

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN  
DE SESIONES WEB CONFERENCING PARA LA COMUNIDAD  
PUCP**

Tesis para optar el Título de Ingeniero de las Telecomunicaciones, que presenta el  
bachiller:

**José Luis Barturén Larrea**

**ASESOR: Ing. Arturo Díaz Rosenberg**

Lima, julio de 2012

## **Resumen**

En la presente tesis se realiza el diseño e implementación de un sistema que apoya la metodológica de los cursos a distancia y semipresenciales en la Pontificia Universidad Católica del Perú, a través de herramientas web conferencing para la interacción síncrona entre docentes y alumnos. Para ello se plantea un sistema de gestión de sesiones web conferencing, el cual involucra la autenticación y asignación de roles a los usuarios, así como la creación, actualización y monitoreo de salas. Esta tesis está estructurada de la siguiente manera:

En el capítulo 1 se detalla la situación actual del sistema web conferencing ofrecido por la PUCP, se define el problema y los objetivos del proyecto.

En el segundo capítulo, se muestra el marco teórico de los sistemas web conferencing, se compara las principales herramientas comerciales y de código abierto, y se elige aquella que soluciona los problemas del actual servicio y ofrece un apoyo metodológico para los cursos a distancia y semipresenciales.

En el capítulo 3 se presenta el diseño de la propuesta para el nuevo sistema, a través de diagramas de casos de uso, clases y despliegue.

Finalmente, en el cuarto capítulo se muestran los prototipos implementados y los resultados de la validación del sistema. Se detallan aspectos importantes de la implementación así como las pruebas de integridad y estrés al servidor.

## ***Dedicatoria***

***A mis papás Rosa y Luis,  
y a mi hermana Pierina  
por su apoyo incondicional  
durante toda mi vida.***

## ***Agradecimientos***

A mi familia por acompañar cada uno de mis pasos con amor y preocupación, especialmente a mi mamá Rosa, quien con su ejemplo y consejos me ayuda a ser una mejor persona.

A mi hermano Miguel Ángel, quien desde el cielo me guía y protege.

A los profesores y compañeros de la especialidad de Ingeniería de Telecomunicaciones por la formación y experiencia recibida. Un agradecimiento especial a mis mejores amigos con quienes pasé los mejores momentos de mi vida universitaria.

A mi asesor, el Ing. Arturo Díaz Rosemberg, por la oportunidad de realizar este proyecto y al Ing. Antonio Ocampo Zuñiga por la orientación y el apoyo recibido.

A toda las personas que de una forma u otra me brindaron su apoyo para la realización del presente trabajo.

## Índice

Índice .....	v
Lista de Figuras.....	vi
Introducción.....	8
Capítulo 1 Planteamiento del Problema .....	9
1.1 Descripción de la Situación Actual .....	10
1.2 Formulación del Problema .....	13
1.3 Objetivos.....	16
1.4 Justificación .....	16
Capítulo 2 Marco Teórico .....	17
2.1 Sistema Web Conferencing.....	17
2.1.1 Definición.....	17
2.1.2 Principales Tecnologías Web Conferencing .....	18
2.1.2.1 Cisco Webex .....	19
2.1.2.2 Adobe Acrobat Connect Pro .....	20
2.1.2.3 Open Meetings .....	21
2.1.2.4 Big Blue Button.....	22
2.1.3 Elección de la tecnología a utilizar.....	25
2.2 Aula Virtual PUCP .....	26
2.2.1 Gestión de Sesiones Web Conferencing .....	27
2.2.2 Gestión de Eventos .....	27
Capítulo 3 Análisis y Diseño.....	28
3.1 Diagrama de Casos de Uso .....	28
3.2 Diagrama de Clases.....	34
3.3 Diagrama de Despliegue.....	36
Capítulo 4 Construcción y Validación del Sistema Integrado.....	38
4.1 Prototipos.....	38
4.1.1 Acceso Inicial.....	38
4.1.2 Gestión del Espacio.....	42
4.1.2 Gestión de Eventos .....	50
4.2 Validación y Pruebas .....	54
4.2.1 Integridad del Servidor BBB.....	54
4.2.2 Prueba de Estrés.....	55
4.2.2 Validación POST TEST .....	63
Conclusiones.....	66
Recomendaciones.....	67
Trabajos Futuros .....	68
Bibliografía .....	69

## ***Lista de Figuras***

Figura 1.1. Arquitectura Aula Virtual PUCP - Versión Anterior	13
Figura 1.2. Árbol de Problemas o de Causas y Efectos	15
Figura 2.1 Comparación de tecnologías web conference	25
Figura 2.2 Solución Big Blue Button	26
Figura 3.1 Diagrama de Caso de Uso: Registrar Cuenta	29
Figura 3.2 Diagrama de Caso de Uso: Crear Espacios	30
Figura 3.3 Diagrama de Caso de Uso: Suscribirse a un Espacio	31
Figura 3.4 Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Espacio	32
Figura 3.5 Diagrama de Caso de Uso: Acceder a la Sala de un Espacio	33
Figura 3.6 Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Evento	33
Figura 3.7 Diagrama de Clases	35
Figura 3.8 Diagrama de Despliegue	36
Figura 4.1 Portada Aula Virtual PUCP	39
Figura 4.2 Registro de Cuenta Aula Virtual PUCP	39
Figura 4.3 Envío de Código de Activación de Cuenta	40
Figura 4.4 Reenvío de Código de Activación	40
Figura 4.5 Modificación de Perfil de Usuario	41
Figura 4.6 Modificación de Cuenta Aula Virtual PUCP	41
Figura 4.7 Espacio y Sala Aula Virtual PUCP	42
Figura 4.8 Plugin Flash para Probar Conexión	42
Figura 4.9 Lista de Sesiones Grabadas Disponible	43
Figura 4.10 Carpetas generadas durante Grabación	43
Figura 4.11 Ejemplo de Carpetas Generadas para la Grabación	44
Figura 4.12 Interfaz de visualización de grabaciones	45
Figura 4.13 Pestaña Eventos – Espacios Aula Virtual PUCP	45
Figura 4.14 Pestaña Personas – Espacios Aula Virtual PUCP	46
Figura 4.15 Pestaña Documentos – Espacios Aula Virtual PUCP	46
Figura 4.16 Pestaña Monitoreo – Espacios Aula Virtual PUCP	47
Figura 4.17 Pestaña Configuración– Espacios Aula Virtual PUCP	48
Figura 4.18 Interfaz para Invitar al Espacio – Espacios Aula Virtual PUCP	48
Figura 4.19 Notificación de Invitación al Espacio	49
Figura 4.20 Creación de Nuevo Espacio Público	49
Figura 4.21 Creación de Nuevo Espacio Privado	50
Figura 4.22 Interfaz para Crear Eventos	51

Figura 4.23 Notificación de Invitación a Evento	51
Figura 4.24 Calendario de Eventos	52
Figura 4.25 Recordatorio de Eventos.	52
Figura 4.26 Módulo de Eventos	53
Figura 4.27 Problemas Potenciales en la Configuración del Servidor BBB	54
Figura 4.28 Configurando Flash Player para las Pruebas de Estrés	55
Figura 4.29 Cambios al config.xml para las Pruebas de Estrés	56
Figura 4.30 CPUINFO del Servidor BBB_1	56
Figura 4.31. Prueba de Estrés con 10 usuarios simultáneos	57
Figura 4.32. Prueba de Estrés con 34 usuarios simultáneos	58
Figura 4.33 CPUINFO del Servidor BBB_2 (a).	58
Figura 4.34 CPUINFO del Servidor BBB_2 (b).	59
Figura 4.35 Prueba de Estrés con 50 usuarios simultáneos.	60
Figura 4.36 Prueba de Estrés con 85 usuarios simultáneos.	60
Figura 4.37 Prueba de Estrés con 131 usuarios simultáneos.	61
Figura 4.38 Prueba de Estrés con 141 usuarios simultáneos.	61
Figura 4.39 Resultados de pruebas de estrés al servidor de despliegue.	62
Figura 4.40 Facilidad de Aprendizaje	63
Figura 4.41 Conexión con el Sistema	63
Figura 4.42 Funcionalidad del Sistema	64
Figura 4.43 Utilidad del Sistema	65

## ***Introducción***

La revolución de las tecnologías de la información y comunicación ha supuesto un verdadero cambio en las mentalidades tanto de docentes como de alumnos. El buen uso de estas tecnologías puede ahorrarnos tiempo y costos, agilizando tareas y trabajos colaborativos en tiempo real. Un profesor puede impartir clases a través de una computadora desde cualquier lugar, sin necesidad de desplazarse. Esta experiencia virtual se consigue gracias a las aplicaciones de sistemas avanzados de videoconferencia que permiten ver y escuchar al interlocutor con una alta calidad de audio y video, simulando su presencia real y convirtiendo la clase en un aula interactiva. Los sistemas web conferencing son aplicaciones avanzadas de videoconferencia que utilizan un navegador web para el establecimiento de sesiones, ofreciendo facilidad de uso y acceso.

La presente tesis tiene por objetivo el diseño e implementación de un sistema de gestión de sesiones web conferencing que solucione las deficiencias tecnológicas del actual servicio ofrecido por la Pontificia Universidad Católica del Perú y sea una herramienta de apoyo metodológico para los cursos a distancia y/o semipresenciales. El sistema de gestión involucra la autenticación y asignación de roles a los usuarios, así como la creación, actualización y monitoreo de salas. Para la implementación del sistema se propone la herramienta web conferencing Big Blue Button, ya que cumple con los requisitos de estabilidad del sistema, soporte multisesión y facilidad de uso e implementación.



## **Capítulo 1**

### **Planteamiento del Problema**

Desde inicios de la década de 1960, una serie de investigadores y científicos, empezaron a hablar de un nuevo tipo de sociedad que se estaba empezando a forjar de una manera muy rápida y extendida, generando grandes transformaciones en diversos campos, como son las comunicaciones y la educación. La denominada Revolución de la Tecnología de la Información trajo consigo la incursión de las nuevas TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), principalmente la televisión y posteriormente Internet [CHO2009].

En 1969 se crea la Open University Británica, institución pionera de lo que hoy se entiende como educación superior a distancia [GAR2007]. Paralelo al desarrollo tecnológico, la educación a distancia fue evolucionando a una enseñanza telemática, dejando de lado la tradicional enseñanza multimedia y por correspondencia. A partir de esa fecha la expansión de esta modalidad ha sido inusitada en Europa y en el resto del mundo.

Por su parte en Iberoamérica, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) inició con esta modalidad a través del denominado Sistema Universidad Abierta (SUA) desde 1972 [GAR2007].

En Perú, la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle (La Cantuta) en 1975 fue la primera en el país en utilizar esta modalidad de enseñanza para cursos de titulación dirigidos a maestros de zonas rurales. Asimismo, la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) en 1986 incursionó en esta modalidad con programas de segunda especialidad en docencia universitaria con el apoyo de la Facultad de Educación y del Centro de Investigación y Servicios Educativos.

A partir de entonces, la PUCP se convirtió en una de las más reconocidas del país en esta modalidad de enseñanza. Es por ello que se creó en el año 2001 el Proyecto Especial de Educación a Distancia, iniciando con ello una etapa de inserción de las más modernas herramientas tecnológicas y de las estrategias de e-learning. En noviembre de 2003, se creó la Dirección de Educación Virtual “PUCP Virtual”, encargada de los procesos de virtualización de las maestrías, diplomaturas y programas educativos ofrecidos por la universidad [VIR2010].

## 1.1 Descripción de la Situación Actual

La Dirección de Informática Académica (DIA PUCP) es el órgano encargado de planificar y promover la aplicación trascendente de las TIC en el ámbito académico de la PUCP. La DIA ha desarrollado herramientas colaborativas para facilitar el uso de las TIC en las actividades académicas y de investigación. Entre las principales herramientas encontramos [DIA2010]:

**PAIDEIA:** Plataforma educativa, desarrollada con el sistema de gestión de cursos Moodle, que permite un aprendizaje colaborativo basado en principios pedagógicos, usando tecnología de avanzada para crear actividades interactivas e integrarlas con otras aplicaciones.

**Video Conferencias PUCP:** Servicio que consiste en el uso de tecnologías punto a punto para la conexión remota de dos a más lugares, brindando interacción de audio y video. Para ello se utilizan equipos de conferencia avanzados, con uso de hardware o software según sea necesario. Es indispensable que la persona que se conecte remotamente cuente también con equipos de videoconferencia.

**Aula Virtual PUCP:** Aplicación en Flash que brinda una solución web para la comunicación en tiempo real de personas que se encuentran en distintas ubicaciones. Permite compartir presentaciones e interactuar verbalmente o mediante el chat.

**En Vivo PUCP:** Servicio de webcasting de la PUCP que hace posible la transmisión en tiempo real de conferencias, charlas, talleres, etc, vía web.

**Legión PUCP:** Sistema de supercómputo en malla (gridcomputing), el cual posee una potencia de cálculo equivalente a la de 375 procesadores Intel Core 2 Duo, con una capacidad máxima estimada de  $1.6 \times 10^{12}$  ( $1.6 \times 10$  a la 12) operaciones matemáticas por segundo.

**Webfiles PUCP:** Servicio que brinda la posibilidad de contar con un espacio en la web y utilizarlo como un disco virtual en el cual se podrá almacenar todo tipo de documentos, los mismos que también podrán ser compartidos a otros usuarios del sistema o personas externas al servicio que por lo menos cuenten con una dirección de correo válida.

**Blog PUCP:** Sitio web donde se recopilan cronológicamente artículos o mensajes de uno o varios autores, sobre una temática en particular.

**Wiki PUCP:** Sitio web colaborativo que puede ser editado por varios usuarios. Los usuarios de un wiki pueden así crear, editar, borrar o modificar el contenido de una página web, de una forma interactiva, fácil y rápida.

La Dirección de Educación Virtual PUCP, utiliza estas plataformas como herramientas de apoyo para los cursos presenciales de pregrado, postgrado, diplomados y cursos de extensión mediante el empleo de las TIC. Asimismo, estas herramientas se han convertido en los pilares telemáticos de los cursos semipresenciales y virtuales, destacando PAIDEIA por los variados recursos y actividades que ofrece como lo son compartir archivos, participar en foros, chat, encuestas, glosarios, evaluaciones, aplicaciones Hot Potatoes, entre otros [VIR2010].

Cabe resaltar que no solo docentes y estudiantes de la comunidad universitaria utilizan esta plataforma, ya que mediante el Instituto de Informática InfoPUC, dicha plataforma se alquila a colegios que quieran formar parte del Programa de Desarrollo Educativo

con el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación de la PUCP. Este programa viene teniendo gran acogida, llegando a sumar a la fecha más de 100 colegios en convenio educativo [INF2010].

El avance de las TIC, ha originado un nuevo concepto: “Educación a Distancia Presencial” [CHA2003], es decir un modelo a distancia síncrono donde la interacción entre docente y alumno se da en tiempo real pero utilizando un mismo medio para la comunicación a distancia, como teleconferencias y videoconferencias. Este nuevo modelo requiere cambios en la organización, materiales educativos, metodología y una nueva concepción de los roles de profesor y estudiante: más activo y participativo en la búsqueda, localización, intercambio e interpretación de la información [LOC2008].

Sin embargo, los medios tecnológicos por si mismos no son instrumento de aprendizaje, ya que se requiere planificación y diseño didáctico de los contenidos que permitan que se cumpla la función educativa. Es decir se debe tener en cuenta aspectos metodológicos, instrumentales y técnicos [CHA2003].

Como parte de la implementación de este modelo, la PUCP utiliza el Servicio de Video Conferencias para conversatorios entre distintos puntos del país y el mundo. Para la realización del servicio cuenta con un terminal de video conferencia Polycom VSX 7000. La conexión se realiza mediante dos formas:

- Redes Avanzadas (red similar a Internet pero exclusiva para universidades y centros de investigación).
- Línea RDSI: (o ISDN en inglés). Número (+511) 315 2600

Además la DIA dispone de un puente de videoconferencia Polycom MGC-50, para enlazar usuarios por videoconferencia IP (H.323) o por videoconferencia ISDN (H.321) hasta un límite de 8 conexiones simultáneas. De esta forma se logra la realización de videoconferencias entre diversas sedes. Las videoconferencias se pueden realizar en cualquier ambiente de la universidad que cuente con un punto de red como salones, auditorios y la sala de videoconferencias acondicionada para quince personas y cuenta con una diversidad de cámaras y sistema de audio profesional [VID2010].

## 1.2 Formulación del Problema

Aula Virtual PUCP es la plataforma web conferencing elaborada por la DIA para el dictado de clases virtuales y trabajo colaborativo a distancia. Es capaz de compartir documentos PDF, imágenes, videos y audios, pizarra, equipos remotos y encuestas. Como se puede visualizar en la Figura 1.1, utiliza un servidor Red5, que es la versión abierta del Flash Media Server, para la transmisión de videos en vivo. Para la pizarra compartida emplea un applet de java, el cual registra los trazos del tutor en una base de datos MySQL. El applet del alumno invoca a una página PHP para leer los trazos registrados en la base de datos y luego reproducirlos. Los demás módulos se actualizan automáticamente haciendo uso intensivo de AJAX. Además cuenta con un VNC (Virtual Network Computing) para el control remoto de escritorios de PC [RIO2010].

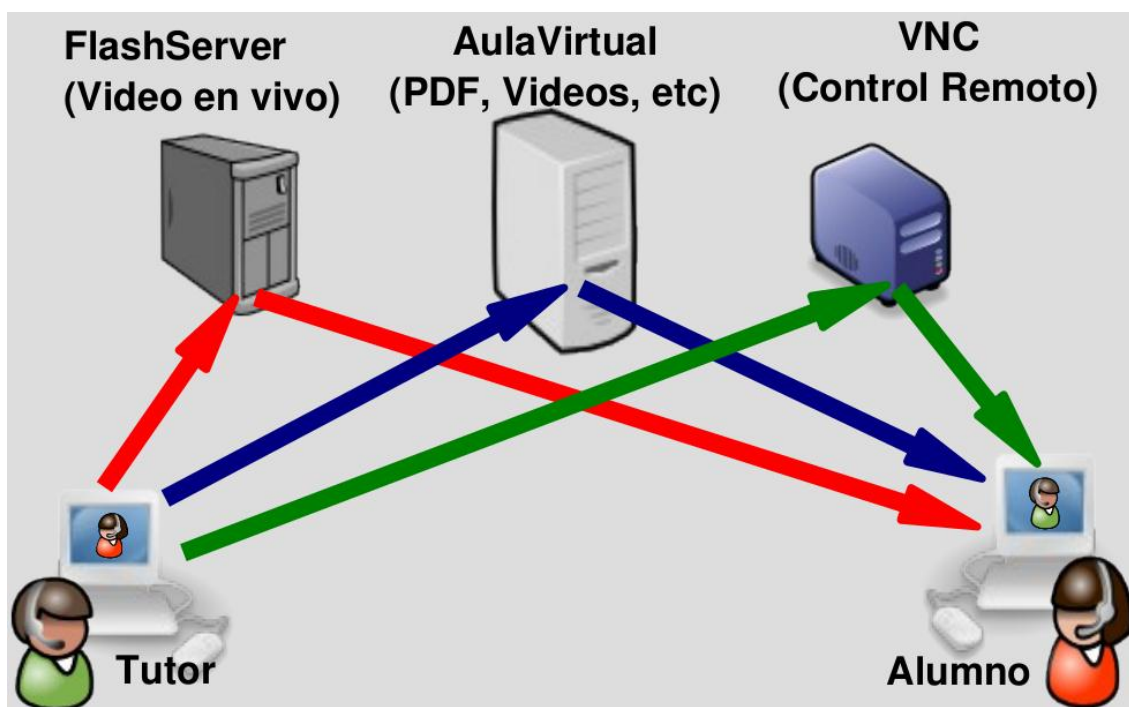


Figura 1.1. Arquitectura Aula Virtual PUCP - Versión Anterior

Fuente: Sistema de Videoconferencia avanzada para la Web [RIO2010]

Lamentablemente esta plataforma presentó graves deficiencias tecnológicas como cortes abruptos y recurrentes de audio, latencia del audio y video, no permitía grabar las sesiones, limitado a 20 -25 usuarios por sesión. Además los usuarios con poco ancho de banda no podían acceder, a menos que el administrador, manualmente,

minimice el uso de recursos para dicho usuario. A esto se sumó la inestabilidad del sistema, por la cantidad de módulos desarrollados por distintas personas en diferentes tiempos, lo cual hacía difícil el desarrollo o modificación de los módulos.

En el Anexo 1, se presenta una encuesta realizada a los alumnos de PUCP Virtual que llevan cursos de extensión en la modalidad a distancia. Ellos manifestaron un uso regular de los servicios de conferencias, principalmente Skype, y la necesidad de un nuevo servicio institucional que sea un apoyo metodológico de los cursos a distancia. Estas complicaciones originaron que el servicio caiga en desuso, evidenciándose en el árbol de problemas de la Figura 1.2.

Ante esto, se plantea la siguiente interrogante: En qué medida el diseño e implementación de un nuevo sistema web conferencing apoyará la estrategia metodológica de los cursos a distancia y semipresenciales en la PUCP.



**Figura 1.2** Árbol de Problemas o de Causas y Efectos  
Fuente: Elaboración Propia

### 1.3 Objetivos

- Diseñar e implementar un sistema que solucione las deficiencias tecnológicas del actual servicio web conferencing, y sea un apoyo metodológico de los cursos a distancia y semipresenciales en la PUCP.
- Realizar un estudio de las principales herramientas web conferencing.
- Gestionar las sesiones web conferencing.

### 1.4 Justificación

#### **Técnica**

La Dirección de Informática Académica cuenta con los recursos de red y equipamiento para diseñar e implementar un sistema web conferencing para la comunidad PUCP. Para la etapa de pruebas, se cuenta con un servidor virtual de 1 núcleo, con una capacidad de 40 GB y Memoria RAM de 2GB. Para el despliegue del servicio, se cuenta con un servidor virtual de 2 núcleos, 256 GB de capacidad y 2 GB de RAM. Ambos se encuentran ubicados en la sala de servidores de la DIA.

#### **Operativa**

Los alumnos de PUCP Virtual utilizan regularmente el servicio de conferencias, principalmente para asesoría con profesores y trabajo colaborativo. Existe la necesidad de contar con un nuevo sistema web conferencing institucional. (Ver Anexo 1).

#### **Económica**

El empleo de herramientas web para las conferencias minimiza el uso de equipos dedicados, ya que sólo se requiere una computadora conectada a Internet para establecer una sesión.

Para poder diseñar e implementar el nuevo sistema Aula Virtual es necesario conocer los principales conceptos y tipos de sistemas web conferencing. En el siguiente capítulo se evaluará las principales alternativas de acuerdo a las soluciones que ofrezcan, tecnologías que empleen, y costos de implementación.



## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

En los últimos años, la comunicación a distancia se ha convertido en una necesidad. Las personas requieren cada vez sistemas de mayor calidad que nos acerquen más a la telepresencia. Una de las soluciones más usadas por su facilidad de uso y acceso son los sistemas web conferencing.

#### **2.1 Sistema Web Conferencing**

##### **2.1.1 Definición**

TechTarget, diccionario de términos tecnológicos [TEC2008], define Web Conferencing como: “Medio de comunicación en tiempo real, donde múltiples usuarios conectados a Internet interactúan a través de una misma interfaz mediante un navegador web. Las plataformas web conferencing se pueden usar en reuniones de negocios, seminarios, presentaciones, educación online, soporte técnico a clientes, entre otros. El control de la sesión puede ser asignado a cualquier usuario de tal

manera que se pueda intercambiar el rol de presentador principal. La mayoría de las soluciones web conferencing requieren de conexiones a Internet de alta velocidad para todos los usuarios y licencias mensuales por el uso y soporte de la plataforma. Los requerimientos del sistema son mínimos, necesitando en algunos casos Plug-in sencillos de instalar. Los Sistemas Web Conferencing son muy intuitivos por lo que prácticamente no existe curva de aprendizaje para el usuario no familiarizado con este tipo de TIC”.

### 2.1.2 Principales Tecnologías Web Conferencing

Actualmente, se cuenta con diversas opciones para implementar un sistema web conferencing. La empresa Cisco es una de las pioneras en ofrecer este servicio mediante su plataforma WebEx [CIS2011], obteniendo un gran éxito en empresas que requieren optimizar sus reuniones de negocios. Existen otros sistemas como Adobe Acrobat Connect Pro [ADO2011] y GoToMeeting con características equivalentes a WebEx. Sin embargo estos servicios tienen un costo muy elevado para las pequeñas empresas e instituciones educativas. Afortunadamente existen soluciones gratuitas, algunas de código abierto y altamente escalable. Entre ellas destaca OpenMeetings [OPE2011] y BigBlueButton [BBB2010], ambos sistemas gratuitos y de código abierto y con funcionalidades equivalentes a los sistemas de pago.

A continuación se presenta los principales criterios para evaluar un sistema web conferencing, según el sitio web de tecnología “TopTenReviews” [TOP2011]:

**Características de Audio:** Al ofrecer una variedad de información y herramientas como pizarra digital interactiva, webcams, chat y otras características; la plataforma debe gestionar adecuadamente los flujos de datos de tal manera que no se afecte la calidad del audio que juega un papel muy importante en las sesiones.

**Características de Video y Web Cam:** El propósito de la conferencia web es proporcionar un medio por el cual se pueda presentar o demostrar los materiales que no se puede hacer por teléfono. Una gran herramienta que debe ser de alta calidad es la pizarra, ya que permite a los presentadores dibujar y compartir imágenes nítidas de una pantalla en blanco o del escritorio compartido. Los participantes deben tener la posibilidad de comentar y ser reconocido por el presentador o por otros usuarios.

**Características de Seguridad:** A medida que Internet ha ido avanzando, desarrollando y ampliando, han surgido amenazas con respecto a la seguridad y autenticidad de la información. Los programas de conferencia web deben ofrecer una seguridad sin fisuras con el registro, autenticación de usuarios y cifrado de datos de extremo a extremo, sin afectar los cortafuegos.

**Ayuda y Soporte:** Los programas de conferencia web deben venir con menús de ayuda y guías paso a paso para cada etapa de la reunión. También deben proporcionar los recursos técnicos en su sitio web en forma de tutoriales, guías, secciones FAQs, bases de conocimientos, chat directo y foros moderados. Muchos proveedores de Web Conferencing también ofrecen soporte 24 / 7 para las reuniones.

**Facilidad de uso:** Los servicios deben tener tutoriales e instrucciones paso a paso desde un inicio. La navegación entre las distintas herramientas debe ser fácil. La transmisión de la comunicación a través de la plataforma en línea debe ser inherente a las dificultades técnicas causadas por el programa utilizado.

### 2.1.2.1 Cisco Webex

Es un proveedor líder de soluciones de conferencias web que integra las soluciones de voz, web y video para marketing, ventas, capacitación y apoyo. Ofrecidas a través de un modelo SaaS (Software as a Service: el software y los datos que maneja se alojan en servidores de la compañía) en la Nube de colaboración de Cisco, WebEx permite a más de 7 millones de personas en todo el mundo comunicarse y colaborar en línea. Permite compartir en tiempo real el escritorio con grabación instantánea y de reproducción de vídeo o voz sobre IP y permite hasta 25 participantes. Puede realizar presentaciones, mostrar los documentos o demostrar cualquier aplicación. WebEx también permite transferir el control de la reunión entre los participantes. [CIS2011]

Dirigido a medianas y grandes empresas de diferentes sectores como servicios financieros, alta tecnología, salud, comunicaciones, manufactura, gobierno, capacitación y de consultoría de gestión. Ofrece un período gratuito de prueba de 14 días. Es compatible con sistemas operativos Windows, Mac, Linux y Solaris. El costo mensual es de \$ 69 dólares americanos por usuario, y en plan anual, \$ 708 dólares

americanos por usuario (incluye un host, precio varía según el número de usuarios que se requiera).

### **2.1.2.2 Adobe Acrobat Connect Pro**

Fundada en 1982, Adobe es conocida por ofrecer lo mejor en software para una variedad de industrias. Adobe ha sido capaz de aprovechar sus soluciones innovadoras y de gran alcance para convertirse en una de las compañías de software mejor establecida en todo el mundo. [ADO2011]

Adobe Acrobat Connect Pro ha sido construido sobre una plataforma Flash. Cuenta con un sólido desempeño, amplia gama de funciones, ofrece habitaciones personales de reunión, conferencias web basadas en un documento. Modos de implementación SaaS y On-premise (Se instala y se ejecuta en los equipos). Se integra con Adobe Acrobat. [GFI2010]

Integra las comunicaciones en tiempo real y bajo demanda. Proporciona administración de usuarios, seguimiento, reporting y gestión de contenido integrado para todas las aplicaciones de Adobe Connect a través de una biblioteca de contenido de búsqueda. Adobe Connect ofrece funciones de uso compartido de contenido, tales como streaming de vídeo y audio, simulaciones de software, y varias personas en videoconferencia.

Reduce drásticamente los tiempos de preparación para las reuniones de equipo, seminarios recurrentes, y presentaciones de ventas con las capacidades para el ahorro de salas de reuniones personalizadas. Integrado capacidades de Microsoft PowerPoint permiten a los moderadores ofrecer seminarios de aprendizaje en línea sumamente atractivos, con voz en off, vídeo pregrabado, simulaciones interactivas y evaluaciones formales.

Dirigido a pequeñas y medianas empresas, agencias creativas, entidades gubernamentales y educativas. Ofrece un período gratuito de prueba por 30 días con un máximo de 5 asistentes. Es compatible con sistemas operativos Windows, Mac y Linux. Los planes del servicio son de \$375 dólares americanos al mes (5

participantes); \$ 750 dólares americanos al mes (10 asistentes); \$ 32 dólares americanos por usuario [ADO2011].

### **2.1.2.3 Open Meetings**

OpenMeetings es un software libre y de código abierto basado en flash que permite crear al instante una conferencia en la Web. Se puede utilizar el micrófono o webcam, compartir documentos en una pizarra, compartir la pantalla o reuniones de registro. Está disponible como servicio hosted (Almacenado en un servidor externo) o se puede descargar e instalar como paquete en un servidor personal sin limitaciones en el uso y el número de usuarios.

Principales características [OPE2011]:

Audio y Video: Tiene cuatro opciones (audio + video, solo audio, solo video, solo imagen). Adicionalmente se puede reducir o aumentar la calidad de audio y video, dimensionar el tamaño de la ventana Web Cam, y elegir los dispositivos de audio y video.

Grabar Sesiones y Compartir Escritorio: Se pueden grabar todos los contenidos, incluyendo el sonido grabado de todos los flujos de audio. Las sesiones grabadas se pueden descargar como AVI / FLV. Posibilidad de seleccionar un área de pantalla para compartir. Ver y organizar las grabaciones en un Drag and Drop de archivos.

Chat y Pizarra: Multi-Pizarra, se puede agregar nuevas instancias de pizarra, cada pizarra puede tener toda la gama de instrumentos y documentos en su interior. Guardar las pizarras, se puede guardar cada instancia de pizarra como un archivo. El archivo se encuentra en el Archivo-Explorer y se puede arrastrar a la pizarra de nuevo.

Otras características: Explorador de archivos, Módulo Moderador, Calendario, Encuestas y Votaciones, Backups de todos los archivos compartidos en una sesión. Además se puede integrar a otras plataformas (Moodle, Word Press, Drupal, Joomla, Sakai, Facebook, Elgg, y otras) mediante el Plug-in de la misma aplicación.

Cuenta con una Wiki bien documentada, para que los desarrolladores puedan instalar, modificar y adaptar el código a sus necesidades.

#### **2.1.2.4 Big Blue Button**

BigBlueButton (BBB), es una plataforma abierta de conferencias en línea, enfocada al área de educación a distancia, tanto para universidad y escuelas, con herramientas de vídeo conferencia para múltiples usuarios, VoIP entre los participantes, panel de presentaciones, pizarra para destacar contenido, y escritorio compartido. Este proyecto oficialmente fue lanzado el 31 de marzo del 2008, y viene siendo desarrollado dentro del programa “Technology Innovation Management” de la Universidad Carleton, en Canadá. [BBB2010]

El equipo de desarrollo describe su visión de la siguiente manera: “Las conferencias vía web, deben ser tan simple como presionar un gran botón azul y que como proyecto Open Source debe ser fácil de implementar y extender, enfocada en ser el mejor sistema de conferencias web para educación a distancia” [BBB2012].

Esta plataforma, diseñada sobre servicios y aplicaciones open source, tiene una apariencia y usabilidad muy similares a las aplicaciones de capacitación a distancia que poseen empresas como Cisco, Microsoft o Adobe, donde un expositor vía cámara web presenta un contenido en un panel de presentaciones, mientras los demás participantes pueden comentar usando el chat y escuchar al presentador vía VoIP.

Como proyecto de código abierto está muy bien documentado y posee un activo grupo de desarrolladores y participantes que están abiertos a solucionar cualquier consulta [BBB2012].

##### **a) Arquitectura**

Una de las cualidades de BBB que más llaman la atención, es que es el resultado de la integración de varias aplicaciones y servicios, que también son open source. En su conjunto conforman la arquitectura base de servicios web para transmitir vídeo, usar SharedObjects (panel de presentaciones o la pizarra para destacar y dibujar), usar VoIP para conversaciones y llamadas telefónicas entre los usuarios y para chatear en modo público o privado. Además cuenta con servicios web para administrar las salas

de conferencias, establecer privilegios de acceso, calendarizar uso de salas, o la conversión de archivos de imagen o texto como Word, Excel, PowerPoint, PDF, JPG, PNG, ODF, etc. para ser usados como presentaciones y compartirlas con los participantes de la conferencia. En el Anexo 2 se muestra a detalle el esquema de la arquitectura del proyecto. Entre las principales aplicaciones en las que se basa Big Blue Button encontramos [BBB2010]:

- **Adobe Flex SDK:** Framework para construir y mantener aplicaciones web que puedan utilizarse en la mayoría de los navegadores, escritorios y sistemas operativos. Genera archivos Flash (SWF) para reproducción con Flash Player o en Adobe Air.
- **Grails:** Es un framework para aplicaciones web implementado en JAVA.
- **Ghostscript:** Es un interpretador de lenguaje PostScript y archivos PDF.
- **Asterisk PBX:** Motor de telefonía PBX.
- **Apache ActiveMQ:** Proveedor de mensajería para empresas e integración de patrones.
- **ImageMagick:** Es una colección de herramientas que permiten modificar y manipular imágenes.
- **Nginx:** Servidor HTTP y servidor mail proxy.
- **Red5:** Servidor RTMP escrito en JAVA.
- **SWF Tools:** Conjunto de aplicaciones para convertir imagen de cualquier formato o PDF a formato Flash (SWF).
- **Apache Tomcat:** Implementación open source de la tecnología JAVA Servlet y JavaServerPages.
- **Asterix Java:** Conjunto de clases que permiten una integración de JAVA con el servidor Asterisk PBX.
- **Xuggler:** Codificador, decodificador y manipulador de vídeo en tiempo real.
- **Open Office:** Suite de ofimática líder para documentos de texto, hojas de cálculo, presentaciones, gráficos, bases de datos y más. Es utilizado vía consola para la conversión de documentos para ser usados en el panel de presentaciones.

Incluso la máquina virtual de JAVA que utiliza esta plataforma es OpenJDK la cual posee licencia GPLv2, el backend y frontend puede ser modificado y compilado usando Eclipse y Adobe Flex SDK que también son open source, permitiendo que la aplicación sea más fácil de adaptar a nuestros requerimientos [ARE2010].

A pesar de la cantidad de aplicaciones integradas a Big Blue Button, la instalación es muy sencilla y puede realizarse sobre CentOS, Ubuntu o una máquina virtual de Ubuntu [BBB2012].

Como requerimientos de hardware, según la documentación publicada en el sitio web del proyecto, en un servidor físico con procesador Pentium Dual-Core CPU E5200 @ 2.5 GHz con 4 GB de RAM corriendo sobre Ubuntu 10.04 32 bit se pueden tener hasta 160 usuarios simultáneamente en una sala virtual [BBB2010].

El consumo de ancho de banda depende de la cantidad de usuarios y de las herramientas que estén utilizando simultáneamente, en el caso de un presentador, que puede estar transmitiendo video y audio, compartiendo una presentación en el panel, y compartiendo el escritorio, tendrá un bitrate de 100kbyte/sec de upstream aproximadamente (Estudio realizado por desarrolladores de Big Blue Button) [ARE2010].

#### **b) Integración a otras plataformas**

Big Blue Button actualmente ofrece integración con gestores de contenido como Drupal y TikiWiki Groupware, con sistemas de aprendizaje como Moodle, o un wiki orientado a empresas como Sakai. Además posee una API bien documentada para implementar sus propios desarrollos en PHP y JSP [BBB2010].

#### **c) Comparativa con soluciones comerciales**

Big Blue Button nace de la necesidad de crear una plataforma de conferencias web que sea accesible a las organizaciones educacionales, para que puedan implementar procesos de educación a distancia y que el alto costo de las soluciones comerciales no sea una barrera para incursionar en esta modalidad.

Según los datos recolectados en este capítulo, implementar una plataforma web conferencing utilizando soluciones de pago, implicaría un muy elevado costo de licencia mensual. En el caso de WebEx, 69 USD mensuales por usuario, y utilizando Adobe Connect Pro, 32 USD mensuales por usuario. En la Figura 2.1 se puede



observar un cuadro comparativo entre las funcionalidades y aspectos técnicos de las herramientas evaluadas en este capítulo.

FUNCIONALIDADES								
	Pizarra y Escritorio Compartido		Chat Público y Privado	Grabar sesiones	Escalabilidad (Desarrollo)	Integración con otras plataformas		
	✓		✓	✓				
	✓		✓	✓				
	✓		✓	✓	✓	✓		
	✓		✓	✓	✓	✓		

	AUDIO Y VIDEO		SEGURIDAD	PRECIO	SOPORTE		COMPATIBILIDAD	FACILIDAD DE USO
	VoIP Full Duplex	Ajuste de Resolución Video	Encriptación Autenticación URL Única		Usuarios	Desarrolladores	Múltiples Plataformas (Web – Móvil )	
	✓	✓	✓	\$69 mes/ usuario	✓		✓	✓
	✓	✓	✓	\$32 mes/ usuario	✓		✓	✓
	✓	✓	✓	Open Source				✓
	✓	✓	✓	Open Source		✓	✓	✓

**Figura 2.1 Comparación de tecnologías web conference**  
Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en la figura 2.1, la herramienta Big Blue Button ofrece funcionalidades equivalentes a las soluciones comerciales, y al ser código abierto permite el desarrollo y modificación de los módulos e integración con otras plataformas, sumado al soporte a desarrolladores mediante foros activos y wikis bien documentadas. Es compatible con la mayoría de sistemas operativos y navegadores web, y ofrece la posibilidad de acceder a las salas mediante dispositivos móviles con sistema operativo Android.

### 2.1.3 Elección de la tecnología a utilizar

De acuerdo a lo expuesto en el punto anterior, podemos concluir que las propuestas open source ofrecen las mismas funcionalidades que las propuestas de pago. En este sentido valdría la pena contratar un servicio de pago en caso se desee recibir soporte tecnológico de la plataforma, sin embargo podríamos optimizar costos implementando una solución abierta y asignando el soporte tecnológico al área de Soporte de la Dirección de Informática Académica.

Con respecto a las soluciones de código abierto, Big Blue Button ofrece, a diferencia de Open Meetings, una mayor facilidad en la implementación y adaptabilidad al contar con una documentación bien detallada y foros de ayuda en constante actividad [BBB2012]. Big Blue Button apunta a convertirse en la mejor solución web conferencing en algunos años, por ello los desarrolladores aún siguen liberando nuevas versiones con optimizaciones en el uso de recursos y nuevas funcionalidades. La última versión (0.8) fue lanzada el 18 de junio de 2012 [BBB2012].

Es por ello que para el diseño de Aula Virtual PUCP, se optará por utilizar Big Blue Button para las Sesiones Web Conferencing, ya que soluciona las necesidades de Aula Virtual expuestas en el planteamiento del problema.



**Figura 2.2 Solución Big Blue Button**  
Fuente: Elaboración Propia

## 2.2 Aula Virtual PUCP

Big Blue Button por sí sólo no ofrece las funcionalidades necesarias para ser utilizado como herramienta de apoyo para los cursos y conferencias, ya que se requiere de una aplicación externa que gestione las salas. Afortunadamente Big Blue Button cuenta con un API bien documentado, que nos permite gestionar las salas mediante

peticiones HTML al Servidor Big Blue Button (Servidor BBB). A continuación se presentan las necesidades de la plataforma de gestión de sesiones:

### **2.2.1 Gestión de Sesiones Web Conferencing**

#### **a) Salas**

El objetivo de Aula Virtual es tener múltiples salas y que éstas puedan incluso operar simultáneamente. Es por eso que Aula Virtual debe Crear, Actualizar y Eliminar Salas.

#### **b) Permisos**

Asigna permisos a los participantes antes de acceder a la Sala. Estos pueden ser de Moderador (Controla la Sala, puede dar la palabra, subir presentaciones, etc.) o de Asistente (Solo puede escuchar la exposición y pedir la palabra).

#### **c) Configuración**

Cada usuario administra varias salas, por lo que es importante que pueda configurarlas, actualizando los permisos, claves, mensajes de bienvenida, etc.

#### **d) Monitoreo**

Muestra el estado de las salas, indicando la información de la misma, así como los participantes que se encuentran actualmente en ella.

### **2.2.2 Gestión de Eventos**

#### **a) Eventos**

Crear Eventos de Sesiones Web Conferencing. Adicionalmente se puede actualizar y eliminar los eventos notificando a los participantes. Los participantes podrán acceder mediante una clave o solicitando una suscripción.

#### **b) Alertas**

Aula Virtual debe enviar a los participantes recordatorios sobre eventos próximos

#### **c) Grabación de Eventos**

Grabar los Eventos y almacenarlos, para que los usuarios puedan visualizarlos en cualquier momento.

## **Capítulo 3**

### **Análisis y Diseño**

En el presente capítulo se presenta el Análisis y Diseño de la Propuesta para Aula Virtual PUCP basándonos en las necesidades de la Plataforma de Gestión presentadas en el capítulo anterior.

#### **3.1 Diagrama de Casos de Uso**

Los Diagramas de Casos de Uso son una herramienta importante para describir la funcionalidad del Sistema, mostrando el comportamiento de los actores al pasar por los distintos procesos [DAZ2010].

##### **Actores**

Para el diseño, se identifican los siguientes tipos de actores:

Invitado: Es aquella persona que accede a la plataforma sin autenticarse ni crear una sesión. Se le puede otorgar ciertos permisos si cuenta con las claves correspondientes para las salas.

Usuario: Es aquella persona que posee una cuenta en Aula Virtual y se ha autenticado iniciando una sesión.

Creador Espacio: Es aquel Usuario que ha creado un Espacio, y que por lo tanto tiene todos los permisos de administrador en él.

Admin Espacio: Es aquel Usuario al cual se le ha asignado el Permiso de Administrador en un Espacio

### Diagrama de Caso de Uso: Registrar Cuenta

El invitado que desee registrar su cuenta, debe primero ingresar sus datos para que el sistema los valide. Una vez validado, se creará el usuario, perfil y sala. Sin embargo la cuenta permanecerá inactiva hasta que el usuario ingresa a link de activación de cuenta que se le envió al correo. Una vez activada la cuenta, el usuario tiene la opción de iniciar sesión y actualizar los datos de su perfil. El diagrama se muestra en la Figura 3.1.

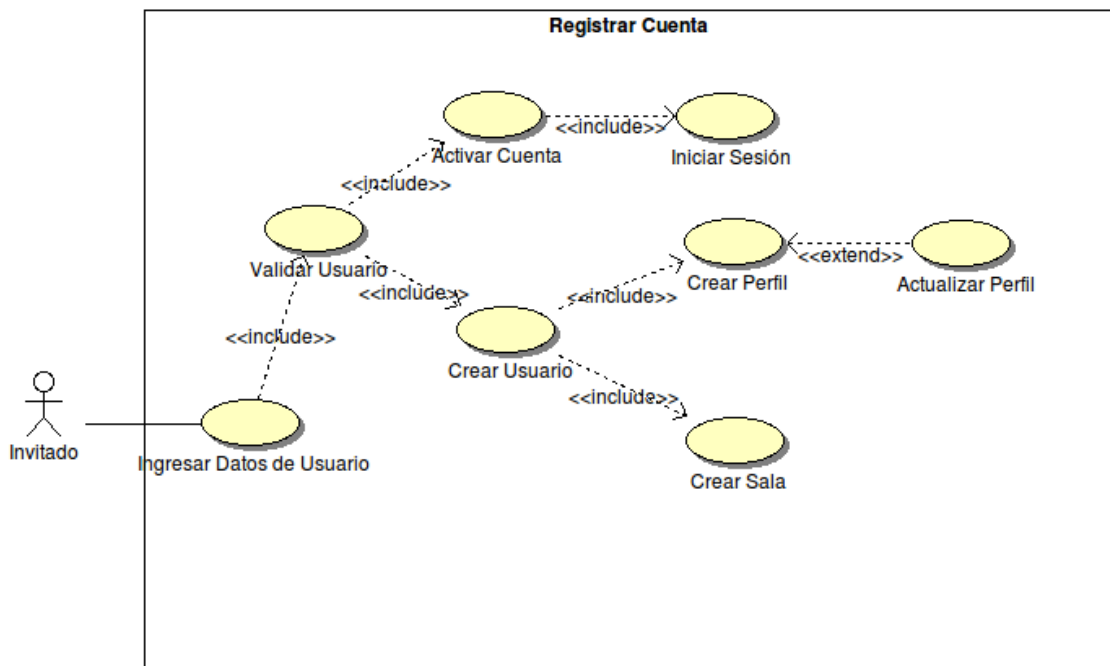


Figura 3.1 Diagrama de Caso de Uso: Registrar Cuenta

Fuente: Elaboración Propia

### Diagrama de Caso de Uso: Crear Espacios

Un usuario puede crear varios Espacios, aparte del que se le asignó inicialmente al activar su cuenta. Para crear un nuevo espacio, primero debe proporcionar los datos y privacidad del espacio. Una vez validado los datos, se crea el espacio, el perfil del espacio, y la sala asignada a este nuevo espacio. El diagrama se muestra en la Figura 3.2.

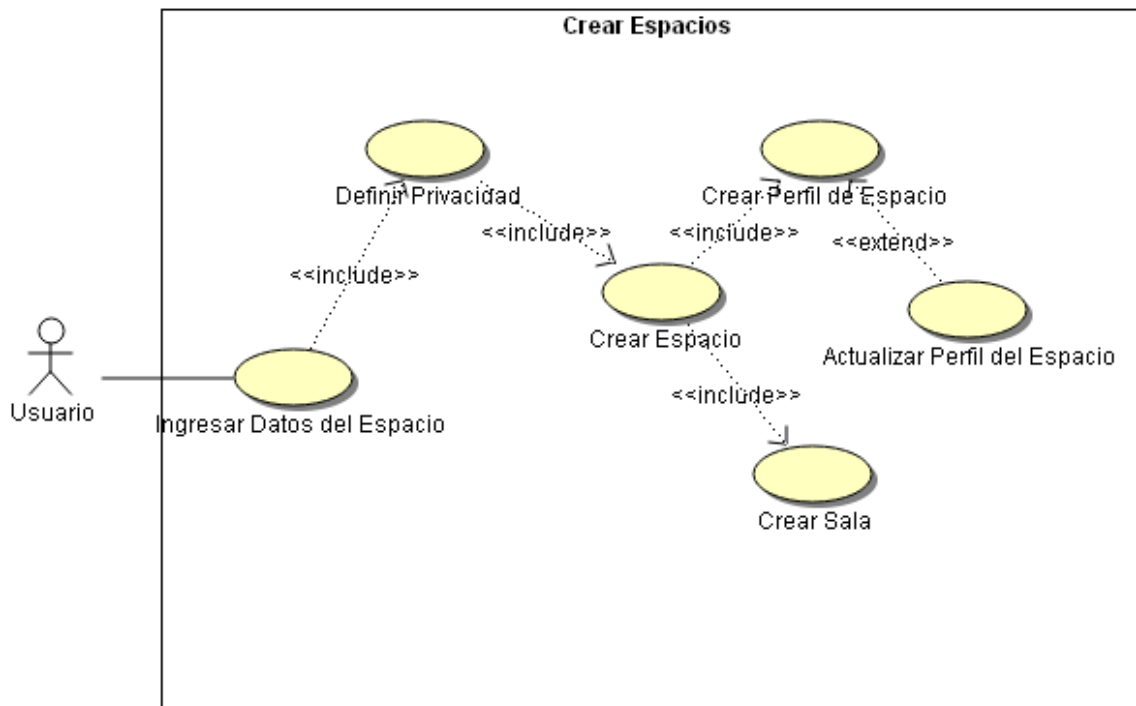
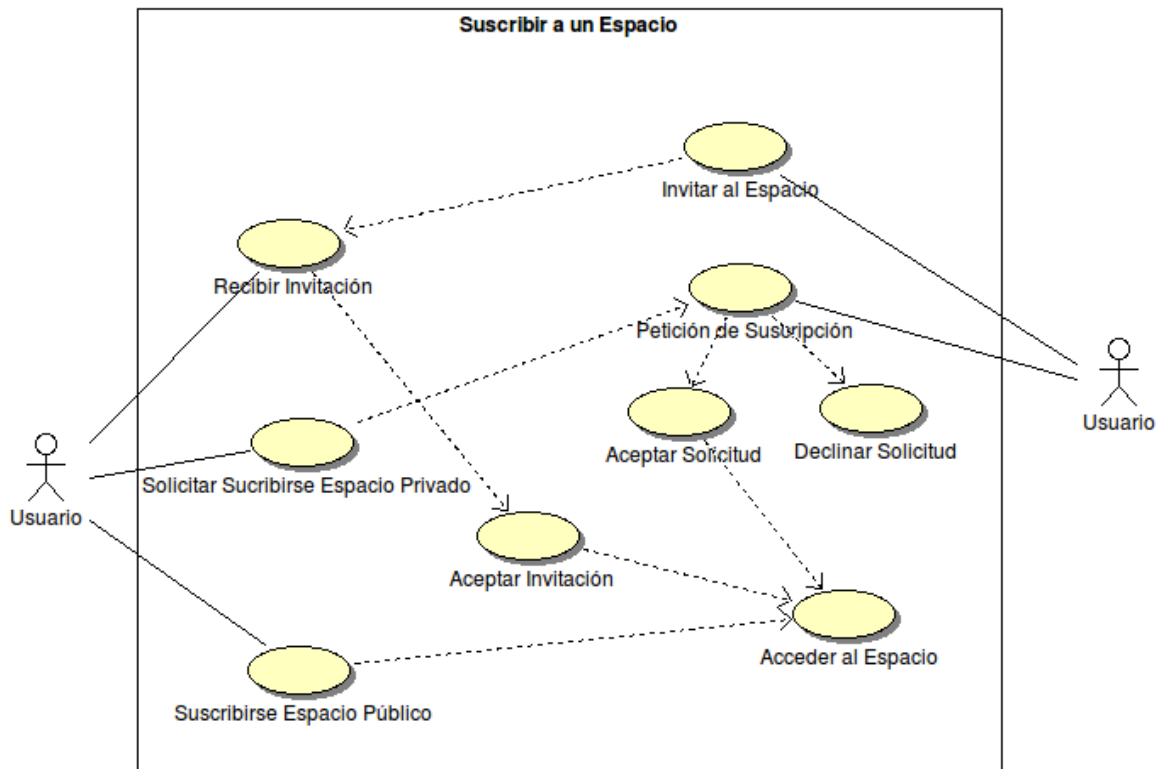


Figura 3.2 Diagrama de Caso de Uso: Crear Espacios

Fuente: Elaboración Propia

### Diagrama de Caso de Uso: Suscribirse a un Espacio

Para suscribirse a un espacio existen varios escenarios. En caso de Recibir una Invitación, el usuario debe aceptarla para poder suscribirse al espacio. Si el usuario no recibe una invitación y desea suscribirse a un Espacio Privado, deberá enviar una petición de suscripción. Posteriormente los administradores del espacio deberán aceptar o declinar la solicitud. En caso el usuario desea suscribirse a un espacio Público, esto se hace de manera automática al enviar la solicitud. El diagrama se muestra en la Figura 3.3.

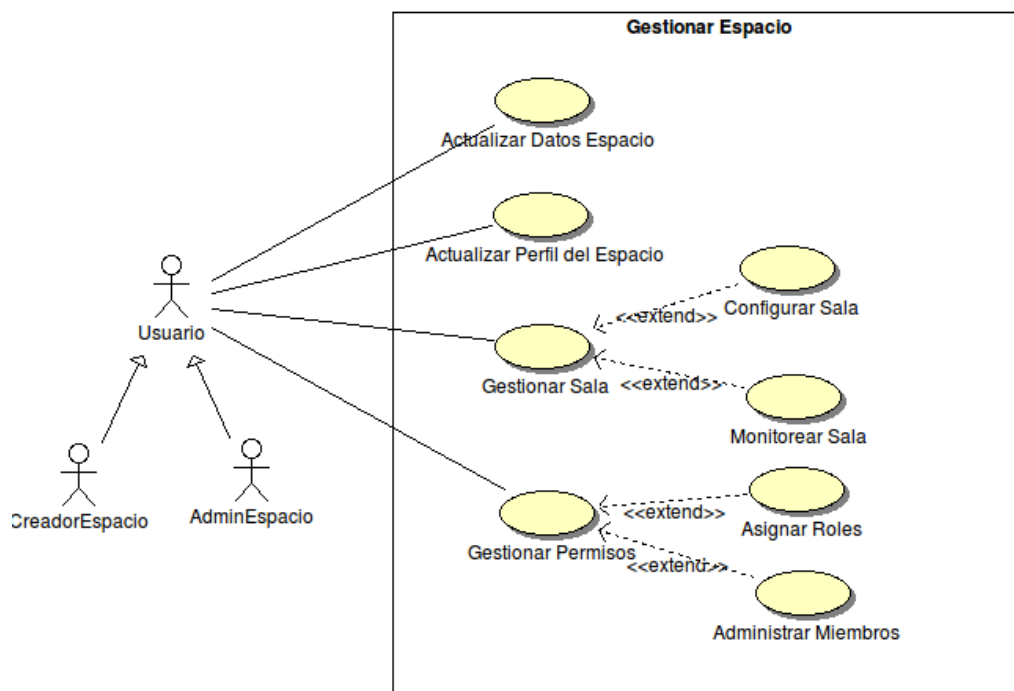


**Figura 3.3 Diagrama de Caso de Uso: Suscribir a un Espacio**

Fuente: Elaboración Propia

### Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Espacio

Un usuario con permisos de administrador en un espacio, es decir el creador del espacio y otros participantes a los que se les asignó este permiso, pueden gestionar los datos y configuraciones del mismo. Entre los procesos posibles se encuentran: Actualizar los datos del Espacio, Actualizar los datos del Perfil del Espacio, Gestionar la Sala asignada a este espacio (Configurar Parámetros: Nombre, Mensaje de Bienvenida, Número máximo de participantes, Claves de Moderador y Asistente), Monitorear la Sala en tiempo real visualizando a los participantes que se encuentran en la sala y Gestiona los permisos del Espacio (Administrador o Participante) y de la Sala (Moderador o Asistente). El diagrama se muestra en la Figura 3.4.



**Figura 3.4 Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Espacio**

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Diagrama de Caso de Uso: Acceder a la Sala de un Espacio**

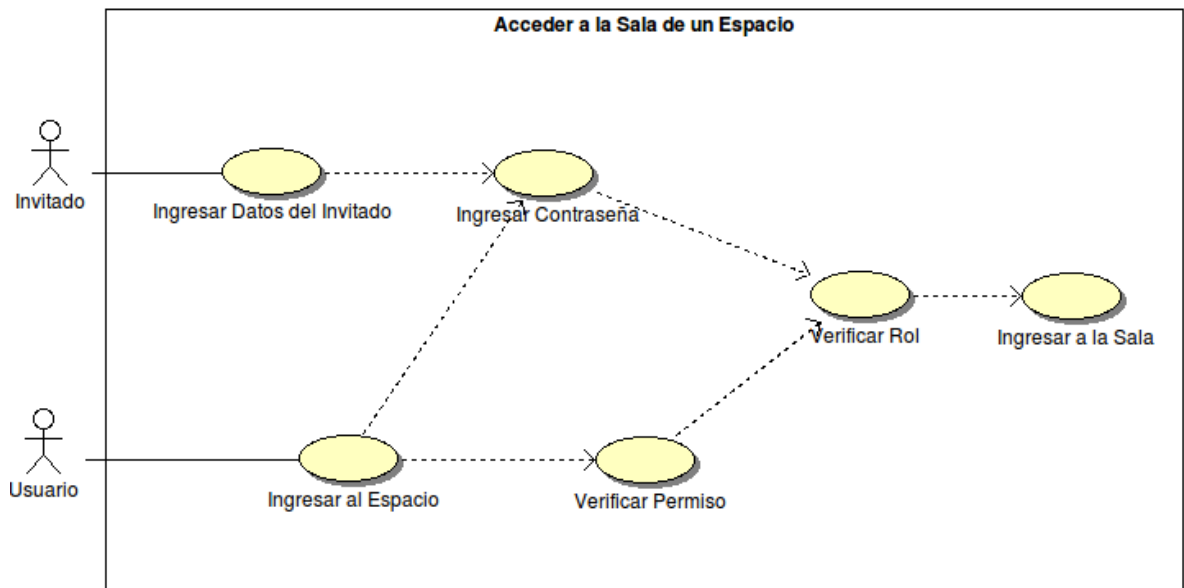
Para acceder a la Sala de un Espacio, existen dos escenarios. El primero es ingresando como Invitado. En este caso se pide ingresar un Nombre y la Clave proporcionada por el administrador del Espacio. En caso sea un usuario autenticado, simplemente se valida los permisos en la plataforma y se verifica el Rol que le corresponde en la Sala. También tiene la opción de ingresar sin ser participante, utilizando la clave de la sala. El diagrama se muestra en la Figura 3.5.

### **Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Eventos**

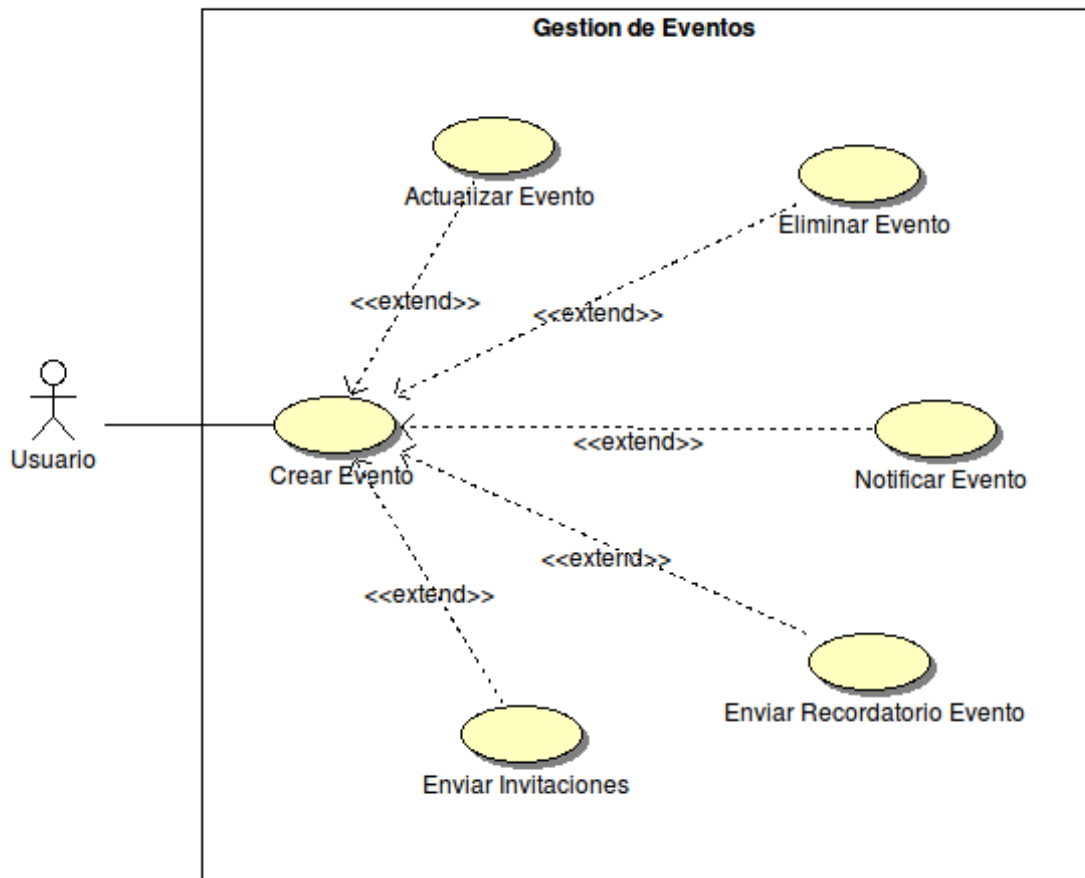
Los usuarios pueden Gestionar Eventos en los espacios donde tienen rol de Administrador. Pueden crear eventos e invitar a los participantes al evento. Los participantes pueden ser miembros de Aula Virtual o externos mediante correo electrónico. Los procesos posibles son Actualizar y Eliminar el evento, en ambos casos se envían notificaciones a todos los participantes.

Adicionalmente, el sistema envía recordatorios a todos los participantes un día antes del evento. El diagrama se muestra en la Figura 3.6.





**Figura 3.5 Diagrama de Caso de Uso: Acceder a la Sala de un Espacio**  
**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 3.6 Diagrama de Caso de Uso: Gestionar Evento**  
**Fuente: Elaboración Propia**

## 3.2 Diagrama de Clases

Una de las etapas más importantes y posiblemente más trabajosas es determinar las clases que soportarán el comportamiento del sistema. Para ello existen una serie de esquemas que nos permiten identificar las clases, como los Diagramas de Clases [DAZ2012].

Como se puede observar en el Diagrama de Clases de la Figura 3.7, las clases más importantes son Users y Spaces. Existe una Agregación por Valor entre todas las clases, ya que están condicionadas a su existencia unas con otras. Las clases Users y Spaces son la base para las clases Profiles, BigBlueButton\_Rooms y Events, las cuales son a su vez la base de otras clases como BigBlueButton\_Server, Participants, Db\_files e Invitativos. Las clases Admissions y Permissios requieren agregación de las clases Users y Spaces. A continuación se explica cada una de las clases:

- **Clase Users:** Usuarios registrados en el Sistema.
- **Clase Spaces:** Espacios registrados en el Sistema.
- **Clase Profiles:** Perfiles de Usuarios o Espacios.
- **Clase BigBlueButton\_Rooms:** Salas Big Blue Button asignadas a Usuarios o Espacios. Los atributos corresponden a parámetros necesarios para crear sesiones.
- **Clase Events:** Eventos registrados en el Sistema.
- **Clase BigBlueButton\_Server:** Servidor Big Blue Button. Los atributos corresponden a los parámetros del servidor.
- **Clase Participants:** Participantes de un Evento.
- **Clase Db\_Files:** Archivos pre cargados a un Evento.
- **Clase Invitations:** Invitaciones enviadas a Usuarios.
- **Clase Admissions:** Solicitudes de suscripción a un Espacio.
- **Clase Permissions:** Permisos y Roles en un determinado Espacio.
- **Clase Messages:** Mensajes internos del Sistema.
- **Clase Logs:** Registros de las acciones de los usuarios.
- **Clase Site:** Sitio donde está alojado el sistema.

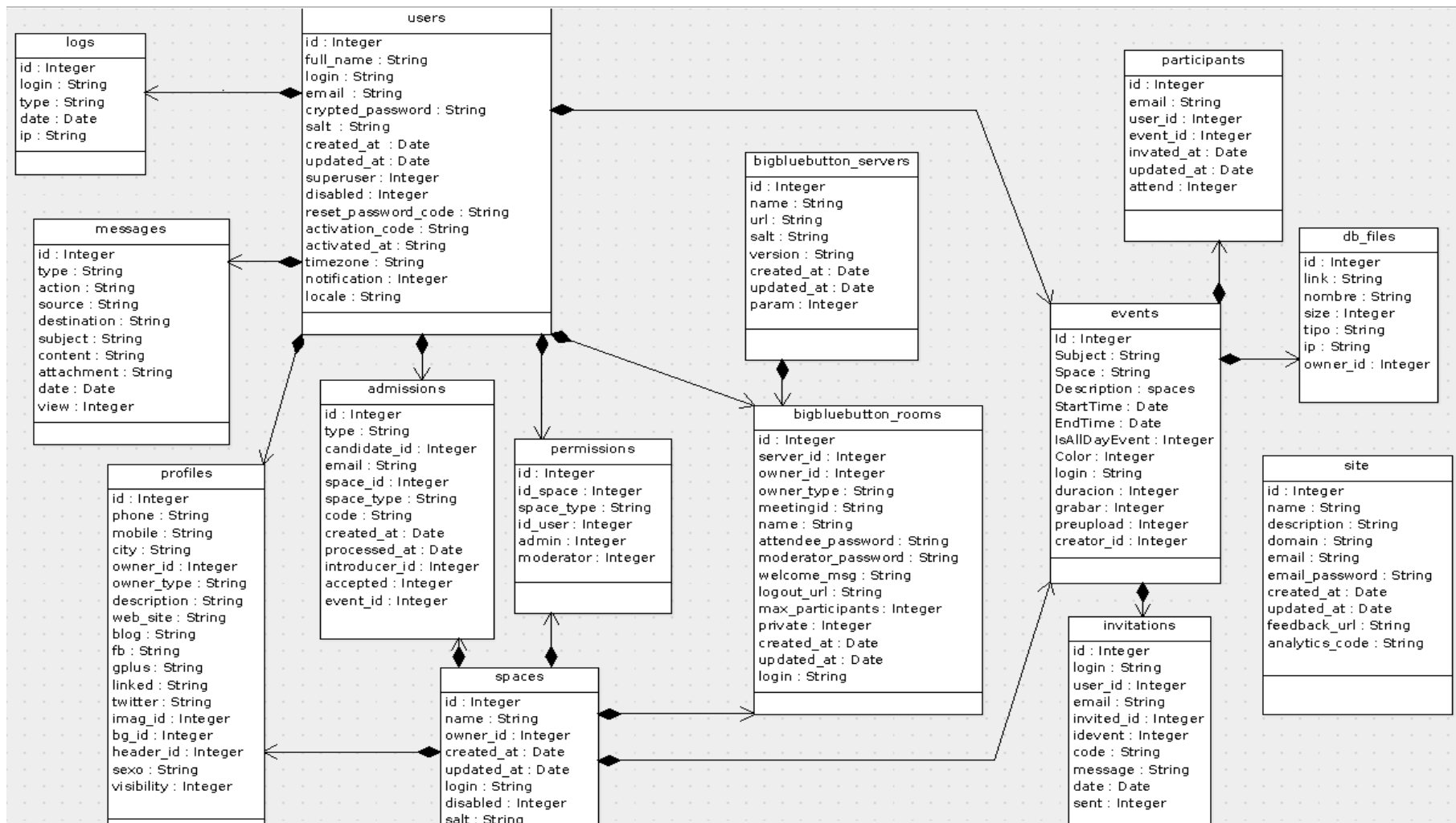


Figura 3.7 Diagrama de Clases

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Diagrama de Despliegue

El Diagrama de Despliegue se utiliza para modelar el hardware utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre sus componentes [DAZ2010]. A continuación se presenta el Diagrama de Despliegue de la Solución Aula Virtual y la descripción de sus componentes.

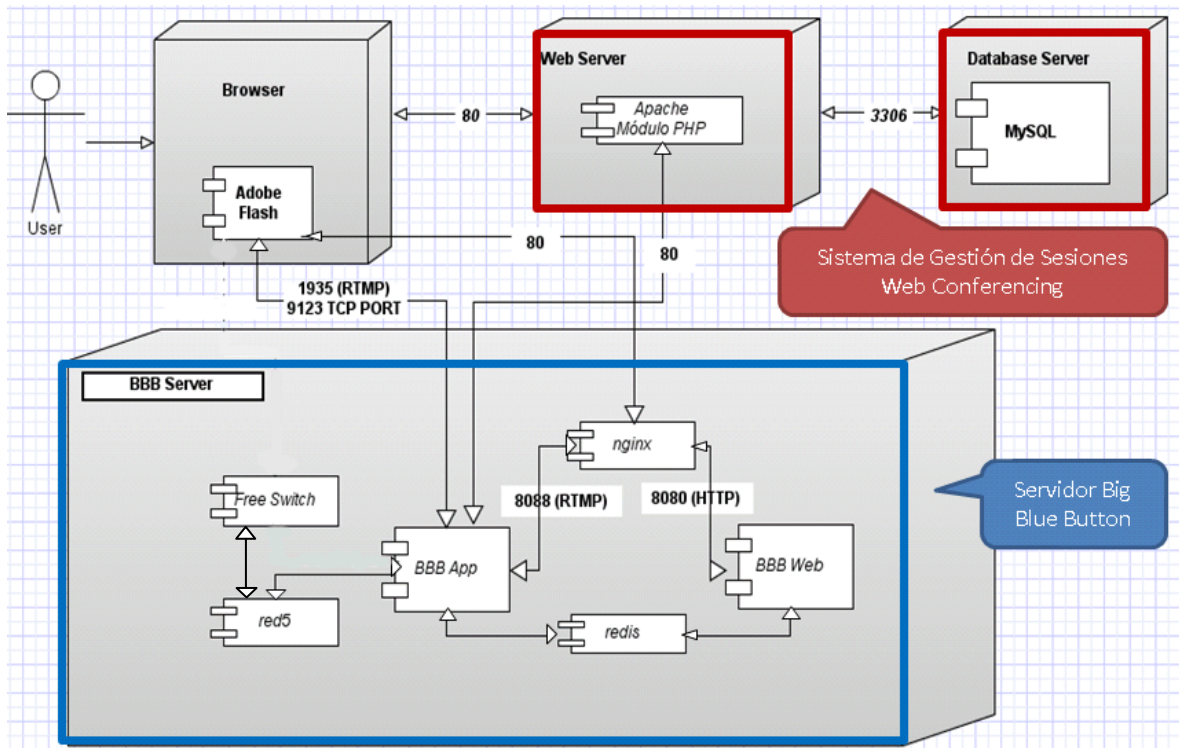


Figura 3.8 Diagrama de Despliegue

Fuente: Elaboración Propia

#### Browser

Navegador o browser con el Plugin de Adobe Flash instalado y soporte para HTML5, en caso se quieran visualizar las sesiones grabadas.

#### Web Server

Servidor Web Apache con el Módulo PHP instalado. Servidor virtual con capacidad de 20GB, un núcleo y Memoria RAM de 2GB. El Browser establece una sesión con el Web Server a través del puerto 80 (HTTP). Este servidor contiene la aplicación de gestión de sesiones web conferencing.

### **Database Server**

Servidor de Base de Datos MySQL. Almacena la información de los usuarios, espacios, permisos y eventos utilizados en la gestión de las sesiones web conferencing. Establece conexión con el Web Server a través del puerto 3306.

### **BBB Server**

Servidor Big Blue Button, el cual tiene instalados varios servidores que soportan las funcionalidades de la web conferencing.

Para la transmisión de video, el browser se conecta mediante RTMP (Puerto 1935) al Servidor BBB App que direcciona el flujo al Servidor Red5. Para la transmisión de audio, el servidor Red5 reenvía el flujo al servidor Free Switch para la mezcla de los distintos flujos de audio, posteriormente el audio mezclado es reenviado al servidor Red5 para su difusión. En el caso de compartir el escritorio, se utiliza el plugin de java y se conecta con el Servidor BBB App a través de un puerto TCP (9123).

Para ingresar al Cliente BBB (Vista Web) el browser se conecta por el Puerto 80 al servidor Nginx (Servidor Web).

El servidor Nginx es el encargado de mostrar el flujo de audio y video que le llega del BBB App y la presentación a través del BBB Web. BBB Web es el encargado de convertir las presentaciones cargadas a formato flash utilizando distintas herramientas como Open Office, ImageMagic, etc. También es el encargado de crear la sesión en la sala. Para un mayor detalle de la arquitectura del Servidor BBB ver Anexo2.

## **Capítulo 4**

### ***Construcción y Validación del Sistema Integrado***

En el presente capítulo se presenta a detalle las interfaces o prototipos implementados basados en el diseño elaborado en el capítulo anterior. Además se mostrarán los resultados obtenidos en las distintas pruebas.

#### **4.1 Prototipos**

##### **4.1.1 Acceso Inicial**

###### **a) Portada**

En la Portada de Aula Virtual se ha buscado que el usuario se sienta familiarizado con la herramienta, conociendo las distintas funcionalidades y comprobando que su computadora se encuentra en las mejores condiciones para acceder sin problemas a la plataforma (Verificar si tiene instalado el Plugin de Flash y si su navegador se encuentra actualizado). Además se recomienda el uso de navegadores que soporten HTML5, ya que se requiere para visualizar las sesiones grabadas.



**Figura 4.1 Portada Aula Virtual PUCP**

Fuente: Elaboración Propia

### b) Registrar Cuenta

En la interfaz para registrar cuenta, el usuario ingresa sus datos personales, crea un usuario y contraseña, y acepta las condiciones del servicio especificadas por la Dirección de Informática Académica PUCP. La interfaz valida la longitud mínima de los campos y la utilización de caracteres correctos. Además se verifica si el email y el usuario ingresados son válidos, es decir si pertenecen a la comunidad PUCP y no han sido utilizados anteriormente en un registro.



**Figura 4.2 Registro de Cuenta Aula Virtual PUCP**

Fuente: Elaboración Propia

### c) Envío del Código de Activación

Al terminar el registro se envía un link al correo PUCP con el Código de Activación, con la finalidad de verificar la autenticidad del mismo.

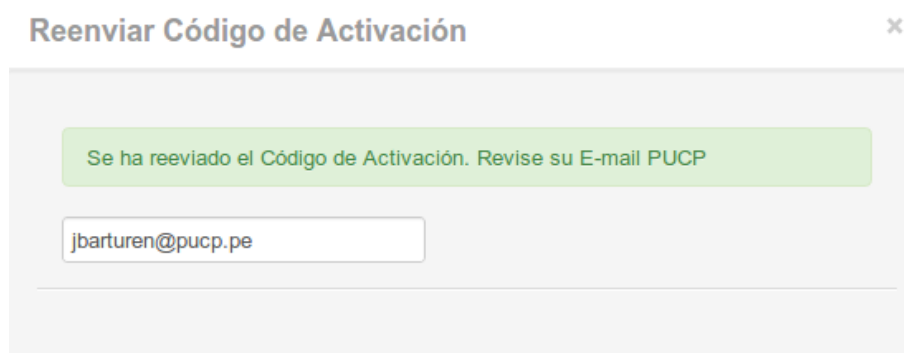


**Figura 4.3 Envío de Código de Activación de Cuenta**

**Fuente: Elaboración Propia**

### d) Reenvío de Código de Activación

Opcionalmente, en caso no se haya recibido el código de activación al correo, este se puede solicitar nuevamente.



**Figura 4.4 Reenvío de Código de Activación**

**Fuente: Elaboración Propia**

### e) Modificación de Perfil del Usuario

Una vez autenticada la cuenta, se podrá ingresar datos adicionales al perfil del usuario, así como definir la privacidad de los datos. Se podrá agregar una imagen al perfil, agregar una descripción, entre otros datos de contacto.



**Figura 4.5 Modificación de Perfil de Usuario**

Fuente: Elaboración Propia

#### f) Modificación de Cuenta

En caso sea necesario se puede modificar el Nombre y Apellido del Usuario, así como el Email PUCP (Migración de “pucp.edu.pe” a “pucp.pe”). En caso de modificación de correo se debe autenticar nuevamente la cuenta. También se puede definir si se desea recibir notificaciones al correo.

**Figura 4.6 Modificación de Cuenta**

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2 Gestión del Espacio

Al registrar y autenticar la cuenta, se crea un espacio (Perfil) y una Sala Web Conferencing es asignada a este espacio.



Figura 4.7 Espacio y Sala Aula Virtual PUCP

Fuente: Elaboración Propia

En la pestaña Inicio de cada espacio te la opción de Probar la Conexión antes de ingresar a una sala. Se ejecuta una aplicación flash que verifica la velocidad de conexión y el correcto funcionamiento de la webcam, micrófono y audio.

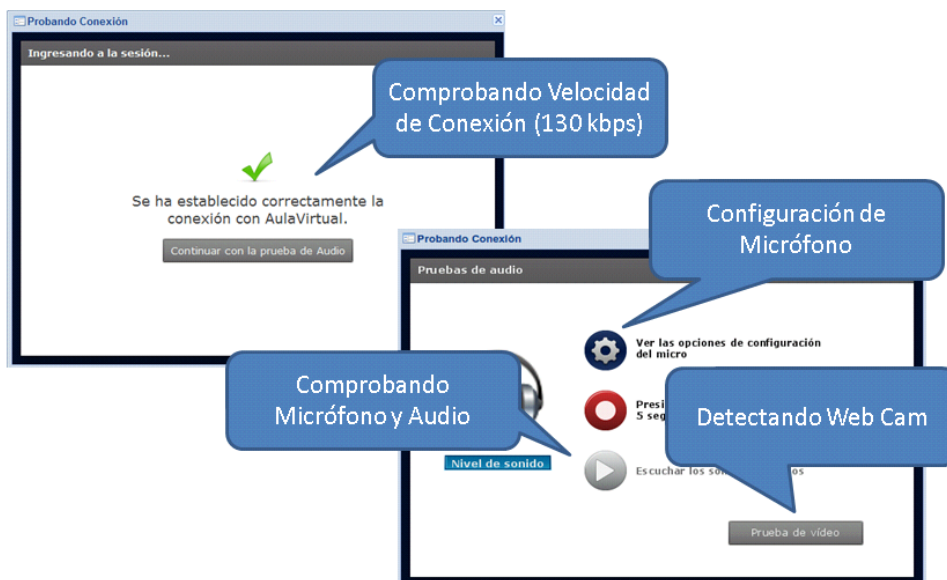


Figura 4.8 Plugin Flash para Probar Conexión

Fuente: Elaboración Propia

En la misma pestaña, se puede visualizar la lista de sesiones grabadas ordenadas por fecha. Para esto es importante contar con un navegador que soporte HTML5.



Figura 4.9 Lista de Sesiones Grabadas Disponible

Fuente: Elaboración Propia

Las sesiones grabadas se almacenan en el servidor Big Blue Button mediante un sistema de archivos. Cada vez que se tiene una petición de grabación (Al momento de crear la sesión) se crea una carpeta con el meetingid y un código playback como identificador de la grabación. En la Figura 4.10 se observan las carpetas que corresponden a cada una de las grabaciones.

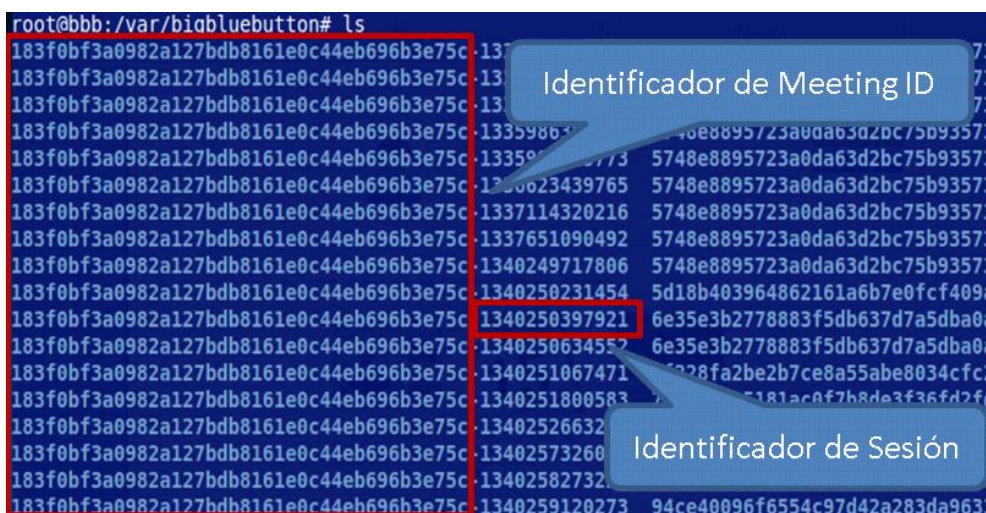


Figura 4.10 Carpetas generadas durante Grabación

Fuente: Elaboración Propia

Constantemente se ejecuta un script en Ruby mediante un *cron*, que verifica si hay una tarea de grabación pendiente, es decir si se ha creado una carpeta y no ha sido procesada. Como se puede observar en la carpeta 4.11 se tienen almacenados el audio y presentaciones (slides) en una carpeta temporal. La función del script es copiar estos archivos a la carpeta publish, para poder ser luego accedidos por el usuario.



**Figura 4.11 Ejemplo de Carpetas Generadas para la Grabación**

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el API de BBB se puede recuperar la ruta o ubicación de la carpeta. La función *get\_recordings* del Anexo 3, nos devuelve un arreglo con las grabaciones encontradas por meetingid (Identificador de sesiones de una misma sala).

Finalmente la consulta nos devuelve un *PlayBackFormat URL* que apunta a un código en HTML5 que ejecuta el audio y va mostrando una transición de las diapositivas de acuerdo a los intervalos de *events.xml*, utilizando el script *popcorn.js*. El código HTML5 para visualizar las grabaciones se encuentra en el Anexo 4.

En la Figura 4.12 se muestra la interfaz de visualización de las grabaciones. Debido a que es un Código HTML5 y no un archivo de video, por ahora no es posible descargar la grabación.





Figura 4.12 Interfaz de visualización de grabaciones

Fuente: Elaboración Propia

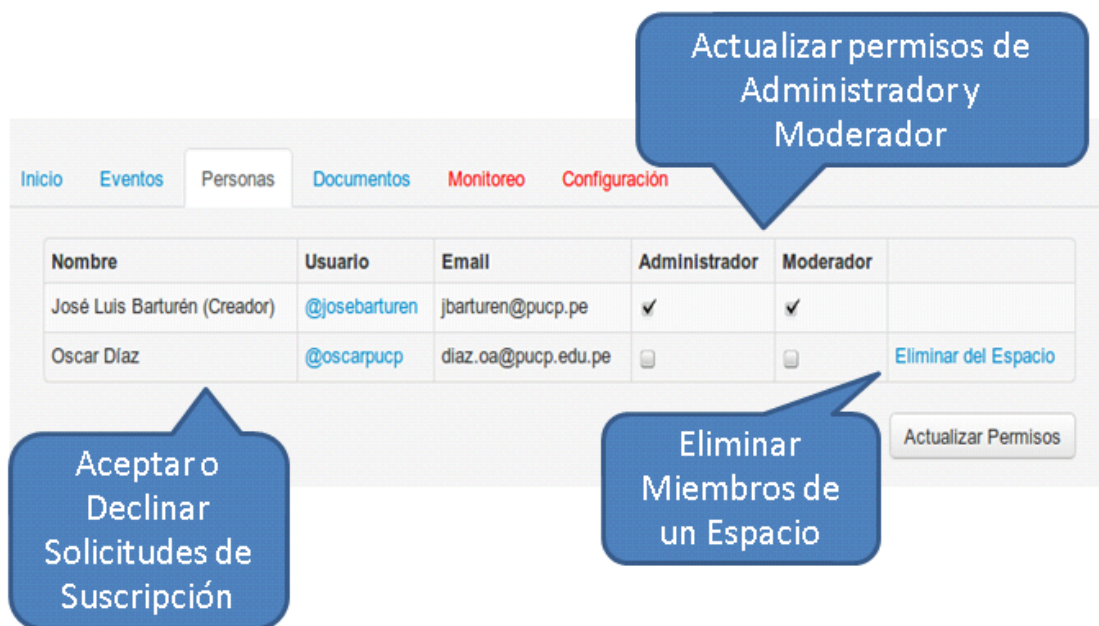
En la pestaña Eventos se visualiza el listado de Eventos próximos y pasados que corresponden a un espacio determinado.



Figura 4.13 Pestaña Eventos – Espacios Aula Virtual PUCP

Fuente: Elaboración Propia

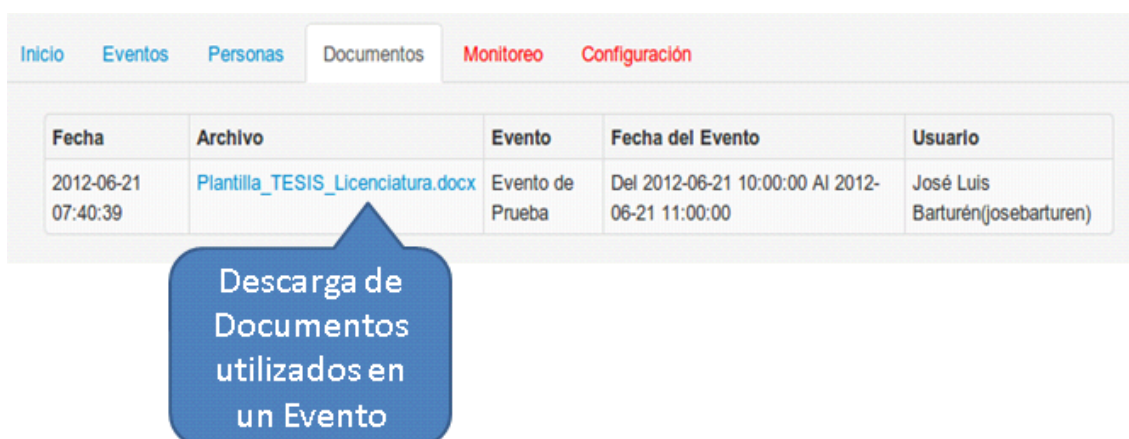
En la pestaña Personas se muestra el listado de los miembros del Espacio. Aquí se pueden actualizar los permisos (Administrador o Participante), y los Roles (Moderador o Asistente). Además se pueden eliminar a los miembros de un espacio.



**Figura 4.14 Pestaña Personas – Espacios Aula Virtual PUCP**

Fuente: Elaboración Propia

En la pestaña Documentos se muestra el listado de los documentos utilizados durante un Evento.



**Figura 4.15 Pestaña Documentos – Espacios Aula Virtual PUCP**

Fuente: Elaboración Propia

En la pestaña Monitoreo se visualiza el Estado de la Sala. En caso de haber participantes en la Sala se muestra la Información de la Sala, donde se indica la Fecha

de Creación, la Fecha de inicio, el número de participantes, el número de moderadores y un listado detallado de los Participantes e Invitados a la Sala.

Forzar Cierre de Sala. Interrupción de Sesión

Estado de la Sala: Hay participantes en la Sala

Forzar Cierre de la Sala

INFORMACIÓN DE LA SALA				
Estado	Nombre de la Sala	Fecha Creación	Grabando	Forzado a Cerrarse
SUCCESS	josebarturen Room	2012-06-21 07:42:39	false	false

Fecha Inicio	Fecha Fin	Participantes en la Sala	Máximo de Participantes	Moderadores en la Sala
2012-06-21 07:42:41	0	2	40	1

PARTICIPANTES EN LA SALA		
Nombre	Usuario	Rol
José Luis Barturén	josebarturen	MODERATOR

INVITADOS EN LA SALA		
Nombre	Usuario	Rol
Juan Perez	Invitado	VIEWER

Información de la Sesión

Usuarios de Aula Virtual en la Sala

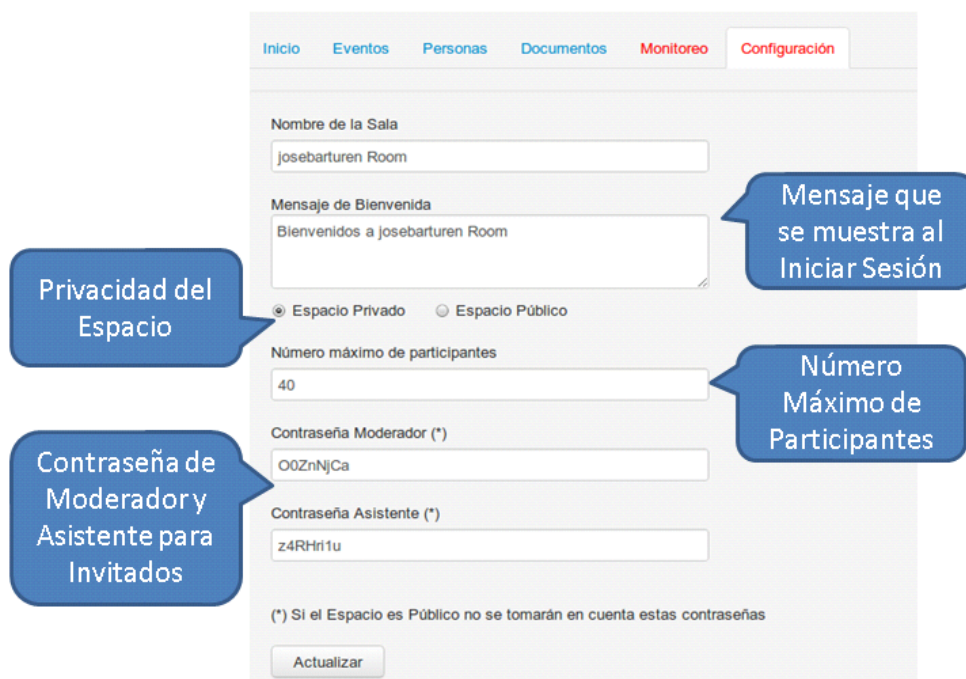
Usuarios Externos en la Sala (Invitados)

**Figura 4.16 Pestaña Monitoreo – Espacios Aula Virtual PUCP**

**Fuente: Elaboración Propia**

Para esto se utilizan las funciones *is\_meeting\_running* y *get\_meeting\_info* que interactúan con el API de Big Blue Button brindando información sobre el Estado de una determinada Sala (Ver Anexo 5). Adicionalmente te da la opción de forzar el cierre de la sala.

En la pestaña Configuración, se actualizan datos de la Sala como Nombre de la Sala, Mensaje de Bienvenida, Privacidad, número máximo de participantes, contraseña de moderador y asistente. Todos estos parámetros se utilizan cuando se crea una sesión mediante la petición HTML al servidor Big Blue Button.



**Figura 4.17 Pestaña Configuración– Espacios Aula Virtual PUCP**

**Fuente: Elaboración Propia**

Las pestañas Monitoreo y Configuración solo pueden ser visualizadas por los administradores de un Espacio.

Se puede invitar usuarios a formar parte de un determinado Espacio mediante la siguiente interfaz:



**Figura 4.18 Interfaz para Invitar al Espacio – Espacios Aula Virtual PUCP**

**Fuente: Elaboración Propia**



Los usuarios serán notificados por correo electrónico como se muestra a continuación:



**Figura 4.19 Notificación de Invitación al Espacio – Espacios Aula Virtual PUCP**

**Fuente: Elaboración Propia**

### Creación de Espacios

Cada usuario puede crear la cantidad de Espacios que desee, aparte del que se le fue asignado al crear su cuenta.

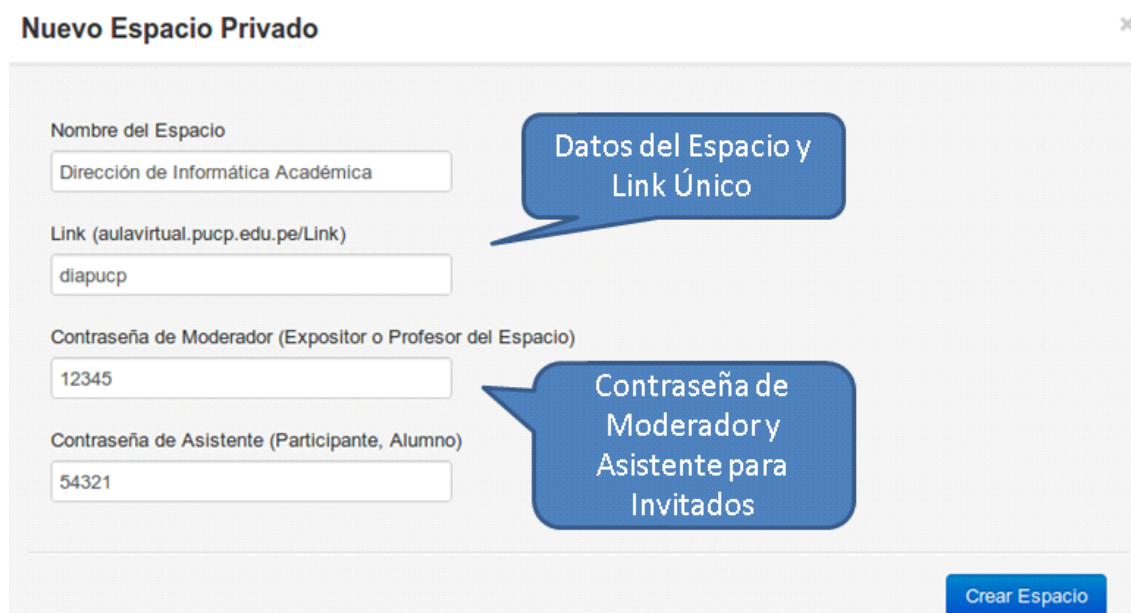
Primero de elegir la privacidad del Espacio. Esta privacidad luego puede ser modificada. En caso decida crear un Espacio Público, se le solicitará un Nombre de Espacio y un Link, para que los usuarios puedan identificar rápidamente el espacio.

The image shows a web form titled 'Nuevo Espacio Público'. It has two input fields: 'Nombre del Espacio' with the value 'Dirección de Informática Académica' and 'Link (aulavirtual.pucp.edu.pe/Link)' with the value 'diapucp'. A blue speech bubble points to the form with the text 'Datos del Espacio y Link Único'. At the bottom right, there is a blue button labeled 'Crear Espacio'.

**Figura 4.20 Creación de Nuevo Espacio Público**

**Fuente: Elaboración Propia**

En el caso de Espacios privados, se pide adicionalmente agregar una clave para los usuarios moderadores y asistentes. Estas claves las utilizarán los usuarios que no posean cuenta en Aula Virtual y deseen ingresar a las salas como invitados.



The image shows a web form titled "Nuevo Espacio Privado" with a close button (x) in the top right corner. The form contains four input fields and a "Crear Espacio" button at the bottom right. Two blue callout boxes highlight specific parts of the form:

- The first callout, labeled "Datos del Espacio y Link Único", points to the "Nombre del Espacio" field (containing "Dirección de Informática Académica") and the "Link (aulavirtual.pucp.edu.pe/Link)" field (containing "diapucp").
- The second callout, labeled "Contraseña de Moderador y Asistente para Invitados", points to the "Contraseña de Moderador (Expositor o Profesor del Espacio)" field (containing "12345") and the "Contraseña de Asistente (Participante, Alumno)" field (containing "54321").

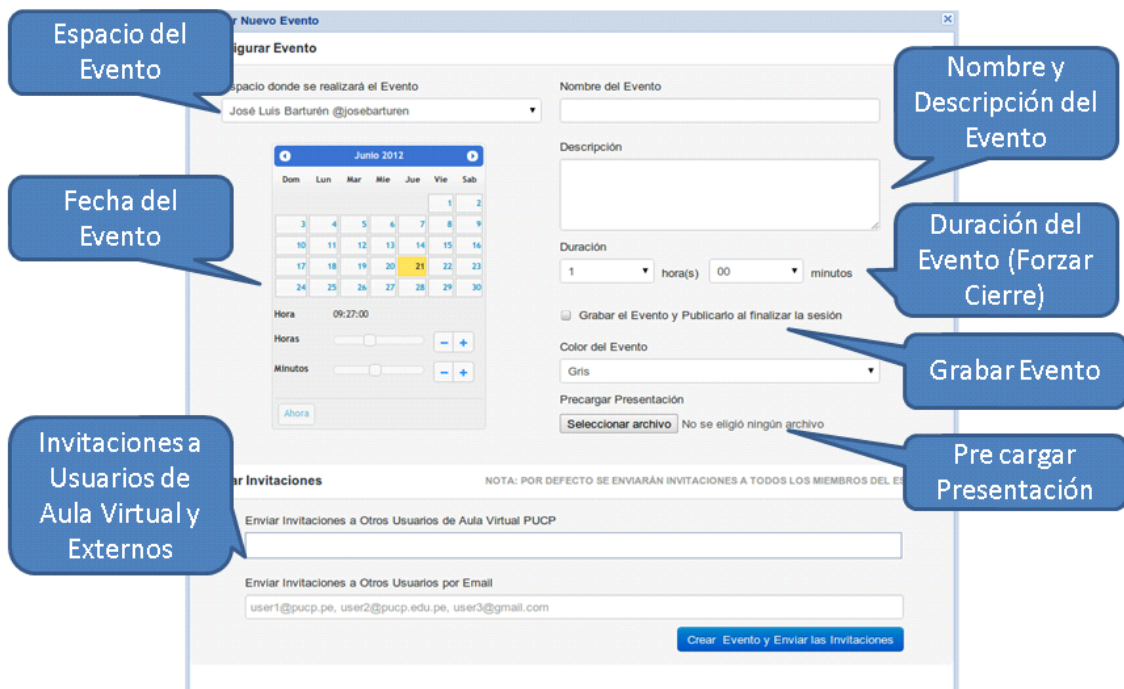
**Figura 4.21 Creación de Nuevo Espacio Privado**

**Fuente: Elaboración Propia**

### 4.1.2 Gestión de Eventos

Uno de las funcionalidades más importantes que se le ha agregado al Servicio Web Conferencing es el manejo de eventos. Los usuarios pueden crear eventos y enviar notificaciones o invitaciones a miembros de Aula Virtual o externos mediante correo electrónico. Los participantes son notificados ante actualizaciones del Evento o la eliminación del mismo. Adicionalmente se envían recordatorios un día antes del evento.

En primer lugar, el usuario debe crear el evento. Solo podrá crear eventos si tiene permiso de administrador. En la interfaz de la figura 4.22, se muestran los campos necesarios para crear un evento. Se requiere un nombre, descripción, la fecha y duración. Se puede también elegir grabar el evento y pre cargar la presentación. Por defecto se envían invitaciones a todos los miembros del espacio. Adicionalmente se pueden enviar invitaciones a otros miembros de Aula Virtual o externos mediante correo electrónico (Ver Figura 4.23).



**Figura 4.22 Interfaz para Crear Eventos**

Fuente: Elaboración Propia



© 2012 Pontificia Universidad Católica del Perú  
 Av. Universitaria cdra. 18, San Miguel, Lima-32, Perú | Telf.: (511) 626-2000  
 Servicio ofrecido por la Dirección de Informática Académica PUCP  
 Comentarios y/o sugerencias a [videoconferencias@pucp.edu.pe](mailto:videoconferencias@pucp.edu.pe)

**Figura 4.23 Notificación de Invitación a Evento**

Fuente: Elaboración Propia

Los eventos creados se visualizan en el Calendario del Espacio, como se observa en la Figura 4.24. Desde el calendario los eventos se puede mover de fecha, simplemente

arrastrando los bloques (Drag and Drop). También se pueden crear eventos haciendo click en la fecha que se desee, editar y eliminar los eventos.



Figura 4.24 Calendario de Eventos

Fuente: Elaboración Propia

### Recordatorio de Eventos

Se envían recordatorios un día antes del evento, indicando la fecha, hora y Espacio donde se realizará el Evento.

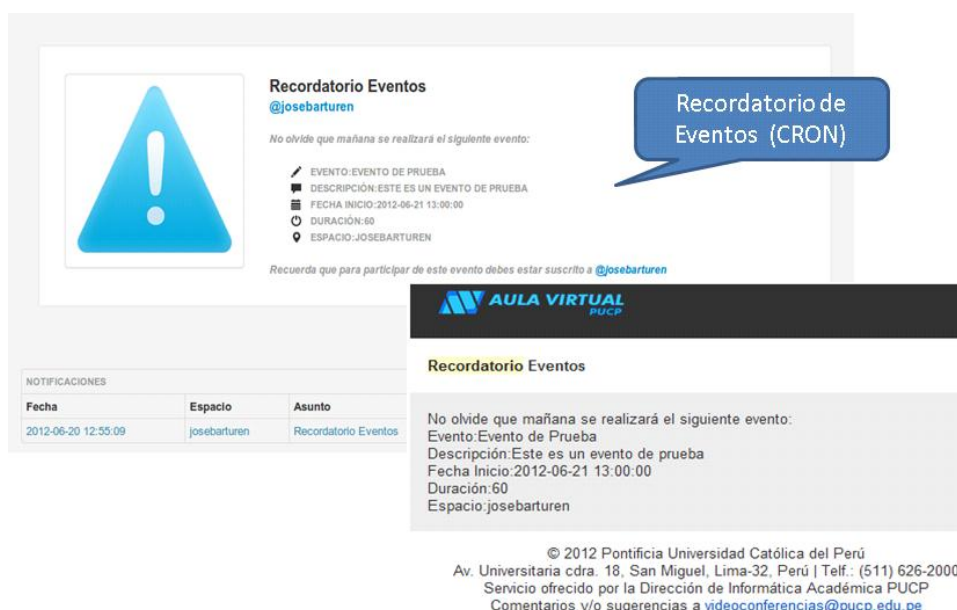



Figura 4.25 Recordatorio de Eventos

Fuente: Elaboración Propia

Para ello se elaboró un script que se ejecuta con una frecuencia de 5 minutos que verifica si hay eventos pendientes por recordar. De igual manera el script verifica si hay notificaciones de invitación o actualización de eventos.

En caso un evento este a 5 minutos de comenzar, el script elimina la sesión. Si la sesión existe, crea una nueva con los parámetros definidos en el Evento. En el Anexo 6, se detalla el script. Para instalar el cron en el Servidor Web, se ejecuta el comando `crontab -e`, y se agrega la línea con el comando necesario para que el script se ejecute cada 5 minutos.

Finalmente, en el módulo Eventos se puede visualizar un consolidado de todos los eventos pasados y próximos de los espacios a los que el usuario está suscrito o ha creado (Ver Figura 4.26).



### Evento de Prueba

[@josebarturen](#)

*Creado por: José Luis Barturén (@josebarturen)*

- ✎ EVENTO: EVENTO DE PRUEBA
- 📄 DESCRIPCIÓN: ESTE ES UN EVENTO DE PRUEBA
- 📅 FECHA INICIO: 2012-06-21 10:00:00
- 🕒 DURACIÓN: 60 MINUTOS
- 📍 ESPACIO: JOSEBARTUREN

EVENTOS PRÓXIMOS

Espacio	Fecha	Duración (minutos)	Nombre	Descripción	Presentación	Creado por
josebarturen	2012-06-21 10:00:00	60	Evento de Prueba	Este es un evento de Prueba	e077dea913056b0ef565.docx	José Luis Barturén (@josebarturen)

EVENTOS PASADOS

Espacio	Fecha	Duración (minutos)	Nombre	Descripción	Presentación	Creado por
oscarpucp	2012-06-20 07:30:00	240	<a href="#">alertHOLA</a>	Prueba alert("HOLA") sera 20 personas http200.37.45.3Calendaroscarpucp		Oscar Díaz (@oscarpucp)
josebarturen	2012-06-13 14:00:00	120	<a href="#">Conferencia América Móviles</a>			José Luis Barturén (@josebarturen)

**Figura 4.26 Módulo de Eventos**

**Fuente: Elaboración Propia**

## 4.2 Validación y Pruebas

Una vez implementada la solución, es necesario validarla. Es por ello que a continuación se describen los procedimientos empleados para verificar la integridad del servidor, la capacidad límite de procesamiento, conexiones simultáneas y las distintas funcionalidades.

### 4.2.1 Integridad del Servidor BBB

#### Utilizando herramientas propias de Big Blue Button

Big Blue Button posee una gran cantidad de archivos de configuración (Ver anexo 7). Un vistazo rápido para saber si el servidor ha sido correctamente configurado, es a través del comando **sudo bbb-conf --check**. A continuación se muestra el resultado de ejecutarlo:

```
root@bbb:~# sudo bbb-conf --check
BigBlueButton Server 0.8-beta-4 (834)
Kernel version: 2.6.32-21-generic-pae
Distribution: Ubuntu 10.04.4 LTS (32-bit)
Memory: 2013 MB

/var/www/bigbluebutton/client/conf/config.xml (bbb-client)
Port test (tunnel): 200.37.45.57
Red5: 200.37.45.57

/etc/nginx/sites-available/bigbluebutton (nginx)
server name: 200.37.45.57
port: 80
client dir: /var/www/bigbluebutton

bigbluebutton/WEB-INF/classes/bigbluebutton.properties
web host: 200.37.45.57

bigbluebutton/WEB-INF/red5-
reference: FreeSWITCH

core/scripts/slides.yml (r
playback host: 200.37.45.57

** Potential problems described below **
root@bbb:~#
```

Problemas Potenciales relacionados a archivos de configuración del BBB Client, Servidor Nginx, Tomcat, Red5 y Script Ruby

`bbb-conf--debug`: Archivos LOG (Errores y Excepciones)  
`bbb-conf--clean`: Depuración de LOGs.

Figura 4.27 Problemas Potenciales en la Configuración del Servidor BBB

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar este script realiza una revisión en busca de procesos o parámetros incorrectos en los archivos de configuración del BBB Client, Servidor Nginx, Tomcat, Red5 y Script Ruby para la grabación de sesiones.

Otro comando importante es **sudo bbb-conf --debug**, el cual permite escanear todos los archivos LOG en busca de errores o excepciones. Se recomienda ejecutar este



comando cada cierto tiempo y en caso no haya errores realizar una depuración de los LOGs con el comando **sudo bbb-conf --clean**.

#### 4.2.2 Prueba de Estrés

Las Pruebas de Estrés a los servidores nos permiten conocer el límite de procesamiento o conexiones simultáneas. En este caso nos centraremos en el Servidor Big Blue Button (Ver Figura 3.8: Diagrama de Despliegue), ya que es quien soportará la mayor cantidad de usuarios conectados a la vez en una misma sesión Web Conferencing, compartiendo grandes cantidades de flujos de datos dependiendo si se tienen activos el streaming de video, audio o escritorio.

Una óptima prueba de estrés para el servidor sería generar carga con muchos usuarios de prueba. Para esto se ha utilizado la herramienta PSI Probe [PSI2012] y Htop [HTO2012] para monitorear el uso de memoria de los servicios.

Además se elaboró un script (Ver Anexo 8), para crear de manera automática un determinado número de sesiones utilizando los API-DEMOS que vienen por defecto al instalar el paquete completo BBB. El script genera “N” pestañas en el navegador Firefox, cada una con una sesión distinta. El script requiere dos parámetros para ejecutarse:

N: Indica el número de Clientes BBB que se desean iniciar de manera simultánea.

H: Indica la dirección del Servidor BBB

En este caso se hicieron algunas configuraciones globales del Flash Player para que permita siempre las conexiones al servidor sin preguntar.

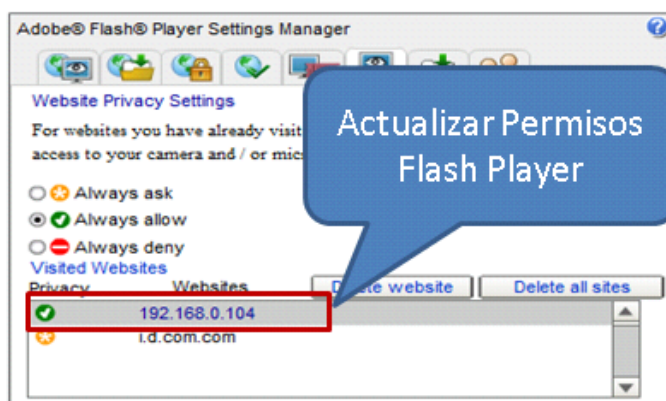


Figura 4.28 Configurando Flash Player para las Pruebas de Estrés

Fuente: Elaboración Propia

Además se realizaron ajustes a la configuración de los módulos del Big Blue Button, específicamente en el archivo config.xml.

```
<module name="DeskShareModule"
  url="DeskShareModule.swf?v=3989"
  uri="rtmp://200.37.45.57/deskShare"
  autoStart="false"
/>

<module name="PhoneModule" url="PhoneModule.swf?v=3989"
  uri="rtmp://200.37.45.57/sip"
  autoJoin="true"
  skipCheck="true"
  showButton="true"
  enabledEchoCancel="true"
  dependsOn="ViewersModule"
/>
```

Por defecto se activará el Audio al Iniciar Sesión

Figura 4.29 Cambios al config.xml para las Pruebas de Estrés

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar se ha configurado para que ingrese por defecto sin la revisión inicial de audio y voz (skipCheck="true") y para que automáticamente se una al servicio de audio (autoJoin="true").

Antes de ejecutar el script, se verificó las condiciones iniciales del servidor de pruebas.

```
root@bbb:~# cat /proc/cpuinfo
processor       : 0
vendor_id     : GenuineIntel
cpu family    : 6
model         : 15
model name    : Intel(R) Xeon(R) CPU           E5335  @ 2.00GHz
stepping     : 11
cpu MHz      : 2000.000
cache size   : 4096 KB
fd div bug   : no
hlt bug     : no
f00f bug    : no
coma bug    : no
fpu        : yes
fpu_exception : yes
cpuid level : 10
wp        : yes
flags     : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic mtrr pge mca cmov
pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss lm constant_tsc up arch_perf
mon pebs bts tsc_reliable nonstop_tsc aperfmperf pni ssse3 cx16 hypervisor l
ahf_lm
bogomips   : 4000.00
clflush size : 64
cache alignment : 64
address sizes : 40 bits physical, 48 bits virtual
power management:
```

Figura 4.30 CPUINFO del Servidor BBB\_1

Fuente: Elaboración Propia



Como se puede observar el servidor de pruebas (BBB\_1) cuenta con un núcleo de 2.00 GHz, memoria RAM de 2 GB. Este servidor tiene instalado el servidor Big Blue Button versión 0.8. Finalmente ejecutamos el script en una computadora con sistema operativo Ubuntu, para diferentes escenarios:

### 9 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_1

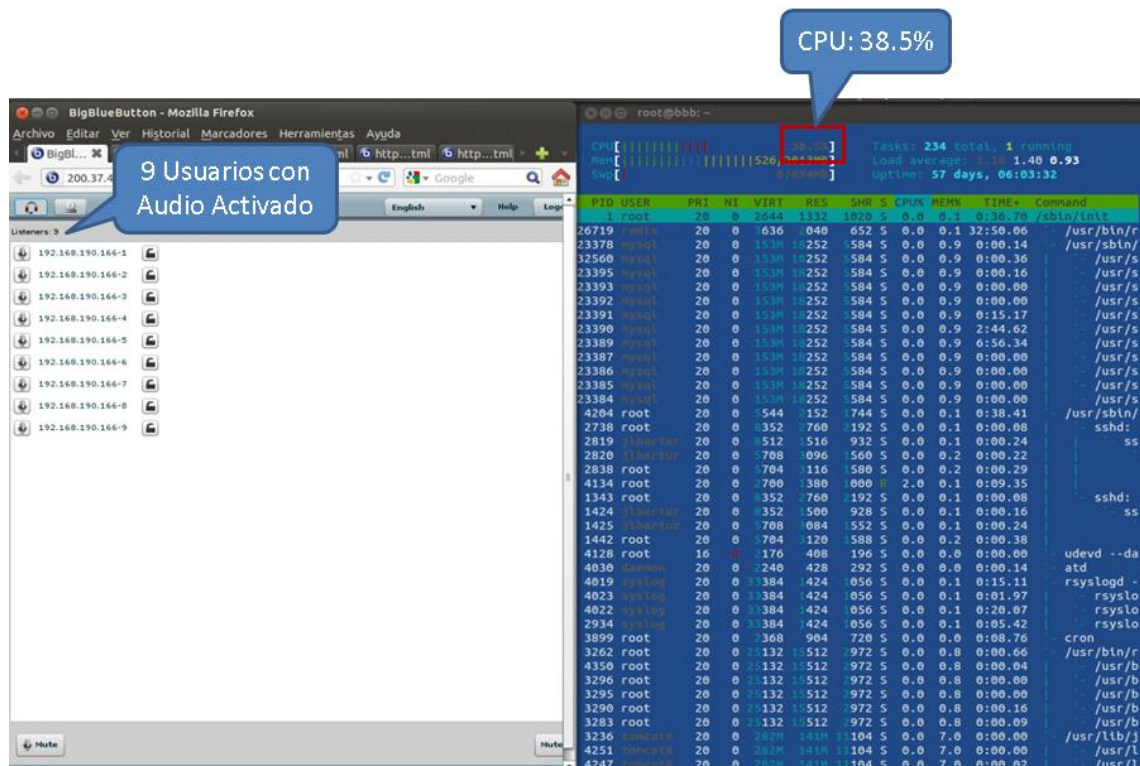


Figura 4.31 Prueba de Estrés con 9 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar el uso de CPU llegó a un 38.5% y el uso de memoria a un 526 de 2013MB. Lo cual demuestra que el servidor se encuentra en un procesamiento normal para este escenario.

### 34 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_1

Se tuvo limitaciones en la capacidad de memoria de la computadora que ejecutaba el script, ya que se tenía que abrir varias pestañas en el navegador y esto hacía colapsar Firefox y el Adobe Flash Player. Por ello se optó por ejecutar el script en dos máquinas distintas al mismo tiempo y se obtuvo el siguiente resultado:

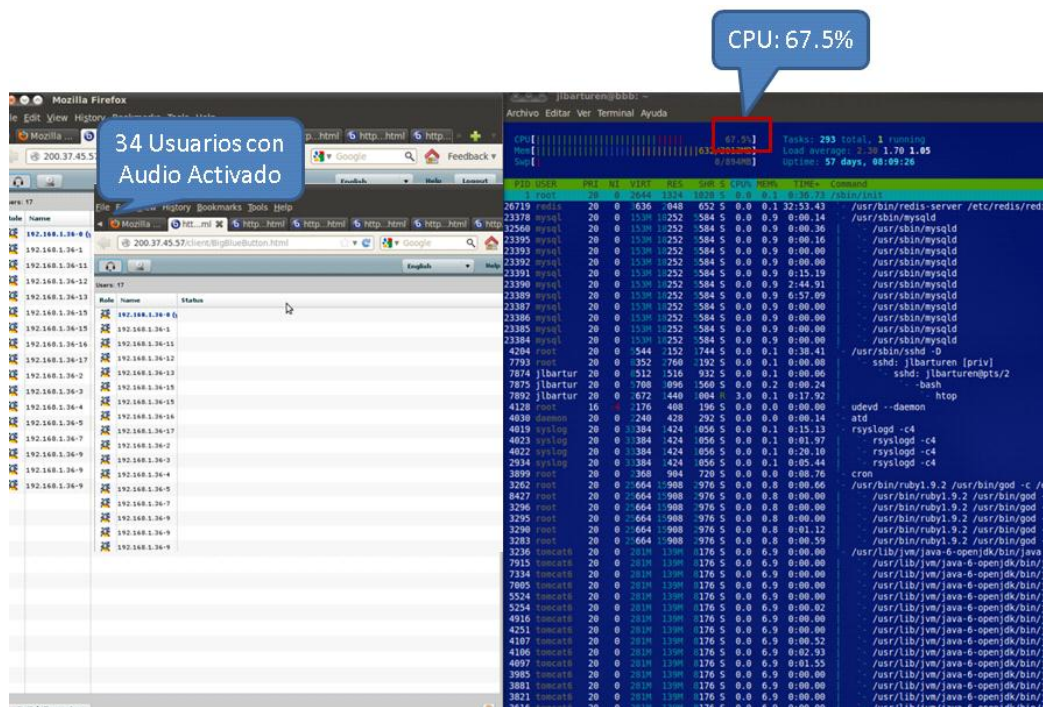


Figura 4.32 Prueba de Estrés con 34 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia

Con 34 usuarios simultáneos (17 por computadora), se obtuvo un consumo de CPU de 67.5% y un uso de memoria de 632 de 2013MB. Cabe resaltar que todos los usuarios tenían el audio activado, sin embargo el uso de CPU se mantuvo estable.

```

jlbarturen@bbb-vm-20110922-19:~$ cat /proc/cpuinfo
processor       : 0
vendor_id     : AuthenticAMD
cpu family    : 16
model         : 2
model name    : Quad-Core AMD Opteron(tm) Processor 2356
stepping      : 3
cpu MHz       : 2300.081
cache size    : 512 KB
fdiv_bug      : no
hlt_bug       : no
f00f_bug      : no
coma_bug      : no
fpu           : yes
fpu_exception : yes
cpuid level   : 5
wp            : yes
flags         : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca c
pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 syscall nx mmxext fxsr_opt rdtscp lm 3dn
t 3dnow constant_tsc tsc_reliable nonstop_tsc pni cx16 popcnt hypervisor lah
extapic abm sse4a misalignsse 3dnowprefetch
bogomips      : 4600.16
clflush size  : 64
cache_alignm  : 64
address sizes : 40 bits physical, 48 bits virtual
power managem :

```

Figura 4.33 CPUINFO del Servidor BBB\_2 (a)

Fuente: Elaboración Propia

```

processor      : 1
vendor_id     : AuthenticAMD
cpu family    : 16
model         : 2
model name    : Quad-Core AMD Opteron(tm) Processor 2356
stepping      : 3
cpu MHz       : 2300.081
cache size    : 512 KB
fdiv_bug      : no
hlt_bug       : no
f00f_bug      : no
coma_bug      : no
fpu           : yes
fpu_exception : yes
cpuid level   : 5
wp            : yes
flags         : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca c
pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 syscall nx mmxext fxsr_opt rdtscp lm 3dn
t 3dnow constant_tsc tsc_reliable nonstop_tsc pni cx16 popcnt hypervisor lah
extapic abm sse4a misalignsse 3dnowprefetch

```

**Figura 4.34 CPUINFO del Servidor BBB\_2 (b)**

**Fuente: Elaboración Propia**

En las Figuras 4.32 y 4.33 se observa la información del servidor de despliegue. Como se puede apreciar se cuenta con un servidor de 2 núcleos de 2.3 GHz. Cuenta con una memoria RAM de 2 GB y tiene instalada la versión 0.7 del servidor Big Blue Button. Los resultados obtenidos en las pruebas de estrés son los siguientes:

### **50 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_2**

Como se puede observar en la Figura 4.35, con 50 usuarios simultáneos, se obtuvo un consumo promedio de CPU de 61.3% y un uso de memoria de 562 de 2012MB. Cabe resaltar que todos los usuarios tenían el audio activado, sin embargo el uso de CPU se mantuvo estable.

### **85 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_2**

Como se puede observar en la Figura 4.36, con 85 usuarios simultáneos, se obtuvo un consumo promedio de CPU de 95.15% y un uso de memoria de 625 de 2012MB. Todos los usuarios tenían el audio activado, el consumo de CPU es elevado y algunos usuarios pueden experimentar cortes del servicio o degradación del audio.

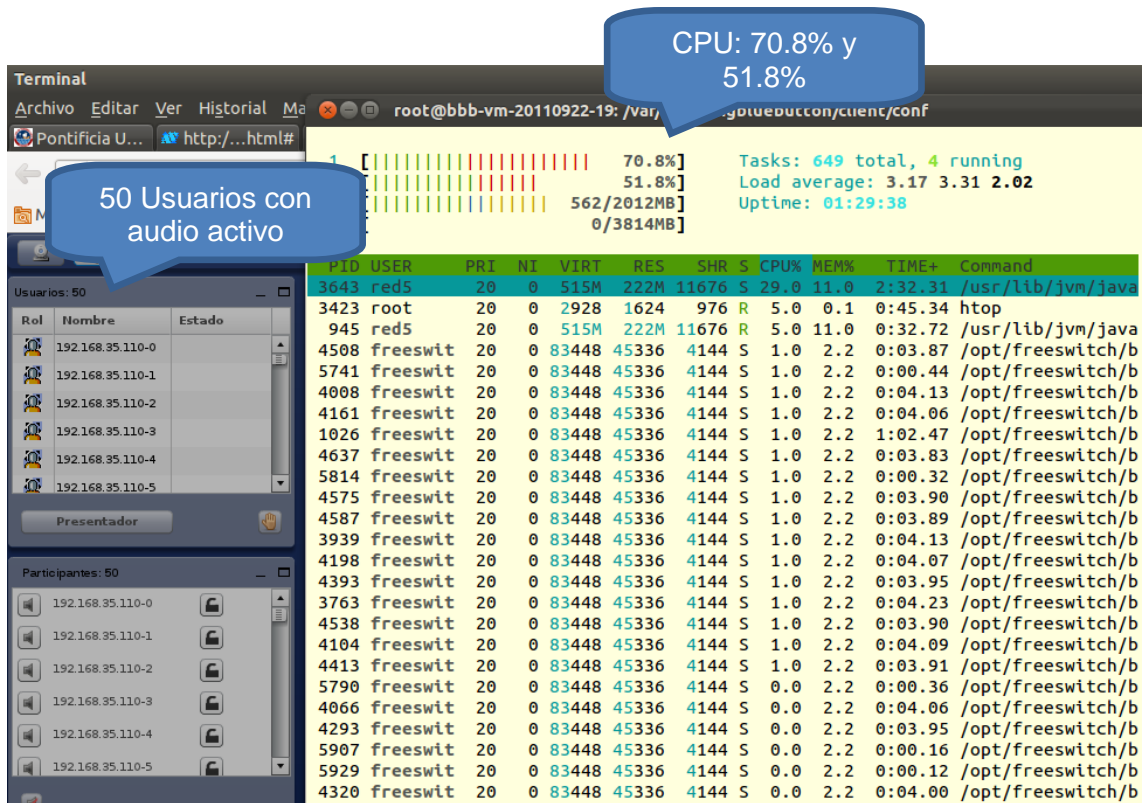


Figura 4.35 Prueba de Estrés con 50 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia

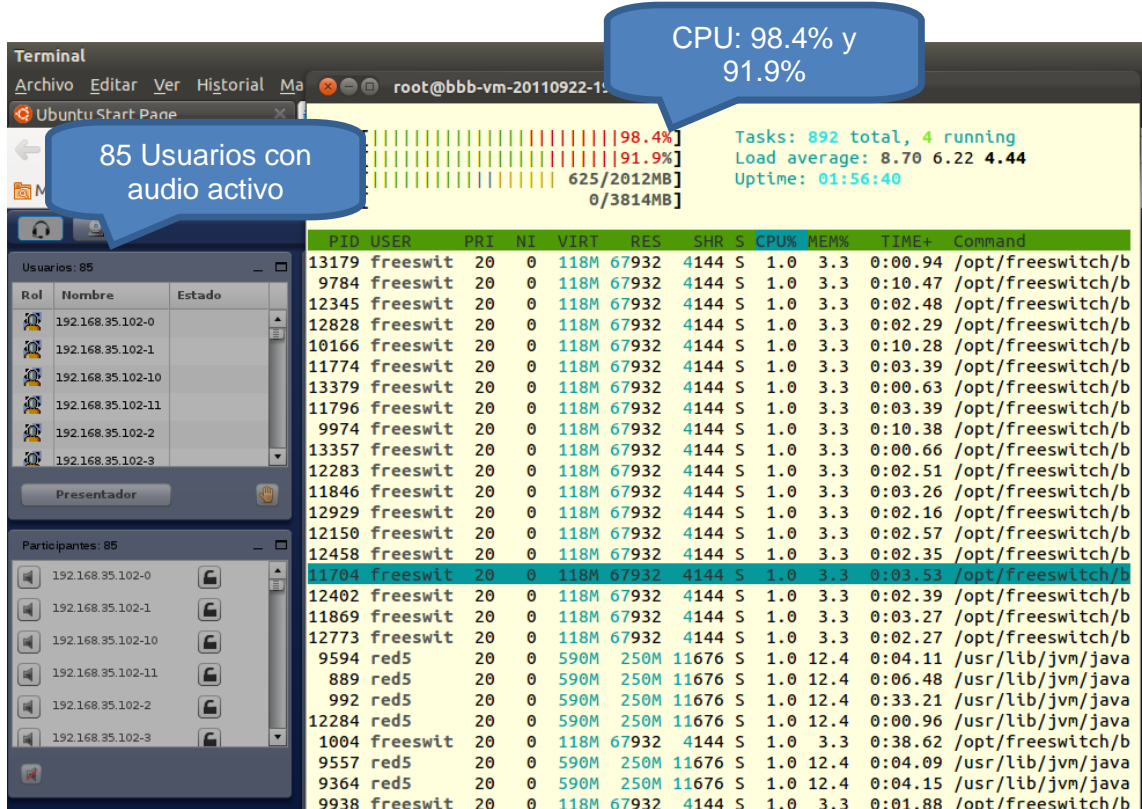


Figura 4.36 Prueba de Estrés con 85 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia



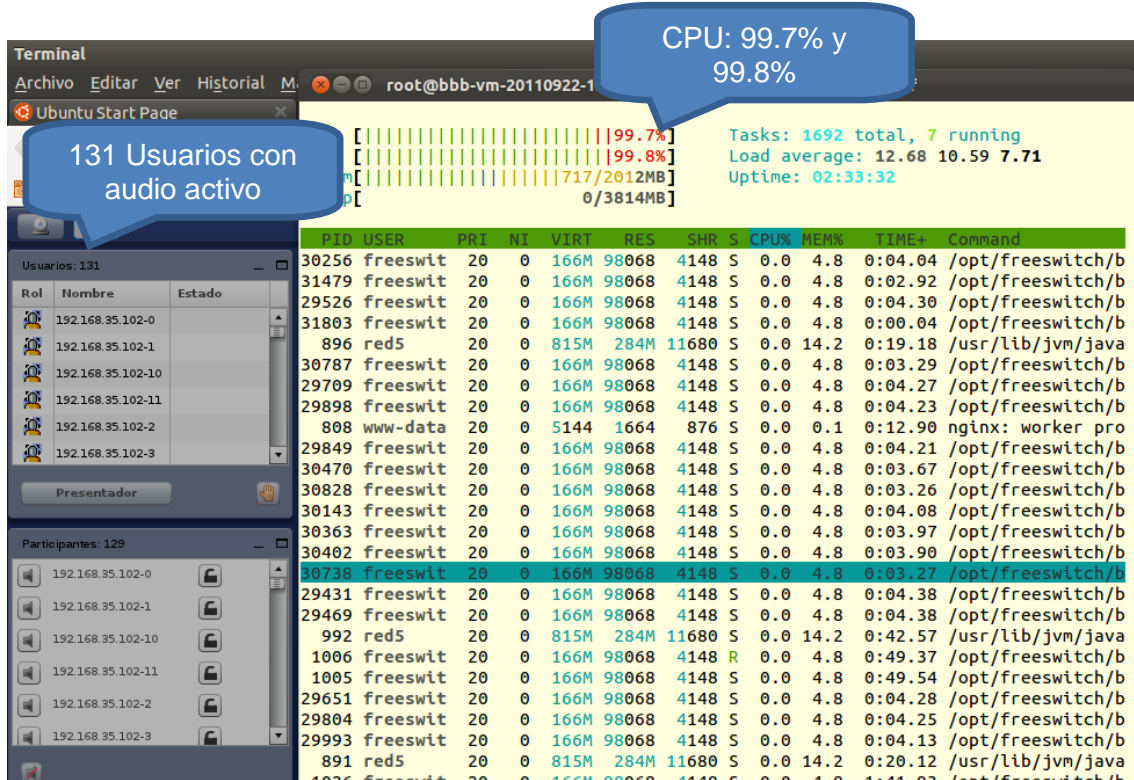


Figura 4.37 Prueba de Estrés con 131 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia

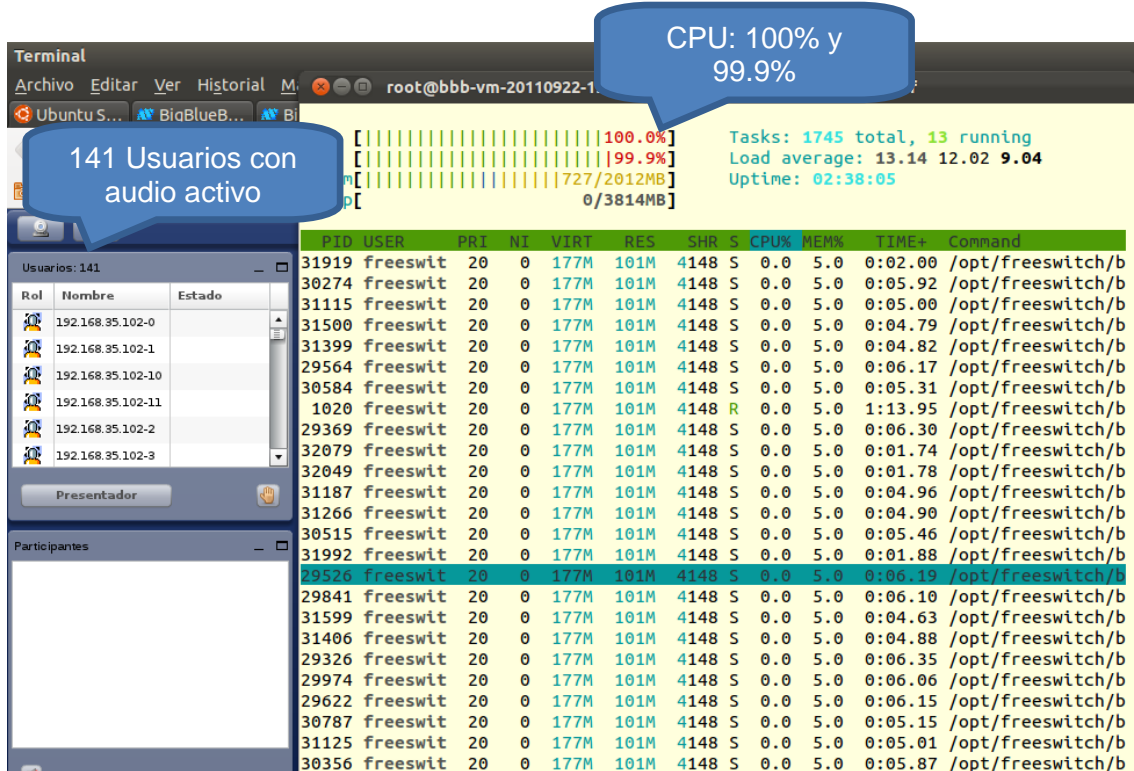


Figura 4.38 Prueba de Estrés con 141 usuarios simultáneos

Fuente: Elaboración Propia

### 131 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_2

Como se puede observar en la Figura 4.37, con 131 usuarios simultáneos, se obtuvo un consumo promedio de CPU de 99.75% y un uso de memoria de 717 de 2012MB. Cabe resaltar que todos los usuarios tenían el audio activado, sin embargo el uso de CPU se mantuvo estable.

### 141 Usuarios Simultáneos – Servidor BBB\_2

Como se puede observar en la Figura 4.38, con 141 usuarios simultáneos, se obtuvo un consumo promedio de CPU de 99.95% y un uso de memoria de 727 de 2012MB. Todos los usuarios tenían el audio activado, el consumo de CPU es elevado y algunos usuarios pueden experimentar cortes del servicio o degradación del audio.

Proyectando estos resultados, se estima que el servidor de despliegue alcance un máximo de 140 conexiones simultáneas. Si se desea optimizar estos resultados se requeriría un servidor con un mayor número de núcleos y memoria RAM. En la Figura 4.39 se presenta un gráfico de los resultados obtenidos en el servidor de despliegue.

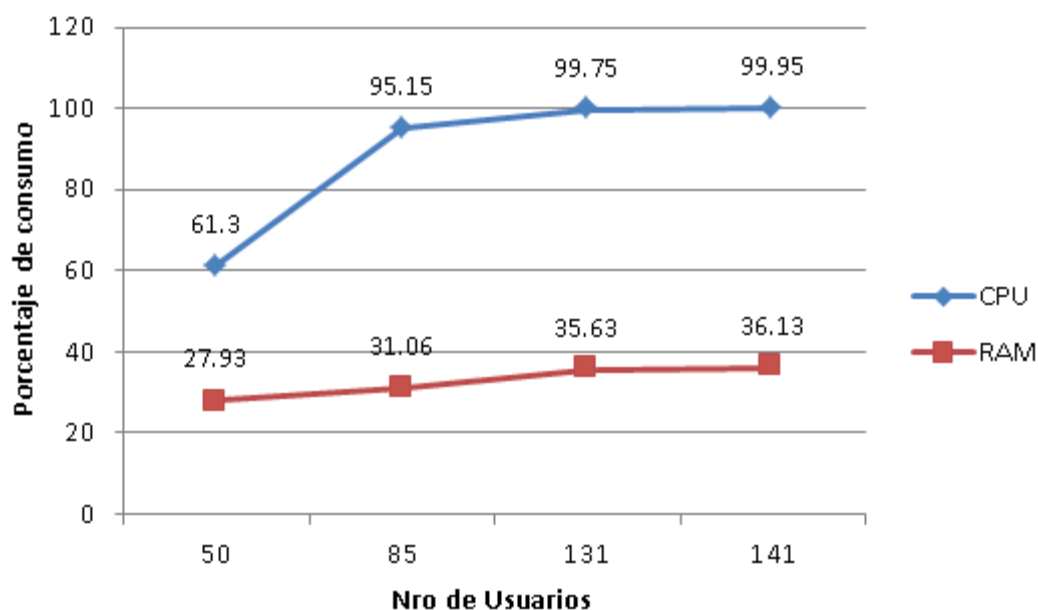


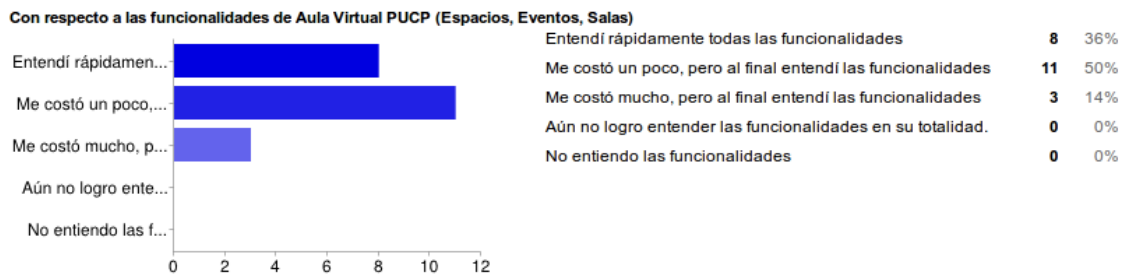
Figura 4.39 Resultados de pruebas de estrés al servidor de despliegue

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2.2 Validación POST TEST

Se tuvo un Grupo Experimental de 25 usuarios, los cuales accedieron a la Plataforma Aula Virtual validando cada una de sus funcionalidades y se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Anexo 9: Prueba POST TEST):

Para validar la facilidad de uso del sistema, se les preguntó qué tan rápido y cuánto les costó entender las funcionalidades de la plataforma.

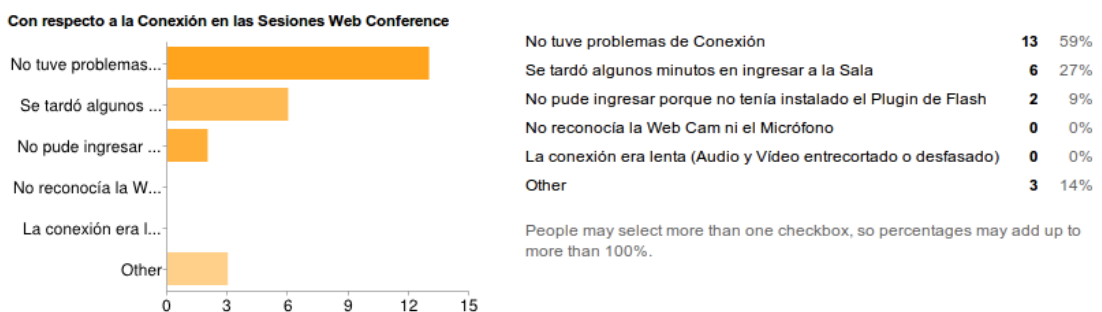


**Figura 4.40 Facilidad de Uso**

Fuente: Elaboración Propia

El 36 % de los usuarios experimentales entendieron rápidamente las funcionalidades, el 50% entendieron con un poco de esfuerzo y a un 14% les costó mucho entender las funcionalidades. Esto indica que el 100% de los usuarios entendieron finalmente las funcionalidades, de los cuales el 86% lo lograron con un mínimo esfuerzo.

Luego se les preguntó sobre la conexión con el Sistema y el correcto inicio de sesiones. Los resultados fueron los siguientes:



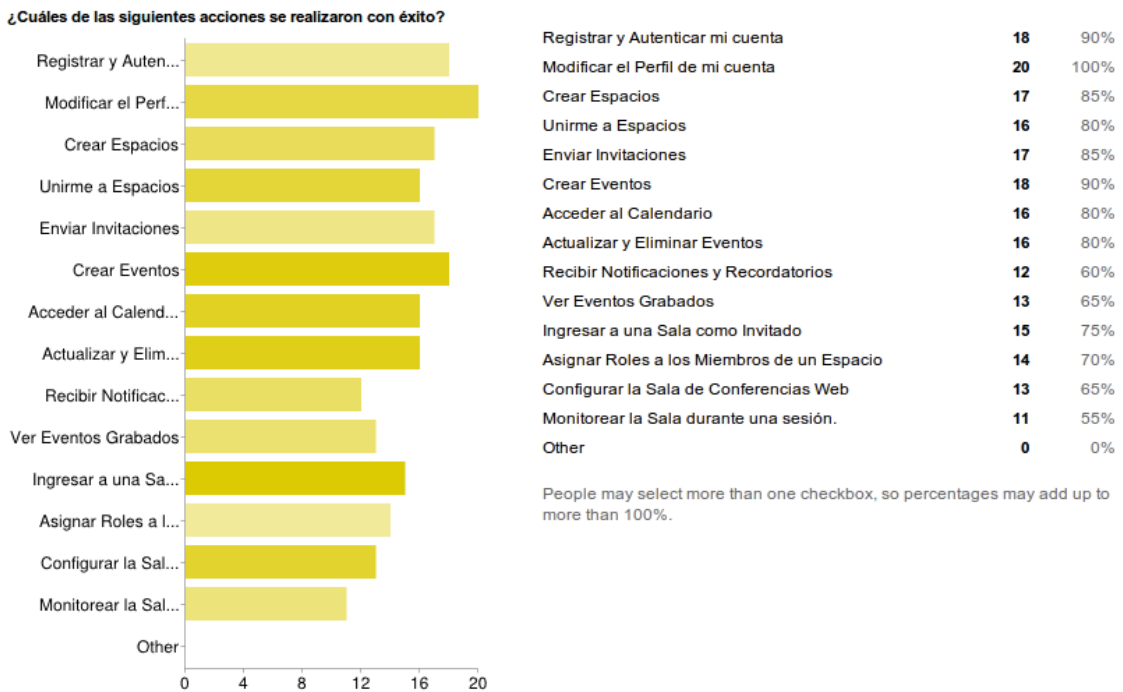
**Figura 4.41 Conexión con el Sistema**

Fuente: Elaboración Propia

El 59% de los usuarios experimentales no tuvieron problemas de conexión. El 27% tuvieron problemas de conexión lenta y un 9% no contaban con los requerimientos

mínimos para iniciar una sesión (Falta del Plugin Flash). Esto implica que 86% lograron iniciar sesión, de los cuales el 27% presentaron conexión lenta.

Con respecto a las funcionalidades, se les preguntó qué acciones o procedimientos se realizaron con éxito. Los resultados fueron los siguientes:



**Figura 4.42 Funcionalidad del Sistema**

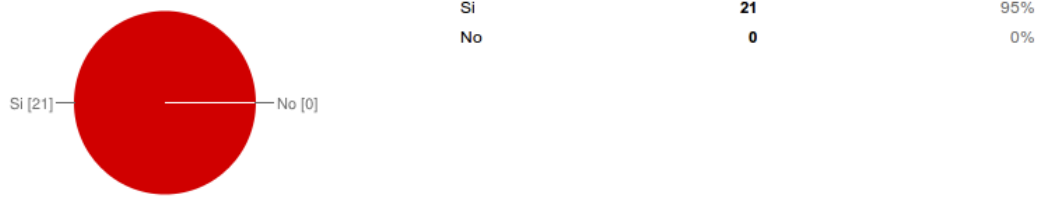
**Fuente: Elaboración Propia**

Las acciones más realizadas fueron las de Registrar cuenta, Modificar Perfil, Crear Espacios, Suscribirse a Espacios y Crear Eventos. Todas se realizaron exitosamente, sin embargo los porcentajes no llegaron a 100% por que los 25 usuarios experimentales no realizaron todas las acciones. Se podría afirmar que la funcionalidad promedio es del 90%.

Finalmente, después de usar el sistema, se les preguntó si realmente creen que Aula Virtual PUCP será una herramienta de apoyo para la metodología de los cursos a distancia y/o semi presenciales. El 95% estuvo de acuerdo con esta afirmación.



¿Crees que Aula Virtual PUCP apoyará la metodología de los cursos a distancia y/o semi presenciales?



**Figura 4.43 Utilidad del Sistema**

**Fuente: Elaboración Propia**

## ***Conclusiones***

- Las pruebas de estrés al servidor Big Blue Button evidenciaron que el sistema soporta hasta 140 usuarios simultáneos, mostrándose estable durante las sesiones con un consumo máximo de CPU de 99% y memoria RAM de 36%. Superado este límite los usuarios experimentan cortes abruptos de sesión y degradación del audio y video.
- Los resultados de la validación del sistema por parte de los usuarios experimentales, evidenciaron un 95% de aceptación, es decir el sistema implementado es un apoyo metodológico para los cursos a distancia y semipresenciales.
- Los usuarios experimentales manifestaron en un 90% que el sistema implementado es funcional, es decir gestiona las sesiones web conferencing correctamente, y un 86% que el sistema es fácil de usar y tiene una curva de aprendizaje mínima.

## ***Recomendaciones***

- El servidor utilizado para el despliegue del servicio, soporta hasta 140 usuarios simultáneos. Si se desea incrementar éste número, se debe incrementar el número de núcleos y la RAM del servidor. Según las pruebas realizadas duplicando estos valores, el número de usuarios simultáneos también se incrementa en ésta proporción.
- Para evitar conflictos con el servidor web NginX que viene por defecto al descargar Big Blue Button, se recomienda que las aplicaciones externas que interactúen a través del API con el servidor Big Blue Button, se almacenen en otro servidor.

## ***Trabajos Futuros***

- Big Blue Button ofrece la posibilidad de acceder al sistema web conferencing a través de un módulo para plataformas Moodle. En tal sentido se propone integrar el sistema web conferencing Aula Virtual PUCP a la plataforma Paideia PUCP, basada en Moodle, con la finalidad de poder crear salas y acceder a sesiones desde Paideia PUCP.
- En los últimos años, universidades de Brasil y Canadá han venido investigando el Sistema Big Blue Button, con la finalidad de convertirlo en un sistema multiplataforma. Ya existe la versión beta del cliente Android para Big Blue Button y muy pronto saldrá la versión beta del cliente IOS. En tal sentido se propone, implementar los clientes Android y IOS en Aula Virtual PUCP, con la finalidad de poder acceder a las salas desde dispositivos móviles.

## ***Bibliografía***

- [ADO2011] ADOBE. “Adobe Connect Pro”. 2011.  
URL: <http://www.adobe.com/products/adobeconnect.html>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [ARE2010] AREA LINUX. “BigBlueButton: Sala de clases virtuales”. 2010.  
URL: <http://www.arealinux.cl/2010/05/bigbluebutton-sala-de-clases-virtual-opensource/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [BBB2010] BIG BLUE BUTTON. “Big Blue Button Home Page”. Canadá. 2010.  
URL: <http://bigbluebutton.org/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [BBB2012] BIG BLUE BUTTON. “Project Home”. Canadá. 2012.  
URL: <http://code.google.com/p/bigbluebutton/>  
Última fecha de consulta: Junio de 2012
- [CHA2003] CHACÓN MEDINA. La Video Conferencia: Conceptualización, Elementos y Uso Educativo. España: Universidad de Granada. 2003.
- [CHO2009] CHOQUE LARRAURI. Tesis Doctoral: “ESTUDIO EN AULAS DE INNOVACIÓN PEDAGÓGICA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES TIC”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 2009.
- [CIS2011] CISCO. “Cisco Webex”. 2011.  
URL: <http://www.webex.com/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [DAZ2010] DAZA VERGARAY, Alfredo. “Unified Modeling Language”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 2010.
- [DIA2010] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. “Dirección de Informática Académica”. Perú. 2010.  
URL: <http://dia.pucp.edu.pe/>

Última fecha de consulta: Enero de 2012

- [FAN2009] FANCE. "Top 10 Best Free Web Conferencing Services". 2009.  
URL: <http://tomuse.com/top-10-free-web-conference-services/>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [GAR2007] GARCÍA ARETIO. "Historia de la Educación a Distancia". España. 2007.  
URL: <http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/vol2-1/historia.pdf>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [GFI2010] GFI-SOFTWARE. "On-Premise Vs. Cloud-Based Solutions". 2010.  
URL: [http://www.gfi.com/whitepapers/Hybrid\\_Technology.pdf](http://www.gfi.com/whitepapers/Hybrid_Technology.pdf)  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [HTO2012] HTOP. "Project Home". Porto Alegre, Brasil. 2012  
URL: <http://htop.sourceforge.net/>  
Última fecha de consulta: Junio de 2012
- [INF2010] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. "Instituto de Informática". Perú. 2010.  
URL: <http://infopuc.pucp.edu.pe/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [INF2011] INFOTECH-GROUP. "Select a Web Conferencing Vendor". 2011.  
URL: <http://www.adobe.com/content/dam/Adobe/en/products/adobeconnect/pdfs/select-webconferencing-vendor-vl-sb.pdf>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [LOC2008] LOCH, B., & REUSHLE, S. "The practice of web conferencing: Where are we now?". University of Southern Queensland. Australia. 2008  
URL: <http://www.ascilite.org.au/conferences/melbourne08/procs/loch.pdf>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [OPE2011] APACHE SOFTWARE FOUNDATION. "Openmeetings". 2011.  
URL: <http://incubator.apache.org/openmeetings/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012

- [PAP2010] PAPPAS. "Free and Open Source Web Conferencing (Online Meetings, Webinars) Tools for e-Learning". 2010.  
URL: <http://blog.efrontlearning.net/2010/10/free-and-open-source-web-conferencing.html>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [PSI2012] PSI PROBE. "Project Home". Estados Unidos. 2012.  
URL: <http://code.google.com/p/psi-probe/>  
Última fecha de consulta: Junio de 2012
- [RIO2010] RIOS KRUGER, Genghis. "Sistema de Videoconferencia avanzada para la Web". PUCP. Perú. 2010.
- [TEC2008] TECHTARGET. "Web Conferencing Definition". 2008.  
URL: <http://searchunifiedcommunications.techtarget.com/definition/Web-conferencing>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [TOP2011] TOPTENREVIEWS. "Compare Best Web Conferencing Services". 2011  
URL: <http://web-conferencing-services.toptenreviews.com/>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011
- [VID2010] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. "Video Conferencias PUCP". Perú. 2010.  
URL: <http://videoconferencias.pucp.edu.pe/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [VIR2010] PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ. "PUCP Virtual". Perú. 2010.  
URL: <http://pucpvirtual.pucp.edu.pe/>  
Última fecha de consulta: Enero de 2012
- [WEB2011] WEBCONFERENCING ORG. "Top 10 Report profiles the leading Web Conferencing solution vendors". 2011.  
URL: <http://webconferencing.org/vendor-comparison/?items=6,2,7#>  
Última fecha de consulta: Noviembre de 2011