

**AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLATAFORMA
TECNOLÓGICA DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS SECCIONAL TUNJA**

LEONARDO FABIO PLAZAS HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
TUNJA
2015

**AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLATAFORMA
TECNOLÓGICA DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS SECCIONAL TUNJA**

LEONARDO FABIO PLAZAS HERNÁNDEZ

Trabajo de grado para optar
Por el título de Ingeniero de Sistemas

Asesor
Msc. Ing. JUAN FRANCISCO MENDOZA MORENO
Docente de la facultad de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
TUNJA
2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 04 de enero de 2015

Solamente el autor es responsable de las ideas y tesis expuestas en este trabajo.

Dedicatoria del autor

Dedico principalmente este trabajo a mis padres quienes me brindaron su apoyo y capital en el transcurso de este proceso y me motivaron a ser cada día mejor. A mis hermanas por el apoyo incondicional en todos los momentos de este ciclo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios, porque desde su sabiduría y amor así cada uno de nosotros, me permitió lograr esta meta.

A la Universidad por brindar los espacios y conocimientos que me ayudo para el desarrollo y culminación de este sueño, mi profesión.

A los docentes que me brindaron su sabiduría y amistad en cada momento que se compartió, en el lapso de estos cinco años de formación y el desarrollo de este trabajo.

También doy gracias a mis compañeros que de varias maneras siempre estuvieron acompañándome y ayudándome; por compartir sus conocimientos, vivencias y experiencias.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	18
1. TITULO	19
2. TEMA	20
2.1. ALCANCES	20
2.2. DELIMITACIONES	21
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	22
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	23
3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	23
4. JUSTIFICACIÓN	24
5. OBJETIVOS	25
5.1. OBJETIVO GENERAL	25
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
6. MARCOS DE REFERENCIA	26
6.1. MARCO TEÓRICO	26
6.1.1. Oficina de Educación virtual	26
6.1.2. Plataforma LMS (Sistema de gestión de aprendizaje)	27
6.1.3. Sistemas Distribuidos	29
6.2. MARCO CONCEPTUAL	33
6.2.1. Automatización de procesos	34
6.2.2. Plataforma automatizada	34
6.2.3. Plataforma tecnológica virtual	34
6.2.4. Campus Tecnológico	34
6.2.5. Campus Virtual	34
6.3. MARCO LEGAL	34
6.4. ESTADO DEL ARTE	37
7. DISEÑO METODOLÓGICO	40
7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
7.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	40
7.2. HIPÓTESIS	40
7.2.1. VARIABLES	40

7.3.	POBLACIÓN	41
7.4.	FUENTES	41
7.5.	INSTRUMENTACIÓN	41
8.	DESARROLLO	42
8.1.	Buscar la versión estable y recomendable	42
8.1.1.	Versión anterior: 2.4.4+ (20130514)	42
8.1.2.	Versión Instalada: Moodle 2.7+ (Build: 20140626)	43
8.1.3.	Actualizada a la Versión: Moodle 2.7.2 (Build: 20140908)	44
8.1.4.	Protocolo de acceso ligero a directorios (LDAP)	45
8.2.	Generar backups	47
8.3.	Actualizar a la versión escogida	47
8.4.	Realizar pruebas del sistema	48
8.5.	Análisis de Variables a tener en cuenta del sistema	50
8.5.1.	Estudio del comportamiento del sistema	50
8.6.	Estrategias de mejora	54
8.7.	Metodologías de desarrollo	56
8.7.1.	CVS	56
8.7.2.	Scrum	56
8.8.	Análisis	57
8.8.1.	Requerimientos	57
8.9.	Diseño	57
8.9.1.	Casos de uso	58
8.9.2.	Diagrama de actividades	59
8.9.3.	Diagrama de clases	61
8.9.4.	Modelo de datos	61
8.9.5.	Formato del archivo CSV con la información del sistema académico SAC	61
8.9.6.	Wireframes	63
8.10.	Desarrollo	64
	Reglas generales	64
	Estructura de la base de datos	64
	Normas de seguridad	65
	Estructura de un módulo de actividad	65

Ficheros principales	66
8.11. Implementación	67
8.12. Propuesta Sistema Distribuido para Campus Virtual	68
8.12.1. Variables para el Sistema Distribuido	68
8.12.2. Métodos a utilizar en el Sistema Distribuido	68
8.12.3. Desarrollo de la propuesta	72
8.12.4. Implementación de la solución en pruebas	73
9. CONCLUSIONES	74
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. LMS-sistema de gestión del aprendizaje	27
Figura 2. Esquema de despliegue de Moodle	28
Figura 3. Ejes de acción Plan Nacional de TIC 2008-2019	35
Figura 4. Estadísticas y promedios de los datos recolectados	51
Figura 5. Estadísticas y tiempos de carga de la página y conexión al servidor	52
Figura 6. Diagrama de casos de uso	58
Figura 7. Diagrama de actividades del proceso de configuración del plugin de matriculación “archivo plano (CSV)”	59
Figura 8. Diagrama de actividades del proceso de programación de los procesos de matriculación y de-matriculación	60
Figura 9. Diagrama de Clases	61
Figura 10. Wireframes de la GUI del plugin	63
Figura 11. Funcionamiento de virtual server para el Balanceo de Cargas	69
Figura 12. Virtual server vía IP Tunneling	70
Figura 13. Envoltura, envío y recepción de la petición del balanceador de cargas al servidor real	71
Figura 14. Modelo lógico del sistema distribuido de balanceo de cargas para el Campus Virtual.	72
Figura 15. Modelo físico del sistema virtual del Campus Virtual	73
Figura 16. Configuración del archivo pg_hba.conf de postgres	123
Figura 17. Configuración del usuario y creación de la base de datos de Moodle	123
Figura 18. Configuración del archivo smb.conf de samba	124
Figura 19. Pantalla de instalación de Moodle	125
Figura 20. Configuración de los parámetros de conexión de Moodle con el DBMS postgres.	126
Figura 21. Archivo config.php luego de la instalación en el servidor web	128
Figura 22. Cambios en el archivo config.php de Moodle para el sistema distribuido	128
Figura 23. Página principal de Moodle accedida desde la dirección ip del sistema distribuido	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de mejora para los sistemas con los que interacciona el Campus Virtual.	54
Tabla 2. Roles	56
Tabla 3. Formato de los archivos CSV	62
Tabla 4. Comparación de tecnologías de virtual server: Network address translation, IP Tunneling, Direct routing	71
Tabla 5. Descripción de casos de uso del actor Registro y Control	109
Tabla 6. Descripción de casos de uso para el actor Administrador	109
Tabla 7. Plan de pruebas unitarias de la lectura de información del SAC	115
Tabla 8. Plan de pruebas unitarias de matriculación y creación de cursos	115
Tabla 9. Plan de pruebas unitarias de de-matriculación de usuarios	115
Tabla 10. Plan de pruebas unitarias de la sincronización con el servidor de autenticación	116
Tabla 11. Plan de pruebas unitarias del módulo y sus funciones	116
Tabla 12. Plan de pruebas unitarias de la matriculación	116
Tabla 13. Plan de pruebas unitarias de de-matriculación	116
Tabla 14. Plan de pruebas unitarias de creación de grupos en los cursos virtuales	117
Tabla 15. Plan de pruebas unitarias creación de tareas programadas	117
Tabla 16. Plan de pruebas unitarias de borrado de los archivos y logs de los cursos virtuales en el proceso de de-matriculación	117
Tabla 17. Plan de pruebas de desempeño de carga de cursos nuevos al Campus Virtual	118
Tabla 18. Plan de pruebas de desempeño de la carga de usuarios a los cursos respectivos	118
Tabla 19. Plan de pruebas de desempeño de la carga de cursos nuevos con la plantilla institucional en el Campus Virtual	118
Tabla 20. Plan de pruebas de desempeño de creación de grupos en los cursos virtuales	119
Tabla 21. Plan de pruebas de desempeño de estadísticas de creación de cursos nuevos en el Campus Virtual	119
Tabla 22. Plan de pruebas de la integridad de datos en la lectura y escritura de datos en la base de datos	120
Tabla 23. Plan de pruebas de la integridad de datos en la lectura y escritura de datos	120
Tabla 24. Plan de pruebas de GUI de la interfaz gráfica	120
Tabla 25. Plan de pruebas de GUI de la interfaz gráfica en la segunda fase	120
Tabla 26. Plan de pruebas de instalación del módulo de autenticación LDAP	121
Tabla 27. Plan de pruebas de instalación del módulo de matriculación y de-matriculación loadcsv	121
Tabla 28. Configuración del sistema distribuido de balanceo de cargas	126

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Diagramas de Procesos del Campus Virtual	77
Anexo B. Documento de requerimientos	105
Anexo C. Descripción de los casos de uso	109
Anexo D. Modelo físico de la base de datos	110
Anexo E. Versionamiento	111
Anexo F. Backlog	112
Anexo G. Sprint 1	113
Anexo H. Sprint 2	113
Anexo I. Sprint 3	114
Anexo J. Plan de pruebas	115
Anexo K. Configuración del sistema distribuido	122
Anexo L. Manual técnico	130

ACRÓNIMO DE SIGLAS

API:	Interfaz de programación de aplicaciones
AVA:	Ambientes virtuales de aprendizaje
CLI:	Interfaz de línea de comandos
CSV:	Valores separados por coma
CVS:	Sistema concurrente de versiones
DBMS:	Sistema Gestor de Bases de Datos
GUI:	Interfaz gráfica de usuario
LDAP:	Protocolo de acceso ligero a directorios
LMS:	Sistema Gestor del Aprendizaje
MOOC:	Cursos en Línea Masivos y Abiertos
SD:	Sistema Distribuido
SO:	Sistema operativo
TIC:	Tecnologías de la información y las comunicaciones
VUAD:	Vicerrectoría de la universidad abierta y a distancia

GLOSARIO

MOODLE: es una aplicación web para ser utilizado como entorno virtual de aprendizaje, un sistema de gestión de cursos, de distribución libre, que gestiona la educación virtual como acompañamiento de las clases presenciales en la Universidad.

BACKUPS: es una copia de seguridad de los datos que se tienen, y que se realiza con el fin de tener punto o estado para recuperar el sistema en caso de su pérdida.

LOGS: es un registro oficial de eventos que son realizados en un sistema de información, con el fin de tener información para sustentar ciertas actividades, cambios, fraudes, etc.

Sistema académico SAC: es un servicio de aplicación web dirigida a Instituciones Educativas que involucran la tecnología en sus procesos de Gestión Académica como una estrategia para la consecución de Efectividad y Calidad. Permite gestionar los procesos de evaluación, comunicación y generación de informes académicos, pagos, etc.

CVS: es una forma de trabajo habitualmente utilizada para almacenar el código fuente de grandes proyectos de software. CVS almacena todas las versiones de todos los ficheros de tal forma que nada puede perderse, y su utilización por varias personas es registrada. También proporciona una forma de combinar el código de dos o más personas que estén trabajando simultáneamente en el mismo fichero.

SCRUM: es una metodología de desarrollo ágil en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto.

SPRINT: es el período en el cual se lleva a cabo el trabajo en sí. Es recomendado que la duración de los sprints sea constante y definida por el equipo con base en su propia experiencia. Al final de cada sprint, el equipo deberá presentar los avances logrados, y el resultado obtenido es un producto potencialmente entregable al cliente.

SERVIDOR: ofrecen la respuesta a los servicios u otros subsistemas o clientes, tenemos como ejemplo servidores de correo, aplicaciones, bases de datos.

SOFTWARE: es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

ARCHIVO CSV: son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas y las filas por saltos de línea.

GOOGLE ANALYTICS: es una herramienta de analítica web de Google. Ofrece información agrupada del tráfico que llega a los sitios web según la audiencia, la adquisición, el comportamiento y las conversiones que se llevan a cabo en el sitio web. Se pueden obtener informes como el seguimiento de usuarios exclusivos, el rendimiento del segmento de usuarios, los resultados de las diferentes campañas de marketing online, las sesiones por fuentes de tráfico, tasas de rebote, duración de las sesiones, contenidos visitados, conversiones (para ecommerce), etc.

WIREFRAMES: es una representación esquemática de una página web sin elementos gráficos que muestran contenido y comportamiento de las páginas. Sirven como herramienta de comunicación y discusión entre arquitectos de información, programadores, diseñadores y clientes. También se pueden utilizar para comprobar la usabilidad de un sitio web.

RESUMEN

Este informe de la pasantía “automatización de los procesos de la plataforma tecnológica del campus virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja” describe las fases, procesos y resultados que se realizaron. En el Campus Virtual de la USTA Tunja se han detectado procesos que se pueden automatizar ya que son acciones repetitivas que se deben realizar por un administrador y que toman mucho tiempo para ser realizadas.

En este documento se expone el desarrollo de varias fases que se realizaron dentro de la pasantía. La primera fue actualizar y mejorar la presentación del Campus Virtual. La segunda fase es la detección de los procesos que por sus características debían ser automatizados, y se procedió con la tercer fase que es el desarrollo de un software según la metodología y técnicas de Moodle que automatice los procesos del Campus Virtual, por último y cuarta fase se realizó una propuesta de un sistema distribuido de balanceo de cargas con el cual se gestione y mejore el rendimiento y la prestación del servicio del Campus Virtual.

En el desarrollo del software se automatizaron los procesos de matriculación, dematriculación, carga de nuevos usuarios al sistema. Este software desarrollado fue implementado en un servidor de pruebas y servidor en producción, para realizar las pruebas necesarias y así tener el software funcionando correctamente.

Palabras claves: automatizar, procesos, Moodle, estándar, b-Learning, distribuido, sistema, metodología, software.

ABSTRACT

This report about the intership "process automation technology platform of virtual campus of the Saint Thomas University Sectional Tunja" describes the phases, processes and outcomes that were performed. In the Virtual Campus of the USTA Tunja were detected processes can be automated because they are repetitive actions that must be executed by an administrator and taking a long time to be realized.

This report exposed the development of several phases that are performed within the internship. The first phase was update and improves the presentation of the Virtual Campus. The second phase is the detection of processes which by their features should be automated, and proceeded with the third phase is the development of software according to the Moodle methodology and techniques that automate processes in the Virtual Campus, ultimately the fourth phase is performed a proposed of distributed load balancing system with which to manage and improve the performance and service of the Virtual Campus was performed.

In software development processes is automated enroll, unenroll, loading the new users to the system. This software developed was implemented in a test server and a production server to perform the necessary tests and so have the software working properly.

Keywords: automate, processes, Moodle, standard, b-Learning, distributed, system, methodology, software.

INTRODUCCIÓN

En la Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja se vio la necesidad de automatizar los procesos de matriculación y creación de cursos y estudiantes en el Campus Virtual de la Universidad.

Desarrollando el trabajo de grado a modo de pasantía en la Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja se desarrolló y se implementó una interacción del Campus Virtual con el Sistema Académico **SAC** del cual se obtuvo la información necesaria para crear, matricular y asignar cursos y estudiantes en el Campus Virtual.

Para el desarrollo del proyecto se tuvieron limitantes tales como el tiempo de duración de la pasantía, la interacción con otros departamentos, la interacción o la interpretación con otros sistemas, la no fácil obtención de datos, entre otros que se presentaron durante el desarrollo y que estén ligados con los ya nombrados.

Además de la automatización de los procesos de matrícula y creación de cursos en el Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja se añadió un plus al proyecto y este es la creación de una propuesta para un sistema distribuido para el Campus Virtual confiable, estable y transparente para que no presente caídas o demoras en la prestación del servicio de este sistema de información.

1. TITULO

“Automatización de los procesos de la plataforma tecnológica del campus virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja”

2. TEMA

Se trabajó como opción de grado una pasantía en la Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, en la infraestructura tecnológica del Campus Virtual. En el desarrollo de la pasantía se contribuyó a optimizar los procesos de creación de usuarios y cursos, llevando a un mejor manejo del sistema y preparándolo para ofrecer la educación virtual.

La Educación virtual “se refiere al desarrollo de programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje el ciberespacio” (MEN, 2009), esta es una mediación entre las tecnologías de la información y las comunicaciones TIC y las tecnologías de aprendizaje y conocimiento en la educación presencial y a distancia.

“E-Learning es la simplificación de Electronic Learning, este término reúne a las diferentes tecnologías y a los aspectos pedagógicos de la enseñanza y el aprendizaje” (e-ABC, 2010-2011). El concepto de e-learning está enmarcado en el uso y la apropiación de nuevas tecnologías enfocadas a la enseñanza y aprendizaje que permitan crear escenarios reales donde el estudiante desarrolle sus habilidades.

“El concepto de b-Learning (Blended Learning) más aceptado es entendido como un diseño en el que tecnologías de uso presencial (físico) y no presencial (virtual) se combinan para optimizar el proceso de aprendizaje” (Alemany Martínez, 2007). El b-Learning lleva cada vez más alto la educación presencial y en el cual se está apostando para concebir que los estudiantes se apropien más de las nuevas tecnologías y el ciberespacio y estos sean utilizados como medio de aprendizaje y apoyo para sus estudios.

La Universidad Santo Tomás Seccional Tunja desde el año 2008 ha estado implementando una plataforma virtual supliendo la necesidad de apoyar las clases presenciales con contenido y actividades virtuales (b-learning), y en el año 2014 quiere automatizar y adecuar el sistema para adentrarse en la educación virtual a distancia (e-learning).

2.1. ALCANCES

En esta pasantía se establecieron varias funciones, las cuales son cruciales para llegar al objetivo de establecer y prestar la Educación Virtual en la Universidad Santo Tomás Tunja:

- Gestión de la plataforma Moodle: Apoyar y conocer los procedimientos de actualización y configuración de la plataforma que se tiene en la Oficina de Educación Virtual.

- Monitoreo del sistema: monitorear el rendimiento, la accesibilidad, disponibilidad, en fin todas las variables que permitan ver que cómo este sistema de información está prestando los servicios de una manera eficaz y realizando una afinación del sistema.
- Backups: configurar y establecer políticas para los procedimientos para realizar backups del sistema y almacenarlos adecuadamente.
- Automatización de procesos del Campus Virtual: en la plataforma virtual se automatizaron los procesos de matrícula de usuarios y creación de cursos, los cuales son generados a partir de una interacción con el sistema académico SAC.

2.2. DELIMITACIONES

El proyecto estuvo delimitado por el tiempo de duración de la pasantía que fueron 6 meses, la no fácil obtención de acceso a la información, la existencia de restricciones del sistema por parte de las políticas de la Oficina de Educación Virtual, problemas en la interacción de la Oficina de Educación Virtual con las demás oficinas encargadas de la infraestructura tecnológica del Campus Virtual, impedimentos por parte de la topología de la red que obstaculicen el buen funcionamiento del sistema.

El desarrollo del proyecto fueron específicamente la automatización de procesos de matrícula, creación de cursos y asignación de docente encargado al curso del Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, y la presentación de una propuesta para un sistema distribuido que gestione los recursos, rendimiento, transparencia, fiabilidad de la prestación del servicio.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, en concordancia con USTA Colombia, ha querido ingresar en el campo de la Educación Virtual y para cumplir con este objetivo tiene que contar con un sistema de información que se ha denominado Campus Virtual, centrado en el autoaprendizaje del estudiante y que apoye también el trabajo de las carreras presenciales.

En el tiempo de vida del Campus Virtual se han presentado fallos, cambio de administrador, poca automatización de procesos, acompañado todo esto de una infraestructura tecnológica que no ha tenido grandes avances de rendimiento y prestación del servicio de educación virtual como acompañamiento de las clases presenciales (b-learning).

Como parte de la acreditación de la institución en la normativa ISO 9001, este sistema ha establecido procesos para presentar alguna queja o reclamo por la prestación del servicio de educación virtual, aunque en el proceso de acreditación ya se tengan estipuladas políticas para prestar el servicio, no se han visto reflejadas y este sistema ha tenido falencias de funcionamiento en cuanto a rendimiento y métricas que son susceptibles a los usuarios.

Además en la acreditación de los programas académicos es requerido que un componente para que se preste el programa, es que se debe brindar la educación acompañada por cursos virtuales para acompañamiento de las clases presenciales, aunque esto se está cumpliendo, la plataforma requiere de algo más para prestar el servicio y que los usuarios estén satisfechos con el uso y las prestaciones que la actual plataforma no les ofrece al ciento por ciento.

La Oficina de Educación Virtual actualmente para el desarrollo de sus procesos emplea un coordinador que con medio tiempo dedicado a este trabajo, da mantenimiento y configuración a la plataforma y es evidente que con el personal no se suplen las necesidades que un Sistema Gestor del Aprendizaje de esta magnitud necesita.

3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Al automatizar los procesos sobre la plataforma tecnológica del Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, se podrá mejorar la calidad de prestación del servicio de educación virtual en esta universidad?

3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Qué se puede realizar de forma automática en la plataforma virtual para que el Campus Virtual mejore la prestación del servicio?
- ¿Qué procesos se pueden automatizar para que el Campus Virtual esté actualizado y sea más eficiente?
- ¿Qué acciones automatizadas de mantenimiento técnico aplicarían al Campus Virtual para que no haya pérdidas de información?
- ¿Cómo se pueden automatizar los procesos de matriculación y de-matriculación de los usuarios del campus Virtual?
- ¿Cómo se puede crear, modificar o borrar de forma automática los cursos virtuales?
- ¿Cómo se puede automatizar el proceso de Logs del sistema?

4. JUSTIFICACIÓN

Con el sistema de gestión de calidad implementado ya en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja se han tramitado y/o recibido quejas con respecto a la disponibilidad, rendimiento, demoras del servicio de la actual plataforma virtual, aunque se han ido solucionando los problemas aún son susceptibles y los usuarios tienen referencias negativas de esta plataforma y la forma de prestar el servicio.

La Oficina de Educación Virtual actualmente no cuenta con suficiente personal que atienda los procesos propios de ésta, y el personal con el que cuenta es de medio tiempo, ayudar a la automatización de procesos reduciría el tiempo de trabajo por proceso y sería evidente la productividad de la oficina y se tendrían un número significativamente menor de quejas así la plataforma.

Aunque Moodle es un excelente sistema gestor del aprendizaje algunos de los procesos que este tiene implantados para su funcionamiento son muy manuales y requieren de amplios lapsos de tiempo para configurar y poner la plataforma en un estado que cumpla con los objetivos para los que está diseñada.

La universidad dentro de su plan de desarrollo desea una excelente prestación del servicio de educación virtual que con la actual plataforma no se puede cumplir, y se han presentado inconvenientes y demoras con los procesos y con lo cual se ha logrado el acompañamiento de las clases presenciales con baja eficiencia y muchas quejas.

El desarrollo de esta pasantía resolverá y disminuirá el tiempo del proceso de matrícula de estudiantes en la plataforma del Campus Virtual también el de creación de cursos y se eliminarán los trámites para solicitar cursos virtuales, con el trabajo de la pasantía se hará más eficaz y transparente el funcionamiento del Campus Virtual, con el cual se disminuirán las quejas en cuanto a las demoras y fallos en la creación y/o asignación de cursos, además se realizará el proyecto en concordancia con las políticas de educación virtual de la USTA Colombia y de la Oficina de Educación Virtual de la USTA Tunja.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Automatizar los procesos de la plataforma tecnológica del campus virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Actualizar la plataforma tecnológica del Campus Virtual a la versión estable y recomendable del sistema Moodle.

Determinar los procesos susceptibles a automatizar de la plataforma tecnológica del Campus Virtual.

Desarrollar un sistema distribuido para la gestión del balanceo de carga y rendimiento de la plataforma Virtual Moodle.

Implementar la solución de automatización de los procesos de la plataforma tecnológica del Campus Virtual con el sistema académico SAC de la universidad, de acuerdo con la metodología y las técnicas de desarrollo utilizadas por Moodle.

6. MARCOS DE REFERENCIA

6.1. MARCO TEÓRICO

6.1.1. Oficina de Educación virtual

La Educación Virtual en los procesos formativos de la Universidad Santo Tomás se establece como un sistema de medios y mediaciones soportado en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y las Tecnologías de Aprendizaje y Conocimiento.

En la Oficina de Educación Virtual de la USTA Tunja y con el acompañamiento de personas de las demás sedes de la USTA y el vicerrector de la universidad abierta y a distancia (VUAD) se han propuesto políticas que manejen y establezcan las bases para la prestación de la educación virtual de la USTA, se abordan tres temas o ámbitos: internacional, nacional e institucional a los que se apuntan para prestar la educación virtual.

El ámbito internacional con concordancia con la UNESCO y el informe Horizon 2012 donde se resalta el concepto “movilidad y oportunidad de la información” de un ambiente de aprendizaje donde las personas esperan poder trabajar, aprender y estudiar cuando quieran y desde donde quieran.

El ámbito nacional que establece el campo de acción en Colombia para el uso pedagógico de la Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), referidos en el Plan Nacional de TIC y el Plan Decenal de Educación 2006-2015, se destaca un aspecto “Establecer alianzas y mecanismos de colaboración entre el Estado, las TIC y la educación” donde se expone el uso y apropiación de las TIC en la educación.

Y el ámbito institucional los lineamientos que rigen la educación del claustro son los apartes esenciales del Estatuto Orgánico, el Proyecto Educativo Institucional, el Modelo Educativo Pedagógico, la Política Curricular, el Reglamento Particular de Pregrado de la VUAD y el Estatuto Docente los cuales contemplan la prestación de la educación virtual y especifican los propósitos formativos y el papel que juegan las TIC en la academia.

Para la puesta en marcha de la educación virtual en la Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Tunja manejan cuatro dimensiones que definen y estructuran los objetivos de la educación virtual, estas son las dimensiones: tecnológica, comunicativa, organizacional y pedagógica.

La dimensión tecnológica establece la presencia de los recursos TIC con que cuenta el claustro para la prestación de la educación virtual, también define los lineamientos tecnológicos para la educación virtual, la actualización y

fortalecimiento de los procesos de gestión de capacidad, mantenibilidad, disponibilidad, escalabilidad y acuerdos de niveles de servicios tecnológicos como apoyo a los procesos formativos en la USTA, también define los criterios para la selección, actualización y evaluación del sistema de administración de aprendizaje (LMS) de la universidad y sus servicios tecnológicos complementarios.

La dimensión comunicativa establece los lineamientos para el diseño, producción, implementación y evaluación de los recursos digitales para aprender,

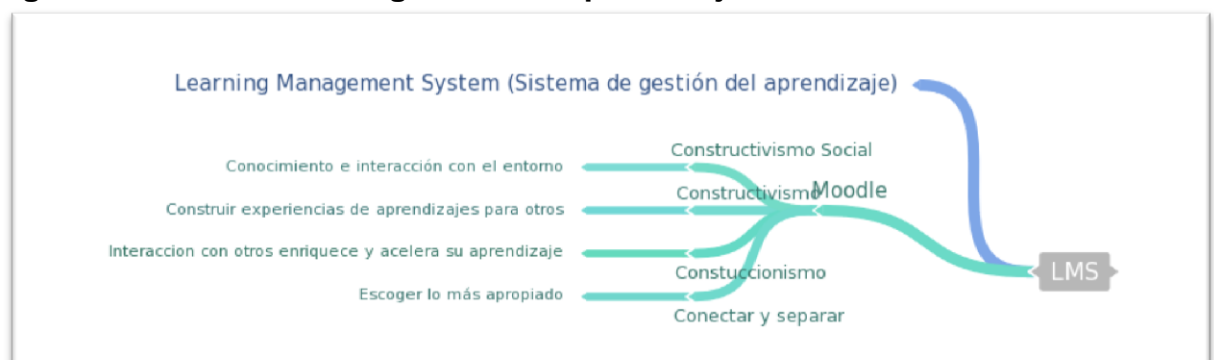
La dimensión organizacional establece la metodología para el diseño tecnopedagógico y comunicacional y define una identidad institucional para la educación virtual, definiendo así las estrategias para compartir recursos educativos digitales, institucional e interinstitucionalmente, lineamientos comunicativos para la educación virtual y criterios para el desarrollo y adecuación de aplicaciones que favorezcan la interacción en los AVA.

La dimensión pedagógica permite generar la reflexión sobre las posibilidades de formación que el Modelo Virtual ofrece. A través de esta misma dimensión se abren espacios de asesoría pedagógica a los Maestros, Directivos del claustro, sobre el modelo de educación virtual referidos a: integración curricular, aprendizaje y proyectos colaborativos, ambientes tecnológicos escolares.

6.1.2. Plataforma LMS (Sistema de gestión de aprendizaje)

“El Learning Management System (LMS) ha sido soporte para organizaciones e instituciones por más de 50 años. Inicialmente, el LMS fue una empresa tecnológica emergiendo directamente desde la industria e-Learning”. “Un servicio LMS es una herramienta simple de datos y apoyo a la prestación de seguimiento del usuario” (Lindenberg, 2012)

Figura 1. LMS-sistema de gestión del aprendizaje



Fuente: El autor

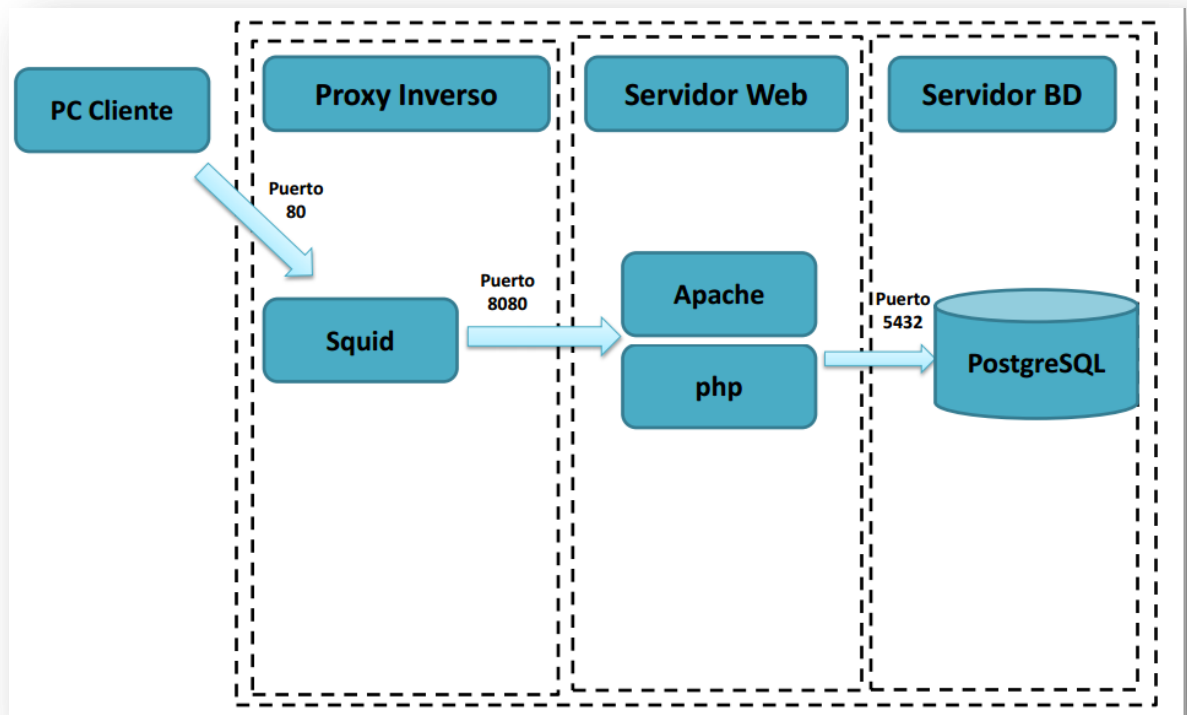
Moodle

“Moodle es un paquete de software para la creación de cursos y sitios Web basados en Internet. Es un proyecto en desarrollo diseñado para dar soporte a un marco de educación social constructivista” (Rice & Smith Nash, 2010) . Esta herramienta está en auge como ambiente virtual de aprendizaje (AVA) y aunque no es el único en el mercado da posibilidades de modificación e interacción con otros sistemas para con esto establecer la educación virtual en una institución, estandarizando así procesos y procedimientos que generen políticas.

Infraestructura tecnológica y de comunicaciones

“La importancia de una infraestructura tecnológica cualquiera siempre será la base que definirá la vida de un sistema cualquiera. En el campo de la Informática o de los Sistemas de Información la decisión sobre una infraestructura tiene una importancia estratégica ya que limitará o potenciará el crecimiento y desarrollo de una organización.” (Fundación Universitaria Iberoamericana, 2014)

Figura 2. Esquema de despliegue de Moodle



Fuente: (Herrera Boza, Coss Piña, & Acosta Montejó, 2011)

Servidor Web

- Selección de módulos.
- Controlar los procesos de Apache.

- Compresión de contenidos estáticos.

Proxy inverso: Squid

- Acelera el servidor HTTP.
- Realiza caché a las páginas más solicitadas.
- Reduce considerablemente el ancho de banda.

Servidor de Base de Datos: PostgreSQL

- Instalación ilimitada.
- Diseñado para ambientes de alto volumen.
- Estabilidad y confiabilidad legendarias.
- Alta concurrencia

6.1.3. Sistemas Distribuidos

Un sistema distribuido se define como una colección de computadores autónomos conectados por una red, y con el software distribuido adecuado para que el sistema sea visto por los usuarios como una única entidad capaz de proporcionar facilidades de computación. (Coulouris, Dollimore, & Kindberg, 1994)

Características:

- Concurrencia: Esta característica de los sistemas distribuidos permite que los recursos disponibles en la red puedan ser utilizados simultáneamente por los usuarios y/o agentes que interactúan en la red.
- Carencia de reloj global: Las coordinaciones para la transferencia de mensajes entre los diferentes componentes para la realización de una tarea, no tienen una temporización general, está más bien distribuida a los componentes.
- Fallos independientes de los componentes: Cada componente del sistema puede fallar independientemente, con lo cual los demás pueden continuar ejecutando sus acciones. Esto permite el logro de las tareas con mayor efectividad, pues el sistema en su conjunto continua trabajando.
- Transparencia, se define como la forma de presentar al usuario el sistema de información de tal manera que este no perciba los fallos o cambios que ocurren dentro del sistema distribuido.

Objetivos de un Sistema Distribuido:

- Transparencia
- Rendimiento
- Capacidad de crecimiento
- Carácter abierto
- Fiabilidad

Interacción entre Sistemas

La interacción entre sistemas es la relación entre uno o más sistemas de información que comparten datos o información permitiendo así el cumplimiento

de las funciones que tiene cada uno para lograr el objetivo para el cual están diseñados manteniendo la transparencia hacia el usuario y mejorando la eficiencia de los sistemas.

La interacción entre sistemas, subsistemas, actividades y funciones en una institución o empresa son algo muy real. Las operaciones cotidianas de la organización y sus funciones no son independientes entre sí, las políticas de un departamento influyen en otros departamentos y procedimientos y manejan datos en común que son indispensables en ambos departamentos.

Su objetivo fundamental es organizar y administrar las relaciones reciprocas de las partes o subsistemas en las organizaciones. El enfoque de sistemas comienza con una serie de objetivos y se dedica al diseño del todo a diferencia del diseño de los componentes o subsistemas. (Villarroel Torrico)

Clúster

El término clúster se aplica a los conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora. La tecnología de clúster's ha evolucionado en apoyo de actividades que van desde aplicaciones de supercómputo y software de misiones críticas, servidores web y comercio electrónico, hasta bases de datos de alto rendimiento, entre otros usos. (licmisterioso, 2011)

De un clúster se espera que presente combinaciones de los siguientes servicios:

- Alto rendimiento
- Alta disponibilidad
- Balanceo de carga
- Escalabilidad

Sistemas Operativos

Un Sistema Operativo (SO) es el software básico de una computadora que provee una interfaz entre el resto de programas del ordenador, los dispositivos hardware y el usuario.

Las funciones básicas del Sistema Operativo son administrar los recursos de la máquina, coordinar el hardware y organizar archivos y directorios en dispositivos de almacenamiento. (Masadelante.com)

KEMP Technologies anuncia la disponibilidad del sistema operativo LoadMaster para los servidores Cisco Unified Computing System (UCS). LMOS de KEMP para UCS tienen la certificación IVT (Interoperability Validation Testing) de Cisco y es el único sistema operativo de balanceo de carga y control de entrega de aplicaciones (Application Delivery Controller, sus siglas en inglés ADC) que corre

nativamente en el chasis UCS, sin necesidad de un hypervisor de virtualización de servidores.

El sistema operativo LoadMaster de Kemp mejora el rendimiento y la disponibilidad de las aplicaciones empresariales al ofrecer control de aplicaciones y gestión y optimización de tráfico en capa L7 en el chasis de servidor de alto rendimiento UCS de Cisco.

Los clientes de Cisco pueden ahora instalar el sistema operativo de balanceo de carga de alto rendimiento de KEMP en cualquier servidor Cisco UCS para incrementar el rendimiento de la aplicación y reducir la congestión de la red a través de su integración con la estructura UCS. (Iberonews/BusinessWire, 2013)

Balanceo de carga por software se proporciona en una de dos maneras: como una parte de un sistema operativo o como una aplicación complemento. El balanceo de carga que se implementa como una solución basada en software a menudo puede ofrecer la facilidad de despliegue y mantenimiento, así como un rendimiento similar a la de soluciones basadas en hardware. Algunas implementaciones comunes de balanceo de carga basado en el software incluyen aquellos incluidos dentro de Microsoft Windows o Linux.

1. Perlbal: es un servicio gratuito basado en el balanceo de carga de aplicaciones. Perlbal ofrece apoyos simples a de balanceo HTTP a varios servidores back-end sobre la marcha esta es una característica que define a perlbal que casi todo se puede configurar o reconfigurar sobre la marcha sin necesidad de reiniciar el software. Un equilibrador de carga es un servidor (o dispositivo) que equilibra las solicitudes a través de una serie de servidores para distribuir la carga. Un proxy inverso puede hacer esto, pero también tiene otras características.
2. Pound: es un proxy inverso, balanceador de carga y HTTPS front-end para el servidor web. Pound fue desarrollado para permitir la distribución de la carga entre varios servidores de Web y para permitir una envoltura conveniente SSL para los servidores web que no ofrecen de forma nativa. Pound se distribuye bajo la licencia GPL - no ofrece ninguna garantía, es gratis para usar, copiar y regalar.
3. Linux Virtual Server (LVS): es un sistema de alta disponibilidad y altamente escalable para manejar un cluster de servidores reales por diseño la arquitectura del "servidor de cluster" es transparente para el usuario final lo que permite a este interactuar con él como si se tratara de un solo servidor.

(Palacio Vargas & Abril Romero)

Algoritmos de Balanceo de Cargas

El balance o balanceo de carga es un concepto usado en informática que se refiere a la técnica usada para compartir el trabajo a realizar entre varios procesos, ordenadores, discos u otros recursos. Está íntimamente ligado a los sistemas de multiprocesamiento, o que hacen uso de más de una unidad de procesamiento para realizar labores útiles.

Round Robin

Es una técnica de balanceo de carga entre distintas máquinas o interfaces de red que funciona mediante DNS de modo que cada vez que se realiza una petición al servidor que contiene el registro DNS en cuestión este contiene varias correspondencias del registro tipo A (host) de manera que va rotando los resultados que ofrece. Es un método a considerar ya que nos permite usar equipos con sistemas operativos heterogéneos (Windows, Linux, Unix, Solaris...) para balancear servicios como Web, FTP o correo SMTP entrante y saliente. (julianrv, 2006)

Network Load Balancing (NLB)

Se trata de una tecnología de clustering propietaria de Microsoft existente tanto en Windows 2000 como en Windows 2003 Server que crea una red de servidores que mediante distintos mecanismos y algoritmos se intercomunican y deciden quien debe ser el receptor de cada petición. también es conocido como network load balancing la técnica que usan distintos fabricantes de hardware como F5 Networks, Radware , NetScaler o Cisco, que mediante dispositivos dedicados (appliances) conocidos como switches L4-L7, dedican uno (varios si están redundados) de estos dispositivos exclusivamente a repartir las peticiones entre los distintos servidores. (julianrv, 2006)

Balanceo de carga por hardware

La forma más sencilla de balancear una solicitud entre varias máquinas en un pool es utilizar un dispositivo hardware, sin embargo; se debe conectar, encender realizar un ajuste básico de la configuración y empezar a servir el tráfico. Existen algunas desventajas al utilizar un dispositivo hardware. La configuración puede llegar a ser un dolor de cabeza.

Balanceo de carga por medio de un router balanceador: Si hay varias rutas al mismo destino con costos iguales, es razonable utilizar a todos y compartir el tráfico en partes iguales entre los caminos. Caminos alternativos están garantizados para ser libre de bucles, ya que son "simétricas" con respecto al costo de la ruta principal. Si hay varias rutas de costo desigual, la misma idea no podía ser de fácil aplicación.

Si el router recibe e instala varias rutas con la misma distancia y costes a un destino, puede ocurrir balanceo de carga. El número de rutas de acceso utilizadas está limitado por el número de entradas que el protocolo de enrutamiento pone en

la tabla de enrutamiento. Cuatro entradas es el valor por defecto en IOS para la mayoría de protocolos de enrutamiento IP, con la excepción de la Border Gateway Protocol (BGP), donde una entrada es el valor predeterminado. (Palacio Vargas & Abril Romero)

Algoritmos de Balance de Carga con Manejo de Información Parcial

El balance de carga es un elemento esencial del cómputo paralelo, tiene por objetivo mantener el equilibrio del volumen de carga entre los procesadores a tiempo de ejecución, para reducir el tiempo de respuesta de las aplicaciones. Actualmente existen algunas propuestas para realizar balance de carga en aplicaciones paralelas, sin embargo, la mayoría manejan información global, es decir, implica el uso de una gran cantidad de mensajes provocando que la reducción del tiempo de respuesta no siempre sea la esperada, además de presentar problemas de escalabilidad. En esta tesis proponemos dos algoritmos de balance carga con manejo de información parcial cuyas comunicaciones siguen una topología de toroide y de árbol binario. El objetivo de los algoritmos, es reducir de mejor forma el tiempo de respuesta y el problema de escalabilidad. En los experimentos realizados para evaluar el desempeño de los algoritmos se utilizaron dos aplicaciones (estática y dinámica), la primera permite realizar multiplicación de matrices y la segunda resuelve el problema de las N-Reinas. Los resultados obtenidos muestran que cuando las aplicaciones utilizan los algoritmos propuestos, el tiempo de respuesta y el problema de escalabilidad se reducen. (Santana Santana, 2010)

Algoritmo dinámico para equilibrar la carga mediante uso de vectores de probabilidades y matrices adaptativas.

En un entorno de computación ubicua es importante conseguir que la carga entre las unidades de procesamiento se encuentre equilibrada correctamente. En este trabajo se propone un algoritmo dinámico para realizar el balanceo de la carga en un conjunto de ordenadores, con el objetivo final de mejorar los tiempos medios de espera de los trabajos que se ejecutan en los distintos nodos (entendiendo por nodo cada una de las unidades de proceso del sistema) y, a la vez, minimizar el tráfico de tareas que se generan para evitar una sobrecarga de la red. Para ello se utiliza un autómata de aprendizaje que, por medio de un vector de probabilidades, decide cual es el nodo idóneo donde enviar una tarea. La actualización de este vector se realiza mediante una matriz dinámica que se actualiza con las informaciones enviadas por los distintos nodos del sistema. (Azpicueta González, Rodrigo Yanes, Fernández Rodríguez, & Pérez)

6.2. MARCO CONCEPTUAL

Para el desarrollo de este trabajo de grado se abordaron temas que son pertinentes y necesarios conceptualizar cada uno.

6.2.1. Automatización de procesos

La automatización de procesos consiste en la especificación y desarrollo de nuevas técnicas o métodos que sean más eficientes para realizar las tareas de uno o varios procesos, aprovechando así los recursos de una mejor manera.

6.2.2. Plataforma automatizada

Es un sistema actualizado y mejorado que suple las necesidades para las que ha sido creado e implementado, necesitando un número menor de tareas o acciones para realizar un proceso vital que manualmente requiere bastantes recursos.

6.2.3. Plataforma tecnológica virtual

Una plataforma tecnológica virtual es un sistema de información que permite la interacción de varios usuarios en este caso estudiantes con el sistema y que esta adecuada o presentada específicamente para cada uno de ellos además es un sistema contenedor de cursos que incorpora herramientas de comunicación y seguimiento de los estudiantes.

6.2.4. Campus Tecnológico

Un campus tecnológico es un sistema gestor del aprendizaje (LMS) que presta un espacio para fortalecer conocimientos acerca de un tema, desde cualquier ordenador, con un navegador y una conexión a internet se puede acceder al material de cursos (MOOCs - Cursos en Línea Masivos y Abiertos), en donde se encontrara contenido multimedia y ejercicios para abundar en el tema. Está basado en un modelo de e-Learning en donde el principal objetivo es la educación y la generación de conocimientos a toda la población.

6.2.5. Campus Virtual

Un campus virtual es también un sistema gestor del aprendizaje (LMS) el cual está orientado a la educación y/o formación de una población con objetivo de obtener un título profesional, de forma presencial (b-learning) como a distancia (e-learning) y que esta implementado con los parámetros y fines de una institución de educación superior la cual tiene el aval del Ministerio de educación para prestar la educación.

6.3. MARCO LEGAL

En el desarrollo del marco legal para esta pasantía se tiene en cuenta las normativas, internacionales, nacionales, regionales e institucionales para los sistemas gestores del aprendizaje (LMS) para prestar a distancia (e-Learning) y apoyo de la educación presencial (b-Learning) en las instituciones de educación superior.

UNESCO – IIESALC

LA EDUCACIÓN SUPERIOR VIRTUAL EN COLOMBIA - Ángel Facundo
Diagnóstico realizado a finales de 2002 sobre la educación superior a distancia de Colombia que utiliza las nuevas tecnologías de información y comunicación y que,

de acuerdo con el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina – IIESALC, entidad para la cual se realizó el trabajo, es conocida convencionalmente con el término genérico de “educación superior virtual”

Informe Horizon 2012

Elaborado por New Media Consortium (NMC) en colaboración con EDUCAUSE Learning Initiative (ELI), el informe describe las seis tecnologías emergentes que están llamadas a tener un gran impacto en el aprendizaje, la enseñanza y la expresión creativa en los campus universitarios.

Plan Nacional de TIC 2008-2019

Uso pedagógico de la Tecnologías de Información y Comunicación-TIC, referidos particularmente en el **Plan Nacional de TIC 2008-2019** en el cuarto ítem Matriz de ejes de acción describe ocho ejes en los cuales se pretende estructurar la mediación con las TIC, los ejes verticales son: educación, salud, justicia, competitividad empresarial y los ejes transversales son: la comunidad, gobierno en línea, I+D+I (Investigación, Desarrollo, Innovación), marco regulatorio e incentivos.

Figura 3. Ejes de acción Plan Nacional de TIC 2008-2019



Fuente: Plan Nacional de TIC 2008-2019

En la descripción de los ejes verticales **sección IV, literal B ejes verticales, ítem número 1 educación**, especifica objetivos a cumplir para la mediación de las TIC en la educación colombiana promoviendo mecanismos para desarrollar, evaluar y verificar competencias digitales, El uso eficaz de las TIC para lograr altos niveles

de calidad y cubrimiento de la oferta educativa para todos los colombianos y la socialización del conocimiento.

Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016

El Plan Nacional Decenal de Educación es un ejercicio de planeación en el que la sociedad determina las grandes líneas que deben orientar el sentido de la educación en los años 2006-2016. Este plan define un pacto social por el derecho a la educación, y tiene como finalidad servir de ruta y horizonte para el desarrollo educativo del país.

El Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016 en el capítulo 1: Desafíos de la educación en Colombia en la parte 3 Renovación pedagógica y uso de las TIC en la educación establece acciones, estándares y competencias del MEN a tener en cuenta en la mediación de las TIC en la educación en Colombia.

En Objetivos, Metas y Acciones del **Plan Nacional Decenal de Educación**, Fines y calidad de la educación en el siglo XXI (globalización y Autonomía) el punto 4. Uso y apropiación de las TIC, describe, coloca objetivos y disenso a las TIC en la educación.

Proyecto Educativo Institucional-PEI

Los documentos institucionales fundamentales garantizan que la Universidad posea carta de navegación cierta. De esa manera, la comunidad universitaria puede hacer frente a los retos del presente y del futuro con suficiente claridad y seguridad de principios y criterios.

En el **literal 6.2** del **Proyecto Educativo Institucional-PEI** se reconoce “que los Programas de Educación Abierta y a Distancia de la USTA propician y generan acciones privilegiadas de influencia social, cultural y educativa en muchas localidades y en diferentes regiones del país.” Y en el **Literal 6.3** describe las Políticas Generales para la Interacción con el Medio Externo o la comunidad para establecer una legitimidad de los programas de interacción.

Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia-VUAD

Políticas específicas para la educación Abierta y a Distancia en la USTA Colombia donde se especifican el marco de políticas institucionales para educación Abierta y a Distancia en la USTA.

Política para la educación virtual en USTA Colombia

Políticas planteadas especialmente para el Campus Virtual de la USTA Colombia en donde se especifican el marco de políticas institucionales para educación virtual, tal y como son necesarios en la USTA.

6.4. ESTADO DEL ARTE

Según los temas objeto de esta pasantía se han identificado procesos cognitivos acerca de estos temas, a continuación se describen cada uno.

- **A task–technology fit view of learning management system impact:** El estudio descrito en este artículo utiliza la tecnología para la cadena de rendimiento como un framework para direccionar la pregunta de cómo las tareas tecnológicas influyen en los impactos en el rendimiento de los LMS. Los resultados proporcionan un fuerte apoyo a la importancia de las tareas tecnológicas, que influyen en el percepción del impacto en el aprendizaje, tanto directa como indirectamente a través de un nivel de utilización. Mientras las tareas tecnológicas tienen una fuerte influencia en el impacto percibido de los LMS en el aprendizaje sólo tuvieron un impacto débil sobre los resultados en términos de las calificaciones del estudiante. Contrariamente a lo esperado, facilitan las condiciones y normas sociales comunes del papel en los impactos en el rendimiento de los sistemas LMS. Sin embargo, las normas del instructor tienen un efecto significativo sobre la percepción del impacto en el aprendizaje a través de la utilización de LMS.
- **Evaluation of user Interface Design for Learning Management System (LMS): Investigating Student's Eye Tracking Pattern and Experiences:** El diseño de la interfaz de LMS juega un papel importante para ofrecer el proceso de aprendizaje de los alumnos y los educadores. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el diseño de interfaz de usuario de los LMS mediante el análisis de patrón de trayectoria de los ojos de los estudiantes, el trazo de la mirada y mapa de calor. La interfaz de LMS se dividió en tres áreas; superior, izquierda y contenido. Las áreas de interés del estudiante fueron identificadas mediante el patrón de rastreo ocular. El análisis del patrón de seguimiento de los ojos de los estudiantes indicó algunos problemas de diseño de interfaz de LMS. Con base en este hallazgo, se discuten las directrices de diseño de interfaz de usuario que se aplican en los LMS y sugiere algunas mejoras para los problemas de diseño identificados.
- **Extending web-based educational systems with personalised support through User Centred Designed recommendations along the e-learning life cycle:** Propone metodologías de diseño centradas en el usuario con participación de equipos interdisciplinarios de desarrolladores de software y expertos dominio. Esto se ilustra en un sistema de e-learning adaptable, donde un MOOC (Massive Open Course Online) fue tomado por cerca de 400 alumnos. En particular, nos informe donde los métodos de diseño centrado en el usuario se pueden aplicar en un largo ciclo de vida del e-learning para el diseño y evaluación y soporte de personalización a través de recomendaciones en los sistemas gestores del aprendizaje.

- **Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems:** En este estudio, se exploraron los usos y beneficios percibidos del uso de un LMS para apoyar la enseñanza tradicional en el aula de clase según lo informado por los instructores y estudiantes de American Midwestern university. Examinaron dos años de estudio de datos centrados en usos específicos de los LMS que enfatizan en la eficiencia de la comunicación o enseñanza interactiva y prácticas de aprendizaje. Compararon log de datos de usuario correspondientes a elementos del estudio para ver si el uso del sistema fue consistente con los patrones observados en los resultados del estudio. Los resultados sugirieron que los profesores y estudiantes valoran las herramientas y actividades para una comunicación eficiente más que herramientas interactivas para innovar las prácticas existentes. Además, el estudio de los elementos de la encuesta revela que los profesores y los estudiantes también valoran mucho la enseñanza y herramientas de aprendizaje dentro de los LMS.
- **The effect of learning management systems on student and faculty outcomes:** Este estudio examina los efectos de las estructuras interactivas y de aprendizaje habilitados por los diferentes sistemas gestores de aprendizaje (LMS) en la satisfacción y el compromiso de aprender en los cursos en línea. Examina si los LMS en el que se ofrece el curso afecta a profesores y estudiantes la comunicación, satisfacción y la asistencia social, asistencia de enseñanza y la asistencia cognitiva, como medida para la Comunidad de Investigación (COI) del estudio. Aproximadamente doce cursos, que se imparten en cuatro escuelas diferentes de la Universidad DePaul University, serán estudiados.
- **e-Learning for Universiti Teknologi MARA Malaysia (UiTM): Campus Wide Implementation and Accomplishments:** Este documento describe los esfuerzos de la Universidad para embarcarse en el e-learning en una gran forma después de un lapso de cuatro años de esfuerzos de implementación y logros.
- **Multi-dimensional students' evaluation of e-learning systems in the higher education context: An empirical investigation:** Este estudio propone un modelo conceptual de valoración del e-learning, modelo de valoración hexagonal del e-learning (Helam) este sugiere un enfoque multidimensional para la evaluación LMS a través de seis dimensiones: (1) la calidad del sistema, (2) la calidad del servicio, (3) la calidad del contenido, (4) La perspectiva de aprendizaje, (5) las actitudes de instructor, y (6) apoyo de problemas. Un estudio instrumental basado en Helam ha sido desarrollado y aplicado a 84 estudiantes. El análisis de resultados apoya firmemente el modelo propuesto para la evaluación de LMS a través de la satisfacción de los estudiantes.

- Moodle: Tecnología actual en AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL CAMPUS VIRTUAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La Investigación exploratoria describe y define el tipo de investigación que se siguió en el desarrollo de esta pasantía, automatización de los procesos de la Plataforma Tecnológica del Campus Virtual De La Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

7.1.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

- Anteriormente el Campus Virtual De La Universidad Santo Tomás Seccional Tunja no contaba con la interacción y automatización de los procesos de matrícula, creación de usuarios y cursos estos procesos eran realizados manualmente por parte del administrador y los usuarios cuando se matriculaban a sus cursos, siendo muy baja la eficiencia del sistema como apoyo a las actividades diarias de clases presenciales, presentándose quejas y descontentos por parte de los usuarios.
- Para el desarrollo de la pasantía se actualizara el LMS de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja, realizando pruebas y tomando datos del funcionamiento de este con respecto a variables previamente establecidas con las cuales se generaran estadísticas y planes para mejorar el sistema afinándolo y llevándolo a un estado con una mayor eficiencia, en donde se desarrollara una interfaz que automatice los procesos de matrícula, creación y asignación de cursos y estudiantes con una interacción con el sistema académico SAC
- Con la automatización de procesos en el Campus Virtual implementada y con una propuesta para un Sistema Distribuido que Administre y procese las conexiones al sistema específicas del Campus Virtual se preparara el Campus Virtual y la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja hacia la prestación de la Educación Virtual y a Distancia como una segunda fase en el procesos de adaptación y prestación de la Educación Virtual en la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

7.2. HIPÓTESIS

La Automatización de procesos sobre la plataforma tecnológica del Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja mejora la calidad de prestación del servicio de educación virtual de la Universidad.

7.2.1. VARIABLES

Usabilidad del Campus Virtual

Eficiencia del Sistema

Interoperabilidad de este y los sistemas a interactuar en la automatización

Calidad de desarrollo de la Automatización de los procesos

Rendimiento del Sistema

7.3. POBLACIÓN

La población que se tomó como muestra para el desarrollo del trabajo de grado fueron los usuarios (docentes, estudiantes, administrador) del Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja.

7.4. FUENTES

Primarias

- Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
- Oficina de Registro y Control de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja

7.5. INSTRUMENTACIÓN

En el desarrollo del trabajo de grado se utilizaron muestras de rendimiento, capacidad y aquellas métricas que permitieron determinar el funcionamiento del sistema a través de un lapso de tiempo y con los cuales se generaran estadísticas validando así el proceso de automatización.

8. DESARROLLO

En este apartado se describe el desarrollo de la pasantía, exponiendo los procesos que se siguieron hasta el fin de esta. Según el cronograma se proponen fases y actividades para el desarrollo de los objetivos de la pasantía, y se presentan a continuación.

8.1. Buscar la versión estable y recomendable

Se comenzó con la revisión de requisitos para el nuevo sistema entre estos la interacción con un servidor de autenticación (LDAP), se procedió con la instalación de una nueva versión más actual de Moodle con un cambio de interfaz y disposición de los cursos que contiene el sistema. A continuación se describen las versiones de Moodle que fueron revisadas y puestas en producción para la gestión de los cursos virtuales en la Universidad.

8.1.1. Versión anterior: 2.4.4+ (20130514)

Respecto a los requerimientos de la infraestructura, no hay variaciones respecto a la versión 2.3, versión mínima de base de datos: Postgres 8.3, MySQL 5.1.33, MSSQL 2005 o Oracle 10.2, versión mínima de PHP: PHP 5.3.2 lo que supone un aliciente para realizar la migración desde esta versión ya que nos evitamos tener que realizar cambios en el software base de nuestra instalación, a veces problemáticos.

Las mejoras no visibles directamente al ojo del usuario, se han realizado una serie de optimizaciones para mejorar el rendimiento. A destacar la implementación de un sistema de caché denominado Moodle Universal Cache (MUC) que permite al administrador del sitio Moodle implementar diferentes configuraciones que pueden permitir reducir valores tan importantes como el número de peticiones a la base de datos, el número de archivos que se necesitan leer del disco para crear una página o los requerimientos de memoria RAM.

Para gestionar MUC el admin dispone ahora de una nueva opción en el menú de extensiones denominada "Caching" donde configurar diversos aspectos de este nuevo sistema.

También a nivel interno y orientado a los programadores de temas gráficos (los Themes) se han implementado cambios internos para permitir más opciones de configuración, lo mismo que con los formatos de curso, lo que permitirá desarrollar nuevos formatos en el futuro.

Una mejora más visible se centra en el editor TinyMCE al que se le han añadido algunas opciones de configuración para que el admin pueda añadir o quitar botones y configurar las extensiones propias del editor, permitiendo un cierto grado de personalización de las barras de herramientas en cada instalación.

Otra mejora es la gestión de las extensiones. Si en la versión 2.3 ya se notificaba de la existencia de una nueva versión de las extensiones instaladas, en la versión 2.4 se mejora esta opción permitiendo la instalación vía web de la nueva versión.

Una de las peticiones de mejora más votadas por los usuarios en el sistema de gestión de cambios de Moodle (el famoso tracker) se ha implementado finalmente: la opción de integrar calendarios externos en el calendario de Moodle. Se ha establecido un sistema de suscripciones a calendarios externos compatibles con el sistema de intercambio iCal, como los calendarios de otros sitios Moodle o los de Google Calendar, entre otros.

También se ha implementado una mejora relevante en las tareas. Ahora es posible realizar tareas en grupo de trabajo, de manera que, entre otras posibles configuraciones, se puede definir que basta con que un alumno entregue la tarea para que todo el grupo haya cumplido con esta, y la calificación dado por el profesor a esta entrega se aplicará a todos los alumnos del grupo. Para establecer los grupos de trabajo se utiliza la estructura de Grupos (no de Agrupaciones) ya habitual en Moodle.

Otro aspecto relacionado con las tareas es la posibilidad de cargar ahora las calificaciones a partir de un archivo CSV que podemos generar con una hoja de cálculo. Se han cambiado por primera vez los iconos, que desde la versión 1.0 permanecían invariables.

8.1.2. Versión Instalada: Moodle 2.7+ (Build: 20140626)

La versión de Moodle instalada en primera instancia fue ésta, según las características que se especifican abajo.

Atto, un nuevo editor, simple-de-utilizar

Nuevo editor para Moodle, se enfoca en usabilidad y accesibilidad. TinyMCE sigue estando disponible, pero Atto será el mejor editor para la mayoría de las personas. Atto tiene un nuevo editor de ecuaciones matemáticas, que produce TeX con una interfaz WYSIWYG= What You See Is What You Get = Usted obtiene lo que ve), que no necesita Java. Esto significa que funciona en todas partes, inclusive en tabletas (iPad) y teléfonos celulares. También hemos añadido un nuevo Filtro MathJax para mostrar bellamente ecuaciones matemáticas, sin requerir una configuración especial del servidor.

Apariencia moderna, con respuesta mejorada

Moodle ahora usa temas basados en inicio (Bootstrap) por defecto, para un mejor diseño responsivo y usabilidad. Se han hecho muchas pequeñas mejoras a toda la interfaz. Usted puede encontrar más temas en la Moodle Plugins database.

Cree mejores rutas de aprendizaje personalizadas con Actividades condicionales mejoradas.

Las mejoras a esta característica de Moodle ampliamente usada en la enseñanza incluyen una interfaz mejorada, agilizada, y un soporte añadido para habilitar el acceso restringido mediante condiciones "o" (or) y el uso de restricciones anidadas para criterios complejos de acceso.

Mejoras en Tareas

Ahora los maestros pueden controlar con una casilla de selección el instante cuando se mandará la retroalimentación a los estudiantes. Si se permite, pueden editar o eliminar envíos de estudiantes. Las tareas de texto en línea pueden tener un límite de palabras y los profesores pueden editar el trabajo de los alumnos directamente en-línea.

Los profesores pueden filtrar la tabla de calificaciones, para ver cuales estudiantes todavía no han enviado su tarea.

Cree y gestione fácilmente Exámenes y el Banco de preguntas

Además de tener un selector de Tipos de preguntas actualizado, ahora es más facil duplicar y mover preguntas, y hay una opción para 'Guardar cambios y continuar editando'. Los reportes del examen han sido mejorados. La pregunta de Ensayo ahora permite que los estudiantes simplemente anexen un archivo y el tipo de pregunta de relacionar respuesta corta está disponible para su uso.

Soporte a largo plazo

Por demanda popular, Moodle 2.7 tendrá soporte extendido por 3 años (hasta Mayo del 2017) para composturas de seguridad y pérdida de datos, el doble del tiempo de las otras versiones anteriores.

Bitácoras mejoradas para mejores Reportes

Un nuevo subsistema de Bitácoras con plugins que permiten bitácoras externas detalladas, proporciona oportunidades para reportes mejorados y también mejoras en análisis del aprendizaje.

Gestión agendada de tareas del sistema

Con un sistema mejorado para agendar, las tareas del sistema a realizar pueden agendarse con precisión, aun en servidores en clusters complejos.

Sistema de Eventos mejorado

Los eventos han sido mejorados en todo Moodle, lo que le permite a Usted integrar mejor su código con Moodle. Un nuevo reporte generado dinámicamente enlista todos los eventos y los detalles de los eventos para ayudarle a los administradores y desarrolladores a comprender el sistema.

8.1.3. Actualizada a la Versión: Moodle 2.7.2 (Build: 20140908)

Con respecto a la versión de Moodle 2.7 se realizó la mejora y eliminación de errores que fueron encontrados en el sistema y los cuales están descritos a continuación.

Características

MDL-45780 - Atto ahora funciona con el revisor de cambio de formato y auto-guardado de examen

MDL-46748 - Cambió la dirección de Mathjax, lo que causaba que Atto fallara al cargar; ha sido actualizado en Moodle

MDL-35984 - La suma de calificaciones en el Libro de calificaciones muestra el total correcto si hay ítems ocultos

Cambios funcionales

MDL-45724 - Se da advertencia cuando se usa la misma instancia de memcached para ambas sesiones y MUC

MDL-46681 - Para preguntas de opción múltiple en examen / banco de preguntas, las opciones de "Eliminar respuestas incorrectas" y "Mostrar el número de respuestas correctas" no tenían sentido para preguntas con "Solamente una respuesta". Ahora es imposible seleccionar esa combinación de opciones en el formato (formulario).

Seguridad

Se resolvieron varios asuntos de seguridad. Los detalles de estos asuntos se liberaron aproximadamente una semana después para permitirles a los administradores de sistemas que actualicen con seguridad a la versión más reciente.

MDL-46766 – una falla en la biblioteca CAS de terceros, utilizada por Moodle, ha sido encontrada, lo que podría permitir el acceso no autorizado y la elevación de privilegios.

Composturas y mejoras

MDL-46118 – problemas en la descarga del archive de logs de los cursos, solo descarga 30 líneas

MDL-37509 - Descripción de tarea oculta en calendario en caso de que "siempre mostrar descripción" = NO

MDL-46545 - Estadísticas semanales ya funcionan de nuevo

MDL-46589 - Envió de Emails automáticos después de que los usuarios importan desde CSV

MDL-43197 - El rol paterno solamente ve el total del curso y ya no ve las calificaciones individuales

MDL-46236 - La opción para iniciar un nuevo intento ahora está seguida si SCORM se configura para que aparezca como ventana emergente

8.1.4. Protocolo de acceso ligero a directorios (LDAP)

El Protocolo ligero de acceso a directorios (en inglés, Lightweight Directory Access Protocol, LDAP) es un conjunto de protocolos abiertos usados para acceder información guardada centralmente a través de la red. Está basado en el estándar X.500 para compartir directorios, pero es menos complejo e intensivo en el uso de recursos. Por esta razón, a veces se habla de LDAP como "X.500 Lite." El estándar X.500 es un directorio que contiene información de forma jerárquica y categorizada, que puede incluir nombres, directorios y números telefónicos.

Como X.500, LDAP organiza la información en un modo jerárquico usando directorios. Estos directorios pueden almacenar una gran variedad de información y se pueden incluso usar de forma similar al Servicio de información de red (NIS), permitiendo que cualquiera pueda acceder a su cuenta desde cualquier máquina en la red acreditada con LDAP.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, LDAP se usa simplemente como un directorio telefónico virtual, permitiendo a los usuarios acceder fácilmente la información de contacto de otros usuarios. Pero LDAP va mucho más lejos que un directorio telefónico tradicional, ya que es capaz de propagar su consulta a otros servidores LDAP por todo el mundo, proporcionando un repositorio de información ad-hoc global. Sin embargo, en este momento LDAP se usa más dentro de organizaciones individuales, como universidades, departamentos del gobierno y compañías privadas.

LDAP es un sistema cliente/servidor. El servidor puede usar una variedad de bases de datos para guardar un directorio, cada uno optimizado para operaciones de lectura rápidas y en gran volumen. Cuando una aplicación cliente LDAP se conecta a un servidor LDAP puede, o bien consultar un directorio, o intentar modificarlo. En el evento de una consulta, el servidor, puede contestarla localmente o puede dirigir la consulta a un servidor LDAP que tenga la respuesta. Si la aplicación cliente está intentando modificar información en un directorio LDAP, el servidor verifica que el usuario tiene permiso para efectuar el cambio y después añade o actualiza la información.

8.2. Generar backups

Para comenzar con el desarrollo se realizaron backups antes de la instalación de una versión reciente del sistema Moodle. Para generar estos backups del sistema se tienen cuatro pasos y son los siguientes:

PHP Script

El primer paso es hacer un backup de los cursos que tiene el sistema Moodle, este se realiza por medio del cron o directamente desde el CLI con la siguiente línea para ejecutar el script de PHP.

```
"php.exe -f /var/www/moodle/admin/cli/automated_backups.php"
```

También se puede programar la realización de las copias de seguridad de los cursos desde el Campus Virtual en la administración del sitio en cursos.

Dump de MySQL

El segundo paso es crear un backup de la base de datos del sistema Moodle y la forma correcta de realizar copias de seguridad de la base de datos depende del sistema de base de datos que está utilizando, en este caso el DBMS es MySQL, y la instrucción para realizarlo es la siguiente:

```
"mysqldump -h example.com -u minombredeusuario --password = lacontraseña -C -Q -e --create-options MyDatabaseName > moodle-database.sql gzip moodle-database.sql"
```

La otra opción sería utilizar una herramienta como phpMyAdmin para hacer manualmente una copia de seguridad. La documentación de la base de datos dará más opciones.

Moodledata

El tercer paso es realizar un backup de la carpeta moodledata ya que en esta se almacena todos los archivos de datos del sistema Moodle. Se copia esta carpeta y su contenido en otro espacio que este dedicado para el almacenaje de backups del sistema.

Moodle

Para la instalación del campus virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja se realizó el cuarto paso el backup de la carpeta que contiene el sistema Moodle.

8.3. Actualizar a la versión escogida

Para comenzar no se realizó una actualización sino la instalación de una versión reciente de Moodle ya que la versión que se encontraba instalada para la fecha ya estaba desactualizada y la disposición de los cursos no era conveniente para los esquemas que se deseaban del Campus Virtual. Se realizó la instalación de la

versión 2.7 de Moodle el día 27 de junio de 2014, para este proceso se realizaron los siguientes pasos:

- Se Abrió ventana de mantenimiento desde: 12:30 pm del 27 de Junio de 2014 hasta: 11:59 pm del 29 de Junio 2014.
- Se realizó la copia de seguridad el mismo día hasta las 4:00 pm previo a la instalación de Moodle.
- El proceso de generar backup se realizó tal y como se describe en la sección 8.2 más atrás.
- Se borró la base de datos de Moodle y se volvió a crear.
- Luego de esto se Instaló Moodle 2.7 según Moodle recomienda¹.

8.4. Realizar pruebas del sistema

Para comprobar el funcionamiento del Campus Virtual y tener un estado detallado del sistema como se desempeña previo a la automatización de procesos, se realizaron pruebas del sistema Moodle en la versión 2.7 en un servidor alternativo con las mismas características del servidor en producción. Las pruebas realizadas fueron:

- recuperación de cursos virtuales.
- rendimiento del sistema.
- acceso de usuarios.
- estrés realizando subida de cursos de gran tamaño y contenido.

En el sistema Moodle se hicieron pruebas de recuperación de cursos virtuales evidenciando el correcto funcionamiento del sistema y se comprobó la fácil recuperación sin pérdidas de información de los cursos virtuales probados. También pruebas de estrés subiendo cursos que estaban activos en el campus virtual y que estaban clasificados como los más pesados con respecto a actividades, recursos, información que se colocan al alcance de los estudiantes.

Las pruebas de rendimiento, se realizaron generando peticiones al sistema para establecer como respondía el sistema viendo demoras y errores en las páginas que se cargaban. También se accedió al sistema con diferentes usuarios para verificar la conexión con el servidor de autenticación y si la autenticación era correcta.

Realizando estas pruebas se presentaron problemas con Moodle y su funcionamiento las cuales se presentan a continuación:

¹ Moodle ha realizado un manual de instalación del sistema en el que describe el proceso para cualquier usuario y se encuentra en la siguiente dirección https://docs.moodle.org/all/es/Instalaci%C3%B3n_de_Moodle

- Problemas de opcode: se presentaron problemas con la extensión opcode en el servidor de producción ya que este no estaba instalado y Moodle requiere para aumentar el desempeño y disminuir significativamente el uso de memoria.
- Proxy: para realizar funciones tales como edición y administración de cursos es necesario activar y/o desactivar el proxy de la red de la universidad para que el Campus Virtual funcione correctamente.
- Las copias de seguridad de Moodle no se generaron: el módulo de generar copias de seguridad de Moodle no funciona ya que no fue configurado en el sistema.

También con estas pruebas se reconoció el funcionamiento, los procesos y procedimientos del Campus Virtual los cuales se revisaron y se estableció cuáles de estos deberían ser automatizados.

8.5. Análisis de Variables a tener en cuenta del sistema

Las variables a tener en cuenta para el Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja son:

Usabilidad del Campus Virtual

La usabilidad del Campus Virtual se ha de analizar sobre informes de éste realizados por la herramienta de Google, Google Analytics sobre los ingresos por parte de los usuarios al sistema generando así estadísticos

Interoperabilidad del Campus Virtual y los sistemas a interactuar en la automatización

El campus virtual interactúa con diferentes sistemas de información tales como el directorio de autenticación propio de la Universidad, y en el proceso de automatización de éste interactuara con el sistema académico SAC el cual brinda la información del proceso de matriculación de estudiantes y docentes en los cursos presenciales que tiene cada programa.

Rendimiento del Sistema

El rendimiento es evaluado por el estrés en el sistema que se genera de la subida de cursos de gran tamaño y el rendimiento en horas pico de acceso a éste.

Calidad de desarrollo de la Automatización de los procesos

La calidad en el software es lo primordial para un sistema que sea transparente a los usuarios, además de estar siempre disponible, actualizado y automatizado evitando así inconvenientes y mejorando la perspectiva que se tiene de éste por parte de los usuarios.

Eficiencia del Sistema

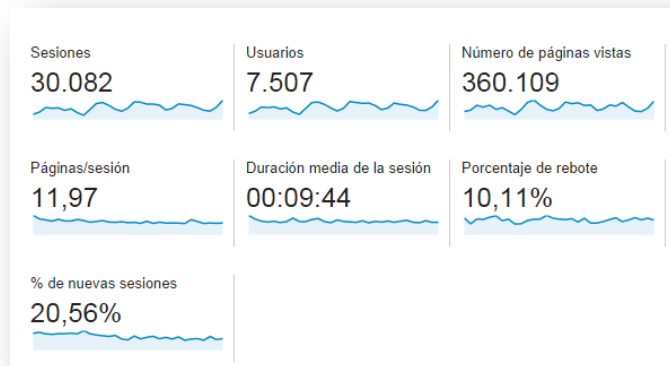
Teniendo en cuenta las variables anteriores se puede determinar la eficiencia con la que el sistema se desempeña y en que se debe mejorar para hacerlo más eficiente.

8.5.1. Estudio del comportamiento del sistema

Se recolectaron datos entre el 09 de agosto y el 08 de septiembre de 2014 del Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja por el servicio de Google Analytics para estudiar el comportamiento del sistema en diferentes períodos de tiempo.

Usuarios que ingresan por día

Figura 4. Estadísticas y promedios de los datos recolectados



Fuente: Google Analytics

En el periodo de tiempo ya especificado se iniciaron 30.082 sesiones en el Campus Virtual donde el promedio de duración de las sesiones es de 09 minutos con 44 segundos.

Grafica 1. Trafico de usuarios por día en el Campus Virtual



Fuente: Google Analytics.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el gráfico **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de usuarios en el Campus Virtual entre las fechas ya mencionadas donde el mayor registro de ingreso se evidencia que son entre semana los días lunes y miércoles, y las horas de mayor ingreso que no se muestran aquí son a las 11:00 am, a las 06:00 pm y a las 08:00pm.

Tiempo medio de carga de la página.

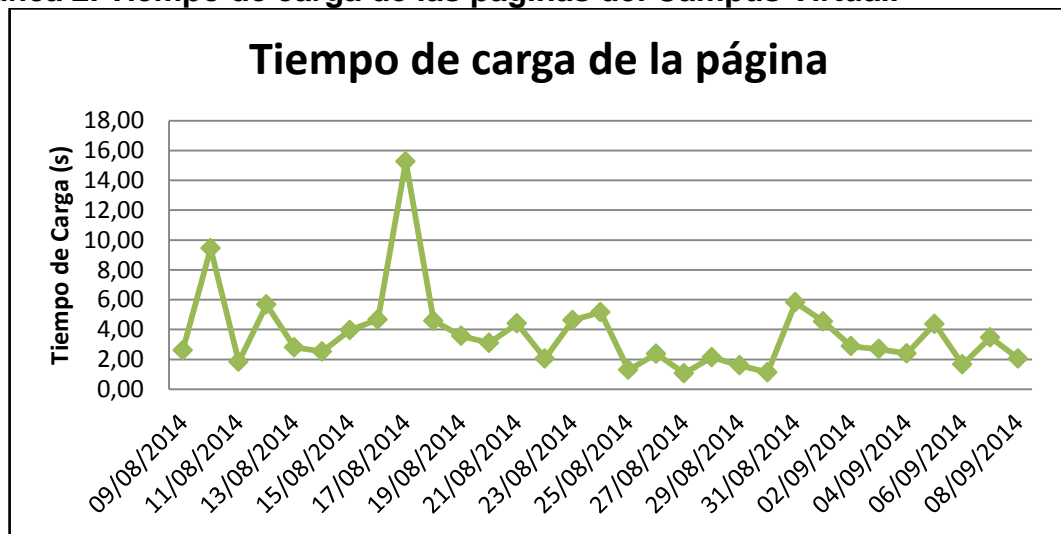
Figura 5. Estadísticas y tiempos de carga de la página y conexión al servidor



Fuente: Google Analytics

El tiempo de respuesta del servidor a una petición generada por un usuario es un lapso muy corto 0,03 segundos y un promedio de carga del Campus Virtual en 2,89 segundos identificando así que éste se encuentra respondiendo correctamente al tráfico que se genera con los ingresos de los usuarios.

Grafica 2. Tiempo de carga de las páginas del Campus Virtual.



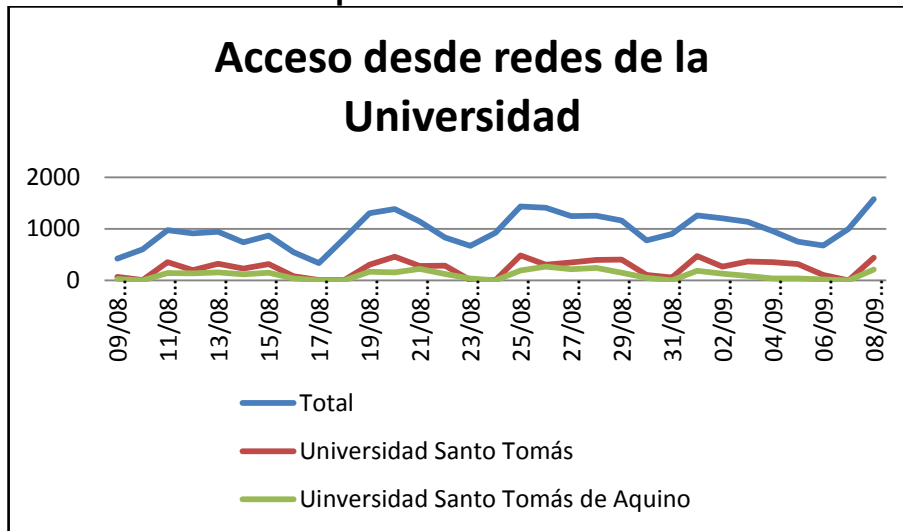
Fuente: Google Analytics

Como se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** uego de ser instalado Moodle, para el lapso de tiempo del 9 de agosto al 12 de agosto el sistema se encontraba inestable, se estaba tardando en responder y el

tiempo de carga de las páginas estaba muy por encima del promedio cerca de los 10 segundos. El pico más alto de carga de la página se presenta el 17 de agosto donde el promedio del día fue cerca de los 15 segundos, actualmente el sistema está respondiendo en tiempos cercanos al promedio.

Acceso al sistema (Redes)

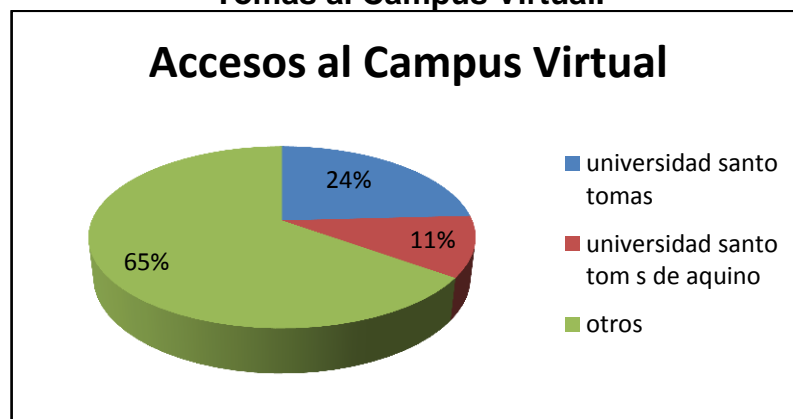
Grafica 3. Acceso al Campus Virtual desde redes de la universidad.



Fuente: Google Analytics.

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se comparan los accesos al Campus Virtual desde las redes de la Universidad Santo Tomás con el total de ingresos en el lapso de tiempo tomado para este estudio.

Grafica 4. Porcentajes de acceso desde redes de la Universidad Santo Tomás al Campus Virtual.



Fuente: Google Analytics.

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el porcentaje de accesos que se han registrado desde las redes internas de la

Universidad Santo Tomás donde se evidencia que es muy baja la frecuencia con que los usuarios del sistema acceden desde el plantel educativo tan solo un 35% de los accesos registrados se realizan desde la instalaciones de la universidad comparadas con el 65% del total de accesos que son realizados desde otras redes o ISP que prestan el servicio en la región.

8.6. Estrategias de mejora

Tabla 1. Estrategias de mejora para los sistemas con los que interacciona el Campus Virtual.

No.	Descripción	Responsable
1	LDAP: Para la interacción del Campus Virtual con el servidor de autenticación LDAP se generaron varios inconvenientes ya que la información contenida en el servidor de autenticación se encuentra desactualizada, y no contiene información que es necesaria, para que esté sea más eficiente, se sugirió al administrador del LDAP que se realice una depuración de la información almacenada porque los usuarios registrados en este no tienen un documento de identidad que los identifique y diferencie en el sistema, para que no haya homónimos inidentificables uno de otro.	Administrador del servidor de autenticación LDAP
2	SAC: para la interacción del Campus Virtual y el sistema académico SAC se evidenciaron problemas de inconsistencia y desactualización de información contenida en este, se sugiere hacer actualización de la información de los usuarios y cursos con información pertinente de acuerdo a lo requerido por la Universidad en sus procesos administrativos y de la interacción de este sistema con otros.	Administrador del sistema académico SAC
3	Campus Virtual: la versión Moodle instalada no realiza backups de forma automática y completa en la fecha programada, se reemplazó este método por la generación de backups por línea de comandos (CLI) obteniendo así la realización de backups completa en el momento de la ejecución por CLI. Se recomienda esperara por una actualización de este módulo a una donde este error haya sido solucionado sino a una versión de Moodle estable sin este fallo.	Administrador del Campus Virtual

8.7. Metodologías de desarrollo

8.7.1. CVS

La metodología CVS es la que Moodle recomienda para el desarrollo de software dentro de esta plataforma. El control de versionamiento se realizó manualmente en determinadas fechas sino a diario, dependiendo el avance que se realizara en el transcurso del desarrollo, esta metodología es muy útil cuando se desarrolla en grupos de trabajos cooperativamente.

Esta metodología puede ser utilizada en cualquier desarrollo y Moodle la recomienda para su comunidad de desarrolladores, para desarrollar sobre el tronco (trunk, core) para obtener una nueva versión o los ramales (branches) que se trabaja sobre las versiones estables. CVS guarda todas las versiones antiguas de los ficheros. Esto permite recuperar en cualquier momento versiones anteriores a la actual. La información del versionamiento se encuentra en el Anexo E. Versionamiento donde se muestra las fechas y el número de versión que se desarrolló y generó.

8.7.2. Scrum

La metodología que se escoge es **Scrum** que es específica para la gestión de proyectos basado en la iteración y entregas incrementales de un producto o servicio. Se escogió esta metodología por 3 razones.

- Los requerimientos son inestables pueden cambiar o aumentar en el transcurso del desarrollo.
- El desarrollo del proyecto produce un producto funcional mínimo desde el cual se irá incrementando las funcionalidades hasta obtener el producto final.
- Cada iteración que se realice dará como resultado un producto funcional que será revisado y evaluado por el product owner quien dirá si el producto cumple sus expectativas y requerimientos o si deben realizarse cambios.

8.7.2.1. Roles del proyecto

Tabla 2. Roles

Rol	Persona
Product Owner	Oficina de Educación Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
Scrum Master	Ing. Juan Francisco Mendoza
Scrum Project Management	Leonardo Fabio Plazas Hernández

Fuente: El autor.

8.7.2.2. Sprint

Para las tareas que se desarrollaron para este proyecto fue utilizada la herramienta web **trelllo**, es una herramienta de colaboración que organiza los proyectos en tableros (boards). En un vistazo, Trello te dice lo que se está trabajando, quién está trabajando en qué y dónde algo está en proceso.

Cada sprint tenía máximo una duración de 8 días.

Responsabilidades del Scrum Project Management

- Registró en la lista de pila del producto de las historias de usuario que definen el sistema.
- Mantenimiento actualizado de la pila del producto en todo momento durante la ejecución del proyecto.
 - Orden en el que desea quiere recibir terminada cada historia de usuario.
 - Incorporación / eliminación /modificaciones de las historias o de su orden de prioridad.
 - Disponibilidad: TRELLOSupervisión de la pila de producto, y comunicación con el gestor del producto para pedirle aclaración de las dudas que pueda tener, o asesorarle para la subsanación de las deficiencias que observe.

8.8. Análisis

Para el análisis del sistema en el desarrollo de la pasantía se revisaron los procesos que se realizan en la Oficina de Educación Virtual sobre el Campus Virtual y se determinaron cuáles deben ser automatizados. Se realizaron diagramas de flujo que describen el procedimiento que se debe realizar para cada uno de los procesos. Estos diagramas de flujos de los procesos se encuentran en el Anexo A. Diagramas de Procesos del Campus Virtual y se describen los que fueron automatizados en el desarrollo de la pasantía.

8.8.1. Requerimientos

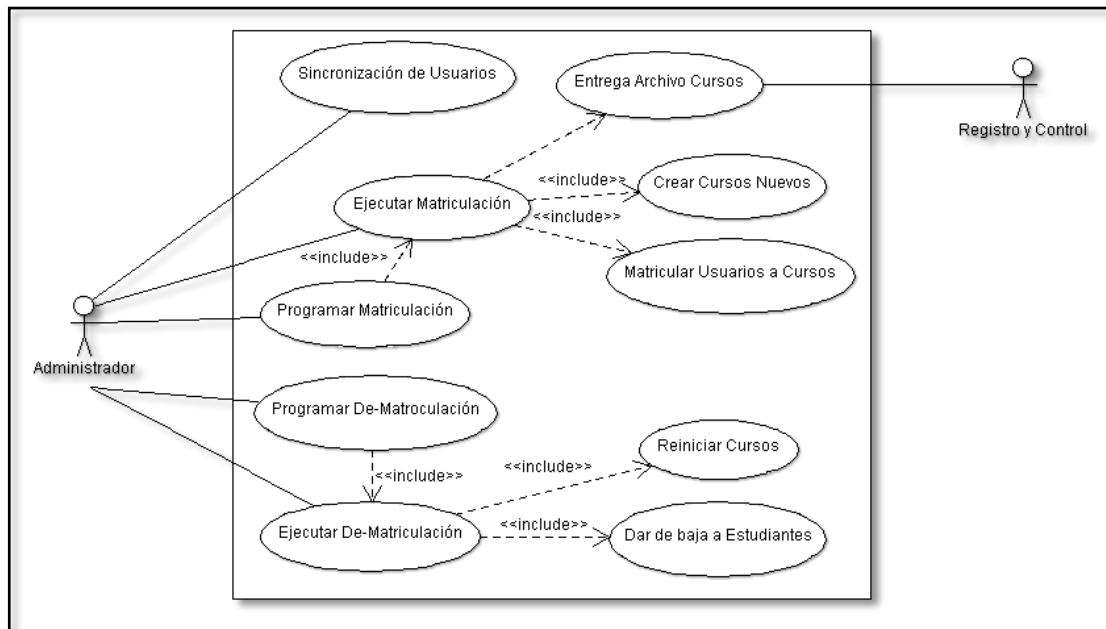
En base a los procesos que son desarrollados en la Oficina de Educación Virtual sobre el Campus Virtual se levantaron los requerimientos necesarios para automatizar el sistema los cuales se encuentran en el Anexo B. Documento de requerimientos.

8.9. Diseño

A partir de la información recolectada en la fase de análisis se realizó el diseño del software que se tenía que desarrollar para automatizar los procesos del Campus pero se tuvieron distintas complicaciones con el diseño del software que se quería ya que los conocimientos acerca del desarrollo sobre la plataforma Moodle era poco. Se tuvo que reevaluar esta fase, disminuyendo el tiempo de desarrollo y de procesos que se debían realizar.

8.9.1. Casos de uso

Figura 6. Diagrama de casos de uso



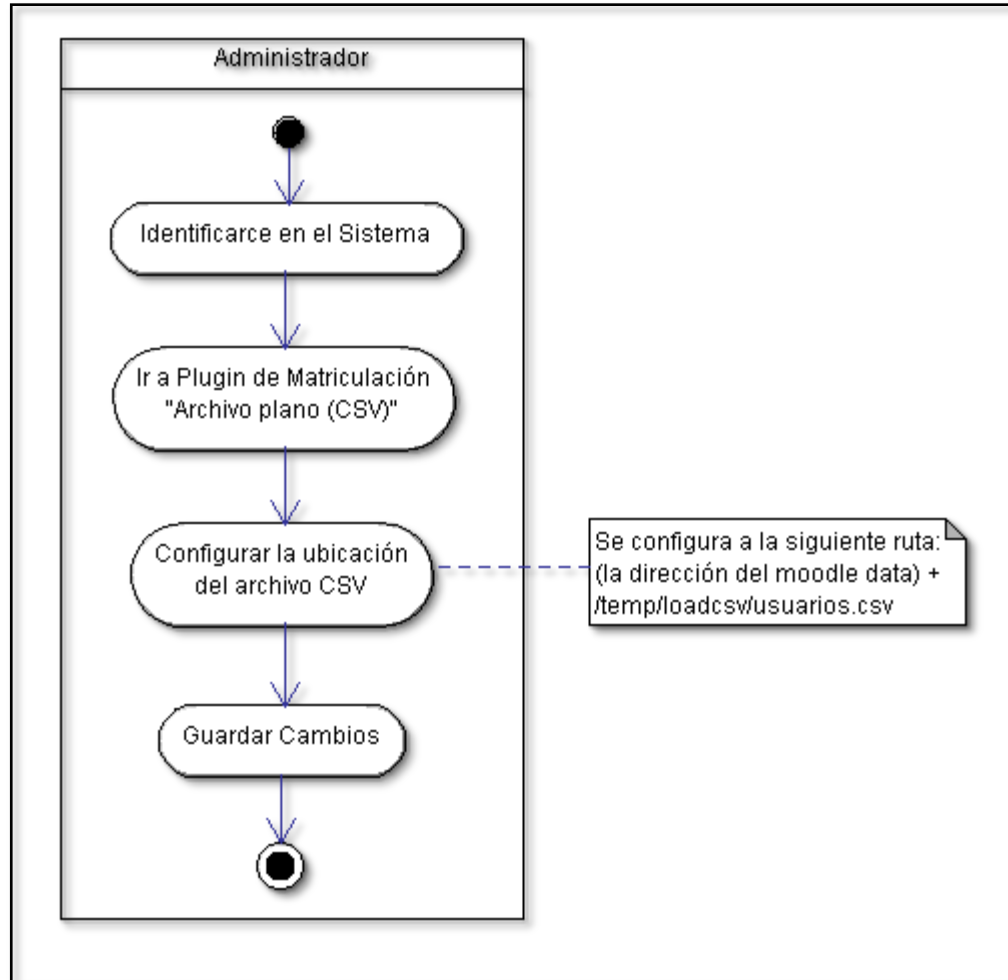
Fuente: El Autor.

Los casos de uso permitieron visualizar el software que debía ser desarrollado, aunque fueron reevaluados en el desarrollo, la metodología y Moodle permitieron la ejecución por fases y obtener el software que se planteó en primera instancia. La descripción de los casos de uso se ven en el Anexo C. Descripción de los casos de uso.

8.9.2. Diagrama de actividades

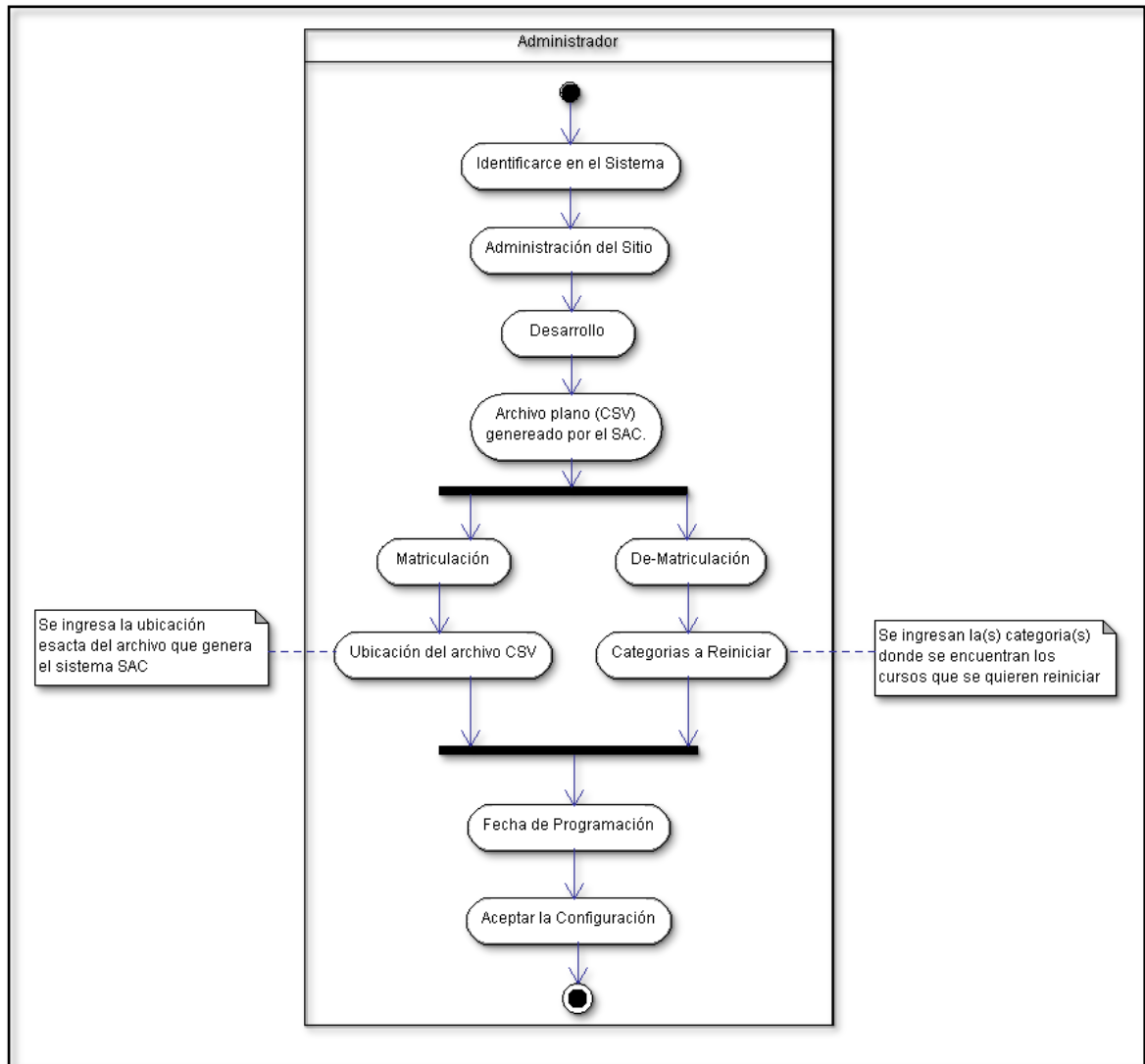
8.9.2.1. Plugin Matriculación por archivo plano (CSV)

Figura 7. Diagrama de actividades del proceso de configuración del plugin de matriculación “archivo plano (CSV)”



Fuente: El autor.

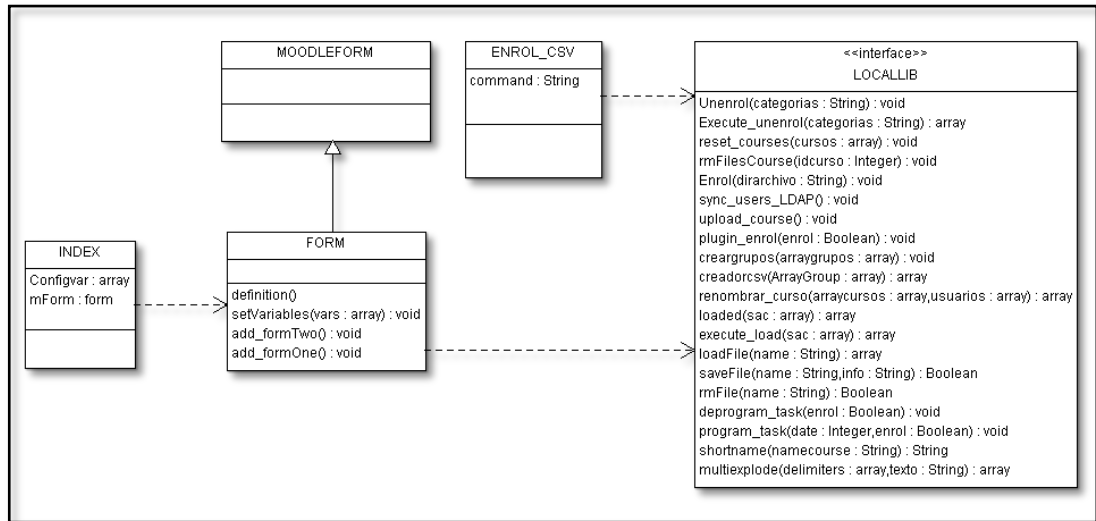
8.9.2.2. Plugin Desarrollado archivo plano (CSV) generado por SAC
Figura 8. Diagrama de actividades del proceso de programación de los procesos de matriculación y de-matriculación



Fuente: El autor.

8.9.3. Diagrama de clases

Figura 9. Diagrama de Clases



Fuente: El autor.

El plugin que se desarrolla para el Campus Virtual está concebido de acuerdo a las normativas para el desarrollo de plugins para Moodle, donde la parte central o todo el trabajo deben ir en una librería que contiene funciones primordiales que realiza el plugin.

8.9.4. Modelo de datos

En el desarrollo del módulo propuesto para automatizar los procesos en el Campus Virtual se tomó la base de datos de Moodle y según como se iba avanzando, se iban agregando más tablas de la base de datos con las que se interactuaba directa e indirectamente. Directamente porque eran consultadas directamente desde el código desarrollado e indirectamente por el uso de funciones propias de la API de desarrollo de Moodle. El modelo de las tablas de la base de datos de Moodle utilizadas en el desarrollo se encuentra en el Anexo D. Modelo físico de la base de datos.

8.9.5. Formato del archivo CSV con la información del sistema académico SAC

Para el software desarrollado es necesario en la ejecución un archivo CSV con el cual se ejecuta la matriculación, sin este archivo no se ejecuta este proceso. El archivo de extensión CSV requiere de cierta información con la cual se realizara el proceso y en la Tabla 3 se muestra el formato del archivo.

Tabla 3. Formato de los archivos CSV

PRI_APELLIDO	SEG_APELLIDO	NOM_TERCERO	SEG_NOMBRE	COD_MATERIA	NOM_MATERIA	UNIXPROGXASIG	NUM_GRUPO	DOC_PRIM_APELLIDO	DOC_SEG_APELLIDO	DOC_PRIM_NOMBRE	DOC_SEG_NOMBRE

El formato de los archivos debe contener la información del estudiante, el curso y el docente. La información del estudiante debe ir en los campos PRI_APELLIDO que es el primer apellido, SEG_APELLIDO es el segundo apellido, NOM_TERCERO el primer nombre y SEG_NOMBRE el segundo nombre.

La información del curso está en los campos COD_MATERIA que es el código dado a la materia, NOM_MATERIA es el nombre de la materia, UNIXPROGXASIG es la unidad, departamento o facultad que programa el curso y NUM_GRUPO es el número de grupo del curso.

Y la información del docente que dicta el curso está en los campos DOC_PRIM_APELLIDO que es el primer apellido del docente, DOC_SEG_APELLIDO es el segundo apellido, DOC_PRIM_NOMBRE es el primer nombre y DOC_SEG_NOMBRE es el segundo nombre del docente.

Este formato es tomado directamente del sistema académico SAC y puede que al ser generado por ese sistema contenga más información. No es necesario editar o modificar ese archivo, el software que lee el archivo solo lee la información anteriormente descrita y la demás será discriminada.

8.9.6. Wireframes

El diseño de wireframes es un bosquejo de la disposición de los formularios y demás que se dispondrán en la interfaz gráfica, desde la cual se administra, configure y programe el software que ejecuta los procesos en este caso de matriculación y de-matriculación. En la Figura 10 se muestra la disposición de la interfaz del software.

Figura 10. Wireframes de la GUI del plugin

Archivo plano (CSV) generado por el SAC.

Este método comprobará habitualmente y procesará un archivo de texto con un formato especial en la ubicación que usted especifique. El archivo es un archivo separado por punto y comas que debe tener doce campos por línea:

PRI_APELLIDO: primer apellido del estudiante
SEG_APELLIDO: segundo apellido del estudiante
NOM_TERCERO: primer nombre del estudiante
SEG_NOMBRE: segundo nombre del estudiante
COD_MATERIA: código del curso en el SAC
NOM_MATERIA: nombre del curso
UNIPROGXASIG: unidad que programa el curso
NUM_GRUPO: nombre del grupo del curso
DOC_PRIM_APELLIDO: primer apellido del docente
DOC_SEG_APELLIDO: segundo apellido del docente
DOC_PRIM_NOMBRE: primer nombre del docente
DOC_SEG_NOMBRE: segundo nombre del docente

Será similar a algo así:

PRI_APELLIDO;SEG_APELLIDO;NOM_TERCERO;SEG_NOMBRE;COD_MATERIA;NOM_MATERIA;UNIPROGXASIG;NUM_GRUPO;DOC_PRIM_APELLIDO;DOC_SEG_APELLIDO;DOC_PRIM_NOMBRE;DOC_SEG_NOMBRE
PEREZ,ROJAS;RUBEN;FABIO;96099;INGENIERIA LEGAL;ING. SISTEMAS;INGLE;FRIAS;CASTRO;PEDRO;ALFONSO

General

Matriculación

Activo

Fecha Programación

Ubicación del Archivo CSV de SAC

De-matriculación

Activo

Fecha Programación

Fuente: El autor.

8.10. Desarrollo

En el desarrollo de este proyecto se comenzó con la investigación acerca de las buenas practicas que Moodle recomienda para el desarrollo de módulos que sean compatibles con este sistema. Siguiendo el estilo de código que Moodle requiere y estandariza para que todo desarrollo se integre a este, y complemente con los módulos con los que Moodle ya viene preinstalado. Las reglas generales para el desarrollo de add-ons o plugins se encuentran en la documentación para desarrolladores de Moodle².

Reglas generales

- Todos los archivos de texto deben utilizar el formato de texto Unix.
- Todos los avisos de copyright deben ser mantenidos. Podemos incluir los nuestros si resulta necesario.
- Todos los archivos deben incluir el archivo principal *config.php*.
- Cualquier otro include/require debe utilizar una ruta absoluta que comience por *\$CFG->dirroot* o *\$CFG->libdir*, nunca relativos, ya que estos en algunas ocasiones funcionan de forma extraña en PHP.
- Cada archivo debe comprobar que el usuario está autenticado correctamente, utilizando las funciones *require_login()*, *require_capability()* y *has_capability()*.
- Todos los accesos a la base de datos deben utilizar las funciones definidas en *lib/datalib.php* cuando sea posible.
- No se deben crear o utilizar variables globales distintas de las estándar *\$CFG*, *\$SESSION*, *\$THEME*, *\$SITE*, *\$COURSE* y *\$USER*.
- Todas las variables deben ser inicializadas o, al menos, comprobada su existencia utilizando *isset()* o *empty()* antes de ser utilizadas.

Estructura de la base de datos

En las tablas que el módulo creará e insertará en la base de datos de Moodle, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- La tabla principal que contiene instancias de cada módulo debe tener el mismo nombre que el módulo
- Los nombres de las tablas y de los campos tienen que evitar el uso de palabras reservadas por las bases de datos. Esto se debe comprobar antes de crearlas.
- Los nombres de los campos (columnas) deberían ser sencillos y cortos, siguiendo las mismas reglas que los nombres de las variables.
- La mayoría de las tablas tienen que tener un campo *timemodified* (INT10) que será actualizado con la fecha actual (timestamp de UNIX) obtenida con la función *time()* de PHP.
- Nunca se deben crear *UNIQUE KEYS*. En su lugar se debe utilizar *UNIQUE INDEXEs*. El editor XMLDB permite especificar tanto restricciones *UNIQUE* como *FOREIGN* (y eso es bueno, teniendo el XML bien definido).

² La documentación para los desarrolladores de moodle se puede encontrar en la dirección https://docs.moodle.org/all/es/Manual_de_Estilo_de_C%C3%B3digo#Reglas_Generales.

Normas de seguridad

A la hora de desarrollar el módulo, hay que tener en cuenta una serie de normas de seguridad, especialmente en lo que se refiere a la información obtenida del usuario por medio de formularios y de parámetros en la URL. Algunas de las normas a seguir en este sentido son las siguientes:

- No debemos basar nuestro código en *register_globals*. Cada variable debe ser correctamente inicializada en cada fichero de código. Debe ser obvia la procedencia de cada variable.
- Debemos inicializar todos los arrays y objetos aunque estén vacíos. *\$a = array()* o *\$obj = new stdClass()*.
- No debemos utilizar *\$_GET*, *\$_POST* o *\$_REQUEST*. En su lugar, utilizaremos las funciones *required_param()* u *optional_param()* apropiadas.

Estructura de un módulo de actividad

Todos los módulos de Moodle deben tener una estructura para que sean compatibles. La estructura es la siguiente:

/nombremodulo – carpeta raíz de nuestro módulo. Aquí deben ir todos los archivos y carpetas que el modulo requiera de más para trabajar en Moodle.

- */db* – carpeta con datos a introducir en la base de datos durante la instalación/actualización del módulo.
 - *access.php* – contiene las capacidades/permisos del módulo.
 - *install.xml* – esquema de la base de datos en xmldb para la instalación del módulo.
 - *upgrade.php* – procedimientos de actualización del módulo.
- *index.php* – muestra la lista de instancias de actividades de nuestro módulo que hay en el curso.
- *lib.php* – funciones requeridas por Moodle para comunicarse con nuestro módulo.
- *locallib.php* – funciones propias que necesitamos para nuestro módulo.
- *mod_form.php* – formulario de configuración de la actividad al ser creada o editada.
- *version.php* – información sobre versiones relacionadas con el módulo.
- *view.php* – página de inicio del módulo.
- *styles.php* – definición de estilos css para nuestro módulo.
- *backuplib.php* – funciones para realizar la copia de seguridad del módulo.
- *restorelib.php* – funciones para realizar el restablecimiento de una copia de seguridad del módulo.
- */lang* – directorio de idiomas
 - */es_es_utf8* – directorio de idioma correspondiente al español de España versión UTF8.
 - *nombremodulo.php* – archivo con las cadenas usadas en el módulo en el idioma de arriba.

Ficheros principales

Aquí describimos los archivos principales del módulo que fue de desarrollado.

Install.xml

Este fichero XML define las tablas de la base de datos que tiene el módulo, establece una gramática para la creación de tablas install.xml define el tipo de datos, longitud, nombre y, en general, todos los campos que pueden definirse con sentencias SQL. La creación de las tablas se lleva a cabo con la instalación del módulo.

index.php

Este fichero se tiene toda la interfaz del módulo, este es consultado ya que en el settings (mas adelante explicado) se re-direcciona hacia este archivo.

version.php

Este archivo es importante porque a la hora de modificar las tablas de la base de datos, a través de db/upgrade.php, el archivo db/access.php, durante el desarrollo del módulo (que ya ha sido instalado en Moodle), fuerza a Moodle para que edite las tablas y realice los cambios necesarios. Lo hace comparando la versión actual con la versión anterior. Si la versión actual es posterior a la previa, Moodle hace los cambios y actualiza a la nueva versión.

Settings.php

Aquí se almacena una cadena que instala al módulo como una herramienta de administración en Moodle, colocar el módulo que desarrollamos, en uno de los bloques que se muestran a los usuarios, en este caso es solo para el administrador.

Locallib.php

Este fichero almacena todas las funciones que se requieren para el módulo y solo éste las utiliza. En el módulo desarrollado aquí está toda la lógica que realiza la automatización de los procesos.

Este desarrollo estuvo basado en un proyecto de investigación realizado en España en la Universidad de Alcalá (Jesús García, 2010) en la cual se explica el proceso desde la instalación de Moodle hasta la creación de un módulo de un curso para la gestión de laboratorio. Esta investigación sentó las bases para el desarrollo de este software. Dentro de esta investigación se desarrolló una extensión la cual también se tuvo en cuenta y se tomó como referencia para establecer y desarrollar el software de matriculación y de-matriculación.

Para la fase de codificación se utilizaron los elementos de la metodología Scrum, a partir de los requerimientos y los casos de uso, se procedió a crear el backlog de las tareas y actividades que fueron desarrolladas. Anexo E. Versionamiento Para

el backlog en la parte de desarrollo del software se tomaron los requerimientos, los casos de uso y los diagramas de procesos determinando así las actividades que debían ser realizadas. Anexo F. Backlog.

La metodología Scrum divide las tareas de un backlog en sprints, al finalizar cada sprint se entrega una funcionalidad que genera valor al sistema, para el desarrollo del software se analizó que lo más adecuado sería trabajar con 3 Sprints. Cada sprint determinado por fechas estrictas en las cuales se debían obtener una funcionalidad.

Debido a que en el planteamiento del proyecto que se iba a desarrollar dentro de la pasantía no se dispuso un tiempo de investigación sobre el sistema que se iba a trabajar para desarrollar el software, se alargaron los tiempos de desarrollo invirtiendo el tiempo en la investigación y puesta en práctica de las herramientas o APIs que Moodle tiene para que sea “más fácil” la integración de desarrollos sobre el sistema. Debido a la escasa documentación de dichas APIs se procedió con el desarrollo del software y en cada sprint se pone en práctica la investigación de las APIs de Moodle.

Al finalizar cada sprint se iban realizando pruebas de las funcionalidades que presentaba el prototipo y se realizaban comentarios describiendo que se debe realizar con cada funcionalidad y cual debía ser el resultado de cada una.

Anexo J. Plan de pruebas.

8.11. Implementación

Al término del desarrollo se implementó el software en un servidor de pruebas con las mismas características del servidor del Campus Virtual. Se instaló el software dentro de Moodle y se realizaron las pruebas debidas. En la implementación se procedió con el manual técnico requerido para realizar este proceso, las pruebas y verificar los resultados que genera el software. Ver el manual técnico en el Anexo L. Manual técnico.

8.12. Propuesta Sistema Distribuido para Campus Virtual

8.12.1. Variables para el Sistema Distribuido

En el amplio mundo de la informática existen diversas formas para realizar un Sistema Distribuido aquí se definirán las variables a tener en cuenta para escoger el Sistema Distribuido que más convenga para la Universidad, en los inicios del desarrollo de este proyecto se plantearon sistemas que gestionaban las peticiones del Campus Virtual ya sea por red o con Sistemas Distribuidos, según las variables que más adelante se van a describir se optó por realizar una propuesta de un Sistema Distribuido. Para escoger la mejor alternativa para realizar la propuesta del Sistema Distribuido que gestione las peticiones que son realizadas al Campus Virtual.

Complejidad

La complejidad del Sistema y su implementación, para la gestión de peticiones realizadas al Campus Virtual, tan solo se exige que mejore el rendimiento de las respuestas generadas por el sistema, y un sistema complejo en su estructura genere algunos retrasos en resolver las peticiones, los requerimientos del Sistema Distribuido específico para el Campus Virtual requieren que sea ágil, estable, eficiente, estar distribuido geográficamente, permitir la unión de más servidores al Sistema.

Costos

El sistema distribuido que se desarrollo debe ser limitado en cuanto a costos, la adquisición de equipos costosos no es una solución financieramente viable. Un Sistema Distribuido debe quitar ese pensamiento que solo con equipos costosos se puede gestionar un sistema de alta demanda como lo es el Campus Virtual.

Beneficios

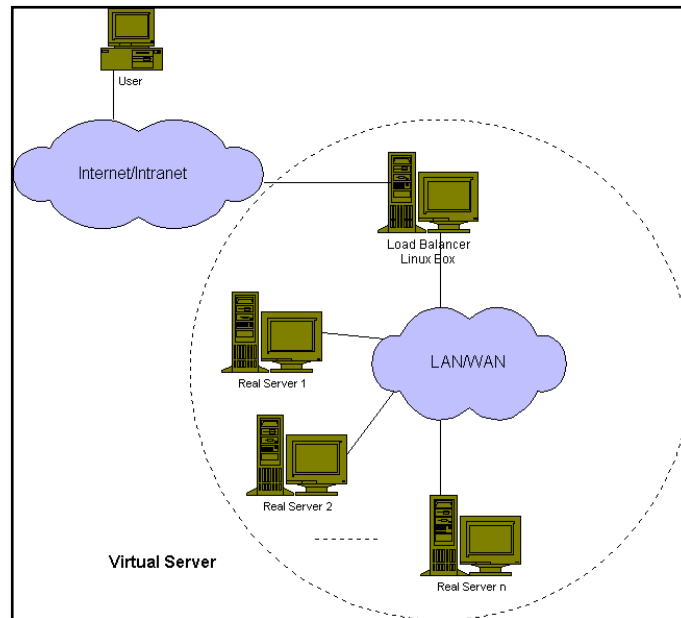
Los beneficios que puede traer la implementación de un SD para el Campus Virtual son bastantes, tales como una mejor prestación del servicio, más eficiente en el manejo de los accesos al sistema, protección del sistema entre otros.

8.12.2. Métodos a utilizar en el Sistema Distribuido

8.12.2.1. Linux Virtual Server

Virtual server es un servidor altamente escalable y de alta disponibilidad basado en un clúster de servidores reales. La arquitectura del clúster de servidores es completamente transparente para los usuarios finales, y los usuarios interactúan con el clúster, como si se tratara de un único servidor virtual de alto rendimiento. Como se presenta en la siguiente figura.

Figura 11. Funcionamiento de virtual server para el Balanceo de Cargas



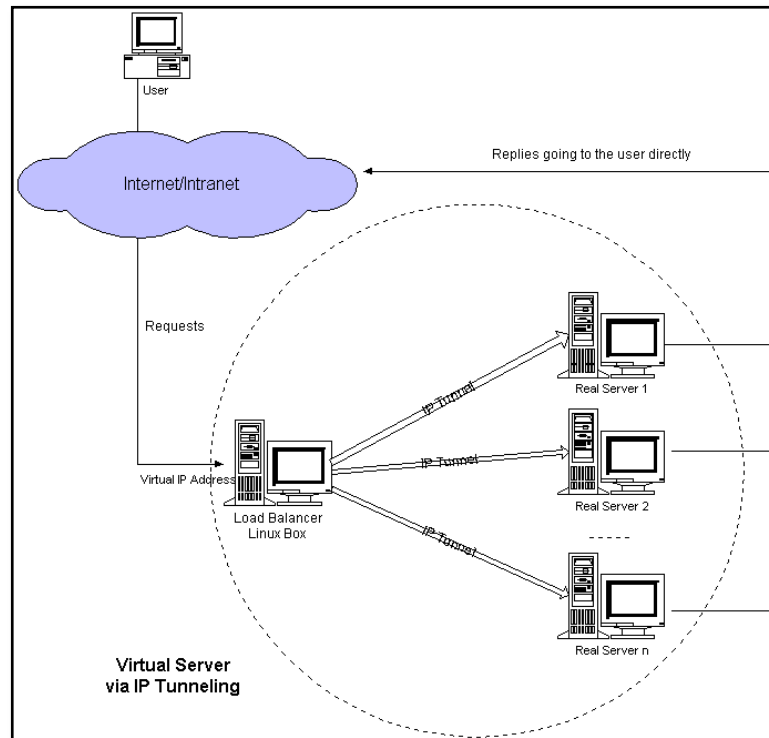
Fuente: (Linux Virtual Server project, 2011)

Los servidores reales y los balanceadores de carga pueden estar interconectados por cualquier red LAN de alta velocidad o geográficamente dispersos por WAN. Los balanceadores de carga pueden enviar solicitudes a los diferentes servidores y hacer que los servicios paralelos de la agrupación parezcan como un servicio virtual en una única dirección IP, y la solicitud de despacho puede utilizar tecnologías de balanceo de carga de propiedad intelectual o tecnologías de equilibrio de carga de nivel de aplicación. La escalabilidad del sistema se consigue mediante la adición o eliminación de nodos de forma transparente en el clúster. La alta disponibilidad se proporciona mediante la detección de errores de nodo o servicio y reconfigurar el sistema de forma adecuada.

Vía IP Tunneling

IP Tunneling (encapsulación IP) es una técnica para encapsular datagramas IP dentro de datagramas IP, permitiendo que los datagramas destinados a una dirección IP sean envueltos y re-direccionados a otra dirección IP. El encapsulamiento IP es muy utilizado hoy día en la Extranet, Mobile-IP, IP-Multicast, o túneles de host o red.

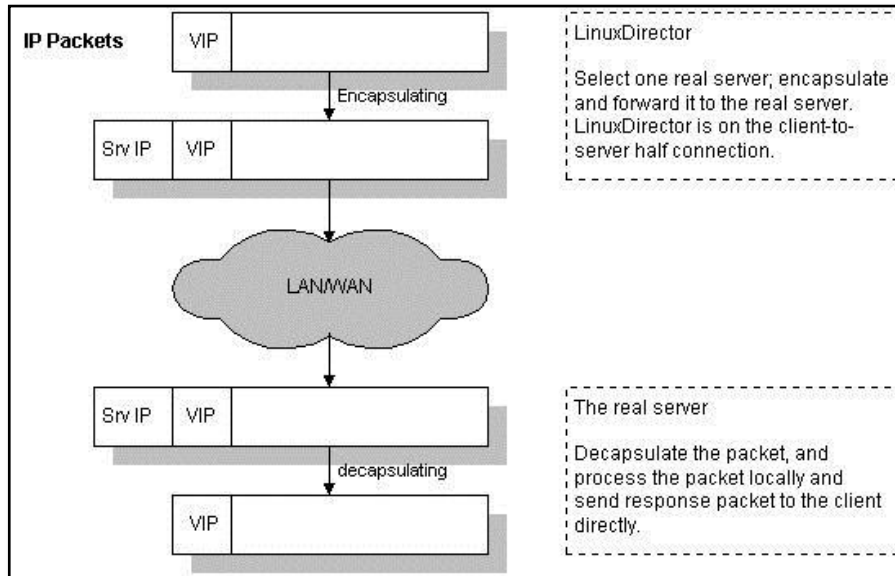
Figura 12. Virtual server vía IP Tunneling



Fuente: (Linux Virtual Server project, 2011)

En la Figura 12 se muestra como el sistema de balanceo de cargas que propone IP Tunneling responde a una petición generada por un usuarios, más abajo se muestra el proceso interno de como los datagramas son envueltos para enviar a los servidores reales los cuales responderán la petición del usuario.

Figura 13. Envoltura, envío y recepción de la petición del balanceador de cargas al servidor real



Fuente: (Linux Virtual Server project, 2011)

En la Figura 13 se muestra el proceso que hace el balanceador de cargas cuando recibe un datagrama, este selecciona un servidor real del clúster que va a procesar la petición creando una envoltura (encapsulamiento) con la IP del servidor real y la envía, el servidor real escogido para procesar la petición quita la envoltura al datagrama (de-encapsulamiento) y es procesado por el servidor.

Tabla 4. Comparación de tecnologías de virtual server: Network address translation, IP Tunneling, Direct routing

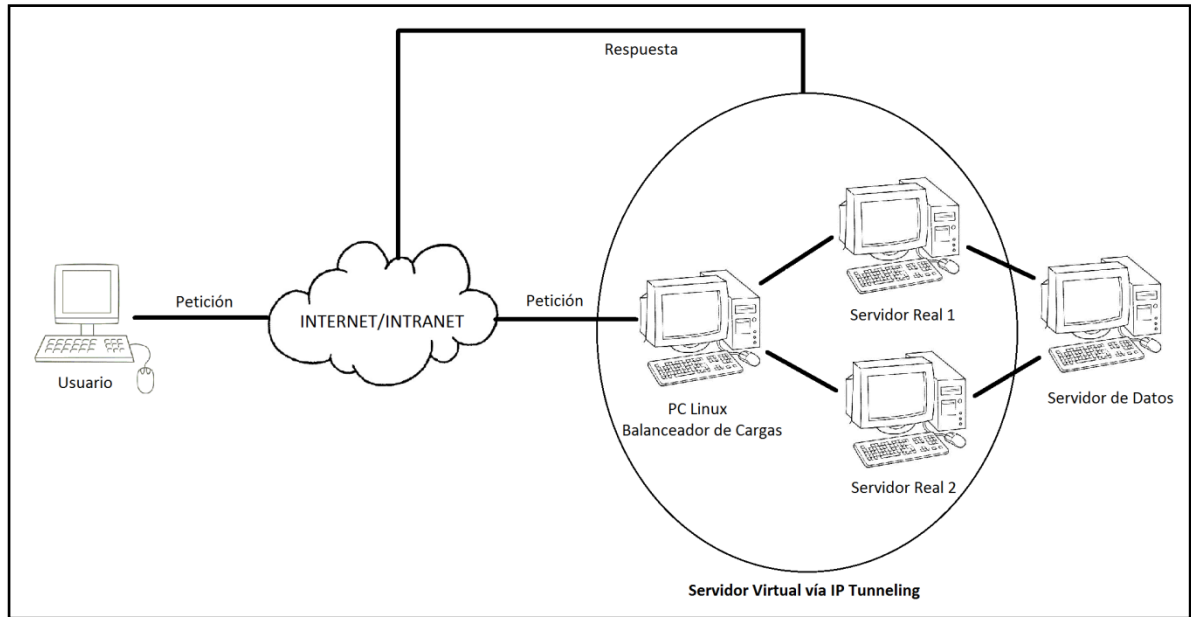
	VS/NAT	VS/TUN	VS/DR
server	any	tunneling	non-arp device
server network	private	LAN/WAN	LAN
server number	low (10~20)	high	high
server gateway	load balancer	own router	own router

Fuente: (Linux Virtual Server project, 2011)

8.12.3. Desarrollo de la propuesta

Utilizando la tecnología de balanceo de cargas que provee virtual server vía IP Tunneling se creara la propuesta del Sistema Distribuido ya que de acuerdo a las condiciones de la red de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja que posee dos sedes físicas, el campus y la sede centro y en algún momento los equipos y/o servidores podrían ser colocados en algunas de estas dos sedes.

Figura 14. Modelo lógico del sistema distribuido de balanceo de cargas para el Campus Virtual.

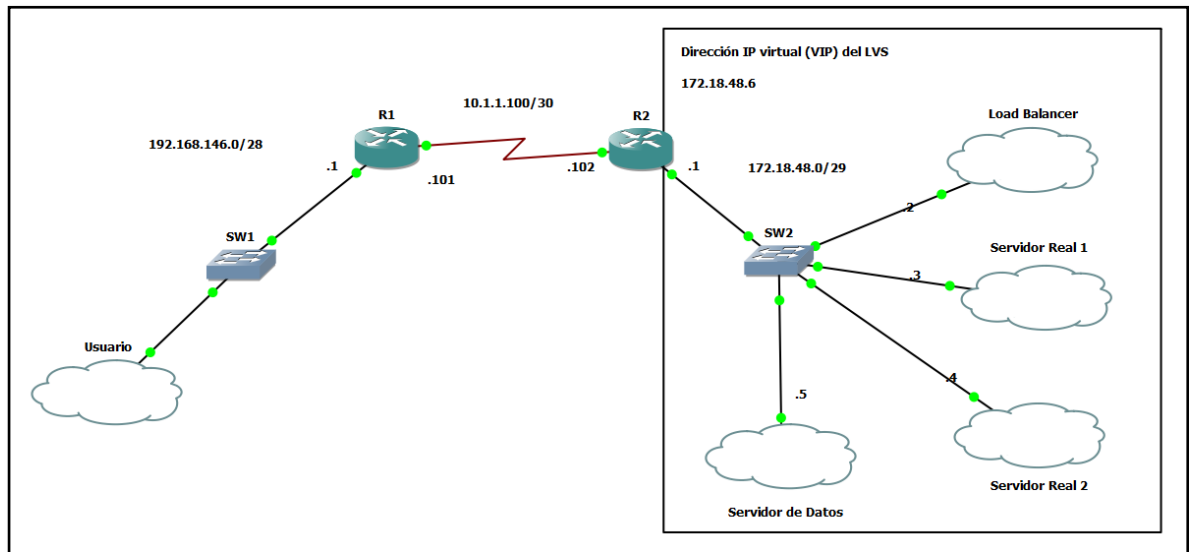


Fuente: El autor.

De acuerdo a virtual service IP Tunneling el Sistema Distribuido que se propone para que administre el Campus Virtual de la universidad se compone de dos servidores que responden a las solicitudes de los usuarios en los cuales se va a realizar el balanceo de cargas y un servidor de datos el cual almacena la base de datos y la carpeta moodledata del Campus Virtual y un PC Linux con virtual server el cual realizara el balanceo de cargas en los dos servidores reales, tal y como se muestra en la Figura 14.

La tecnología de IP Tunneling hace que todas las solicitudes de los usuarios sean recibidas por una IP virtual a la que está asociado el Campus Virtual y procesadas por el PC Linux balanceador de cargas que direcciona las peticiones a los servidores reales que proceden a ejecutar la petición del usuario y responder la petición esta tecnología se basa en la comunicación entre el PC Linux virtual server y los servidores reales, esta comunicación se realiza enviando un datagrama con una envoltura hacia la IP del servidor real que fue seleccionado por el balanceador para que ejecute la solicitud de los usuarios.

Figura 15. Modelo físico del sistema virtual del Campus Virtual



Fuente: El autor

EL modelo físico de la disposición de los equipos que gestionaran las peticiones que son realizadas al Campus Virtual con relación al método de balanceo de cargas que Linux Virtual Server Project recomienda para el uso de IP Tunneling el cual como se decía anteriormente en la Tabla 4 permite que alguno de los nodos (Servidores reales) esté ubicado en un lugar geográficamente distinto siendo esto transparente al usuario final.

8.12.4. Implementación de la solución en pruebas

En la implementación del sistema distribuido de balanceo de cargas por IP Tunneling se instalaron dos servidores web, un servidor de datos y el servidor de balanceo de cargas.

En los servidores web se instaló apache y PHP con las extensiones que requiere Moodle y la conexión con postgres que es el DBMS seleccionado para esta prueba, se puede realizar con todos los DBMS con los que Moodle es compatible.

En el servidor de datos se instaló postgres para la gestión de la base de datos de Moodle y samba para compartir una carpeta la cual se tomara como directorio de datos para Moodle.

En el servidor de balanceo de cargas se instaló ipvsadmin que permite realizar el sistema distribuido de balanceo de cargas por IP Tunneling. La configuración de los servidores se encuentra en el Anexo K. Configuración del sistema distribuido.

9. CONCLUSIONES

Para comenzar con el desarrollo de la actualización del Campus Virtual se realizó la instalación de una versión estable, recomendable y reciente de Moodle para cambiar la distribución y presentación de las categorías y los cursos virtuales cargándolos uno por uno para excluir los cursos que estaban desiertos y mantener los cursos interactivos dentro del Campus Virtual. En el transcurso de la pasantía se actualizó el sistema mejorándolo y corrigiendo algunos errores encontrados por la comunidad de desarrolladores de Moodle.

En el proceso de instalación y pruebas del Campus Virtual se determinaron los procesos que se realizan dentro del sistema y requieren de una mejora ya que se dedica bastante tiempo por parte de un administrador para realizarlos, siendo estas tareas repetitivas que pueden ser automatizadas. Los procesos que se priorizaron y desarrollaron para automatizar dentro de la pasantía fueron los de la matriculación y de-matriculación. También el tiempo de desarrollo de la pasantía no permitió la automatización de los demás procesos determinados.

En el transcurso de la pasantía se desarrolló la propuesta de sistema distribuido para la gestión del sistema, el balanceo de carga de peticiones generadas al sistema y mejora del rendimiento del Campus Virtual. Se escogió la opción más económica y fácil de implementar, desarrollando un sistema distribuido robusto y de alto rendimiento que responde a las peticiones que son realizadas al Campus Virtual.

De acuerdo a los procesos que se priorizaron se desarrolló una solución que automatiza los procesos de matriculación y de-matriculación y que interactúa con el sistema académico SAC de la universidad por medio de archivos, para realizar estos procesos automáticamente. Se desarrolló bajo los estándares, técnicas y metodologías que Moodle propone para los desarrolladores.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Linux Virtual Server project*. (08 de 02 de 2011). Recuperado el 13 de 11 de 2014, de <http://www.linuxvirtualserver.org/whatis.html>
- Alemany Martínez, D. (07 de 2007). *I congreso internacional escuela y TIC IV forum novadors-Universidad de Alicante*. Recuperado el 17 de 02 de 2014, de Blended Learning: modelo virtual-presencial de aprendizaje y su aplicación en entornos educativos: http://www.dgde.ua.es/congresotic/public_doc/pdf/31972.pdf
- ASTD - American Society for Training and Development. (2012). *Selecting and Implementing an LMS*.
- Azpigueta González, Á., Rodrigo Yanes, J. A., Fernández Rodríguez, M. d., & Pérez, J. J. (s.f.). *Algoritmo dinámico para equilibrar la carga mediante uso de vectores de probabilidades y matrices adaptativas*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://ceur-ws.org/Vol-132/paper01.pdf>
- Coulouris, G., Dollimore, J., & Kindberg, T. (1994). *Distributed Systems: Concepts and Design*. Addison Wesley.
- e-ABC. (2010-2011). *e-abclearning*. Recuperado el 17 de 02 de 2014, de <http://www.e-abclearning.com/definicion-e-learning>
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2014). *funiber*. Recuperado el 21 de 04 de 2014, de <http://www.funiber.org/areas-de-conocimiento/tecnologias-de-la-informacion/infraestructura-tecnologica-de-software/>
- Google Inc. (s.f.). *Google Analytics*. Recuperado el 10 de 09 de 2014, de Google Analytics: <http://www.google.com/analytics/>
- Herrera Boza, L., Coss Piña, J. E., & Acosta Montejó, C. (2011). *Personalización, extensión y desarrollo de módulos para Moodle*. Recuperado el 21 de 04 de 2014, de <http://www.campusvirtuales.org/sites/default/files/webfiles/documentos/MoodleSalud2011/panel%20UCI.pdf>
- Herrmann, J., Slamovaa, K., Glaser, R., & Köhler, M. (2014). Modeling the Soiling of Glazing Materials in Arid Regions with Geographic Information Systems (GIS). *Energy Procedia*, 715-720.
- Iberonews/BusinessWire. (26 de 06 de 2013). *Estrategias de Inversión*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://www.estrategiasdeinversion.com/comunicados/20130626/kemp-lanza-sistema-operativo-balanceo-carga-control-entrega-para>
- Jesús García, A. M. (Diciembre de 2010). Análisis del desarrollo de extensiones para Moodle: Desarrollo de un módulo para la gestión de laboratorios docentes. España.
- julianrv. (2006). *julianrv.com*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://julianrv.com/blog/2006/01/tecnicas-de-balanceo-de-carga-nlb-y-round-robin.html>
- licmisterioso. (21 de 05 de 2011). *Clúster*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://www.clusterinformatica.blogspot.com/2011/05/cluster-informatica.html>

- Lindenberg, S. (2012). *Selecting and Implementing an LMS*. American Society for Training and Development.
- Masadelante.com. (s.f.). *masadelante*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://www.masadelante.com/faqs/sistema-operativo>
- MEN. (19 de 07 de 2009). *mineducacion.gov.co*. Recuperado el 05 de 02 de 2014, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-196492.html>
- Moodle. (s.f.). *moodle.org*. Recuperado el 6 de 10 de 2014, de http://docs.moodle.org/es/Manual_de_Estilo_de_Código#Reglas_Generales
- Palacio Vargas, D., & Abril Romero, A. F. (s.f.). *Introducción al Balanceo de Carga en Aplicaciones Web*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://redesocialespaldava.files.wordpress.com/2012/11/articulo.pdf>
- Rice, W., & Smith Nash, S. (2010). *Moodle 1.9 Teaching Techniques*. Packt Publishing Ltd.
- Santana Santana, J. (01 de 2010). *ALGORITMOS DE BALANCE DE CARGA CON MANEJO DE INFORMACION PARCIAL*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de http://mcyti.izt.uam.mx/archivos/Tesis/Generaci%F3n2007/ICR_JuanSantana.pdf
- Villarroel Torrico, G. (s.f.). *mywebdosseis*. Recuperado el 09 de 04 de 2014, de <http://mywebdosseis.galeon.com/sisinfor.html>

Anexo A. Diagramas de Procesos del Campus Virtual

- A. Diagrama de flujo de solicitud de un nuevo curso
- B. Diagrama de flujo de solicitud de activación de un curso virtual
- C. Diagrama de flujo de la cancelación de un curso virtual
- D. Diagrama de flujo de la creación de un nuevo curso virtual
- E. Diagrama de flujo de la creación automatizada de un nuevo curso virtual
- F. Diagrama de flujo de la activación de un curso virtual
- G. Diagrama de flujo de matriculación de docente para un curso virtual
- H. Diagrama de flujo de matriculación automatizada de docente para un curso virtual
- I. Diagrama de flujo de matriculación de estudiantes
- J. Diagrama de flujo de matriculación de estudiantes automatizado
- K. Diagrama de flujo de realización de backup's
- L. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad
- M. Diagrama de flujo de informes de inventarios de cursos por facultad
- N. Diagrama de flujo de informes de uso por parte del docente del curso virtual
- O. Diagrama de flujo de informes de uso de los estudiantes del curso virtual
- P. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad por dispositivo
- Q. Diagrama de flujo de informes de nivel de satisfacción del usuario
- R. Diagrama de flujo de informes de capacitación a docentes y estudiantes
- S. Diagrama de flujo de procesos contingentes

A. Diagrama de flujo de solicitud de un nuevo curso			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[DESCARGA DEL FORMATO] A --> B[/DILIGENCIAR DATOS DEL DOCENTE/] B --> C[/DILIGENCIAR LOS DATOS DEL CURSO/] C --> D{¿TIENE MÁS SOLICIDES DE CURSOS?} D -- SÍ --> C D -- NO --> E[ENVIÓ DEL FORMULARIO] E --> FIN([FIN]) </pre>		
1	DESCARGA DEL FORMATO	Docente	El formato de solicitud de cursos virtuales se encuentra en la sección de noticias, página principal del campus virtual
2	DILIGENCIAR DATOS DEL DOCENTE	Docente	El formato de solicitud de cursos virtuales requiere la información del docente como: nombre, correo, vinculación, facultad o departamento.
3	DILIGENCIAR LOS DATOS DEL CURSO	Docente	El formato solicita algunos datos del curso que deben ser relacionados con el SAC
4	¿TIENE MÁS SOLICIDES DE CURSOS?	Docente	
5	ENVIÓ DEL FORMULARIO	Docente	El docente debe enviar el formulario de solicitud de cursos al correo ustavirtual@ustatunja.edu.co .
	FIN		

B. Diagrama de flujo de solicitud de activación de un curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[DESCARGA DEL FORMATO] </pre>		
1		Docente	El formato de solicitud de cursos virtuales se encuentra en la sección de noticias, página principal del campus virtual, este formato funciona tanto para solicitar cursos como para activar cursos que ya existen.
2	<pre> graph TD A --> B[/DILIGENCIAR DATOS DEL DOCENTE/] </pre>	Docente	El formato requiere la información del docente como: nombre, correo, vinculación, facultad o departamento.
3	<pre> graph TD B --> C[/DILIGENCIAR LOS DATOS DEL CURSO/] </pre>	Docente	El formato solicita algunos datos del curso que deben ser relacionados con el SAC, y el nombre con el cual se encuentra registrado en el Campus Virtual.
4	<pre> graph TD C --> D{¿TIENE MÁS SOLICIDES DE CURSOS?} D -- SÍ --> C D -- NO --> E[ENVIÓ DEL FORMULARIO] </pre>	Docente	Si se quieren activar varios cursos que estén registrados y que ha dictado el docente, el formato permite esta acción.
5	<pre> graph TD E --> F[ENVIÓ DEL FORMULARIO] </pre>	Docente	El docente debe enviar el formulario de solicitud de cursos al correo ustavirtual@ustatunja.edu.co .
	<pre> graph TD F --> G([FIN]) </pre>		

C. Diagrama de flujo de la cancelación de un curso virtual.			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> ENVIAR[ENVIAR CORREO] ENVIAR --> INGRESAR1[INGRESAR AL SISTEMA] INGRESAR1 --> ADMIN[ADMINISTRADOR DE CURSOS Y CATEGORIAS] ADMIN --> INGRESAR2[INGRESAR AL SISTEMA] INGRESAR2 --> FIN([FIN]) </pre>		
1		Docente	Se debe de enviar un correo a ustavirtual@ustatunja.edu.co solicitando la cancelación del curso virtual.
2		Administrador	El único usuario que puede cancelar cursos en el campus virtual es el administrador y debe estar logueado como esté.
3		Administrador	Se ingresa a administrar el sitio, luego en cursos se da click en administración de cursos y categorías.
4		Administrador	Luego se puede seguir hasta el curso dando clic en las categorías que lo contienen o se busca el curso por su nombre desde el formulario de búsqueda al final de la página, si se encuentra el curso, aparecerá una lista donde estará el curso acompañado de unos ítems o imágenes donde esta una "x" dentro de un círculo rojo dando click en este icono se procederá con el borrado del curso del sistema. Luego se muestra la confirmación de borrado del curso y se da click en confirmar.

D. Diagrama de flujo de la creación de un nuevo curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1		Administrador	El único usuario que puede crear cursos en el campus virtual es el administrador y debe estar logueado como esté.
	<pre> graph TD A1 --> A2[GESTIÓN DE CURSOS Y CATEGORIAS] </pre>		
2		Administrador	Acceder en la administración de cursos al ítem de cursos, gestión de cursos y categorías, se selecciona la categoría en la cual se desea crear el curso
	<pre> graph TD A2 --> A3[CREAR UN NUEVO CURSO] </pre>		
3		Administrador	Luego se ingresa al vínculo "crear nuevo curso".
	<pre> graph TD A3 --> A4[/DILIGENCIAR LOS DATOS DEL CURSO/] </pre>		
4		Administrador	Para crear un nuevo curso se deben ingresar un fullname y shortname que según estándar de la oficina de educación virtual son una concatenación con información del SAC y del curso, también se escoge la fecha de inicio del curso, el formato y el número de secciones y si inscribir grupos o no según los datos que diligencio el docente que solicito el curso. Y click en crear curso.
	<pre> graph TD A4 --> FIN{{1}} </pre>		

D. Diagrama de flujo de la creación de un nuevo curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD Start{{1}} --> Registrar[REGISTRAR AL DOCENTE DEL CURSO] Registrar --> End([FIN]) </pre>		
5		Administrador	Luego el campus virtual presenta la interfaz para registrar usuarios al curso en esta se registra el docente que solicito el curso, se da click en matricular usuarios y se busca con el correo o el username, y se matricula él docente.

E. Diagrama de flujo de la creación de un nuevo curso virtual automatizado			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[INGRESAR EL ARCHIVO CSV DE SAC] A --> B[OBTENER EL CSV DE CURSOS] B --> C[INGRESAR EL ARCHIVO CSV EN MOODLE] C --> FIN([FIN]) </pre>		
1		Administrador	Al script de automatización de procesos se debe ingresar un archivo csv el cual genera el departamento de registro y control para uso de la oficina.
2		Administrador	El script genera un archivo csv de cursos que no se encuentren en el campus virtual y que se desean crear en el campus virtual.
3		Administrador	En la administración del campus se encuentra el ítem desplegable de cursos, y en subir cursos se ingresa el archivo que genero el script y como delimitador “;” y click en vista previa

G. Diagrama de flujo de matriculación de docente para un curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
1		Administrador	El único usuario que puede matricular a los docentes como docente de un curso en el campus virtual es el administrador y debe haber iniciado sesión como éste.
2		Administrador	Para matricular a un docente se debe ingresar al curso virtual al cual se le va a asignar el docente y en el panel de administración del curso desplegar la opción de usuarios y dar click en usuarios matriculados.
3		Administrador	En la página de usuarios matriculados se debe dar click en matricular usuarios y en el menú desplegable de asignación de roles se selecciona docente y en la casilla de buscar se digita el nombre del docente a matricular y luego se da click en el botón de matricular ubicado frente al nombre del docente en la lista de usuarios que coinciden con la búsqueda. Y luego en el botón finalizar matriculación de usuarios.

H. Diagrama de flujo de matriculación de docente para un curso virtual automatizado			
No	Actividad	Responsable	Descripción
1		Administrador	Se debe copiar un archivo csv el cual genera el departamento de registro y control en la ubicación que se ha definido para lectura de este.
2		Administrador	Al ejecutar el script de automatización se genera un archivo csv de usuarios en donde se encuentran los docentes que deben ser matriculados en los cursos virtuales.
3		Administrador	Al ejecutar el script este automáticamente matriculara el docente al curso virtual al que está asignado dándole permisos de edición para administrar el curso.

I. Diagrama de flujo de matriculación de estudiantes			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[INGRESAR AL SISTEMA] A --> B[INGRESAR AL CURSO VIRTUAL] B --> C[MATRICULASE COMO ESTUDIANTE DEL CURSO] C --> FIN([FIN]) </pre>		
1		Estudiante	El estudiante debe loguearse en el sistema para poder ingresar y matricularse en los cursos virtuales de las materias que está cursando.
2		Estudiante	Para matricularse a un curso virtual debe buscar el curso ya sea por el cuadro de búsqueda o dentro de la categoría a la que pertenezca el curso, e ingresar a este.
3		Estudiante	Si el curso posee contraseña para matriculación el estudiante deberá ingresarla en la casilla que aparecerá y matricularse, de lo contrario tan solo pedirá la aceptación de la matrícula.

J. Diagrama de flujo de matriculación de estudiantes automatizado			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[COPIAR EL ARCHIVO CSV DE SAC] A --> B[EJECUTAR EL ARCHIVO DE AUTOMATIZACIÓN] B --> C[EJECUTAR EL ARCHIVO FLATFILE] C --> FIN([FIN]) </pre>		
1		Administrador	Se debe copiar un archivo csv el cual genera el departamento de registro y control en la ubicación que se ha definido para lectura de este.
2		Administrador	Al ejecutar el script de automatización se genera un archivo csv de usuarios en donde se encuentran los estudiantes que deben ser matriculados en los cursos virtuales.
3		Administrador	Al ejecutar el script automáticamente matriculara a los estudiantes al curso virtual al que están inscritos dándole permisos de estudiante en el curso.

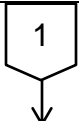

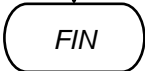
K. Diagrama de flujo de realización de backup's			
a. Copia de seguridad programada			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> INGRESAR[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1		Administrador	El único usuario que puede programar las copias de seguridad del campus virtual es el administrador y debe haber iniciado sesión como esté.
2	<pre> graph TD INGRESAR --> ADMIN[ADMINISTRACIÓN COPIAS DE SEGURIDAD] </pre>	Administrador	En el bloque de administración del sitio en el ítem de cursos se accede a copias de seguridad y luego a copia de seguridad programada.
3	<pre> graph TD ADMIN --> PROGRAM[PROGRAMACIÓN DE COPIAS DE SEGURIDAD] PROGRAM --> FIN([FIN]) </pre>	Administrador	Se establece si se desea activar la programación el día o los días en los que desea programar la copia, la hora en la que se debe ejecutar y el lugar donde desea almacenarlas especificando en la lista desplegable la opción "especifique directorio para las copias de seguridad automáticas" y definir cuantos backup quiere mantener de cada curso, si desea que el nombre del curso aparezca en el archivo de backup, y si pasa por alto cursos ocultos, no modificados desde el número de días que selecciones, o los no modificados desde el backup anterior.

K. Diagrama de flujo de realización de backup's
a. Copia de seguridad manual

No	Actividad	Responsable	Descripción
1		Administrador Docente	Los usuarios que pueden realizar la copia de seguridad manual del campus virtual son el administrador y el docente de cada curso y debe haber iniciado sesión para realizarla.
2		Administrador Docente	Para hacer la copia de seguridad manual se debe acceder al curso del cual se quiere realizar la copia, luego en el bloque de administración en el ítem de administración del curso se da click a copia de seguridad.

K. Diagrama de flujo de realización de backup's			
a. Copia de seguridad manual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD Start([1]) --> Process[CONFIGURACIÓN DE LA COPIA DE SEGURIDAD] Process --> End([FIN]) </pre>		
3		Administrador Docente	<p>Se debe hacer una configuración de lo que se desea incluir dentro de la copia de seguridad del curso está tiene una serie de pasos para generarla tales como: ajustes iniciales, ajustes del esquema, confirmación y revisión, ejecutar copia de seguridad, completar. En el primer paso se incluyen bloques, notas, avances del estudiante entre otros. En la segunda permite seleccionar que actividades dentro del curso se agreguen o se descarten y si se incluye los datos de los usuarios. En la tercera solicita confirmación de lo que se seleccionó en los anteriores pasos junto con el nombre con el que se va a guardar la copia. Luego se ejecuta la copia de seguridad y al termino se muestra la información técnica del proceso y muestra el archivo creado para ser descargado o restaurado.</p>

L. Diagrama de flujo de la actualización del Campus Virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1	INGRESAR AL SISTEMA	Administrador	El usuario usuarios que pueden realizar la actualización del Campus Virtual a una versión más actualizada del sistema Moodle.
2	HABILITAR MODO MANTENIMIENTO	Administrador	Se debe colocar en modo mantenimiento el Campus Virtual, en <i>Administración del sitio > Servidor > Modo Mantenimiento > Habilitar</i> . También se puede colocar un mensaje de mantenimiento.
3	RENOMBRAR LA CARPETA DEL SISTEMA	Administrador	Se debe renombrar el directorio del sistema con: <i>mv moodle moodle.backup</i> .
4	COPIAR Y DESCOMPRESOR LA NUEVA VERSIÓN DE MOODLE	Administrador	Se debe copiar o descargar la nueva versión de Moodle en la carpeta del servidor en producción y descomprimirla. <i>Tar xvzf moodle-X.X.tgz</i>
5	COPIAR CONFIG, PLUGINS Y OTROS A LA NUEVA VERSIÓN	Administrador	Se copian del directorio de la versión actual a la nueva versión el archivo config.php, los plugins de temas (esencial, mymoodle), imágenes (png, jpg) y otros.
6	INGRESAR AL SISTEMA	Administrador	El administrador debe ingresar al sistema si todos los pasos han sido ejecutados correctamente, Moodle comenzara la actualización automáticamente de la base de datos para ser compatible con la nueva versión. Verificar el correcto funcionamiento del Campus Virtual.
	<pre> graph TD A6[INGRESAR AL SISTEMA] --> FIN{{1}} </pre>		

L. Diagrama de flujo de la actualización del Campus Virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
			
7		Administrador	Se debe deshabilitar el modo mantenimiento del sistema.
			

M. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[INGRESAR AL SISTEMA] A --> B[INFORMES DE REGISTROS] B --> C[SELECCIÓN DE OPCIONES DE VISUALIZACIÓN DE INFORME] C --> D[VISUALIZACIÓN DEL INFORME] D --> E{1} C --> C </pre>		
1		Administrador Docente	Los usuarios que pueden realizar los informes de accesibilidad de un curso del campus virtual son el administrador y el docente de cada curso y debe haber iniciado sesión para realizarlos.
2		Administrador Docente	Para realizar los informes de accesibilidad, se debe acceder al curso del cual se quieren los informes, luego, en el bloque de administración en el ítem de administración del curso se encuentra la carpeta de informe y dentro se selecciona registros.
3		Administrador Docente	Al acceder al informe de registros el sistema muestra campos donde se pueden seleccionar si desea cambiar el curso del cual se quiere mostrar el informe, luego el participante del que se desea ver los registros, la fecha para filtrar los registros de accesibilidad, la actividad de donde se van a ver los registros y las acciones que hizo el participante del curso para filtrar lo que se desea del informe de accesibilidad.
4		Administrador Docente	Luego de filtrar los registros de accesibilidad el campus virtual muestra los registros que cumplen con el filtro, también permite la impresión del informe de accesibilidad.

M. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD Start([1]) --> Decision{¿Cambiar filtrado?} Decision -- Sí --> Start Decision -- No --> Process[DESCARGA DEL INFORME DE ACCESIBILIDAD] Process --> End([FIN]) </pre>		
5		Administrador Docente	Si se desea se puede cambiar el filtro de los registro para mejorar el contenido del informe, cambiando la búsqueda de lo que se desea mostrar.
6		Administrador	El informe de accesibilidad se puede descargar como hoja de cálculo Excel, formato OpenDocument, archivo de texto con valores separado con tabuladores, archivo separado por comas, documento XHTML. El administrador es el único usuario que puede descargar informes del Campus Virtual.

N. Diagrama de flujo de informes de inventarios de cursos por facultad			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1		Administrador	El administrador del Campus Virtual es la persona encargada para realizar el informe de inventarios de los cursos y debe haber iniciado sesión para realizarlo.
2		Administrador	Para realizar el informe de inventario de cursos se debe revisar una a una las categorías que tiene el Campus Virtual para revisar los cursos que contienen.
3		Administrador	En el informe se clasifican los cursos según el contenido que los docentes han agregado a estos. Los cursos se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"> • Cursos Desiertos • Cursos No Interactivos • Cursos Interactivos También se registra el nombre del docente que solicito el curso
4		Administrador	Al obtener el informe se reporta a cada facultad cuales son los cursos que sus docentes tienen en el Campus virtual y según la clasificación en cual está clasificado el curso.
	<pre> graph TD A4[REPORTAR LOS INFORMES A CADA FACULTAD] --> FIN([FIN]) </pre>		

O. Diagrama de flujo de informes de uso por parte del docente del curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> INGRESAR[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1		Administrador Docente	Los usuarios que pueden realizar los informes de accesibilidad de un curso del campus virtual son el administrador y el docente de cada curso y debe haber iniciado sesión para realizarlos.
	<pre> graph TD INGRESAR --> INFORMES[INFORMES DE REGISTROS] </pre>	Administrador Docente	Para realizar los informes, se debe acceder al curso del cual se quieren los informes, luego, en el bloque de administración en el ítem de administración del curso se encuentra la carpeta de informe y dentro se selecciona registros.
2		Administrador Docente	
	<pre> graph TD INFORMES --> SELECCION[SELECCIÓN DE OPCIONES DE VISUALIZACIÓN DE INFORME] </pre>	Administrador Docente	Al acceder al informe de registros pueden seleccionar si desea cambiar el curso del cual se quiere mostrar el informe, luego el participante del que se desea ver los registros en este caso el docente del curso, la fecha para filtrar los registros, la actividad de donde se van a ver los registros y las acciones que hizo el docente para filtrar lo que se desea del informe.
3		Administrador Docente	
	<pre> graph TD SELECCION --> VISUALIZACION[VISUALIZACIÓN DEL INFORME] </pre>	Administrador Docente	Luego de filtrar los registros de accesibilidad el campus virtual muestra los registros que cumplen con el filtro, también permite la impresión del informe.
4		Administrador Docente	
	<pre> graph TD VISUALIZACION --> FIN{{1}} </pre>		

O. Diagrama de flujo de informes de uso por parte del docente del curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD Start([1]) --> Decision{¿Cambiar filtrado?} Decision -- Sí --> Start Decision -- No --> Process[DESCARGA DEL INFORME] Process --> End([FIN]) </pre>		
5		Administrador Docente	Si se desea se puede cambiar el filtro de los registro para mejorar el contenido del informe, cambiando la búsqueda de lo que se desea mostrar.
6		Administrador	El informe se puede descargar como hoja de cálculo Excel, formato OpenDocument, archivo de texto con valores separado con tabuladores, archivo separado por comas, documento XHTML. El administrador es el único usuario que puede descargar informes del Campus Virtual.

P. Diagrama de flujo de informes de uso de los estudiantes del curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[INGRESAR AL SISTEMA] </pre>		
1		Administrador Docente	Los usuarios que pueden realizar los informes de uso de los estudiantes de un curso del campus virtual son el administrador y el docente de cada curso y debe haber iniciado sesión para realizarlos.
	<pre> graph TD A --> B[INFORMES DE REGISTROS] </pre>	Administrador Docente	Para realizar los informes, se debe acceder al curso del cual se quieren los informes, luego, en el bloque de administración en el ítem de administración del curso se encuentra la carpeta de informe y dentro se selecciona registros.
2		Administrador Docente	Al acceder al informe de registros pueden seleccionar si desea cambiar el curso del cual se quiere mostrar el informe, luego el participante del que se desea ver los registros en este caso el docente del curso, la fecha para filtrar los registros, la actividad de donde se van a ver los registros y las acciones que hizo el docente para filtrar lo que se desea del informe.
	<pre> graph TD B --> C[SELECCIÓN DE OPCIONES DE VISUALIZACIÓN DE INFORME] </pre>	Administrador Docente	
3		Administrador Docente	
	<pre> graph TD C --> D[VISUALIZACIÓN DEL INFORME] </pre>	Administrador Docente	Luego de filtrar los registros el campus virtual muestra los registros que cumplen con el filtro, también permite la impresión del informe.
4		Administrador Docente	
	<pre> graph TD D --> E{{1}} </pre>		

P. Diagrama de flujo de informes de uso de los estudiantes del curso virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD Start([1]) --> Decision{¿Cambiar filtrado?} Decision -- Sí --> Start Decision -- No --> Process[DESCARGA DEL INFORME DE ACCESIBILIDAD] Process --> End([FIN]) </pre>		
5		Administrador Docente	Si se desea se puede cambiar el filtro de los registro para mejorar el contenido del informe, cambiando la búsqueda de lo que se desea mostrar.
6		Administrador	El informe se puede descargar como hoja de cálculo Excel, formato OpenDocument, archivo de texto con valores separado con tabuladores, archivo separado por comas, documento XHTML. El administrador es el único usuario que puede descargar informes del Campus Virtual.

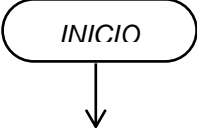


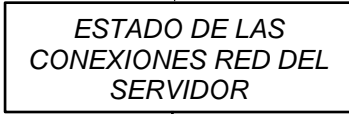
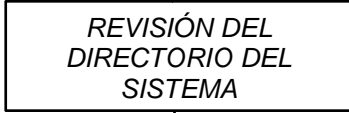

Q. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad por dispositivo.			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> ANALYTICS[INGRESAR A ANALYTICS] </pre>		
1		Administrador	El administrador del Campus Virtual ha configurado el servicio de Google Analytics en éste, en el cual debe haber iniciado sesión para el informe.
	<pre> graph TD ANALYTICS --> PANEL[PANEL: MÓVIL] </pre>		
2		Administrador	Luego se debe dirigir al ítem móvil que se encuentra en el panel Público este se desplegara y luego debe dar click en visión general donde mostrar un informe de datos recolectados donde permite ver el número de ingresos al Campus virtual desde desktop, móviles y tables.
	<pre> graph TD PANEL --> EXPORTAR[EXPORTAR EL INFORME] </pre>		
3		Administrador	El servicio permite exportar estos datos en diferentes formatos entre estos PDF y hoja de Excel.
	<pre> graph TD EXPORTAR --> FIN([FIN]) </pre>		

P. Diagrama de flujo de informes de accesibilidad por dispositivo.			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> ANALYTICS[INGRESAR A ANALYTICS] </pre>		
1		Administrador	El administrador del Campus Virtual ha configurado el servicio de Google Analytics en éste, en el cual debe haber iniciado sesión para el informe.
	<pre> graph TD ANALYTICS --> PANEL[PANEL: MÓVIL] </pre>		
2		Administrador	Luego se debe dirigir al ítem móvil que se encuentra en el panel Público este se desplegara y luego debe dar click en visión general donde mostrar un informe de datos recolectados donde permite ver el número de ingresos al Campus virtual desde desktop, móviles y tables.
	<pre> graph TD PANEL --> EXPORTAR[EXPORTAR EL INFORME] </pre>		
3		Administrador	El servicio permite exportar estos datos en diferentes formatos entre estos PDF y hoja de Excel.
	<pre> graph TD EXPORTAR --> FIN([FIN]) </pre>		

Q. Diagrama de flujo de informes de nivel de satisfacción del curso			
No	Actividad	Responsable	Descripción
	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A1[INGRESAR AL SISTEMA] A1 --> A2[REVISIÓN DEL CURSO] A2 --> A3[GENERAR ARCHIVO DE EXCEL] A3 --> D1{¿Existen más cursos para revisar?} D1 -- Si --> A2 D1 --> A4[GENERAR ARCHIVO DE EXCEL] A4 --> FIN([FIN]) </pre>		
1	INGRESAR AL SISTEMA	Administrador	El administrador del Campus Virtual es la persona encargada para realizar el informe sobre el nivel de satisfacción de los estudiantes sobre sus cursos.
2	REVISIÓN DEL CURSO	Administrador	Se revisa la sección final “evaluación del proceso” del curso, donde se encuentra la encuesta de satisfacción.
3	GENERAR ARCHIVO DE EXCEL	Administrador	Se ingresa a la encuesta, luego aparecen pestañas de información y se va a la pestaña de análisis donde se puede generar un archivo de Excel de las respuestas de los estudiantes.
4	¿Existen más cursos para revisar?	Administrador	Se efectúa el proceso para todos los cursos de la categoría(s) que se requieren para realizar el informe.
5	GENERAR ARCHIVO DE EXCEL	Administrador	Generar estadísticas de todos los cursos con los archivos de Excel, mostrando las preguntas y los resultados por cada curso, por cada facultad y general de todos los cursos dentro de las categorías tomadas para el informe. Generando un informe de satisfacción de los usuarios del Campus Virtual.
	FIN		

R. Diagrama de flujo de procesos contingentes			
a. Caída del Campus Virtual			
No	Actividad	Responsable	Descripción
1		Administrador	El administrador del Campus Virtual debe revisar el estado del servidor en producción, si se reinició o está apagado.
2		Administrador	El administrador debe revisar el estado de los servicios de apache y mysql, si están activos y respondiendo las peticiones de localhost.
3		Administrador	Se debe examinar el estado de la conexión de red del servidor con la internet, si salen las peticiones a un servidor externo o trace.
4		Administrador	El administrador debe revisar el estado del directorio del sistema, el archivo config.php, htaccess (si se tiene), permisos y propietario de estos.

S. Diagrama de flujo de procesos contingentes
b. Caída del Campus Virtual

No	Actividad	Responsable	Descripción
			
1		Administrador	El administrador del Campus Virtual debe revisar el estado del servidor en producción, si se reinició o está apagado.
2		Administrador	El administrador debe revisar el estado de los servicios de apache y mysql, si están activos y respondiendo las peticiones de localhost.
3		Administrador	Se debe examinar el estado de la conexión de red del servidor con internet, si salen las peticiones a un servidor externo o trace.
4		Administrador	El administrador debe revisar el estado del directorio del sistema, el archivo config.php, htaccess (si se tiene), permisos y propietario de estos.
			

Anexo B. Documento de requerimientos

1. INTRODUCCION

1.1. Alcance

Este documento se centra en establecer los requerimientos para que el Campus Virtual de la Universidad Santo Tomás Seccional Tunja este automatizado y los procesos que este necesita para operar y desempeñar sus funciones sean más eficientes.

1.2. Propósito

El documento de requerimientos tiene como propósito especificar los requisitos que definan que procesos se deben automatizar para desarrollar una solución enfocada en el mejor funcionamiento del sistema. Se da un análisis de cada proceso que es planteado para automatizar en el Campus Virtual, creando así un documento que sirve como acuerdo para el trabajo a desarrollar en la Oficina de Educación Virtual de la Universidad.

1.3. Definición del sistema

El Campus Virtual es un sistema de información que permite en la Universidad el b-learning, los docentes solicitan cursos virtuales para sus materias, también se solicitan informes de uso del sistema, inventarios de cursos, informes de accesibilidad y de capacitaciones. Cuando comienza o cuando culmina un semestre el administrador del Campus Virtual se ve en la tarea de procesar estas solicitudes y disponer de gran parte de su tiempo para generar informes, crear cursos o reiniciarlos. El sistema necesita de un usuario que este gran parte de su tiempo sentado frente a él realizando procesos repetitivos que son agotadores y desgastantes.

2. Requerimientos Funcionales

Identificador: RF-01	Nombre: Sincronización de usuarios nuevos
Descripción: Se deben actualizar los registros de los usuarios y cargar los nuevos al sistema cada inicio de semestre para que este actualizado el sistema.	
Criterios de Aceptación: Debe estar instalado el plugin de conexión con el directorio de autenticación en el Campus Virtual y configurado para establecer conexión con el servidor LDAP de la universidad.	

Identificador: RF-02	Nombre: Creación de cursos nuevos
Descripción: En el sistema se debe automatizar la creación de cursos virtuales, de los cursos y materias que se dictaran en el semestre que inicie.	
Criterios de Aceptación: Se debe tener el listado de materias que serán dictadas que debe ser generado por el Departamento de Registro y Control.	

Identificador: RF-03	Nombre: Matriculación de usuarios
<p>Descripción: La matriculación de estudiantes en los cursos virtuales debe ser un proceso automático que al iniciarse el semestre el estudiante ingrese al Campus Virtual y sin más preámbulos este registrado en los cursos de cada materia que vera en el transcurso de su semestre.</p>	
<p>Criterios de Aceptación: La oficina de Registro y Control debe hacer llegar un documento hoja de cálculo donde este la información de los cursos que fueron matriculados para el semestre que comienza.</p>	
Identificador: RF-04	Nombre: De-Matriculación de usuarios
<p>Descripción: El proceso de de-matriculación de los estudiantes debe ser automatizado, este proceso eliminara toda la información que contenga el curso virtual de los estudiante que estén registrados antes del proceso y dar de baja al estudiante, dejando el cursos virtual solo con los recursos y actividades que el docente haiga creado dentro de éste.</p>	
<p>Criterios de Aceptación: El administrador indica en cuales categorías se deben reiniciar los cursos, y en qué fecha se debe realizar este proceso.</p>	
Identificador: RF-05	Nombre: Realización de backups
<p>Descripción: Se debe automatizar el proceso de generación de backups haciendo más eficiente y fácil para el administrador del sistema, y se realice el proceso sin intervención de un actor, manteniendo libre el servidor del sistema e intactos los archivos que son generados.</p>	
<p>Criterios de Aceptación: Ninguno</p>	
Identificador: RF-06	Nombre: Realización de informes de accesibilidad
<p>Descripción: Automatizar la creación de informes de accesibilidad permitiendo demostrar fácilmente la fecha y duración de la sesión en la cual un usuario accede al curso virtual.</p>	
<p>Criterios de Aceptación: Se debe realizar por medio de una solicitud expresada del usuario que necesita la información dando soporte de quien solicita y con qué motivo.</p>	
Identificador: RF-07	Nombre: Realización de informes
<p>Descripción: Automatizar la creación de informes de inventarios de cursos por facultad,</p>	

agrupándolos según su contenido, si están desiertos, no interactivos, e interactivos, mostrando la usabilidad de los cursos virtuales.
Criterios de Aceptación: Ninguno.

Identificador: RF-08	Nombre: Realización de informes de uso por parte del docente
Descripción: Automatizar la creación de informes de uso por parte del docente del curso virtual, revelando el nivel de experiencia del docente con el manejo de tecnologías de información y su uso en el desarrollo de sus clases o actividades propuestas dentro del curso.	
Criterios de Aceptación: Ninguna.	

Identificador: RF-09	Nombre: Realización de informes de uso por parte del estudiante
Descripción: Automatizar la creación de informes de uso por parte de los estudiantes del curso virtual, revelando detalles de cómo los estudiantes usan el curso virtual y que tanto es visitado, mostrando también si el curso es interactivo entre los estudiantes y el docente.	
Criterios de Aceptación: Ninguna.	

Identificador: RF-10	Nombre: Realización de informes de accesibilidad por dispositivos
Descripción: Automatizar la creación de informes de accesibilidad por dispositivo mostrando el uso del Campus Virtual por parte de los usuarios desde los diferentes dispositivos que poseen y si el sistema soporta el acceso desde estos.	
Criterios de Aceptación: Ninguna.	

Identificador: RF-11	Nombre: Realización de informes de nivel de satisfacción de los usuario tabulado por cursos.
Descripción: Generar estadísticas de todos los cursos con los archivos de Excel que generan las encuestas que están en cada curso en la sección de evaluación del proceso, mostrando las preguntas y los resultados por cada curso, por cada facultad y general de todos los cursos dentro de las categorías tomadas para el informe. Generando un informe de satisfacción de los usuarios del Campus Virtual.	
Criterios de Aceptación: Ninguna.	

Identificador: RF-12	Nombre: Realización de informes de capacitación a docentes y estudiantes.
Descripción: Automatizar la creación de informes que registren y den evidencia de los usuarios que asistieron y presentaron las actividades en las capacitaciones sobre el uso y manejo del Campus Virtual brindadas por la Oficina de Educación Virtual.	
Criterios de Aceptación: Ninguna.	

3. Requerimientos no funcionales

Identificador: RNF-01	Nombre: Sistema operativo
Descripción: El sistema operativo que tiene el servidor del Campus Virtual es red hat y se debe realizar el desarrollo para que sea compatible con este sistema, por eso en el equipo de desarrollo y pruebas debe trabajar en una versión semejante al del servidor en producción.	

Identificador: RNF-01	Nombre: Moodle
Descripción: La versión de Moodle para el desarrollo de la automatización escogida es la 2.7.2 semejante al del Campus Virtual.	

Identificador: RNF-012	Nombre: Servidor
Descripción: El Servidor para colocar Moodle en línea y hacer las pruebas es apache.	

Identificador: RNF-012	Nombre: Gestor de bases de datos
Descripción: El gestor de base de datos utilizado para el almacenamiento de datos del Campus Virtual es MySQL 5.5.31 o superior.	

Identificador: RNF-012	Nombre: Lenguaje de programación
Descripción: Para el desarrollo de la automatización de procesos del Campus Virtual se debe utilizar PHP en versión 5.4.4 o superior.	

Anexo C. Descripción de los casos de uso

Tabla 5. Descripción de casos de uso del actor Registro y Control

Registro y Control	
Entrega Archivo Cursos	La oficina de Registro y Control debe entregar un archivo de Excel que contenga la información sobre los cursos que se dictaran en el semestre que comienza con el (los) respectivo docente(s) y los estudiantes que inscribieron ese curso.














Tabla 6. Descripción de casos de uso para el actor Administrador

Administrador	
Sincronización de Usuarios	El administrador tendrá que actualizar la lista de usuarios del sistema cada semestre importándolos desde el sistema de autenticación con el que la Universidad cuenta.
Ejecutar Matriculación	Se puede ejecutar la matriculación de usuarios solo si el actor Registro y Control ya ha entregado el archivo de Cursos.
Crear Cursos Nuevo	El sistema se encargara de crear los cursos nuevos y de actualizar los cursos que ya se encuentren almacenados en el Campus Virtual
Matricular Usuarios a Cursos	El sistema ejecutara la matriculación automática de los usuarios tanto docentes como estudiantes en los cursos del semestre que comienza.
Programar Matriculación	El proceso de matriculación antes nombrado se podrá programar para que sea ejecutado en un horario de baja actividad del Campus Virtual.
Ejecutar De-Matriculación	El administrador puede realizar la de-matriculación cuando el semestre en curso culmine, liberando así espacio en el servidor y reiniciando cursos para el siguiente semestre.
Reiniciar Cursos	El proceso de De-Matriculación reinicia todos los cursos que el administrador desee reiniciar dependiendo las categorías que éste haya marcado para este proceso.
Dar de baja a Estudiantes	Se darán de baja a los estudiantes junto con sus notas, comentarios, archivos, etc. que estén matriculados en los cursos que se tienen que reiniciar.
Programar De-Matriculación	El proceso de De-Matriculación en el sistema se puede programar para que sea ejecutado en una hora de baja actividad en el Campus Virtual.

Anexo E. Versionamiento

Biblioteca Dropbox
versionamiento

Organizar por: Carpeta ▾

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 loadcsv0	03/09/2014 08:26 a.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv0.1	03/09/2014 08:26 a.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv0.2	03/09/2014 08:26 a.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv1	28/10/2014 05:35 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv2	28/10/2014 05:35 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv3	28/10/2014 05:35 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv4	28/10/2014 05:35 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv5	28/10/2014 05:35 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv6	20/10/2014 06:03 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv7	20/10/2014 06:03 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv8	26/11/2014 12:18 a.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv9	30/01/2015 04:53 p.m.	Carpeta de archivos	
 loadcsv10	31/01/2015 01:46 p.m.	Carpeta de archivos	

Anexo F. Backlog

ID	Actividad	Duración	Prioridad	Estado
1	Actualización de la plataforma virtual	4 horas	90	100%
2	Sincronización (Carga Masiva) de usuarios LDAP (docentes y estudiantes)	7 Días	70	100%
3	lectura de datos del sac (xls)	5 Días	90	100%
4	Editar la sincronización de usuarios	11 Días	80	100%
5	Generar archivos csv con los cursos a crear con los datos que el sac proporciona con sus respectivos alumnos	7 Días	80	100%
6	Automatización de carga de usuarios sin cron	8 Días	70	100%
7	generar página para configuración de carga de datos	15 Días	80	100%
8	Adecuar para instalar como plugin en Moodle	8 Días	90	100%
9	hacer programación de crons para ejecutar el modulo	8 Días	60	50%
10	Actualización de Moodle a la versión 2.7.2	2 horas	90	100%
11	Actualización de tema essential	8 Días	90	100%
12	Generar Archivo de errores	2 horas	80	100%
13	Automatizar la subida de cursos por csv	43 Días	90	100%
14	Nueva función de matriculación	8 Días	80	100%
15	Creación de grupos y agrupaciones para un curso por cli	18 Días	80	100%
16	Agregar información de ejecución en la	4 horas	70	100%

	tabla tool_loadcsv			
17	De-matriculación de usuarios por csv	55 Días	90	100%
18	Verificar la programación de las tareas, realizadas por la UI	18 Días	60	40%
19	Sistema Distribuido para el Campus Virtual	11 Días	80	100%
20	Implementación del desarrollo en Servidor de Pruebas	12 Días	90	100%
21	Documentación de Pruebas	12 Días	90	100%
22	Actualización de Moodle a la versión 2.8.1	3 horas	90	100%

Anexo G. Sprint 1

ID	Actividad	Duración	Prioridad	Estado
1	Actualización de la plataforma virtual	4 horas	90	100%
2	Sincronización (Carga Masiva) de usuarios LDAP (docentes y estudiantes)	7 Días	70	100%
3	lectura de datos del sac (xls)	5 Días	90	100%
4	Editar la sincronización de usuarios	11 Días	80	100%
5	Generar archivos csv con los cursos a crear con los datos que el sac proporciona con sus respectivos alumnos	7 Días	80	100%
6	Automatización de carga de usuarios sin cron	8 Días	70	100%
7	Automatizar la subida de cursos por csv	3 Días	90	10%
8	De-matriculación de usuarios por csv	3 Días	90	10%

Anexo H. Sprint 2

ID	Actividad	Duración	Prioridad	Estado
1	Automatizar la subida de cursos por csv	43 Días	90	100%
2	De-matriculación de usuarios por csv	46 Días	90	90%
3	generar página para configuración de carga de datos	15 Días	80	100%
4	Adecuar para instalar como plugin en Moodle	8 Días	90	100%
5	hacer programación de crons para ejecutar el modulo	8 Días	60	50%

6	Actualización de Moodle a la versión 2.7.2	2 horas	90	100%
7	Actualización de tema essential	8 Días	90	100%
8	Generar Archivo de errores	2 horas	80	100%
9	Nueva función de matriculación	8 Días	80	100%
10	Creación de grupos y agrupaciones para un curso por cli	18 Días	80	100%

Anexo I. Sprint 3

ID	Actividad	Duración	Prioridad	Estado
1	De-matriculación de usuarios por csv	55 Días	90	100%
2	Agregar información de ejecución en la tabla tool_loadcsv	4 horas	70	100%
3	Verificar la programación de las tareas, realizadas por la UI	18 Días	60	40%
4	Sistema Distribuido para el Campus Virtual	11 Días	80	100%
5	Implementación del desarrollo en Servidor de Pruebas	12 Días	90	100%
6	Documentación de Pruebas	12 Días	90	100%
7	Actualización de Moodle a la versión 2.8.1	3 horas	100	100%

Anexo J. Plan de pruebas

Para la realización de las pruebas del módulo se dividió el desarrollo del proyecto en tres fases obteniendo versiones funcionales del módulo, reestructurando la funcionalidad para obtener un producto que cumpla con los requerimientos necesarios para implementarse en el sistema en producción y hacer más eficientes los procesos de la plataforma virtual.

1. Pruebas unitarias

Tabla 7. Plan de pruebas unitarias de la lectura de información del SAC

Id	PU-01
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Lectura de hoja de Excel con información de SAC
Resultado esperado	La lectura del archivo debe ser transparente, con todas sus filas y columnas.
Resultado obtenido	Fallo
Comentarios	Se recomienda la lectura por archivos CSV de la información.

Tabla 8. Plan de pruebas unitarias de matriculación y creación de cursos

Id	PU-02
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Enrol de usuarios y creación de cursos nuevos.
Resultado esperado	Matricular usuarios y crear cursos nuevos en Moodle.
Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	No es modular esta función ya que se está realizando la lectura de la información y el almacenamiento en archivos CSV. Se recomienda dividir esta función hasta cumplir con los requerimientos de desarrollo de Moodle.

Tabla 9. Plan de pruebas unitarias de de-matriculación de usuarios

Id	PU-03
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Unenrol de usuarios
Resultado esperado	Se de-matriculan los estudiantes del curso virtual
Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	Se está realizando la de-matriculación de usuarios correctamente, pero la lectura de datos para la ejecución se está realizando directamente con la base de datos.

Tabla 10. Plan de pruebas unitarias de la sincronización con el servidor de autenticación

Id	PU-04
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Sincronización de usuarios con LDAP
Resultado esperado	Los usuarios que sean cargados al sistema desde LDAP deben ser estudiantes o docentes.
Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	NA

Tabla 11. Plan de pruebas unitarias del módulo y sus funciones

Id	PU-05
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Módulo de Matriculación y De-Matriculación de usuarios y creación de cursos nuevos.
Resultado esperado	El módulo es funcional y cumple los requerimientos del sistema.
Resultado obtenido	Falló
Comentarios	No cumple con las condiciones que deben tener los procesos, se necesita crear los cursos con un nombre largo y corto específico, que incorporen el código, nombre de la materia, el grupo y un acrónimo del nombre de la materia. Que se cargue la plantilla institucional si es nuevo el curso.

Tabla 12. Plan de pruebas unitarias de la matriculación

Id	PU-06
Fase	2
Característica/Funcionalidad	Matriculación de usuarios.
Resultado esperado	Se deben matricular los usuarios en los cursos virtuales respectivos y mostrar los usuarios donde ocurrieron errores al matricularlos.
Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	NA

Tabla 13. Plan de pruebas unitarias de de-matriculación

Id	PU-08
Fase	2
Característica/Funcionalidad	De-Matriculación de usuarios.
Resultado esperado	Se deben de-matricular los estudiantes de los cursos que estén dentro de las categorías que se pasen como parámetros.

Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	NA

Tabla 14. Plan de pruebas unitarias de creación de grupos en los cursos virtuales

Id	PU-09
Fase	2
Característica/Funcionalidad	Crear grupos en los cursos virtuales.
Resultado esperado	En las materias donde un docente dicte en dos o más grupos, crear grupos y agrupaciones dentro del curso virtual.
Resultado obtenido	Aprobado
Comentarios	También está creando grupos a los cursos que el docente dicta en solo un grupo, corregir para no crear grupos en estos cursos.

Tabla 15. Plan de pruebas unitarias creación de tareas programadas

Id	PU-10
Fase	3
Característica/Funcionalidad	Crear tareas programadas para la ejecución del módulo
Resultado esperado	Si se configura una programación desde la GUI se debe crear una tarea programada para ejecutar el módulo, ya sea matriculación o de-matriculación.
Resultado obtenido	Falló
Comentarios	Crear tareas programadas desde la API de Moodle o modificar los permisos del usuario apache para permitirle programar tareas desde GUI.

Tabla 16. Plan de pruebas unitarias de borrado de los archivos y logs de los cursos virtuales en el proceso de de-matriculación

Id	PU-11
Fase	3
Característica/Funcionalidad	Borrar archivos y logs de los cursos virtuales que son tomados dentro del proceso de de-matriculación.
Resultado esperado	El curso virtual debe quedar vacío, tan solo con las actividades y recursos que fueron puestos dentro de este.
Resultado obtenido	Aprobó
Recomendación	NA

2. Pruebas de desempeño

Tabla 17. Plan de pruebas de desempeño de carga de cursos nuevos al Campus Virtual

Id	PD-01
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Carga de Cursos nuevos
Resultado esperado	Se deben cargar los cursos que no se encuentren en el Campus Virtual y los que ya existen queden intactos, no hay límite de tiempo se evalúa el tiempo de ejecución para este proceso.
Resultado obtenido	Aprobado , se está realizando el proceso completo de carga de los cursos que no existen en un tiempo aprox. de 2 horas fueron 756 cursos cargados.
Comentarios	Cargar a los cursos nuevos, con la plantilla institucional disminuir el número de cursos virtuales, agregando grupos a los cursos donde un docente dicta en dos o más grupos de la materia.

Tabla 18. Plan de pruebas de desempeño de la carga de usuarios a los cursos respectivos

Id	PD-02
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Carga de usuarios a los cursos respectivos
Resultado esperado	Se determina el tiempo de ejecución en la carga de usuarios (docentes y estudiantes) en los cursos virtuales.
Resultado obtenido	Aprobado , se registró un tiempo de 30 minutos aprox. para el registro de 21881 registros de usuarios en los diferentes cursos virtuales.
Comentarios	Crear grupos y agrupaciones en los cursos que dicte el mismo docente en más de dos grupos de la materia.

Tabla 19. Plan de pruebas de desempeño de la carga de cursos nuevos con la plantilla institucional en el Campus Virtual

Id	PD-03
Fase	2
Característica/Funcionalidad	Carga de cursos nuevos con plantilla institucional
Resultado esperado	Se deben cargar los cursos que no se encuentren en el Campus Virtual y que se cargue dentro de estos la plantilla institucional,

	no hay límite de tiempo se evalúa el tiempo de ejecución para este proceso.
Resultado obtenido	Aceptado , se está realizando el proceso completo de carga de los cursos nuevos con la plantilla en un tiempo aprox. de 70 cursos por cada 4 horas.
Comentarios	Ninguna

Tabla 20. Plan de pruebas de desempeño de creación de grupos en los cursos virtuales

Id	PD-04
Fase	3
Característica/Funcionalidad	Crear grupos y agrupaciones en los cursos que dicte el mismo docente en más de dos grupos de la materia
Resultado esperado	Se deben crear los grupos en cursos donde el docente dicte en dos o más grupos de la materia, no hay límite de tiempo se evalúa el tiempo de ejecución del proceso.
Resultado obtenido	Aceptado , se está realizando la creación de grupos en los cursos donde el docente dicta en dos o más grupos, este proceso se está realizando en un tiempo aprox. de 15 minutos.
Comentarios	Ninguna

Tabla 21. Plan de pruebas de desempeño de estadísticas de creación de cursos nuevos en el Campus Virtual

Id	PD-05
Fase	3
Característica/Funcionalidad	Crear cursos nuevos según el archivo csv del SAC
Resultado esperado	Se deben de crear los cursos virtuales y revisar cuantos cursos crea, cuantos actualiza, cuantos elimina y cuantos tienen errores cuando es ejecutada la matriculación.
Resultado obtenido	Aceptado , se están creando 442 cursos, se actualizaron 0 cursos, se eliminaron 0 cursos y 42 tienen errores estos cursos con errores son cursos que ya existen en el Campus Virtual pero tienen asignados a otro docente. El total de cursos que deben ser creados son 482 de un total de 720 cursos los restantes ya se encuentran registrados en el sistema.
Comentarios	Ninguna

3. Pruebas de integridad de datos y de la Base de Datos

Tabla 22. Plan de pruebas de la integridad de datos en la lectura y escritura de datos en la base de datos

Id	PID-01
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Lectura y escritura de datos en la base de datos
Resultado esperado	Se debe realizar de forma transparente, y sin alterar los datos, según los lineamientos de Moodle.
Resultado obtenido	Fallo
Comentarios	Se realiza la lectura de los datos pero no con los lineamientos de Moodle, se recomienda utilizar la API de datos.

Tabla 23. Plan de pruebas de la integridad de datos en la lectura y escritura de datos

Id	PID-02
Fase	2
Característica/Funcionalidad	Lectura y escritura de datos en la base de datos
Resultado esperado	Se deben leer y escribir los datos de la base de datos por medio de la API de Moodle.
Resultado obtenido	Aprobó
Comentarios	Ninguna

4. Pruebas de interfaz gráfica de usuario (GUI)

Tabla 24. Plan de pruebas de GUI de la interfaz gráfica

Id	PG-01
Fase	1
Característica/Funcionalidad	Interfaz Gráfica de Usuario
Resultado esperado	Mostrar una interfaz agradable al usuario administrador que es el usuario que puede configurar el módulo loadcsv.
Resultado obtenido	Falló
Comentarios	Se recomienda crear una interfaz para que el administrador pueda configurar el módulo y sea más agradable el entorno y no solo se ejecute en CLI.

Tabla 25. Plan de pruebas de GUI de la interfaz gráfica en la segunda fase

Id	PG-02
Fase	2
Característica/Funcionalidad	Interfaz Gráfica de Usuario (GUI)

Resultado esperado	Utilizar la API de Moodle en la interfaz del usuario y sea agradable y funcional para el usuario.
Resultado obtenido	Aceptado
Comentarios	Ninguna.

5. Pruebas de la instalación

Tabla 26. Plan de pruebas de instalación del módulo de autenticación LDAP

Id	PI-01
Característica/Funcionalidad	Instalación del módulo de autenticación LDAP
Resultado esperado	Se deben importar los usuarios desde el servidor de autenticación LDAP asía el Campus Virtual
Resultado obtenido	Aprobó, Se importaron 3659 registros de LDAP
Comentarios	Que se importen solo los usuarios que sean necesarios para el proceso de matriculación ya que LDAP contiene muchos registros inválidos o basura.

Tabla 27. Plan de pruebas de instalación del módulo de matriculación y de-matriculación loadcsv

Id	PI-02
Característica/Funcionalidad	Instalación del módulo de matriculación loadcsv
Resultado esperado	Se deben crear los cursos virtuales que no estén dentro del Campus Virtual y matricular a los Docentes y Estudiantes según el archivo csv de información del SAC.
Resultado obtenido	Falló, se crearon los cursos, pero no se importó la plantilla de los cursos y los usuarios no se matricularon dentro de los cursos, debido a que faltó la configuración del módulo de matriculación por archivo plano CSV.
Comentarios	Realizar la configuración del módulo de matriculación y el cambio en la importación de la plantilla a los cursos.

Anexo K. Configuración del sistema distribuido

Instalación de los servidores

La instalación de la distribución de Linux openSUSE se realizó en máquinas virtuales.

El servidor de balanceo de cargas es una máquina normal, no necesita de mucha capacidad ni de aplicaciones especiales instaladas, es un servidor básico con conexión a internet. Luego instalamos ipvsadmin con los comandos siguientes.

```
1- zypper addrepo
   http://download.opensuse.org/repositories/home:ISHBASIS:systemmanagement
   /SLE_11/home:ISHBASIS:systemmanagement.repo
2- zypper install ipvsadmin
3- zypper refresh
4- zypper install ipvsadm
```

Con esto ya tenemos el servidor de balanceo de cargas listo para la configuración del sistema distribuido. En los servidores web se instala apache y PHP que necesitan Moodle y la conexión a postgres.

```
zypper install apache2 php5 libapache2-mod-php5 php5-gd php5-pgsql php5-curl
php5-openssl php5-xmlrpc php5-intl php5-soap
```

Luego en el servidor de datos se instala samba y postgres, y se configura para permitir la conexión desde los servidores web.

```
zypper install postgresql-server
```

Se edita el archivo postgresql.conf para permitir accesos remotos desde los servidores web.

```
vi /var/lib/pgsql/data/postgresql.conf
```

Luego se busca la directiva #listen_addresses, y se modifica para quedar así:

```
listen_addresses = '*'
```

Luego toca autorizar las redes a las que le permitiremos el acceso remoto. Pasamos a editar el archivo pg_hba.conf ubicado en el directorio /var/lib/pgsql/data como se muestra a continuación:

```
vi /var/lib/pgsql/data/pg_hba.conf
```

Figura 16. Configuración del archivo pg_hba.conf de postgres

```
# TYPE DATABASE USER ADDRESS METHOD
# "local" is for Unix domain socket connections only
local all all peer
# IPv4 local connections:
host all all 127.0.0.1/32 ident
host all all 172.18.48.0/29 md5
# IPv6 local connections:
# host all all ::1/128 ident
# Allow replication connections from localhost, by a user with the
# replication privilege.
#local replication postgres peer
#host replication postgres 127.0.0.1/32 ident
#host replication postgres ::1/128 ident
~
85,71 Final
```

Fuente: El autor.

Por último se inicia el servicio de postgres desde una terminal

service postgresql start

Y luego se configura el usuario y la base de datos de Moodle.

Figura 17. Configuración del usuario y creación de la base de datos de Moodle

```
su - postgres
postgres@linux-ii81:~> psql
psql (9.2.7)
Digite «help» para obtener ayuda.

postgres=# alter role "moodleuser" with password 'moodlepass';
ALTER ROLE
postgres=# create database moodle with owner moodleuser;█
```

Fuente: El autor.

Para instalar y configurar samba se realiza como se muestra a continuación:

*zypper install samba**

Luego se crea y se da acceso completo al directorio que se comparte.

- 1- *mkdir /moodledata*
- 2- *chmod -R 777 /moodledata/*

Se edita el archivo de configuración de samba:

vi /etc/samba/smb.conf

Y se configure el archivo de la siguiente manera:

Figura 18. Configuración del archivo smb.conf de samba

```
[global]
map to guest = Bad User
printcap name = cups
logon path = \\%L\profiles\msprofile
logon drive = P:
logon home = \\%L%\U\.\9xprofile
usershare allow guests = Yes
idmap config * : backend = tdb
cups options = raw
passdb backend = tdbsam

[moodledata]
writable = yes
browseable = Yes
comment = carpeta de moodledata
guest ok = Yes
guest only = yes
create mode = 0777
directory mode = 0777
path = /moodledata
read only = No
```

11,0-1 Todo

Fuente: El autor.

Se guardan los cambios se activa e inicia el servicio

```
systemctl enable smb.service
systemctl enable nmb.service
```

```
systemctl start smb.service
systemctl start nmb.service
```

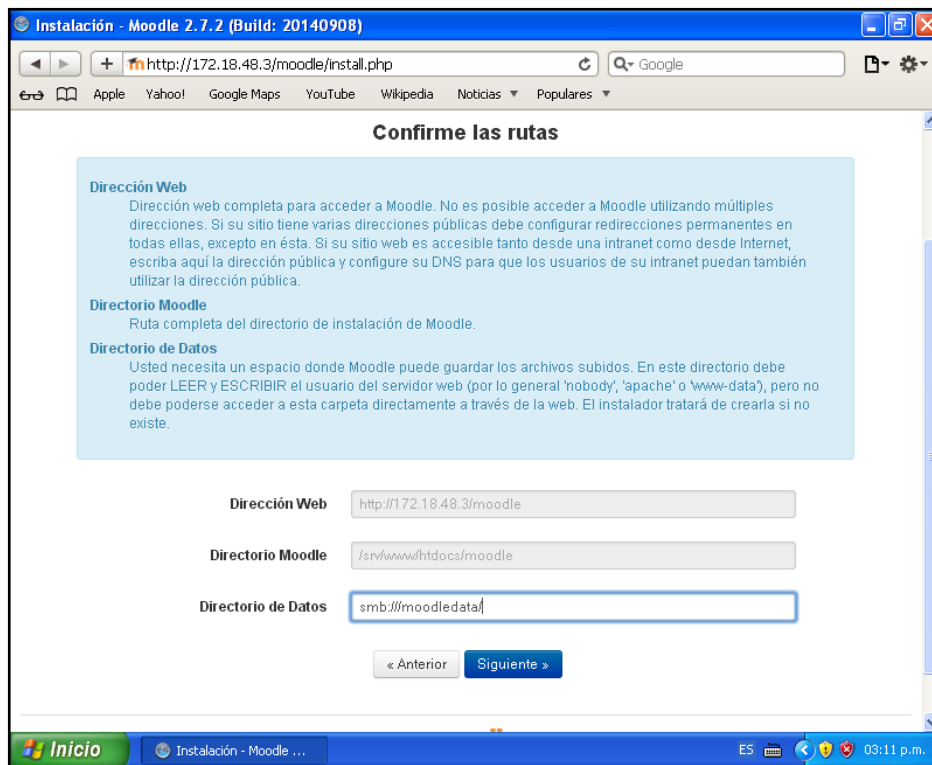
Instalación de Moodle

La instalación de Moodle en el sistema distribuido se realizó de la forma corriente en el servidor web, siguiendo los pasos que Moodle propone de instalación.

- 1- Se copia el comprimido de la versión de Moodle en el directorio que apunta apache.
- 2- Se descomprime Moodle y se procede desde un equipo usuario a realizar la instalación.

La instalación se realizó desde el servidor real 1, digitando la dirección de este en el navegador.

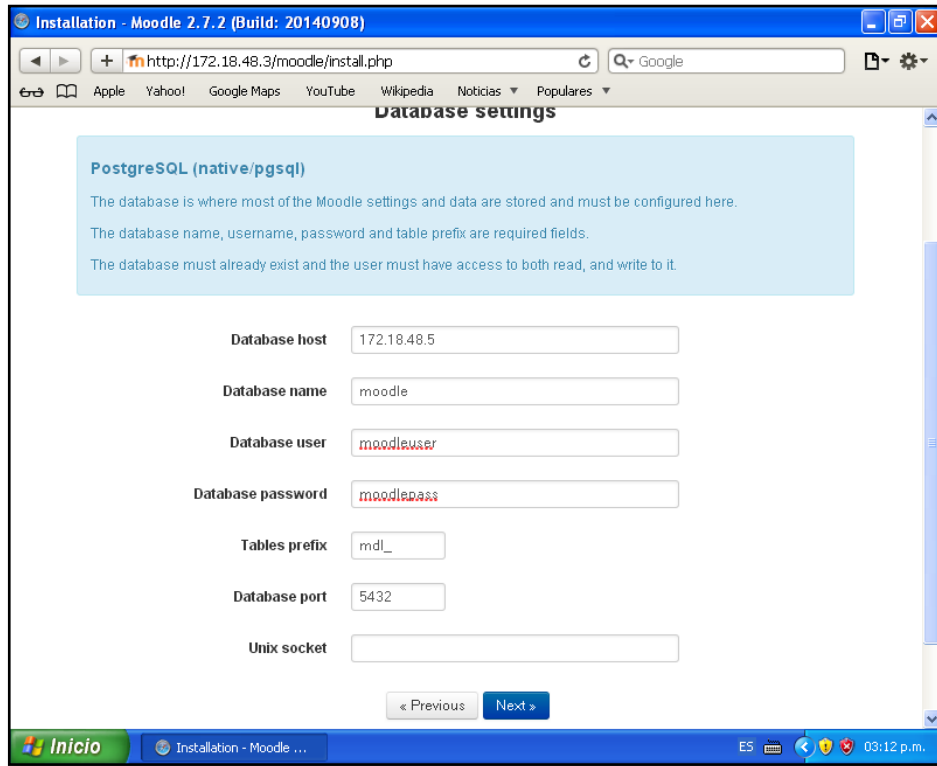
Figura 19. Pantalla de instalación de Moodle



Fuente: El autor.

Desde un usuario se configura la instalación de Moodle y se procede con el siguiente paso, la configuración del DBMS y los parámetros de comunicación con este.

Figura 20. Configuración de los parámetros de conexión de Moodle con el DBMS postgres.



Fuente: El autor.

Luego de eso se continúa con la instalación normal de Moodle, hasta finalizar la instalación.

Configuración del sistema distribuido

En el servidor de Balanceo de carga se debe instalar “IPVS” está disponible para todas las distribuciones de Linux. La distribución utilizada en las pruebas fue OpenSUSE. La herramienta se encarga de realizar el balanceo de las peticiones a una IP Virtual de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 28. Configuración del sistema distribuido de balanceo de cargas

Protocol	Virtual IP Address	Port	Real IP Address	Weigth
TCP/IP	172.18.48.6	80	172.18.48.3	1
			172.18.48.4	1

Fuente: EL Autor.

Las configuraciones que se deben realizar en los servidores son las siguientes:

Load Balance

- 1) `lvsadm -C`
- 2) `ifconfig enp0s3 172.18.48.2 netmask 255.255.255.248 broadcast 172.18.48.7 up`

- 3) `ifconfig enp0s3:0 172.18.48.6 netmask 255.255.255.255 broadcast 172.18.48.6 up`
- 4) `echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward`
- 5) `ipvsadm -A -t 172.18.48.6:80 -s wlc`
- 6) `ipvsadm -a -t 172.18.48.6:80 -r 172.18.48.3 -i -w 1`
- 7) `ipvsadm -a -t 172.18.48.6:80 -r 172.18.48.4 -i -w 1`

Servidor Real 1

- 1) `ifconfig enp0s3 172.18.48.3 netmask 255.255.255.248 broadcast 172.18.48.7 up`
- 2) `route add -net 172.18.48.0 netmask 255.255.255.248 dev enp0s3`
- 3) `ifconfig tunl0 172.18.48.6 netmask 255.255.255.255 broadcast 172.18.48.6 up`
- 4) `route add -host 172.18.48.6 dev tunl0`

Servidor Real 2

- 1) `ifconfig enp0s3 172.18.48.4 netmask 255.255.255.248 broadcast 172.18.48.7 up`
- 2) `route add -net 172.18.48.0 netmask 255.255.255.248 dev enp0s3`
- 3) `ifconfig tunl0 172.18.48.6 netmask 255.255.255.255 broadcast 172.18.48.6 up`
- 4) `route add -host 172.18.48.6 dev tunl0`

La unión de los servidores reales con el servidor de datos se hace mediante samba, para el directorio moodledata y con PostgreSQL para la gestión de bases de datos, ambos están en el servidor de datos.

Configuración de Moodle para el sistema distribuido

Una vez terminado todos los pasos anteriores Moodle se está corriendo solo en un servidor web y si se accede a la ipvirtual de servidor, mostrara un error que Moodle no puede ser accedido desde esa dirección. Para que no muestre el error se debe configurar el archivo config.php de Moodle como se muestra a continuación:

Figura 21. Archivo config.php luego de la instalación en el servidor web

```
<?php // Moodle configuration file

unset($CFG);
global $CFG;
$CFG = new stdClass();

$CFG->dbtype      = 'pgsql';
$CFG->dblibrary   = 'native';
$CFG->dbhost      = '172.18.48.5';
$CFG->dbname      = 'moodle';
$CFG->dbuser      = 'moodleuser';
$CFG->dbpass      = 'moodlepass';
$CFG->prefix      = 'mdl_';
$CFG->dboptions   = array (
    'dbpersist' => 0,
    'dbport'    => 5432,
    'dbsocket'  => '',
);

$CFG->wwwroot    = 'http://172.18.48.3/moodle';
$CFG->dataroot   = 'smb://moodledata';
$CFG->admin       = 'admin';

$CFG->directorypermissions = 0777;

require_once(dirname(__FILE__) . '/lib/setup.php');

// There is no php closing tag in this file,
// it is intentional because it prevents trailing whitespace problems!
```

Fuente: El autor.

Se edita este archivo en el parámetro `wwwroot` cambiando la dirección por 172.18.48.6 y se guarda el archivo.

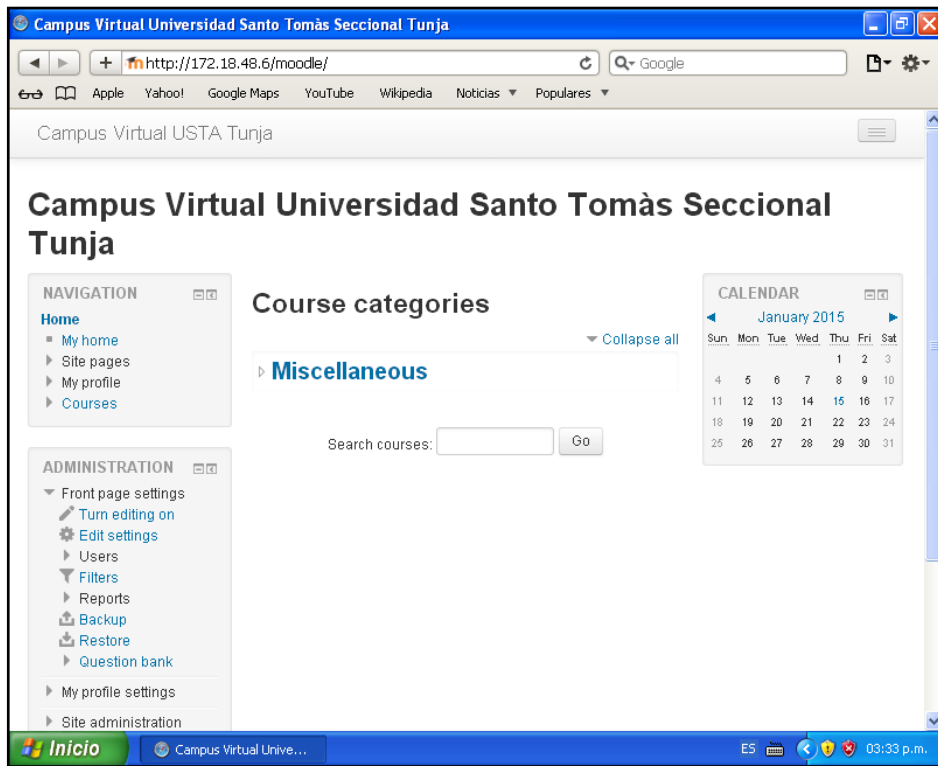
Figura 22. Cambios en el archivo config.php de Moodle para el sistema distribuido

```
$CFG->wwwroot    = 'http://172.18.48.6/moodle';
$CFG->dataroot   = 'smb://moodledata';
$CFG->admin       = 'admin';
```

Fuente: El autor.

Luego de que ha sido instalado y configurado Moodle en el servidor web, este directorio puede ser copiado al segundo servidor web que ha sido configurado en el sistema distribuido.

Figura 23. Página principal de Moodle accedida desde la dirección ip del sistema distribuido



Fuente: El autor.

Si se quieren agregar más servidores web al sistema distribuido tan solo se debe de copiar la carpeta de Moodle, configurar las interfaces y agregarlo en el servidor de balanceo de cargas para que sea reconocido en el sistema.

Anexo L. Manual técnico