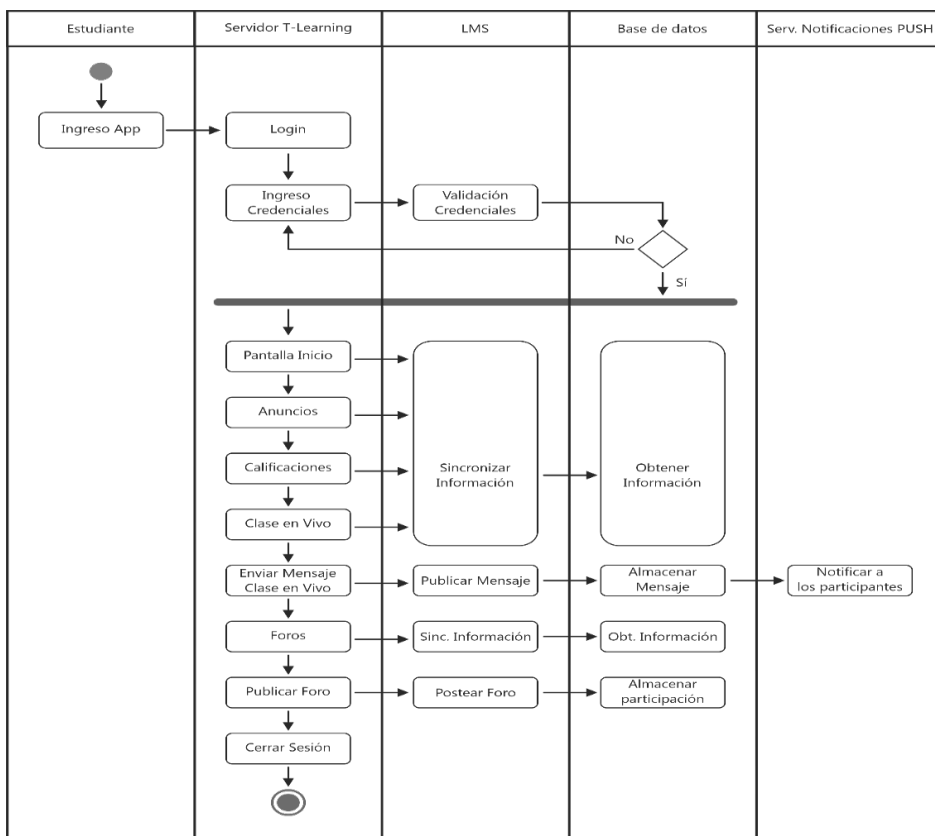


Figura 33. Diagrama de Actividad.  
Fuente: los autores.

### 5.3.3 Vista de desarrollo

Con base en las dependencias utilizadas en el proceso de desarrollo, es necesario definir una estructura mediante paquetes y sus utilidades. El diagrama de paquetes que representa la vista de desarrollo se muestra en la Figura 34.

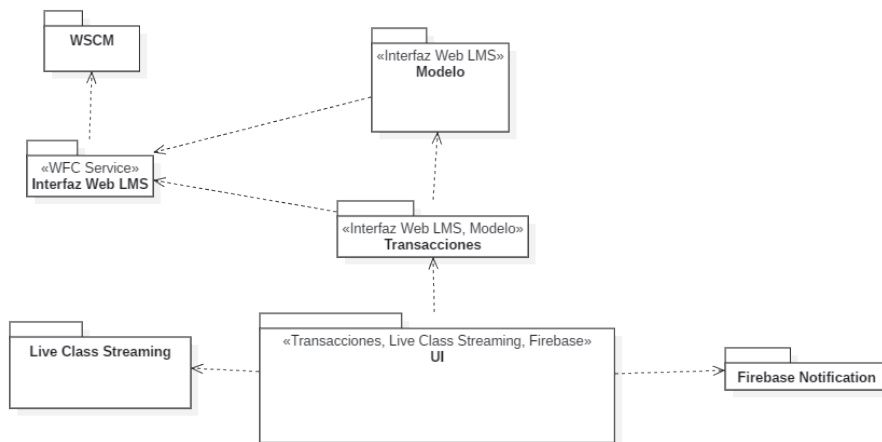


Figura 34. Diagrama de paquetes.  
Fuente: los autores.

Los componentes de esta vista lo conforman:

- **WSCM:** es el paquete integrado dentro de Chamilo LMS, que permite acceder a la información del LMS utilizando diversos métodos y clases asociados a los diferentes módulos del sistema.
- **Interfaz Web LMS:** es el paquete que permite a partir del WSCM desplegar transacciones mediante una interfaz web REST, a través de este se accede a la información de Chamilo desde sistemas externos.
- **Modelo:** es el paquete que contiene los diversos modelos, entidades y parametrizaciones de la interfaz, necesarios para modelar la información recibida y enviada.
- **Transacciones:** es el paquete encargado de toda la lógica de negocio del proyecto e interacciones a la interfaz web.
- **UI:** es el paquete que contiene la interfaz de usuario del sistema.
- **Firebase Notification:** es el paquete que permite desplegar las notificaciones PUSH, para los clientes del sistema.
- **Live Class Streaming:** es el paquete que contiene los servicios de despliegue de clase en vivo.

### 5.3.4 Vista Física

Teniendo en cuenta las diversas conexiones halladas en cada uno de los componentes, en el diagrama de despliegue expuesto en la Figura 35 se representa la vista física.

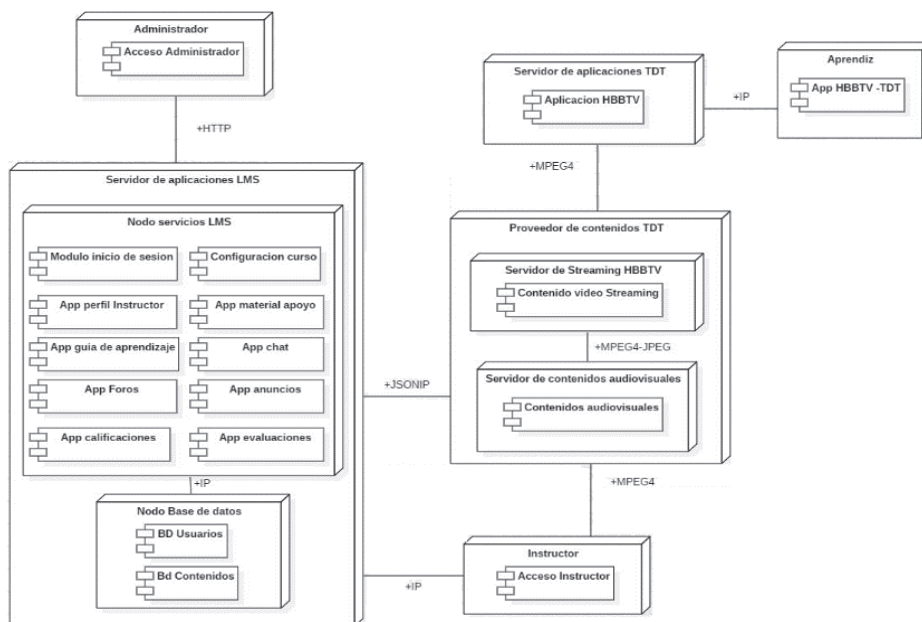


Figura 35. Diagrama de Despliegue.  
Fuente: los autores.

La vista física la conforman los siguientes nodos:

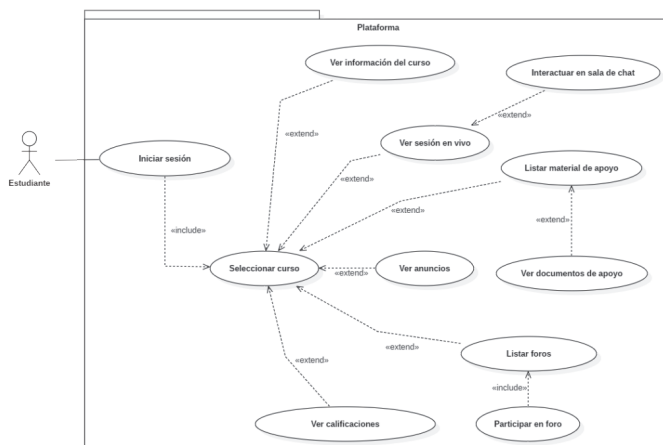
- **Nodo Servicios LMS:** en este espacio se encuentran desplegados todos los servicios LMS, la cual contiene una interfaz web y una interfaz de servicios que soporta la gestión de la información de aprendizaje, con respecto a los cursos y demás actividades incurridas en el aprendizaje.
- **Nodo Base de datos:** en este espacio se encuentra desplegado el almacenamiento, contiene una base de datos que almacena la información del nodo de servicios de manera persistente en resultado de las operaciones realizadas.
- **Proveedor de contenidos:** en este espacio se encuentra el proveedor de los diferentes servicios y contenidos en la plataforma HBBTV, este requiere del nodo de servicios, dado que desde este se brinda la información para el despliegue de contenidos a los clientes.
- **Servidor de Apps:** en este espacio se encuentran los recursos de la aplicación HBBTV necesarios para que el cliente pueda acceder a estos y así desplegar la aplicación.
- **Nodo Estudiante:** mediante un dispositivo TV o Decodificador se despliega la aplicación HBBTV contenida en el servidor de aplicaciones para su utilización.
- **Nodo de gestión (Instructor y Administrador):** mediante la aplicación web contenida en el servidor de aplicaciones, estos roles permiten la gestión de la información de los diferentes cursos, así como participar e interactuar en ellos.

### 5.3.5 Vista de escenarios

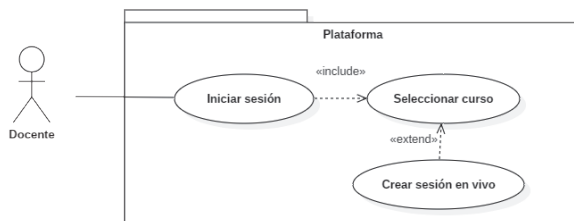
El sistema principalmente contará con 2 roles:

- Docente, encargado de la gestión del curso, es el rol que administrará desde el LMS la información del estudiante y este es quien crea la sesión en vivo e interactúa sobre el mismo, siendo este el ponente de la clase en vivo.
- Estudiante, es el rol más importante, dado que interactúa sobre todo el sistema, donde podrá visualizar de manera global la información del curso y participar en las sesiones en vivo como un invitado o participante e interactuando mediante mensajería instantánea, además de utilizar un canal de comunicación asincrónica para comunicación entre la comunidad del curso.

Con base en los roles mencionados anteriormente y los requerimientos del sistema se establece en la vista de escenarios los casos de uso definidos para el sistema, siendo segmentados por los roles mencionados previamente, como se muestra en las figuras 36 y 37.



**Figura 36.** Diagrama de casos de uso (Estudiante).  
**Fuente:** los autores.



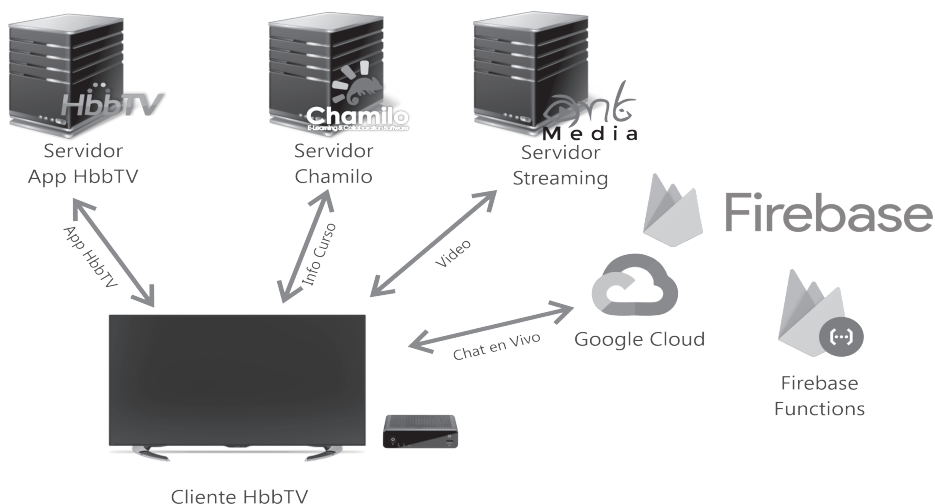
**Figura 37.** Diagrama de casos de uso (Docente / Instructor).  
**Fuente:** los autores.

## 5.4 Implementación de la solución T-Learning

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó un kit de desarrollo (SDK) multiplataforma llamado Mautilus, que permite el desarrollo de aplicaciones para muchas marcas de Smart TV y es compatible con el estándar HBBTV. Este mediante escenas despliega diferentes interfaces y funciones que permiten construir una aplicación robusta permitiendo una fantástica experiencia de usuario.

Mediante el desarrollo en Mautilus y el consumo de los servicios web alojados en el LMS Chamilo se obtiene información importante para los diversos cursos desplegados, pero es necesario un recurso adicional que permita el soporte de la clase en vivo, componente didáctico que hace parte de los aspectos pedagógicos implementados en la modalidad T-Learning, para esto se utilizó un sistema llamado Ant Media, un servidor que permite la transmisión en vivo de contenidos multimedia utilizando el protocolo RTMP.

Adoptando todas las anteriores se desarrolló la aplicación HBBTV, donde se implementó la siguiente arquitectura de red y de servidores, como se muestra en el esquema de la Figura 38.



**Figura 38.** Esquema de arquitectura de red para solución HBBTV – Estudiante.  
**Fuente:** los autores.

A nivel de arquitectura de software, es indispensable ilustrar cómo es el funcionamiento que nos provee el SDK de Mautilus, para comprender a grandes rasgos las capas de trabajo implicadas en el desarrollo del proyecto, en la Figura 39 se muestra la arquitectura de software por capas..

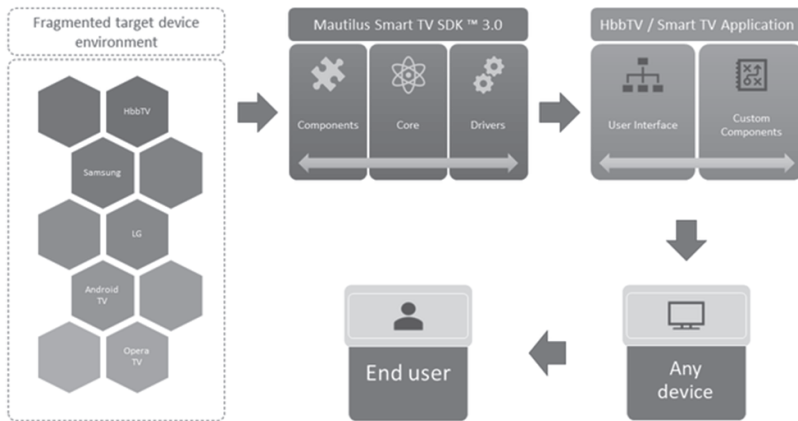


Figura 39. Esquema de arquitectura de software por capas para solución.  
Fuente: (Mautilus).

Siguiendo el flujo del diagrama, podemos encontrar que en la capa del SDK de Mautilus, se encuentra todo el set de componentes, drivers y librerías que permiten el despliegue y funcionamiento de aplicaciones en dispositivos de televisión. A continuación, se muestra en la Figura 40 cómo se visualiza esta capa en el código fuente.

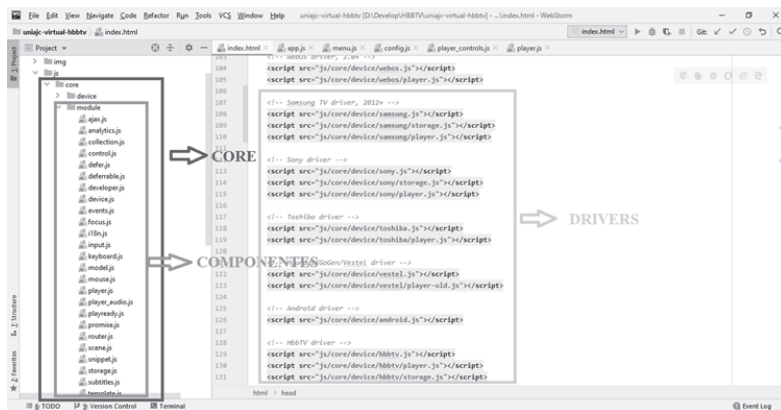


Figura 40. Captura de pantalla capa del SDK de Mautilus.  
Fuente: elaboración propia.

En la capa de aplicación se encuentran todas las interfaces gráficas denominadas “escenas” que tiene nuestra aplicación HBBTV, además de contar con los componentes personalizados que nos permiten interactuar con los sistemas externos tales como: LMS – Chamilo, Google Cloud – Firebase, Streaming – AntMedia. Dichos componentes son denominados “controladores” y cada escena tiene asociado un controlador que maneja toda la lógica de negocio y hace uso de los modelos respectivos; este comportamiento es una implementación personalizada del Model-View-Controller(MVC). A continuación, se muestra en la Figura 41 cómo se definen las escenas en el código fuente.

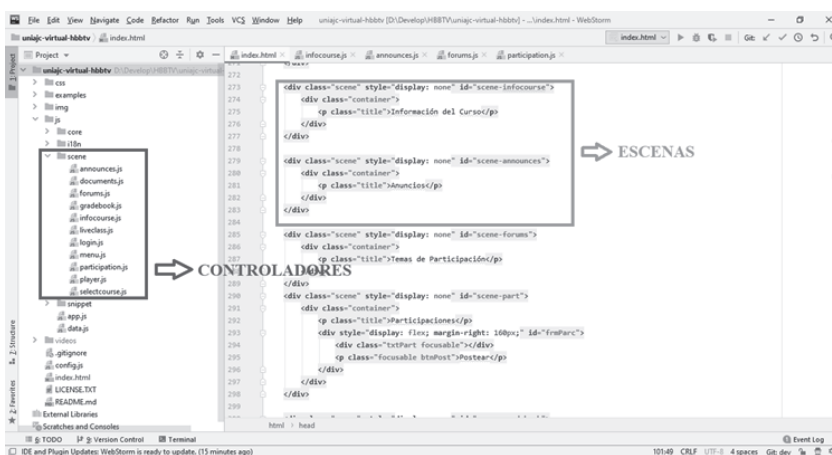


Figura 41. Captura de pantalla capa de aplicación HBBTV.

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 42 se muestra cómo es la implementación de un controlador para conectarse con un servicio externo, como por ejemplo LMS – Chamilo.

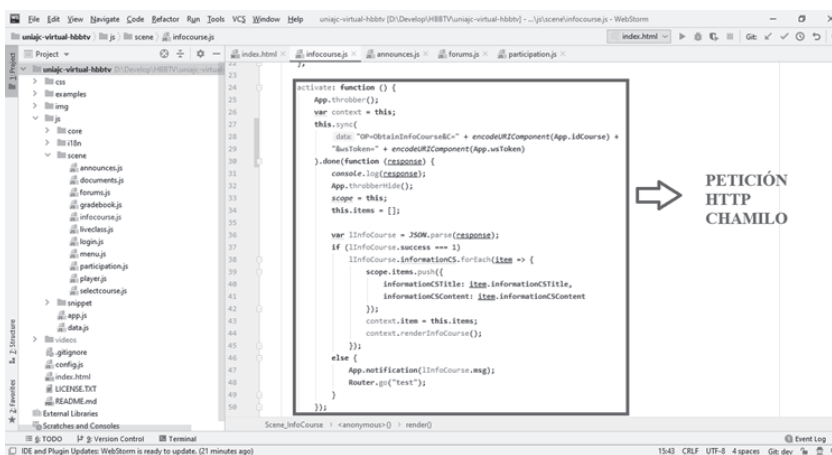


Figura 42. Captura de pantalla controlador que realiza la petición HTTP a Chamilo.

Fuente: elaboración propia.

Por último, cuando la aplicación de HBBTV es desplegada, ya sea por medio de un decodificador y un TV o un emulador de TV, podemos apreciar como interactúan los componentes didácticos definidos y desarrollados, junto con la arquitectura tecnológica planteada que involucra la arquitectura de red y la arquitectura de software.

En las figuras 43, 44 y 45 se muestra el despliegue de la aplicación HBBTV en el escenario de mensajes de la clase en vivo y participación en foros:



**Figura 43.** Captura de pantalla Notificación en Vivo.  
**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 44.** Captura de pantalla Temas de participación (Foros).  
**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 45.** Captura de pantalla Participaciones (Foros).  
**Fuente:** elaboración propia.

Algunos de los aspectos a resaltar en este capítulo en relación con el aporte del proyecto de investigación son:

1. La caracterización de los componentes didácticos de la formación T-Learning que hacen uso del tecnologías basadas en HBBTV permitió tener un panorama más claro acerca de cómo la formación virtual, junto con unas estrategias pedagógicas, puede fomentar el autoaprendizaje. También se planteó el diseño de una arquitectura que involucró estos componentes didácticos de la formación T-Learning, facilitando así desplegar los servicios basados en televisión digital interactiva. Por último, se implementaron los componentes didácticos de acuerdo con la arquitectura planteada.
2. Al ser un proyecto que aporta significativamente en el área de la educación, se encuentra aquí una gran oportunidad para llevar el conocimiento más allá, no solo en un ámbito universitario, sino también de formación para personas que viven en zonas rurales del país y tienen una gran dificultad para movilizarse hacia una clase de manera presencial. Adicional a esto, se puede pensar también en formación para personas de más bajos recursos económicos, ya que la posibilidad de contar con un televisor en el hogar es mucho mayor que la de contar con un PC, smartphone, tableta, entre otros. Aclarando que no se necesita un Smart-Tv, ni televisor de última gama, solo se necesita contar con un decodificador que puede ser proveído por el Ministerio de Tecnologías MinTIC y/o el Ministerio de Educación Nacional logrando así reducir la brecha educativa y analfabetismo en el país.
3. El prototipo de plataforma interactiva actualmente se encuentra en proceso de pruebas locales de funcionamiento y se espera pueda apoyar los procesos de formación complementaria de la UNIAJC a través de HBBTV sobre escenarios de TDT, permitiendo a los estudiantes recibir formación desde el hogar por este medio de difusión masivo, con cursos cortos afines a sus programas de formación para fortalecer sus conocimientos. Todo esto se logró a partir de la integración una plataforma LMS para la gestión del contenido relacionado con la formación y el consumo de los servicios del LMS por medio de la aplicación construida para la televisión digital.
4. Este desarrollo tecnológico promueve facilitar la administración y divulgación de información entre estudiantes, docentes y compañeros de la institución universitaria, sin necesidad de requerir archivos, libros u otros elementos físicos; desde esta perspectiva, se contribuye al cuidado del medio ambiente en tanto se evita el uso de papel. Por otro lado, esta herramienta hace posible el concepto de aula virtual, el cual se constituye en un espacio interactivo, en donde se comparte información entre la comunidad educativa, se disponen de bibliotecas virtuales y se dan sesiones formativas en vivo, pero sin recurrir al desplazamiento físico.