



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE
TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA,
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Luis Fernando Yoc Avila

Asesorado por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, septiembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FERNANDO YOC AVILA

ASESORADO POR EL ING. EVEREST DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 29 de mayo de 2018.



Luis Fernando Yoc Avila

Guatemala, 05 de junio de 2018

Ing. Christa Classon de Pinto
Directora EPS
Facultad de Ingeniería, USAC
Ciudad Universitaria, Guatemala

Estimado ingeniero:

Por este medio informo que procedí a revisar y dar el visto bueno al informe final del proyecto de EPS titulado: **Implementación de Aula Virtual y Creación del Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala**; el cual está a cargo del estudiante Luis Fernando Yoc Avila, carnet 201123020, de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.

Agradeciendo la atención a la presente y quedando a sus órdenes para cualquier información adicional, le saluda

Atentamente,



Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Ingeniero en Ciencias y Sistemas
Colegiado 4,332

Everest Darwin Medinilla Rodríguez
Asesor de Escuela

Ingeniero en Ciencias y Sistemas con Maestría en Administración de Empresas con Especialidad en
Mercadeo

No. Colegiado: 4332
emedin@gmail.com



Guatemala, 23 de julio de 2018.
REF.EPS.DOC.559.07.2018.

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:


Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Luis Fernando Yoc Avila, Registro Académico 201123020 y CUI 2158 38858 0401** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Floriza Ávila Pesquera de Medina
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



Guatemala, 23 de julio de 2018.
REF.EPS.D.261.07.2018.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

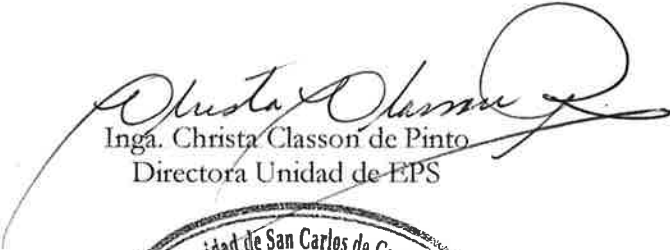
Estimado Ingeniero Pérez Türk:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Fernando Yoc Avila, Registro Académico 201123020 y CUI 2158 38858 0401** quien fue debidamente asesorado por el Ing. Everest Medinilla y supervisado por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCsP/ra





Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 7 de agosto de 2018

Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante **LUIS FERNANDO YOC AVILA** carné **201123020** y CUI **2158 38858 0401**, titulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”** y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por el estudiante, LUIS FERNANDO YOC AVILA aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑADA A TODOS”

Ing. Maylen Antonia Pérez Türk

Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

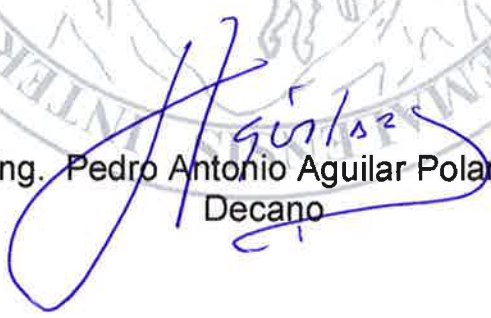


Guatemala, 31 de agosto de 2018



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE AULA VIRTUAL Y CREACIÓN DEL SISTEMA DE PUBLICACIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN Y TESIS DE GRADO DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Yoc Avila**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Septiembre de 2018

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por brindarme la guía hacia el camino correcto a lo largo de mi carrera.
- Mis padres** Elmer Francisco Yoc, por educarme y apoyarme tanto de forma moral como financiera y Marta Ofelia Avila de Yoc, por su amor y por enseñarme los valores de la perseverancia.
- Mi abuelo** Inocente Avila, por su humildad y afecto hacia sus nietos. Que en paz descansa.
- Mis hermanos** Por compartir sus conocimientos y experiencias, siendo grandes ejemplos como hermanos mayores, y los consejos que me han ayudado en la toma de mis decisiones a lo largo de mi vida, en especial mi tiempo como estudiante universitario.
- Mis amigos** Por reconocer mis aptitudes, hacerme notar mis fallos y apoyarme en ellas.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Casa de estudios responsable del desarrollo e inicios de mi vida como profesional.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme las diferentes experiencias y logros académicos y personales que formaron a la persona que soy hoy en día.

Revisor

Ing. Everest Medinilla, por su tiempo para otorgarme las observaciones y sugerencias como mi asesor de EPS.

Supervisor

Ing. Sergio Leonel Gómez Bravo, como mi supervisor de EPS, agradezco el apoyo, recomendaciones y guía.

**Escuela de Estudios de
Postgrado, Facultad de
Ciencias Químicas y
Farmacia**

Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado con ellos y asignarme como la persona responsable en el cumplimiento de sus necesidades.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Calidad del sistema computacional.....	3
1.1.1. Ciclo de vida de desarrollo de software (SDLC)	4
1.1.2. Metodologías ágiles de desarrollo de software.....	5
1.2. Cumplimiento de las necesidades de la población.....	6
1.3. Autorización para acceso a datos	6
1.4. Compatibilidad	7
1.5. Fácil de usar o capacitar	7
1.5.1. MVC.....	8
1.5.2. Método para describir procesos del sistema solución	9
1.6. Tiempo de producción.....	12
1.7. Confiabilidad del sistema	12
1.8. Relación con los usuarios	13
2. FASE DE INVESTIGACIÓN	15
2.1. Acciones y medios	16
2.2. Información de la entidad y estructura organizacional	16
2.3. Resultados de la investigación sobre el problema a abordar	19
2.4. Servidor de la Escuela de Postgrado	20

3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	23
3.1.	Definición de los entornos de trabajo.....	23
3.2.	Información técnica del servidor	24
3.3.	Presentación de la solución del proyecto	27
3.3.1.	Sistemas de gestión de aprendizaje.....	27
3.3.1.1.	Evaluación del LMS solución.....	29
3.3.1.2.	Sistema de videoconferencias.....	33
3.3.1.3.	Arquitectura del aula virtual	37
3.3.1.4.	Roles de usuario, cursos y sesiones	40
3.3.1.5.	Recursos en el servidor físico por parte del aula virtual.....	45
3.3.2.	Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado	46
3.3.2.1.	Evaluación del estado actual del entorno de producción.....	46
3.3.2.2.	Interacción entre el sitio web informativo de la EEP y los nuevos nodos.....	50
3.3.2.3.	Componentes agregados al sitio web informativo ...	52
3.3.2.4.	Derechos de autor del documento	54
3.3.2.5.	Recursos en el servidor físico por parte del Sistema de Publicación	56
4.	FASE DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE.....	57
4.1.	Supervisión del proyecto.....	58
4.2.	Capacitación presencial a los coordinadores de cursos	58
4.3.	Documentación escrita	59
4.4.	Videotutoriales	60
4.5.	Demostración del producto final	61
4.6.	Descripción de los procesos generales del producto final	62

4.6.1. Manejo de actividades de usuarios estudiantes y profesores del aula virtual.....	63
4.6.2. Manejo de actividades de usuarios de tipo administrador de sesión, tutor de sesión y tutor de curso del aula virtual	66
4.6.3. Manejo de actividades del usuario administrador del aula virtual	68
4.6.4. Manejo de actividades del Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado.....	70
4.7. Recursos materiales	73
4.8. Presupuesto	74
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFÍA.....	79

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ejemplo simple de un BPMN sobre cómo realizar un pago al crédito o efectivo.....	10
2.	Organigrama básico de la EEP	18
3.	Uso de recursos del servidor de la FCCQQyF	25
4.	Calculadora de ancho de banda de OpenMeetings	35
5.	Logotipo oficial de Chamilo	36
6.	Diagrama de distribución del aula virtual.....	37
7.	Sala de videoconferencias en BBB	40
8.	Esquema de tipos usuarios en relación a los roles asignados.....	41
9.	Página inicial al ingresar a un curso en Chamilo, herramientas didácticas	42
10.	Catálogo de sesiones de formación en una cuenta de usuario de Chamilo	44
11.	Imagen tomada de la página de inicio del sitio web informativo de la EEP	47
12.	Diagrama de distribución del sitio web informativo con el sistema de publicación	48
13.	Diagrama entidad relación del sitio web informativo de la EEP, FCCQQyF	49
14.	Diagrama de flujo relacionado al proceso básico de publicación de trabajos finales de graduación o tesis de grado	51
15.	Diagrama entidad relación del sistema de publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado	53

16.	Guardado de nuevo documento PDF de solo imagen con Win2PDF ...	55
17.	Diagrama BPMN relacionado a las actividades a realizar de los usuarios estudiantes y profesores del aula virtual	63
18.	Diagrama BPMN relacionado a las actividades de usuario administrador de sesión, tutor de sesión o tutor de curso del aula virtual	66
19.	Diagrama BPMN relacionado a las actividades del usuario administrador del aula virtual	68
20.	Diagrama BPMN relacionado a la publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado	70
21.	Listado de trabajos finales de graduación y tesis de grado publicados	71
22.	Trabajo final de graduación publicado	71
23.	Carga individual de documentos.....	72
24.	Carga masiva de documentos	72

TABLAS

I.	Simbología de objetos utilizados en un diagrama BPMN	11
II.	Número de cursos y tiempo de ciclos de cada maestría en la Escuela de Postgrado	19
III.	Características del Servidor.....	24
IV.	Estudio de las funcionalidades de los LMS's de software libre y licencia gratuita estudiados.....	30
V.	Cuadro comparativo, Dokeos y Chamilo.....	31
VI.	Cuadro comparativo entre BBB y OpenMeetings	34
VII.	Tabla de resultados de ancho de banda en distintos escenarios	36
VIII.	Características de las nuevas máquinas virtuales en el servidor para el aula virtual.....	45

IX.	Características de las nuevas máquinas virtuales en el servidor para el sistema de publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado	56
X.	Tabla de recursos materiales utilizados en el transcurso del proyecto de EPS	73
XI.	Presupuesto de los recursos utilizados por el epeista.....	74

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BBB	<i>Big Blue Button</i>
SDLC	Ciclo de Vida de Desarrollo de Software
EEP	Escuela de Estudios de Postgrado
FCCQyF	Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
GB	Gigabyte
GHZ	Giga Hertz
Kbps	Kilobit por segundo
UML	Lenguaje Unificado de Modelado
URL	Localizador de Recursos Uniforme
Mbps	Megabit por segundo
MB	Megabyte
RAM	Memoria de Acceso Aleatorio
MVC	Modelo-Vista-Controlador
BPMN	Modelo y Notación de Procesos de Negocios
LMS	Sistema de Gestión de Aprendizaje
SI	Sistema de Información
FTP	Sistema de Transferencia de Archivos
TTF	<i>Task Technology Fit</i>
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
REST	Transferencia de Estado
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

GLOSARIO

Ancho de banda	<i>Bandwidth</i> , es la medida de datos y recursos de comunicación disponible o consumida por un dispositivo con comunicación digital.
Aplicación web	Aplicaciones que se almacenan y procesan (o mayor parte de ella) en la Internet y directamente en la computadora.
Base de datos	Estructura de datos computarizados compartidos e integrados.
Ciclo de vida de software	Estructura que referencia a los pasos necesarios para el inicio, desarrollo, conclusión y mantenimiento de un producto de software.
Diagrama de componentes	Diagrama que ilustra a un software como un conjunto de componentes y como depende uno de otro.
Diagrama entidad relación	Diagrama de flujo que ilustra entidades como personas, objetos o conceptos y la relación que poseen entre sí.

Didáctica	Rama de la pedagogía que existe con el objetivo de buscar métodos, técnicas, estrategias y recursos para mejorar el aprendizaje.
Educación	Proceso de socialización entre varios individuos que conlleva en la obtención y asimilación de conocimientos.
Eficiencia	Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.
E-learning	Conjunto de recursos didácticos que conforman una educación y capacitación de docentes a estudiantes por Internet y uso de métodos tecnológicos.
Implementación	Acción de poner en marcha una idea programada, ya sea de una aplicación informática, plan o modelo científico.
Lenguaje unificado de modelado	Conjunto de diagramas o lenguaje gráfico para el modelado de un sistema de software con el objetivo de poder visualizarlo, especificarlo, construirlo y documentarlo en diferentes enfoques para los diferentes tipos de usuarios de negocios y cualquiera que desee entender dicho sistema.

Modelo y notación de procesos de negocios	Notación grafica estandarizada que permite el modelado de modelo de negocios, representándolo como un flujo de trabajo, legible para los interesados o representantes de una entidad.
Ofimática	Conjunto de técnicas, herramientas y programas que tiene como objetivo optimizar y automatizar las tareas referentes a una oficina de un negocio, como Microsoft Word, Excel y PowerPoint.
Pedagogía	Ciencia que estudia el cómo el ser humano aprende y obtener el conocimiento que permita comprender el fenómeno conocido como educación.
Plataforma	Sistema que sirve como base y apoyo para el desarrollo de los diferentes módulos de hardware o software que conforman un sistema.
<i>Plugin</i>	Programa informático que se relaciona con otro como una nueva funcionalidad especifica.
Recurso didáctico	Medios que apoyan el proceso de enseñanza y aprendizaje tanto para el instructor como el alumno.
REST	Arquitectura de comunicación entre dos sistemas mediante el uso directo de HTTP, para obtener o indicar la ejecución de operaciones sobre datos en un formato específico. Algunos servicios web aplican esta arquitectura.

SCRUM	Conjunto de prácticas y roles que pueden tomarse como un punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto.
Servicio Web	Mecanismo de comunicación entre diferentes aplicaciones, que interactúan entre sí para presentar información al usuario de manera dinámica.
Servidor	aplicación de software ubicado en un ordenador, que funciona como un administrador de peticiones desde otros ordenadores, también conocidos como clientes, y así devolver una respuesta.
Servidor físico	Ordenador o máquina informática que presta servicios a otras máquinas; estos servicios, en mayoría, son el hospedaje a sitios web.
Servidor FTP	Servidor cuyo fin es permitir el desplazamiento de datos entre diferentes servidores y/o ordenadores, datos contenidos en archivos que se almacenan en dicho servidor.
Sistema	Conjunto de unidades relacionadas entre sí que realizan un proceso con una finalidad.
Sistema de información	Tipo de sistema que combina elementos categorizados como personas, actividades, datos y recursos materiales; y al aplicar ciertas técnicas de procesamiento, da como resultado información más

elaborada que cubra las necesidades u objetivos de una entidad.

Sistema de gestión de aprendizaje

Componente tecnológico de naturaleza *e-learning*, que suministra herramientas de administración, distribución y control de actividades de formación no presencial de una institución u organización con fines pedagógicos.

Tecnologías de la información y la comunicación

Conjunto de servicios, software, redes y otras tecnologías que tienen como fin mejorar la calidad de vida de las personas, integrándose a un Sistema de Información.

Testing

Investigación empírica y técnica cuyo objetivo es proporcionar información sobre la calidad de un producto de software.

URL

Nombre que identifica a un sitio web, único en una red, en la mayoría de los casos, la Internet.

Virtualización

Proceso de crear, mediante un software, recursos tecnológicos como una plataforma de hardware, un sistema operativo, recursos de red, etc., en un mismo medio físico.

***Virtual private
network***

Tecnología de red que se utiliza para conectar una o más computadoras a una red privada utilizando Internet, comúnmente utilizada por empleados de una empresa para acceder a recursos corporativos desde un lugar fuera del sitio de trabajo.

***World wide web
consortium***

Consortio internacional que define recomendaciones y estándares de los sitios web para asegurar el correcto crecimiento de la Red Informática Mundial.

RESUMEN

La educación ha existido desde los tiempos más remotos de la humanidad y se ha mantenido con ella a causa de las diferentes técnicas y métodos que han evolucionado para apoyarla, conocidos ahora como tecnologías didácticas y que se han arraigado a la educación superior o profesional. La aplicación de tecnologías didácticas es un tema de interés para la Escuela de Estudios de Postgrado, EEP, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, FCCQQyF, Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.

Como solución, se ha propuesto la aplicación de herramientas de Aprendizaje en Línea o *e-learning*, que permitirá una didáctica continuada entre profesores y alumnos, incluso al estar separados físicamente y de forma tanto síncrona como asíncrona. Se propone la instalación de una herramienta de *e-learning* que pueda cumplir con los requerimientos tanto del interés de la dirección de la EEP y necesidades de los coordinadores de cursos de maestría de la misma institución.

Como material de referencia para los estudiantes en proceso de elaboración de Trabajo Final de Graduación o Tesis de Grado, la escuela ha optado por dar el acceso público a los documentos de la misma índole, pertenecientes a estudiantes graduados en años anteriores, mediante la publicación de estos en uno de sus sitios web, siendo una nueva funcionalidad.

Para lograr este cometido es necesario conocimiento científico y empírico que entran en el campo de estudio de un profesional en Ciencias y Sistemas.

OBJETIVOS

General

Aplicar el uso de tecnologías informáticas con fines de apoyo didáctico a la Escuela de Estudios de Postgrado, EEP, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, FCCQQyF.

Específicos

- Desarrollar una solución de *e-learning*, que permita al personal administrativo de la escuela el manejo y control de las diferentes actividades de los catedráticos para impartir clases a los estudiantes.
- Proveer una herramienta a los catedráticos de la Escuela de Postgrado que ayude a impartir actividades en línea de tipo didáctico como control detallado de tareas, evaluaciones e informes de actividades.
- Aplicar una nueva funcionalidad en el sitio web informativo de la Escuela de Estudios de Postgrado que permita la visualización de Trabajos Finales de Graduación o Tesis de Grado pertenecientes a los estudiantes de la escuela.

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes métodos didácticos aplicados en la educación superior, que a pesar de lo tradicionales que son, todavía se encuentran en uso, como las clases magistrales entre catedráticos y estudiantes, entregas de trabajos asignados a cierta fecha, exámenes y otros. Estos métodos son considerados indispensables en la formación de estudiantes de una cátedra, no obstante, en la actualidad, la tecnología ha dado lugar a nuevas herramientas, como el *e-learning*, aprendizaje a través de la Internet, que han hecho surgir nuevos métodos didácticos o simplemente la evolución de los ya existentes.

Los estudiantes de la generación actual toman la tecnología como primera instancia, y los catedráticos han llegado a la necesidad de utilizar nuevas herramientas y métodos didácticos que se adapten con estos estudiantes. Mismo caso con la Escuela de Estudios de Postgrado, EEP, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, FCCQQyF, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, que ha tenido un alto interés por el uso herramientas de tipo *e-learning*, que permiten agilizar, administrar y elaborar cursos en línea, mediante funcionalidades como publicación de material multimedia y documentos, evaluación, calificación de evaluaciones y entrega de tareas en línea, entre otros.

La administración de la EEP ha decidido apoyar a sus estudiantes a la hora de trabajar con sus respectivos Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado, mediante el acceso a trabajos previos desde el sitio web informativo de la EEP como material de referencia, y ha solicitado un medio en línea, que permita el acceso y administración de dicha información.

1. MARCO TEÓRICO

Se ha cuestionado sobre si los sistemas de softwares muestran cierto impacto en el rendimiento de las técnicas y métodos educativos de hoy en día, como las herramientas *e-learning*, existe una teoría que propone a estos sistemas no solo como un medio de apoyo, sino como un requerimiento en la educación, esta teoría es conocida como *Task-Technology Fit*, TTF. La teoría TTF apoya el uso de Sistemas de Información, SI, específicamente las de tipo computacional (para abreviar, sistema de cómputo), eso sí, el sistema que se desea aplicar debe de cumplir las tareas o funciones que necesita la entidad/institución que los utiliza, como el caso que se da con las necesidades de la institución que desea la elaboración y conclusión de este proyecto, la EEP. Es fundamental que las características de una tecnología coincidan con las de una práctica.

El interés y necesidad surgido por parte de la EEP, se puede considerar como algo natural, incluso desde finales de los 90's, debido al surgimiento de la telefonía móvil, el Internet, y entre otros, tiempo donde estos elementos se volvieron imprescindibles en la sociedad moderna, conocida como una explosión y difusión de nuevas tecnologías y definida como Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC.

La solución dada para el cumplimiento del proyecto consiste en la instalación de un Sistema de Gestión de Aprendizaje, LMS, y en conjunto con un Sistema de Videoconferencias, ambos como un todo conforman un Sistema de aula virtual, una herramienta didáctica multi-propósitos. Además de agregar un sistema que permita la publicación de documentos requisitos para la

graduación de un estudiante, que haya cursado alguna de las maestrías que imparte la EEP y que estos documentos hayan sido revisados y aprobados por la escuela, con el propósito de proporcionar a los estudiantes, que se encuentren en proceso de revisión de sus respectivos documentos, material de investigación y referencia, teniendo la escuela otro sistema que cumplirá un rol como herramienta didáctica; este sistema se tomará en cuenta como una nueva funcionalidad o módulo en el sitio web informativo de la EEP, una plataforma ya existente y funcional en la escuela.

No es algo nuevo el uso de software para mejorar la productividad en la didáctica de los cursos impartidos en la EEP, los catedráticos imparten sus cursos con los métodos tradicionales de enseñanza, en conjunto con software de otras instituciones que se dedican a proveer servicios educativos, ahora, ¿Cuál es el problema? Cada profesor elige el software educativo que más le guste, no existe consenso en producto utilizado. Esto conlleva a la falta de coordinación para informar y administrar las actividades de los cursos, es posible solucionar este problema, si se tomará una sola iniciativa, y existiera un solo sistema que centralice actividades de los cursos, y se concedan permisos de configuración de dichos cursos al personal adecuado, que serían los coordinadores de cursos de maestría y se tenga, al menos un usuario administrador, con derechos de modificación y mantenimiento del software en su totalidad, aunque no debe de dar con frecuencia dichos casos, el software debe de ser capaz de comprobarlas de forma automatizada.

De acuerdo a lo mencionado con anterioridad se puede plantear la siguiente pregunta, ¿Es eficiente el uso de más de un software con la misma funcionalidad y con distintos estándares a la hora de mostrar resultados? No es eficiente debido a la cantidad de trabajo necesario para mantener disponible y afinado el software. La educación de los estudiantes es influenciada por la

calidad de la didáctica del catedrático, pero también se debe tomar en cuenta que la estructura educacional de la institución sea la adecuada.

A todo esto, se ha visto la necesidad de comprobar que este proyecto cumpla con la proposición concedida por la teoría TTF, conformada por ocho constructores que deben de cumplirse, que se explican en los siguiente sub capítulos:

1.1. Calidad del sistema computacional

Existen distintas formas que se han propuesto para determinar si un sistema de software es de calidad, una es que el sistema cumpla con los requisitos, especificaciones y un diseño al pie de la información recopilada en los dos anteriores y que pueda cumplir un rol de guía para la ejecución de las tareas a realizar en el proyecto. También se debe tomar en cuenta que en un proyecto de software pueden encontrarse tanto errores, por no tomar en cuenta un requerimiento durante la elaboración del software, como incidentes provocados por agentes externos. Por todo lo mencionado en este punto, es de notar la necesidad de definir procesos estandarizados como el Ciclo de vida de desarrollo de software, SDLC, prácticas de desarrollo ágil de proyectos de software como SCRUM, y capacitación de los usuarios del sistema, en especial a la persona que será encargada de administrar y dar mantenimiento al mismo, para garantizar la calidad del sistema computacional a desarrollar.

1.1.1. Ciclo de vida de desarrollo de software (SDLC)

Como en toda elaboración de un proyecto, es necesario describir el proceso de construcción del mismo, en el caso de los proyectos de software, para así desarrollar sistemas de información de una forma deliberada, estructurada y metódica, para cumplir con los requerimientos y necesidades a establecer.

EL SDLC se enfoca en dividir los métodos y técnicas necesarios para el desarrollo de un proyecto de software en fases, actividades que en pleno apogeo pueden traslaparse con otras hasta terminarse por completo y no en pasos aislados, lo que permite agilizar el ciclo. Existen diferentes formas de clasificar las diferentes fases de un proyecto de software, estas son:

- Pre-análisis: se busca los objetivos de la entidad interesada y como esta ha tratado con el problema. Se propone las posibles soluciones en naturaleza al problema estudiado mediante al estudio teórico y empírico respecto a la situación. Finalmente se describen los costos y beneficios.
- Análisis: en base a la información recopilada en la fase de pre-análisis, se propone los objetivos a alcanzar mediante la propuesta de una solución.
- Diseño: se describe las características y características de la solución en detalle, a base de elementos como diagramas, reglas de negocio, documentación y otros.
- Implementación/Desarrollo: se aplica todo lo propuesto en la etapa de diseño.
- Pruebas: una vez se concluye el desarrollo de la solución, se pone a prueba para encontrar posibles fallos en el sistema. Esta fase finaliza hasta resolver los problemas encontrados.

- Evaluación: el software solución es puesto en producción y es ejecutado por la institución.
- Mantenimiento: un SDLC no solo funciona para la ejecución de un proyecto de software sino también para la revisión del sistema, ya sea para actualizarlo o para tratar con un defecto inesperado tiempo después de su lanzamiento.

1.1.2. Metodologías ágiles de desarrollo de software

Se le conoce como a los métodos de ingeniería de software que se adaptan a los cambios de requisitos y soluciones que evolucionan durante la fase de implementación/desarrollo de software. El proceso de entrega es iterativo e incremental, significa que, en lugar de entregar un solo producto final, este se divide en un número de entregas parciales en ciertas fechas fijadas por los desarrolladores del software y los interesados en él, fechas que definen el inicio y final de una iteración. Uno de los modelos más conocidos es SCRUM.

SCRUM es un modelo de referencia que define un conjunto de prácticas y roles, y que puede tomarse como punto de partida para definir el proceso de desarrollo que se ejecutará durante un proyecto. Los roles principales en Scrum son el *Scrum Master*, que procura facilitar la aplicación de scrum y gestionar cambios, el *Product Owner*, que representa a los *stakeholders* (interesados externos o internos), y el *Team* (equipo) que ejecuta el desarrollo y demás elementos relacionados con él. Durante cada sprint, un periodo entre una y cuatro semanas (la magnitud es definida por el equipo y debe ser lo más corta posible), el equipo crea un incremento de software potencialmente entregable (utilizable). El conjunto de características que forma parte de cada *sprint* viene del *Product Backlog*, que es un conjunto de requisitos de alto nivel priorizados que definen el trabajo a realizar (PBI, *Product Backlog Item*). Los elementos del *Product Backlog* que forman parte del sprint se determinan durante la reunión de *Sprint Planning*. Durante esta reunión, el Product Owner identifica los elementos del Product Backlog que quiere ver completados y los hace del conocimiento del equipo.¹

¹ SCHWABER Ken. *Agile Project Management with Scrum*. p.163.

Es importante notar, que SCRUM es un modelo, se aplican y adaptan los conceptos necesarios a la situación que se presenta, como en el caso del proyecto de EPS, se cuenta con un programador y no con un equipo de ellos.

1.2. Cumplimiento de las necesidades de la población

El sistema debe de ser capaz de cubrir las necesidades de toda la población que lo empleara, por población, nos referimos a los todos usuarios de un software, y de ellos es necesario verificar que el software pueda ser accedido por todos los usuarios, a lo que no solo el Sistema de aula virtual como el Sistema de Publicación cumplen, ambos se encuentran montados en un servidor web conectado a la red global conocida como Internet y al considerar el grado de conectividad a la Internet por la sociedad guatemalteca, ya sea por computadores personales o celulares, se puede decir que todos los posibles usuarios de los sistemas poseen facilidad de acceso a ellos. Igualmente, se sabe que la principal característica de una herramienta de *e-learning* es la capacidad de enseñar a través de Internet, por consiguiente, lo es un LMS, el cual es la base del aula virtual.

1.3. Autorización para acceso a datos

Como se había mencionado antes, existen diversas herramientas de *e-learning* en uso por los catedráticos de la EEP, lo que provoca varias iniciativas, cuando debería de existir solo una que proponga la centralización de un solo software, y con ello, estandarizar el acceso de la información desde el sistema, para usuarios administradores y/o coordinadores del mismo. La información recopilada es dada respecto a la necesidad y permisos que posea el usuario.

1.4. Compatibilidad

El interés de los coordinadores y catedráticos de la EEP por herramientas de *e-learning* ha sido uno de los disparadores que hicieron ver a la institución que dichas herramientas se han aplicado, para agilizar la gestión de actividades del grupo en crecimiento de estudiantes en la escuela que pertenecen al grupo conocido como nativos digitales, que se caracterizan de tener un índice de atención e interés mayor si se relaciona un tema con la tecnología, además del uso del *e-learning* en las diferentes instituciones educativas tanto propias como ajenas a la Universidad de San Carlos de Guatemala, que ha crecido de forma continua en Guatemala.

1.5. Fácil de usar o capacitar

Actualmente, un software necesariamente debe de ser fácil de usar, esto se logra al tomar en cuenta características del software, como no sobrecargarlo con información y funcionalidades innecesarias.

Para el caso del proyecto, demasiados componentes como botones, cuadros de dialogo que podrían ser posicionados en otra página del sitio web, ya sea por redundancia, o en el peor de los casos, elementos sin utilidad, que no atribuyen ningún beneficio en la funcionalidad de este y solo confunden al usuario. Incluso la sobrepoblación de texto en un sitio web se considera una violación a los estándares web dados por la W3C. Otra característica sería que un software debe de ser capaz de realizar sus tareas programadas con la menor interacción humana posible, facilitando el uso a los usuarios, principalmente los de tipo administrador.

Los LMS's deben de ser fácil de usar para ser considerados herramientas eficientes de *e-learning*. Un LMS podría utilizar una considerable cantidad de elementos en una sola página de un sitio web, con solo que sea fácil de usar para el usuario, que comprueba si el usuario, tiene una noción de cómo funciona el sistema, incluso siendo la primera vez que interactúa con este.

Ahora, con el Sistema de Publicación, que será desarrollado y acoplado en una plataforma ya existente, es importante mencionar que dicha plataforma se encuentra desarrollada con herramientas de apoyo, código preprogramado y una arquitectura y lógica de desarrollo predefinida, todo esto para agilizar el tiempo y simplicidad en el proceso de programación del sitio web, el conjunto de estas es conocidas como un marco de trabajo o *framework*.

1.5.1. MVC

El *framework* que utiliza el sitio web es conocido como Yii2, que promueve el desarrollo de sitios web con diseños simples y limpios. Yii2 aplica una arquitectura de software conocido como Modelo-Vista-Controlador o MVC, que separa los datos y lógica de negocio de un software, en este caso, el sitio web mencionado en el párrafo anterior. MVC propone los tres componentes siguientes y forma de interacción entre ellos:

- Modelo: se conoce como la presentación de la información del sistema, debe de gestionar todos los accesos y salidas de dicha información. Envía la información a la Vista cuando se solicita para ser mostrada, en el caso del Controlador, recibe las peticiones de acceso o manipulación de información realizados por ella.
- Controlador: responde a eventos, mayormente peticiones del usuario, y solicita peticiones al Modelo para manipular la información.

- Vista: muestra la información y lógica del negocio en un formato entendible para el usuario final, en la mayoría de casos esto se refiere a la interfaz gráfica.

El nuevo Sistema de Publicación será desarrollados e incluidos en el código existente del sitio web, por lo que es necesario seguir los mismos principios de desarrollo que enfatiza Yii2.

1.5.2. Método para describir procesos del sistema solución

La capacitación de los usuarios finales del sistema solución debe ser llevado bajo una didáctica que permita el uso rápido del software posterior a su instalación y entrega oficial, para ello además de capacitación presencial y documentos escritos, se dará a la institución material audiovisual o como hoy se en día se conocen, videotutoriales.

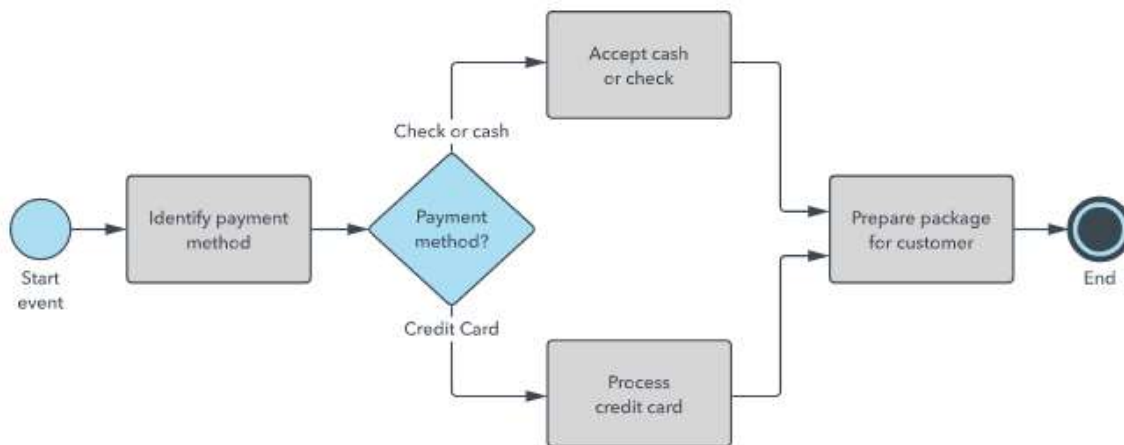
Para facilitar la información educativa respecto a la utilización del producto final del proyecto, se cuenta con el uso de imágenes, esquemas y diagramas orientados en UML como Diagramas Entidad Relación, Diagramas de Distribución y Diagramas de Flujo; además del uso de diagramas BPMN. Según la empresa *Lucid Software Inc*, desarrolladora de software para elaboración de diagramas:

La notación del modelado de procesos de negocio (BPMN) es un método de diagrama de flujo que modela los pasos de un proceso de negocio planificado de principio a fin. Un aspecto clave de la gestión de procesos de negocio (BPM) es que representa visualmente una secuencia detallada de los flujos de información y las actividades empresariales necesarias para finalizar un proceso.²

² *Lucid Software Inc*. ¿Qué es una BPMN? Consulta: abril de 2018.

La ventaja del uso de BPMN es dar a los diferentes puntos de vista de los interesados de una institución, como la EEP, un lenguaje en común para presentar diferentes flujos de trabajo; interesados, como en el caso del proyecto de EPS, el personal directivo de la escuela, coordinadores, profesores, desarrolladores de software y el epesista mismo. Todo esto crea un entendimiento unificado de las personas en la institución.










Figura 1. **Ejemplo simple de un BPMN sobre cómo realizar un pago al crédito o efectivo**



Fuente: ¿Qué es una BPMN? <https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-la-notaci%C3%B3n-de-modelado-de-procesos-de-negocio>. Consulta: 30 de abril de 2018.

Para el uso y entendimiento de un diagrama BPMN, es necesario conocer la simbología básica en un BPMN, que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla I. **Simbología de objetos utilizados en un diagrama BPMN**

Símbolo	Nombre	Descripción
Contenedores de objetos o carriles de nado		
	Piscina	Contenedor de los objetos participantes de un proceso. Puede representar una entidad de negocio.
	Carril	Se utiliza para dividir las actividades de una piscina dentro de una función o rol.
Objetos de flujo		
	Actividad	Es una tarea en particular que se realiza por una persona o sistema.
	Subproceso	Objeto que contiene otras actividades que conforman un subproceso o un proceso que pertenece a otro diagrama BPMN.
	Compuerta	<p>Punto de decisión que puede cambiar la ruta del proceso de acuerdo a cierta al cumplimiento de una condición. Una compuerta puede ser de diferente tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exclusiva: evalúa el estado del proceso y basada en la condición, rompe el flujo en uno o más caminos exclusivos. Se representa con una cruz (X) en el interior del rombo o no se agrega ninguno. • Basada en un evento: igual que la exclusiva en que se elige un camino en el flujo, pero no bajo una condición dada sino bajo un evento ocurrido. Se agrega en el interior un símbolo de pentágono. • Paralelo: a diferencia de los otros dos, no hay condiciones, el flujo se divide en dos caminos que se realizan de manera simultánea. Se representa con una cruz en el interior.
Eventos		
	Evento inicial	Indica el punto de inicio de un proceso
	Evento intermedio	Indica que algo sucede (un evento) entre el inicio y fin de un proceso, lo afectará, pero no lo iniciará o terminará directamente.
	Evento final	Indica el punto de conclusión de un proceso
Conectores		
	Flujo de secuencia	Representa el orden en que será realizado el proceso, al unir los objetos y eventos del diagrama, lo que forma lo que se conoce como un flujo.

Fuente: elaboración propia, empleando símbolos extraídos de Bizagi 2.9.0.4, software de elaboración de diagramas BPMN.

1.6. Tiempo de producción

Como todo proyecto de software, la elaboración de un calendario de actividades es esencial para tener un control del cumplimiento de las tareas a realizar en el proyecto. Entonces, es necesario pensar en metodologías que permitan el cumplimiento del calendario de actividades, a lo que lleva la elaboración de las fases del SDLC, que se refiere a la fase de análisis y planificación, donde se trata la viabilidad del software, si se habla sobre la ejecución, o fase de programación/parametrización, el uso del método de desarrollo SCRUM cubriría esa parte. Gracias a las técnicas y métodos que incluye SCRUM, se puede mejorar en gran manera la garantía respecto a la calidad y cumplimiento del software a entregar.

1.7. Confiabilidad del sistema

A lo largo de historia, los LMS han demostrado su persistencia como recurso didáctico, evoluciona en conjunto con la educación, que ha sido de mayor atención en los primeros años del siglo XXI. LMS's reconocidos, como Moodle o Chamilo, se les considera softwares confiables en función a las necesidades que garantizan, independiente de si el profesional toma una decisión incorrecta e implementa un LMS que no cumpla con todas las necesidades de los interesados en el uso del software, en el caso de este proyecto, se deberá realizar investigación de campo y bibliográfica para la selección del LMS adecuado a la escuela.

1.8. Relación con los usuarios

Un usuario debe poder familiarizarse con el software, las funciones del software deben de acoplarse con las necesidades del usuario, al considerar su tipo, los permisos o limitaciones que tiene por este, por ejemplo: un usuario estudiante no debería poder crear cursos en un LMS, o un usuario catedrático debería ser capaz de configurar los diferentes aspectos de los cursos que está asignado, pero ningún otro curso al que no haya sido asignado como catedrático. Los LMS, por obligación, debe de basar los permisos y funciones disponibles de cada tipo de usuario en base a una jerarquía o una estructura organizacional, desde usuarios que poseen permisos mínimos como los estudiantes, hasta el usuario que administra la funcionalidad del LMS en sí. Si se habla del Sistema de Publicación, el acceso y uso de este deberá ser solamente a usuarios administrativos y secretarias encargadas de publicar los documentos.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

Los datos recopilados necesarios para que el proyecto sea realizado de manera factible y viable son:

- Jerarquía administrativa y educativa de la EEP.
- Las necesidades de la EEP por aplicar herramientas de *e-learning* como nuevos recursos didácticos en la escuela.
- Que capacidades y experiencias en uso de herramientas de *e-learning* poseen los coordinadores de maestrías y docentes de la EEP.
- Aspectos técnicos sobre el equipo de hardware y software que es necesario acceder para poder cumplir con los puntos anteriores y conocer los procesos necesarios para autorizar estos accesos. Estos aspectos técnicos son:
 - Servidor donde se alojará los sistemas solicitados por la escuela, limitaciones tanto por las capacidades del hardware como del software.
 - Velocidad de conexión a Internet con el que contará los nuevos sistemas, ya que este repercute con el rendimiento de éstos.
- Sensibilidad de la información concedida y a utilizar.
- Amenazas que pueden darse tras el desarrollo e implementación del proyecto.
- Número de usuarios promedio que utilizarán los nuevos sistemas y la frecuencia de uso que tendrán por dichos usuarios.

2.1. Acciones y medios

- Aplicación de entrevistas, reuniones y solicitudes al personal de la EEP con acceso a la información a conocer para el análisis y desarrollo del proyecto, en especial con la directora de la EEP por generalidades, el encargado del servidor de la FCCQQyF por detalles técnicos y las secretarias, para fijar citas con tiempo de antelación.
- Investigación bibliográfica y de campo para posterior análisis de los datos.

2.2. Información de la entidad y estructura organizacional

La EEP es la unidad de la FCCQQyF, responsable de la programación y realización de los estudios de postgrado para ofrecer a los graduados la oportunidad de actualizar sus conocimientos, diversificar sus campos de actividad profesional, especializarse en áreas particulares de la ciencia, la técnica y las humanidades, así como contribuir a la formación de docentes e investigadores de nivel superior.³

Como unidad y rama de la FCCQQyF, la EEP comparte la misma misión y visión, que sería de la siguiente manera:

Somos la Unidad Académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, responsable de participar en el desarrollo integral del país por medio de la formación de recurso humano en Química, Química Biológica, Química Farmacéutica, Biología y Nutrición a nivel de educación superior, y mediante la realización de investigación y extensión contribuimos sistemáticamente al conocimiento, prevención y solución de los problemas nacionales, en las áreas de nuestra competencia, con ética, conciencia ambiental y excelencia académica.⁴

³ FCCQQyF. *Catalogo informativo de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*. p. 2.

⁴ Ibíd

Ser la Unidad Académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que cuenta con un cuerpo docente y de investigadores altamente calificados comprometidos con la docencia, investigación y extensión, que provea a la sociedad guatemalteca de profesionales con calidad humana, conciencia ambiental, espíritu de servicio, ética y actitud de trabajo en equipo, en los campos de salud, ambiente e industria, capaces de construir soluciones que ayuden a prevenir y resolver oportunamente los problemas nacionales en las áreas de su competencia.⁵

Para cumplir con los fines y objetivos de la Facultad, esta se divide en diferentes Escuelas, una de ellas y el punto de interés del proyecto es la Escuela de Estudios de Postgrado o EEP, encargada de formar profesionales en el grado de Maestros en Ciencia o en Arte. Actualmente, la EEP cuenta con seis tipos de maestrías conocidas como:

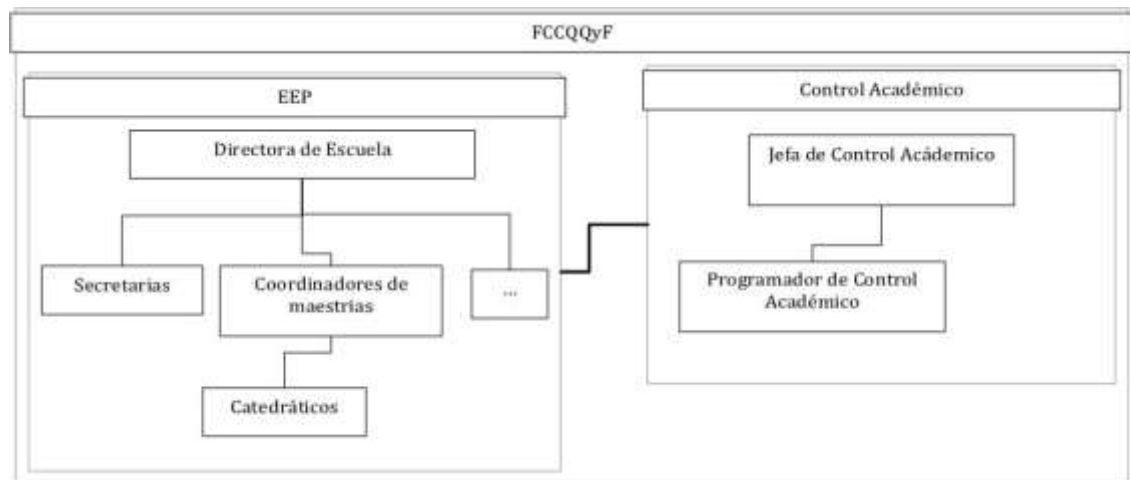
- Maestría en Administración Industrial y Empresas de Servicios, MAIES.
- Maestría en Gestión de la Calidad con especialidad en la Inocuidad de Alimentos, MAGEC.
- Maestría en Alimentación y Nutrición, MANA.
- Maestría Multidisciplinaria en Producción y uso de Plantas Medicinales, MUPLAM.
- Maestría en Banco de Sangre y Medicina Transfusional, MABASAT.
- Maestría en Microbiología de Enfermedades Infecciosas, MAENFI.

Existen diferentes cargos en la institución, que se les denomina como interesados, en razón al proyecto de EPS, que se pueden observar en la Figura 2, donde cabe mencionar a la entidad Control Académico, ya que en ella se encuentra el Programador de Control Académico, persona encargada del mantenimiento del servidor de la Facultad y asignada por la Directora de Escuela para el acceso y supervisión en los aspectos técnicos relacionados con las necesidades de cómputo de la institución.

⁵ FCCQQyF. *Catalogo informativo de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia*. p. 3

También se puede observar a las secretarías, coordinadores de maestrías, que tienen bajo su supervisión y a los catedráticos.

Figura 2. **Organigrama básico de la EEP**



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

Los cargos vistos en el organigrama están designados a:

- Directora de Escuela: Licda. María Ernestina Ardón Quezada.
- Secretarías
 - Andrea Sofia Ramírez Palacios
 - Ingrid Floridalma Ibarra Mirón
- Coordinadores de Maestrías:
 - Licda. Silvia María Morales
 - Ing. Jorge Mario Gómez Castillo
 - Licda. Clara Aurora García
 - Licda. Ericka Anabella Márquez Gonzáles
 - Licda. Claudia María García González
 - Licda. Tamara Ileana Velásquez Porta
- Jefa de Control Académico: Licda. Roxana Aroche Sandoval
- Programador de Control Académico: Ing. Fernando Enrique Carpio Muñoz.

Como se puede observar se tiene un coordinador por maestría, y cada una duración, de 2 años (si el estudiante no reprueba cursos), donde se imparten cierto número de cursos divididos en grupos de tres por trimestre, cuatrimestre o semestre, cada uno de estos tiempos se les define como Ciclo y en cada curso se aproxima un número entre 20 a 30 estudiantes.

Tabla II. **Número de cursos y tiempo de ciclos de cada maestría en la Escuela de Postgrado**

Maestría	Número de cursos	Modalidad de tiempo del Ciclo
MAIES	24	8 trimestres
MAGEC	24	8 trimestres
MANA	24	8 trimestres
MUPLAM	21	4 trimestres el primer año y 3 cuatrimestres en el segundo
MABASAT	12	4 semestres
MAENFI	12	4 semestres

Fuente: elaboración propia.

2.3. Resultados de la investigación sobre el problema a abordar

Mediante investigación de campo, reuniones y entrevistas a los interesados, puede determinarse que las autoridades y coordinadores de curso de la escuela han estado interesados en el concepto de *e-learning*, porque se realiza la participación de catedráticos y estudiantes en un entorno digital, por medio de nuevas tecnologías. Dicho interés por el *e-learning* se da por las siguientes necesidades por parte de los coordinadores:

- Una herramienta que permita organizar y catalogar las actividades de un curso, ejecutarlas con los estudiantes de estos cursos, la descripción y asignación de tareas con fecha de entrega, espacio para publicar material

de apoyo didáctico, evaluaciones programadas a cierto tiempo o a tiempo real.

- Disponer de cursos remotos en los que el docente podrá realizar una comunicación bidireccional de audio, video y chat con los estudiantes de su cátedra, en tiempo real.

La administración de la escuela ha decidido apoyar a sus estudiantes a la hora de trabajar con sus respectivos Trabajos Finales de Graduación o Tesis de Grado, mediante el acceso a trabajos previos desde el sitio informativo de la EEP como material de referencia, aparte del que puede accederse desde la Biblioteca Central del campus universitario. El personal encargado de realizar la publicación de estos documentos es dado a las secretarías mencionadas con anterioridad.

2.4. Servidor de la Escuela de Postgrado

Para cumplir con las necesidades dadas por la EEP, es necesario el acceso al servidor de la Facultad. La escuela ha decidido dar los siguientes permisos al servidor:

- Autorización al sistema monitor del uso de recursos del servidor como el espacio de almacenamiento disponible, memoria RAM, velocidad de entrada y salida de datos del servidor en la red de la Facultad. Todo esto bajo una cuenta del sistema con los permisos que el encargado del servidor consideré necesarios.
- Reservación del espacio de almacenamiento y memoria RAM que se consideré necesaria para el correcto funcionamiento de la solución propuesta.

- Ejecutar cambios en el sitio web informativo de la EEP, tanto cambios a la estructura a la base de datos del sistema como al código fuente del mismo.
- Acceso remoto al servidor, para realizar las acciones de los puntos anteriores fuera de la red privada de la Facultad mediante una VPN con una cuenta de usuario y contraseña, dada por el Departamento de Procesamiento de Datos de la USAC, en solicitud de la Escuela de Postgrado.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Definición de los entornos de trabajo

En el campo de desarrollo de software, se le conoce como entorno de trabajo:

Una buena práctica, común en equipos de desarrollo ágil, es asegurar que los desarrolladores poseen su propio entorno donde trabajar. Un entorno es un espacio técnico que posee un alcance bien definido y respetado. La principal ventaja de los entornos es que ayudan a reducir los riesgos debido a errores técnicos que puedan afectar de forma adversa a un grupo de personas mayor al absolutamente necesario.⁶

Estos entornos, o también conocidos como ambientes, son:

- Entorno de desarrollo: entorno de trabajo para desarrolladores individuales o pequeños grupos de estos, en este entorno se realiza la mayor parte del desarrollo e implementación de un software.
- Entorno de integración: entorno donde se unifica el trabajo realizado por los desarrolladores de software en sus respectivos entornos de desarrollo al finalizar una iteración, en este caso solo será necesario mantener guardados los entregables de cada iteración en entornos virtualizados por aparte. En el caso de tener un reducido grupo de programadores, es posible tener los entornos de desarrollo e integración en uno solo, como en el caso del proyecto de EPS.

⁶<https://www.linuxito.com/programacion/237-el-modelo-de-desarrollo-testing-y-produccion>. Consulta: abril de 2018.

- Entorno de *testing*: debe ser lo más cercano al entorno que albergará el producto final. Este entorno tiene el propósito de probar diferentes aspectos del software, asegurándose que cualquier cambio se encuentre libre de errores que corrompan el sistema instalado en los servidores de producción.
- Entorno de producción: entorno que alberga la aplicación o producto final que será utilizado por los usuarios finales.

Las capas de desarrollo, integración y *testing* residen dentro de máquinas virtuales en la computadora del epesista que realiza el proyecto, mientras que el entorno de integración se ubica en el servidor de la FCCQyF.

3.2. Información técnica del servidor

A continuación, se describen las características del servidor de la FCCQyF:

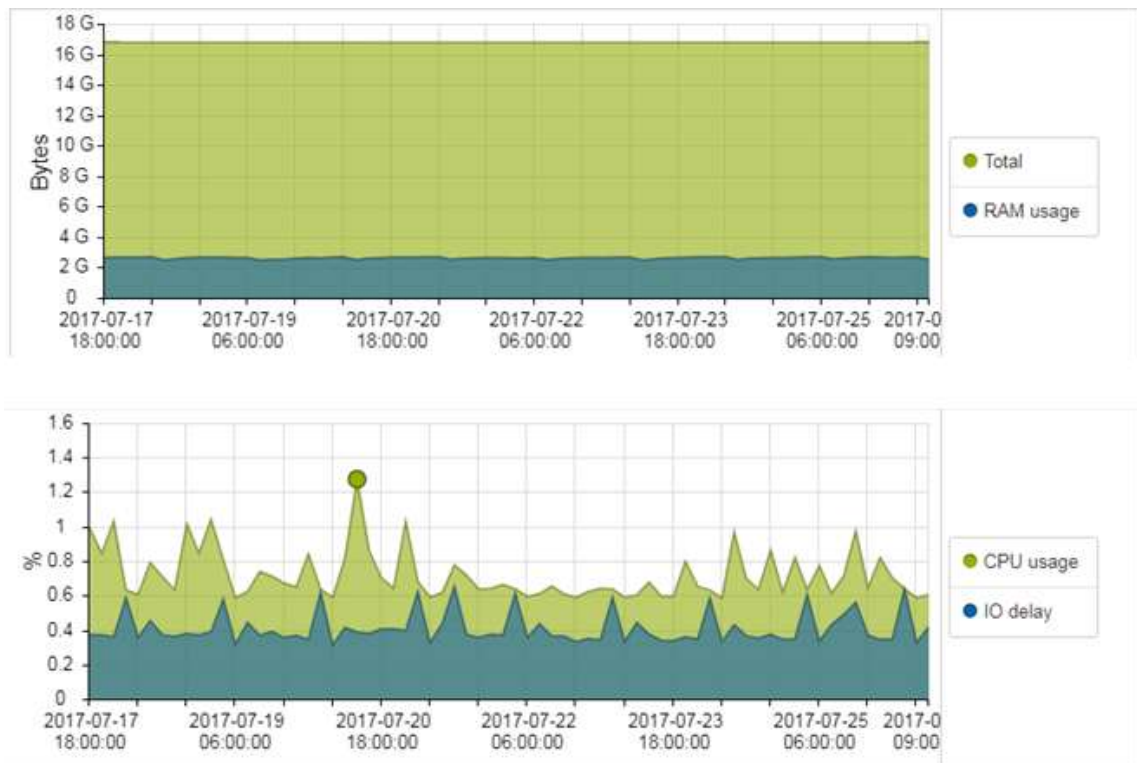
Tabla III. **Características del Servidor**

Modelo	Dell PowerEdge R420
Chasis	3.5" Chassis with up to 4 Hot Plug Hard Drives
Procesador	Intel® Xeon® E5-2420 v2, 2.20GHz, 15M Cache, 7.2GT/s GPI, Turbo, 6C, DDR3-1600MHz
Memoria de Acceso Aleatorio (RAM)	16GB 1600Mhz RDIMMs, Low Voltage, Single Rank, x4 Data Width
Discos duro	3x 1TB SAS 6Gbps, 3.5", 7.2K RPM
Configuración RAID	RAID 5 para H310
Controlador RAID	PERC H310 Integrated RAID Controller, Minitype
Fuente de Alimentación	Fuente Dual Hot Plug 350W
Carcasa	Bezel - 4/8 Drive Chassis
Unidad óptica interna	DVD+/-RW, SATA, Interna para chasis de 4HDD
Tarjeta de Red	On-Board Broadcom 5720 Dual Port 1Gb Ethernet (100 Mbps)
Tarjeta de red adicional	Broadcom 5720 DP 1Gb Ethernet (100 Mbps)
Cable de red	2x Cable Gigabit Ethernet 2m
Configuración del BIOS	Performance BIOS Setting
Cables de alimentación	Rack Power Cord, PDU Style, 12A, 2m.
Sistema Operativo	Linux Turnkey PROXMOX VE

Fuente: Control Académico de la FCCQyF.

Se incluye información, dos gráficos que representan el consumo de memoria RAM y procesador que posee el servidor, como se puede ver en la Figura 3:

Figura 3. **Uso de recursos del servidor de la FCCQqyF**



Fuente: Control Académico de la FCCQqyF.

Según esta información, la RAM, actualmente de los 16GB de memoria total que posee, solo 16,69% se encuentra en uso, mientras que el uso del procesador no excede al 1,40% de recursos totales utilizados.

Todo servidor requiere de un medio de acceso físico de conexión a una red, medio también conocido como puerto, desde la red interna de la Facultad hasta la red global conocida como Internet, esto depende a la configuración del servicio que el servidor provee.

La velocidad de subida y descarga de datos por el contrato de Internet provisto, es uno de los factores clave que determina que el tiempo de respuesta de un servicio de acceso público, por ejemplo, las páginas web publicadas pertenecientes a la Facultad. Otro factor clave es la velocidad de subida y descarga (o también conocido como ancho de banda), que puede tolerar el puerto del servidor que se utiliza actualmente, en este caso el puerto puede tolerar una conexión de 1000 Mbps, mientras que el contrato de Internet posee una velocidad de descarga y carga de datos promedio de 55,60 Mbps y 95,39 Mbps de manera respectiva; cada uno no excede la capacidad del puerto.

El servidor trabaja bajo el Sistema Operativo, conocido como Linux Turnkey, distribución derivada de Debian, especializado como un sistema operativo en el uso de recursos hardware y software con fines de proveer servicios de red a un cierto número de usuarios, y entre estos softwares se encuentran los de virtualización. Los softwares de virtualización permiten dividir los recursos de un servidor en diferentes Sistemas Operativos en un solo servidor, mediante la abstracción de recursos de hardware de un ordenador, en este caso el servidor de la escuela, dividir dichos recursos en diferentes partes aisladas y cada parte puede ser configurada independiente del estado de las demás.

Cada Sistema Operativo virtualizado es un ambiente o entorno donde alojar un sitio web o cualquier otro tipo de servicio, con la posibilidad de tener servicios que posiblemente solo puedan funcionar en un Sistema Operativo y versión de éste en específico, al tener otro servicio bajo las mismas condiciones, conlleva a limitarse en alojar solo uno de ellos en el servidor, en cambio con la virtualización es posible tener ambos servicios en un solo servidor físico, sin que ningún servicio interrumpa al otro. El software de virtualización que se encuentra instalado en el servidor es conocido como

Proxmox VE en la versión 4.2; en él se encuentran diferentes servicios virtualizados como el sitio web informativo de la EEP.

3.3. Presentación de la solución del proyecto

Tras los resultados expuestos al final del Capítulo 2, se deben tomar en cuenta los dos siguientes puntos a la hora de plantear la solución:

3.3.1. Sistemas de gestión de aprendizaje

Respecto a las requisitos y necesidades de los coordinadores de cursos, se propone la instalación de un Sistema de Gestión de Aprendizaje o LMS. Hoy en día estos softwares se consideran partes de un nuevo contexto educativo para apoyar a los estudiantes que, en la actualidad, están cada vez más tiempo conectados en la Internet. La inversión para adquirir un LMS es variable, aunque algunos son gratuitos, también conocidos como Softwares de Licencia Gratuita.

Además de ser un Software de Licencia Gratuita, un LMS puede ser al mismo tiempo lo que se conoce como Software Libre, cuyas características son:

- Libertad respecto al propósito del software.
- Libertad de distribuir copias del programa.
- Libertad de mejorar el programa y hacer públicas cualquiera de estas.
- La posibilidad de estudiarlo y modificarlo, adaptándose a las necesidades de la entidad adquisidora.

Para disminuir costos, se propone el uso de un LMS con Licencia Gratuita y a su vez, Software Libre, mayor motivo por la última ventaja mencionada, que es permitir realizar modificaciones al sistema, y pueden consistir en cambios mínimos, como el estilo de la página, hasta funcionalidades que cumplan con los requisitos de la entidad adquisidora, todo esto con los mismos beneficios que un software con costo por adquisición o por pago continuo a cada cierto tiempo.

Cabe mencionar, que los LMS evaluados, poseen la capacidad de enlazarse con otras herramientas de *e-learning*, como los Sistemas de Videoconferencias, que permiten realizar reuniones con un grupo de personas que se encuentran en diferentes puntos geográficos. De acuerdo al tipo de software, este puede tener cualidades como intercambio de archivos, exposición de gráficos, documentos o un chat público para todos los participantes; una herramienta de este género cumple con la segunda necesidad detectada por la administración de la EEP en apoyo a los catedráticos de la misma.

Utilizar un LMS en lugar de desarrollar un sistema de *e-learning* desde cero trae consigo beneficios como:

- Ahorro de tiempo en habilitar un sistema funcional
- Costo mínimo, si este es de Licencia Gratuita
- Configuración de módulos funcionales del sistema. Entre estos módulos se pueden mencionar:
 - Sistema para el manejo de material didáctico de los docentes para los estudiantes, como documentos de ofimática, archivos multimedia y otros.

- Personalización de la vista del sitio web que se muestra a los usuarios del sistema, por ejemplo: color de objetos como botones, textos; cambio de logotipo de la institución.
- Configurar la modalidad de asignación de estudiantes. Los estudiantes pueden asignarse al curso que deseen o solicitar la asignación del mismo al docente responsable.
- Sistema de evaluaciones a los estudiantes. El docente podrá seleccionar los tipos de preguntas, tiempo límite para finalizar la evaluación, fecha y hora de inicio y finalización de la prueba.
- Envío de notificaciones a los estudiantes por parte del docente. Las notificaciones pueden ser enviadas y vistas desde el LMS o por correo electrónico.
- Cuentas de usuario de diferentes tipos: estudiante, docente y administrador.

3.3.1.1. Evaluación del LMS solución

Antes de implementar un LMS en el servidor, es necesario evaluar los LMS disponibles en el mercado del Software Libre con Licencia Gratuita y escoger aquel que cumpla con las necesidades de la Escuela y adaptable al entorno de producción. Este estudio se puede observar en la Tabla IV:

Tabla IV. Estudio de las funcionalidades de los LMS's de software libre y licencia gratuita estudiados

Funcionalidades	Module	Atutor	Chamilo	Claroline	Dokeos	.LRN	Sakai
Evaluaciones en red	√	√	√	√	√	√	√
Material audiovisual	√		√		√		√
Calendario/agenda	√		√	√	√		√
Foros	√	√	√	√	√	√	√
Sala de chat			√		√	√	√
Compartir material (tareas)			√		√	√	√
Ver listado de estudiantes	√		√		√		
Consultar notas	√	√	√	√	√	√	√
Documentación		√		√			
Correo electrónico		√		√		√	
Glosarios	√	√	√		√		√
Videoconferencia (<i>plugin</i>)			√		√		
Rastreo de usuarios						√	
Informes/ reportes	√						√
Audioconferencia							√

Fuente: elaboración propia.

Al observar cada LMS, Chamilo y Dokeos son los candidatos más aptos, debido a que ambos son los únicos en incluir un Sistema de Videoconferencias, necesidad de alta prioridad por parte de la EEP.

Ambos LMS poseen, según funcionalidades, las mismas características, solo con diferencias notables que pueden describirse en el siguiente cuadro comparativo (Tabla V):

Tabla V. **Cuadro comparativo, Dokeos y Chamilo**

	Dokeos	Chamilo
Sistemas Operativos compatibles	Windows, Linux (recomendado), Mac OS X y UNIX	Windows, Linux (recomendado), Mac OS X y UNIX
Servidor Web	WAMP, LAMP o MAMP (Apache)	WAMP, LAMP o MAMP (Apache)
Lenguaje	Php 5 o superior	Php 5 o superior
Base de Datos	MySQL	MySQL o MariaDB
Procesador (Mínimo)	Pentium 4 de 2.0 GHz	8 procesadores Dual Core
Memoria RAM (Mínimo)	2 GB (4 GB extras, cuando el sistema de videoconferencias está activo)	256MB y 40 MB extra por usuario (100MB por usuario activo en el sistema de videoconferencias, se recomienda tener 4Gb libres o más para este sistema).
Ancho de banda(Mínimo)	512 Mbps	5.12 Kbps/usuario activo (0.25Mbps/usuario activo en el sistema de videoconferencias, si se utiliza la resolución de video por defecto, 320x240*)
Disco Duro (Mínimo)		50MB sin contar espacio necesario para los archivos subidos por los docentes y el servidor de videoconferencias.
*Si el profesor opta por una mayor calidad para la como 640x480 o 1280x720, el ancho de banda necesario para tener una sala virtual aumenta, entre 0.40Mbps y 0.60Mbps respectivamente.		

Fuente: elaboración propia.

Con la información recopilada y analizada, Chamilo queda como la mejor opción por las razones siguientes:

- Uso óptimo de memoria RAM, al consumir 40MB por usuario, se pueda calcular que cada GB disponible en el servidor, equivale a 25 usuarios activos, claro está, que no se incluye el consumo de 100MB por usuario por el sistema de videoconferencias, pero cabe mencionar, que para la EEP, el uso de este último no es de actividad continua, sino como un sistema de contingencia ante situaciones como reposición de clases suspendidas por la

escuela, cierre de la universidad, o por ciertos motivos, el catedrático no pueda asistir a impartir su cátedra.

- Dokeos dispone de menor número de roles de usuario que dispone los demás LMS, esto incluye la baja capacidad de configuración de los usuarios.
- Se ha encontrado documentación en mayor medida, sobre cómo utilizar y configurar Chamilo, en cambio la información de Dokeos es más limitada, que se demuestra con el nivel de detalle de la información mostrada en el cuadro comparativo anterior.
- Tanto Dokeos como Chamilo poseen la capacidad de aplicar un Sistema de Videoconferencias. Se considera a Chamilo como la solución por defecto por los siguientes puntos:
 - En el caso de Chamilo, se realiza la instalación del sistema mediante un *plugin* que es activado luego de la instalación del LMS, el Sistema de Videoconferencias se instala en un servidor diferente o una máquina virtual aparte del servidor que contiene el LMS. A pesar de la de complejidad de la instalación, esto cuenta con beneficios como a la hora de realizar mantenimiento en el Sistema de Videoconferencias, quedará inactivo un tiempo indeterminado, el LMS no se verá afectado salvo por el uso de videoconferencias; incluso se puede reemplazar el sistema con otro en caso de una falla irreversible en él.
 - Dokeos es considerado el primer LMS que integra videoconferencias en un mismo software, a pesar de ser necesaria la instalación de módulos adicionales. El manual de instalación ha sido removido desde la versión 1.8.6, las videoconferencias son funcionales en las versiones posteriores pero el soporte ha disminuido, esto se debe a que la empresa desarrolladora de Dokeos se concentra otra opción, la compra de un espacio en el sitio web Dokeos.com, donde la

institución interesada puede utilizar el LMS sin necesidad de instalarlo.

- Chamilo tiene la capacidad de aplicar dos tipos de Sistemas de Videoconferencias, al tener un *plugin* para realizar una conexión con el sistema conocido como *OpenMeetings* y otro para *BigBlueButton* o también llamado BBB.

3.3.1.2. Sistema de videoconferencias

Entre BBB y *OpenMeetings*, sin contar la apariencia mostrada al usuario final o diferencias mínimas en el rendimiento de ambos, ambos softwares se les considera similares debido a que ofrecen las mismas funcionalidades, que son las siguientes:

- Comunicación entre usuarios mediante el uso micrófono y cámara web. Es posible configurar la resolución de la cámara web para sobrecargar los recursos del servidor o la conexión de Internet.
- Grabación de la videoconferencia.
- Subir y compartir archivos a tiempo real. Ambos sistemas aplican librerías de OpenOffice para visualizar documentos de ofimática o PDF.
- Herramienta tipo pizarra, que permite al presentador (catedrático), exponer temas en base a una serie de objetos como texto, imágenes, figuras básicas y otros.
- Sala de chat, donde los participantes se comunican tanto de forma pública o privada.
- El presentador puede administrar diferentes funcionalidades en una videoconferencia, desde habilitar/deshabilitar el micrófono de otro participante hasta la expulsión de este.
- Creación de formularios para toma de decisiones por medio de encuestas.

- Configuraciones en el sistema en base a comandos del administrador del servidor.

Tras comparar las diferencias entre ambos sistemas, se tiene el siguiente cuadro comparativo, donde incluso las diferencias entre ambos sistemas son mínimas, a excepción de la variedad de resolución de *OpenMeetings*:

Tabla VI. **Cuadro comparativo entre BBB y *OpenMeetings***

Características	BBB	<i>OpenMeetings</i>
RAM mínima	4GB incluido memoria SWAP	4GB
Procesador	<i>Quad-core</i> 2.6GHZ	<i>Dual-core</i> o <i>Quad-core</i> de 2GHZ
Espacio mínimo de disco duro	500GB	500GB
Velocidad mínima de conexión del cliente	100Mbps	100Mbps
Manuales de uso oficiales	Manual escrito en sitio web oficial. Tutoriales en video	Manual escrito en sitio web en wiki oficial.
Sistemas operativos compatibles	Cualquier distribución Linux de tipo Servidor, pero se recomienda Ubuntu 16.04 de 64bits.	Distribuciones Linux de tipo Debian, Mint, MacOS X, CentOS, Fedora, <i>openSUSE</i> .
Resoluciones de cámara web	320x240, 640x480 y 1280x720.	40x30, 80x60, 120x90, 160x120, 240x180, 320x240, 480x360, 640x480, 256x150, 432x240, 480x234, 512x300, 640x360 y 1024x600.

Fuente: elaboración propia.

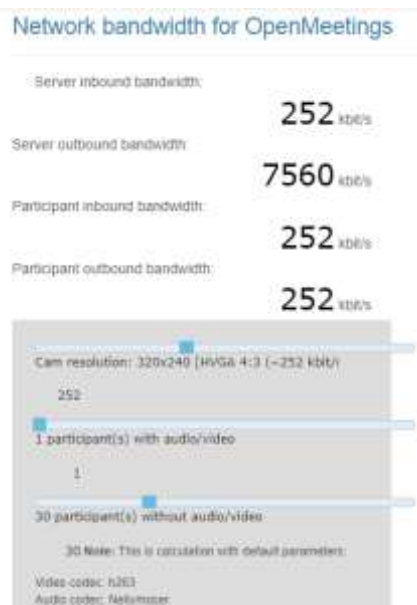
Tanto en el sitio web de soporte de BBB, como el de *OpenMeetings*, poseen un método de medición de ancho de banda necesario en el servidor, para el funcionamiento óptimo de ambos, estos son:

- En el caso de BBB, el cálculo se realiza mediante dos funciones matemáticas, para la entrada de datos, se aplica $W * Y$, y para la salida de datos es $W * (U - 1) * Y$, donde $Y = 250\text{Kbps}$, 400Kbps o 600Kbps , si se

utiliza cámara web con resolución de 320x240, 640x480, 1280x720 respectivamente; W = la cantidad de cámaras web en uso y U = número de usuarios o participantes en la videoconferencia.

- Mientras que *OpenMeetings* provee en su sitio web, una aplicación web tipo calculadora donde se ingresa la resolución de la cámara, cantidad de participantes que aplicarán cámara web y micrófono y cantidad que no lo harán, como se puede observar en la siguiente foto tomada al sitio web:

Figura 4. **Calculadora de ancho de banda de *OpenMeetings***



Fuente: Fundación de Software Apache, *Network Bandwidth for OpenMeetings*.

Al aplicar ambos métodos de cálculo en escenarios con diferentes variables, como la resolución de la cámara web del presentador y el número de estudiantes activos en la videoconferencia, ejemplo que se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla VII. **Tabla de resultados de ancho de banda en distintos escenarios**

BBB				<i>OpenMeetings</i>			
	Resolución (Kbps)				Resolución (Kbps)		
No. Estudiantes	320x240	640x480	1280x720	No. Estudiantes	320x240	640x480	1024x768
10	2250	3600	5400	10	2520	9040	20900
20	4750	7600	11400	20	5040	18080	41800
25	6000	9600	14400	25	6300	22600	52250
30	7250	11600	17400	30	7560	27120	62700

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar resultados similares en ambos sistemas bajo el uso de una cámara de baja resolución, sin embargo, si la resolución aumenta, el ancho de banda necesario en *OpenMeetings* aumente a una tasa mayor que BBB.

Si se toma en cuenta las similitudes de ambos sistemas, los requerimientos mínimos para el funcionamiento del servidor, y principalmente, por el reciente resultado expuesto sobre el ancho de banda necesario, se considera a BBB como la solución por defecto para la aplicación de un sistema de videoconferencias y en conjunto con Chamilo.

Figura 5. **Logotipo oficial de Chamilo**

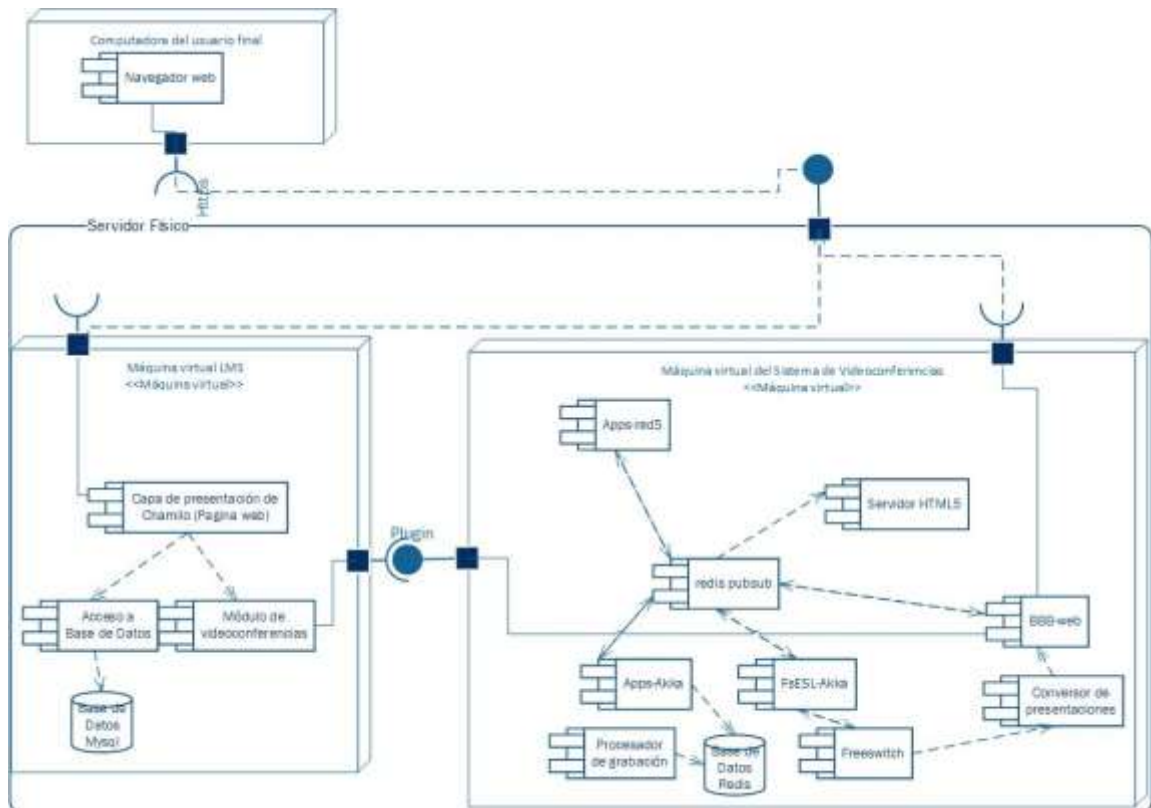


Fuente: Chamilo, sitio oficial.

3.3.1.3. Arquitectura del aula virtual

Tras elegir el LMS y Sistema de Videoconferencias, que conforman un Sistema de aula virtual, antes de iniciar con la ejecución del proyecto, es necesario describir las características de los softwares que conforman al aula virtual, todo esto se realiza al tomar en cuenta los ya mencionados recursos disponibles en el servidor, requerimientos para el funcionamiento óptimo del sistema y permisos dados para modificar el servidor. El resultado se observa en la Figura 6, mediante un Diagrama de Distribución, que muestra la estructura física del sistema, su interacción con el computador del usuario final y los componentes necesarios para el correcto funcionamiento del aula virtual:

Figura 6. Diagrama de distribución del aula virtual



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

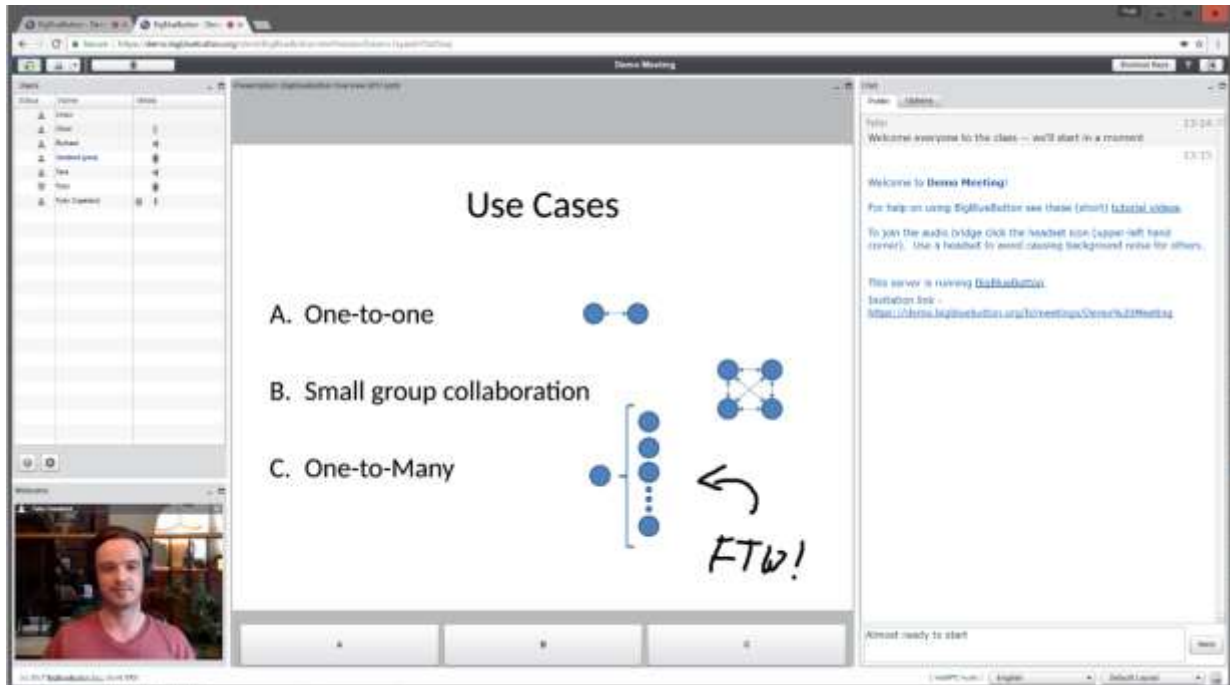
Se puede ver dentro del servidor físico dos figuras con forma de cubo, o también conocidos como nodos, que representan las máquinas virtuales a instalar en el servidor, una representa al Sistema de Videoconferencias BBB, otro al LMS Chamilo y el *plugin* que permite la conexión en ambos.

Ambos nodos, internamente, poseen lo que se conoce como componentes, las partes básicas que permiten el funcionamiento de cada sistema. Un componente puede depender de otro, que se representa mediante flechas punteadas. Si se habla sobre los componentes en Chamilo, se observa lo que se conoce como la Capa de Presentación, que representa el sitio web con el que interactúa el usuario final, ese mismo depende de un medio de acceso a la base de datos del sistema, cuya estructura y datos son incluidos durante la instalación del sistema Chamilo; además de los diferentes componentes o módulos adicionales en el sistema que se activan mediante *plugins*, el componente de interés para el proyecto es el Módulo de Videoconferencias, que se comunica con BBB con el uso de uno de los mencionados *plugins*, al activarlo, cada curso en Chamilo poseerá la capacidad de crear salas de videoconferencias.

Al tratar de abrir una sala de videoconferencias, Chamilo redirige al usuario final a una URL que representa a la máquina virtual de BBB, el sistema identifica si la petición se ha realizado desde Chamilo, el tipo de usuario, el profesor como presentador o estudiante como un participante en la sala creada, el usuario se enlaza con BBB bajo el apoyo de los diferentes componentes en la arquitectura de este, dichos componentes conforman un sistema compuesto donde cada componente efectúa una función en el sistema y así lograr la ejecución del programa en el navegador web del usuario final, tecnologías como:

- BBB Web: encargado de integrar un punto de acceso a aplicaciones de terceros, como un punto de comunicación entre ambos softwares, en este caso, Chamilo.
- Conversor de Presentaciones: realiza el proceso de conversión de documentos de ofimática en archivos tipo PDF mediante el programa LibreOffice y más tarde en archivos SWF con SWFTools.
- Redis *PubSub*: provee un canal de comunicación entre los subsistemas de BBB.
- Base de Datos Redis: espacio en el servidor donde se almacena todos los eventos de una videoconferencia en grabación, una vez finaliza la videoconferencia, el Procesador de Grabaciones se encarga de tomar dichos eventos y archivos usados para ser procesados.
- Apps-Red5: parte de BBB que representa a las aplicaciones de chat, pizarra, información compartida a todos los participantes de la sala y capacidad de proyectar el escritorio de la computadora de uno de los participantes, en el caso del proyecto, el presentador de la sala de videoconferencias.
- Apps-Akka: componente de unir las diferentes aplicaciones mencionadas en el punto anterior para lograr la colaboración de todas estas en tiempo real.
- *FreeSWITCH*: tecnología que provee la capacidad de comunicación por audio en tiempo real en BBB, por medio de un medio de salida y entrada de sonido como audífonos y micrófono.
- FsESL-Akka: componente que integra *FreeSWITCH* con el resto de los componentes de BBB, además de permitir el uso de otras tecnologías además de *FreeSWITCH*, como el uso de Flash.

Figura 7. Sala de videoconferencias en BBB

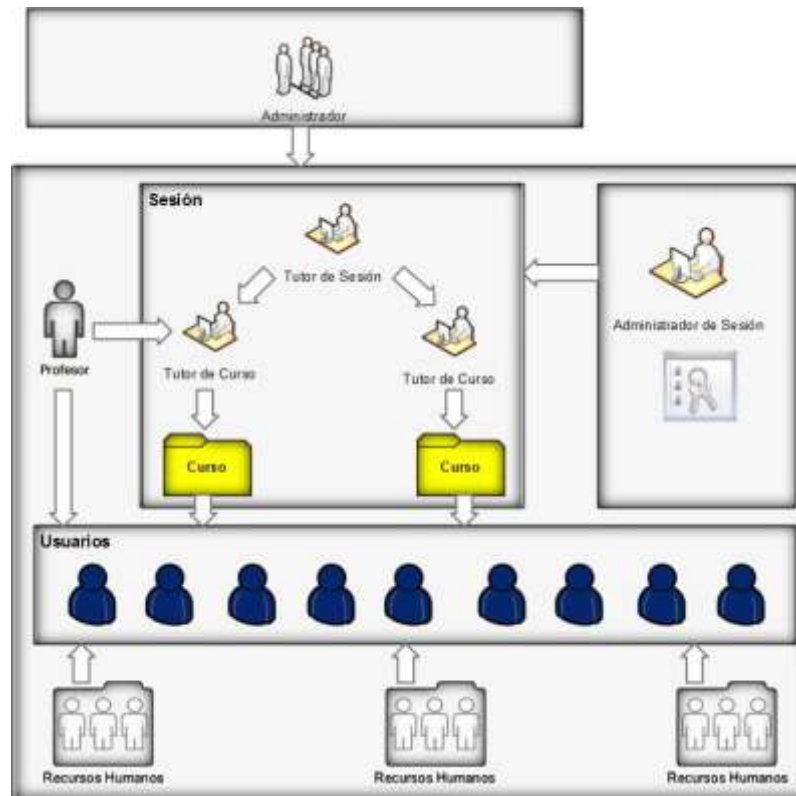


Fuente: *Big Blue Button Inc.*, sitio oficial.

3.3.1.4. Roles de usuario, cursos y sesiones

Como parte fundamental en la gestión de los usuarios en Chamilo, es prescindible mencionar los roles de usuario del sistema, estos se les define como una colección de permisos definidos a un tipo de usuario, algunos de estos permisos pueden ser conferidos o removidos a un tipo de usuario, por medio de las acciones del administrador del LMS Chamilo. Al considerar la complejidad administrativa y técnica necesaria del administrador, este usuario es encomendado al Programador de Control Académico.

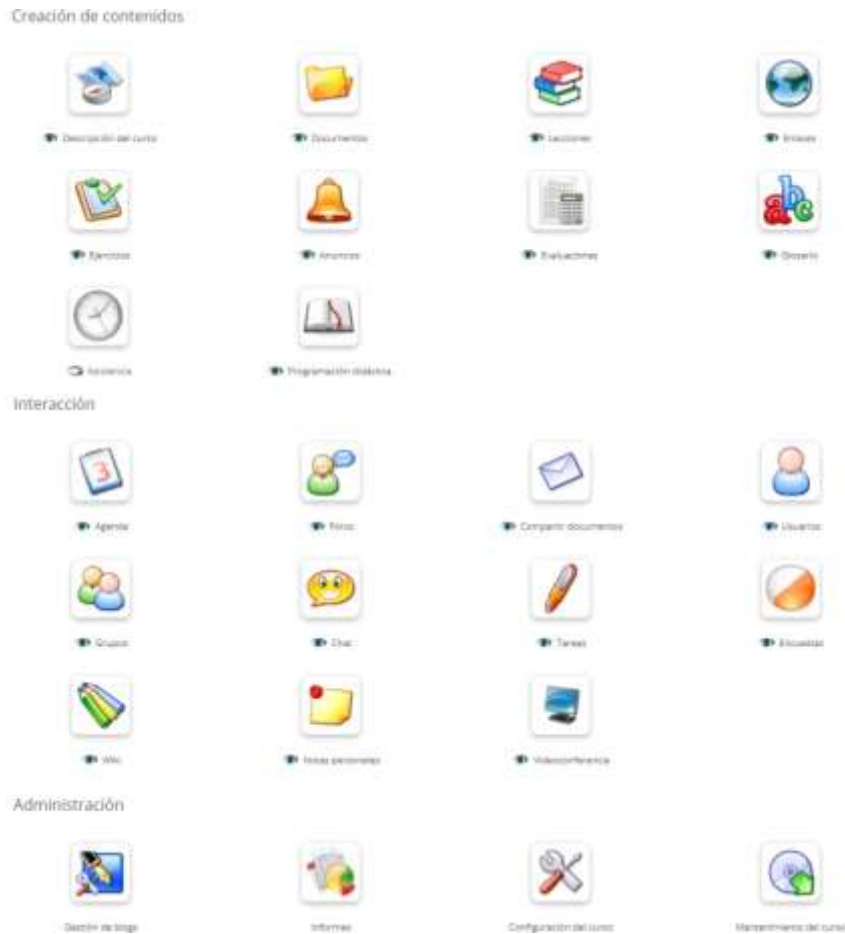
Figura 8. **Esquema de tipos usuarios en relación a los roles asignados**



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

Antes de hablar de los demás tipos de usuario, es necesario saber sobre lo que son los cursos y sesiones en Chamilo. A un curso se le conoce en Chamilo como el espacio donde los profesores añaden material de aprendizaje para sus alumnos suscritos en él. Los profesores pueden entonces añadir contenido, realizar actividades interactivas con los estudiantes y administración de cursos, todo de acuerdo a las necesidades que tengan con el uso de las herramientas didácticas que provee Chamilo, estas herramientas didácticas pueden observarse en la siguiente foto tomada de la página inicial de un curso en Chamilo:

Figura 9. **Página inicial al ingresar a un curso en Chamilo, herramientas didácticas**



Fuente: Aula virtual de la EEP, FCCQQyF.

Ahora, el uso básico de un LMS sería la creación de cursos por parte del administrador o el profesor, este mismo supervisar el curso hacia usuarios estudiantes que se inscriben al curso, Chamilo ofrece esa opción y otra, una didáctica distinta, el uso de sesiones de formación. Las sesiones son un mecanismo de aprendizaje que consiste en un espacio donde se incorpora una serie de cursos y se les es asignado un profesor, un rol que es conocido como Tutor de Curso.

Otro aspecto importante es la fijación de fechas de inicio y finalización de una sesión para un tutor de curso y los estudiantes suscritos en esta, con ello es posible, por ejemplo asignar un tiempo previo al proceso de suscripción de los estudiantes, para que los profesores puedan preparar las actividades del curso y/o fijar un tiempo de acceso a la sesión para el tutor de curso posterior a la conclusión de su curso, para exportar la información las notas finales del estudiante en otro medio, como un documento de Excel.

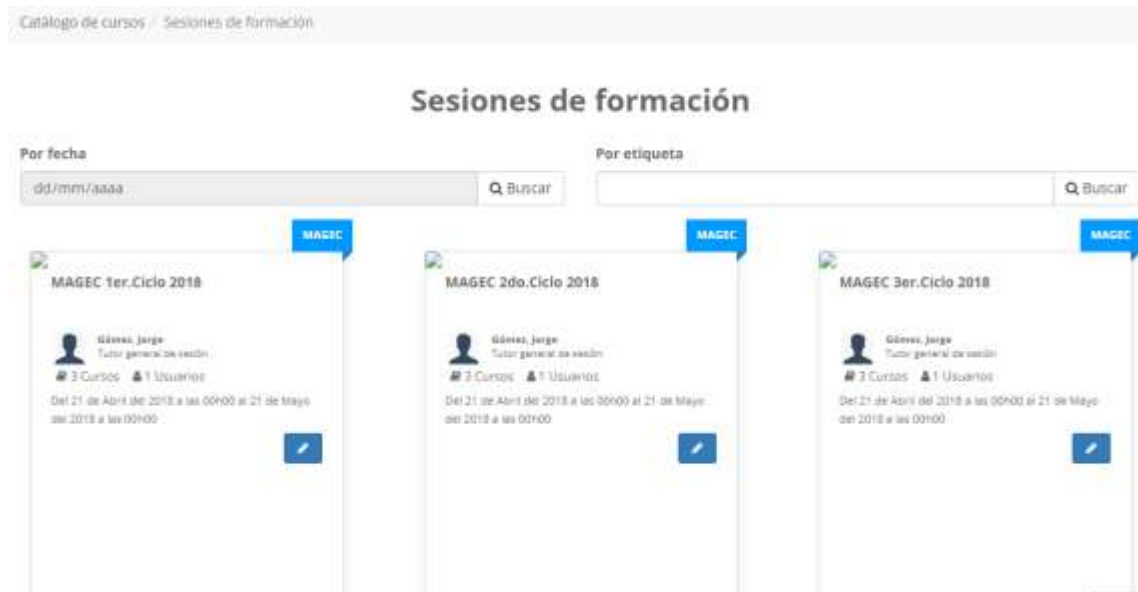
A una sesión se le asigna un profesor con la función de coordinarla. Se comunicará con los tutores de curso en la sesión, podrá navegar por todos los cursos en la sesión, para observar las acciones de los usuarios (profesores y alumnos) y tomar decisiones, a este rol se le llama Tutor de Sesión. Este se puede notar en el esquema de la Figura 8, relaciones representadas por las flechas en ella.

Quienes poseen la capacidad de crear sesiones, configurarlas, asignar a los tutores de sesión y de curso, crear usuarios, si el administrador habilita el permiso en ellos, y los mismos permisos de un tutor de curso; son conocidos como Administradores de Sesión, un tipo de usuario determinado durante la creación del usuario o mediante la edición de este por parte del administrador del sistema.

De lado de los estudiantes, el uso de sesiones tiene como ventaja el poder suscribirse a una sesión, que es la representación del conjunto de cursos que son impartidos durante un ciclo en la maestría en la que este asignado dicho estudiante, todo esto en lugar de buscar y suscribirse a cada curso, de uno en uno. La suscripción se realiza desde una cuenta de usuario (estudiante), en la opción conocida como Catálogo de Cursos, que mostrará en su lugar sesiones

no cursos, si el uso de sesión ha sido activado en Chamilo, como se puede ver en la siguiente foto tomada a esa parte del aula virtual.

Figura 10. **Catálogo de sesiones de formación en una cuenta de usuario de Chamilo**



Fuente: Aula virtual de la EEP, FCCQYF.

Entonces, una sesión es una ruta de aprendizaje basado en escalas de tiempo, lo que coincide con la metodología de ciclos académicos que maneja la EEP. El Administrador de Sesión puede ser asignado a los coordinadores de maestría de la Escuela de Postgrado, y estos pueden asignar a los tutores de curso y de sesión, este último puede ser desde dar al profesor dicho rol, hasta crear una nueva cuenta de tipo profesor que para el coordinador de maestría y cumplir ambas funciones.

Dicho todo lo anterior, la aplicación de sesiones es una didáctica aceptable para ser aplicada en la EEP. El proyecto de EPS no implica solo como producto final un sistema de software, sino una tecnología didáctica que apoye los métodos de enseñanza actuales.

3.3.1.5. Recursos en el servidor físico por parte del aula virtual

Ambas máquinas virtuales reservan una cierta cantidad de recursos del servidor físico, que son los siguientes:

Tabla VIII. **Características de las nuevas máquinas virtuales en el servidor para el aula virtual**

Características	Máquina virtual del LMS	Máquina Virtual del Sistema de Videoconferencias
URL	https://ccdipeepccqfar.usac.edu.gt	https://conferenciaseepccqfar.usac.edu.gt
RAM	3GB	5GB
Memoria SWAP	512MB	2GB
No. de núcleos del procesador	1	1
Disco duro	Total: 50GB Disponible: 37GB	Total: 250GB Disponible: 198GB
Sistema Operativo	Ubuntu 15.04 LTS 64 bits	Ubuntu 16.04 LTS 64bits
Software instalado	<ul style="list-style-type: none"> • Chamilo LMS 1.11.4 • Servidor web apache2 • Base de datos MariaDB • PHP5 • Paquetes Xapian 	BBB 1.1 que incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Servidor web nginx • <i>FreeSwitch</i> • <i>BBB-client</i> • <i>API Demos</i> • Red5 • Redis • LibreOffice

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que ambos sistemas operativos son tipo GNU/Linux, Ubuntu, de la distribución Debian. Aparte a cada máquina virtual se le da un núcleo del procesador del servidor físico.

3.3.2. Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado

Para la implementación de este sistema, es necesario tomar en cuenta los siguientes temas:

3.3.2.1. Evaluación del estado actual del entorno de producción

Existe otra máquina virtual instalada en el servidor de la Facultad que alberga lo que se conoce como el sitio web informativo de la EEP, con acceso mediante una URL o dirección web. El sitio web tiene como propósito la publicación de noticias y avisos generales en la escuela, estos son creados y manejados mediante el acceso una cuenta de usuario en el mismo sitio. El acceso a cada módulo dependerá del tipo de usuario que ingrese las credenciales correctas. El nuevo Sistema de Publicación se añade como una nueva serie de módulos, a los que tendrán permisos los tipos de usuarios existentes, acordados por el epesista y la dirección de la Escuela de Postgrado, estos son el administrador del sitio web y las secretarías de dirección.

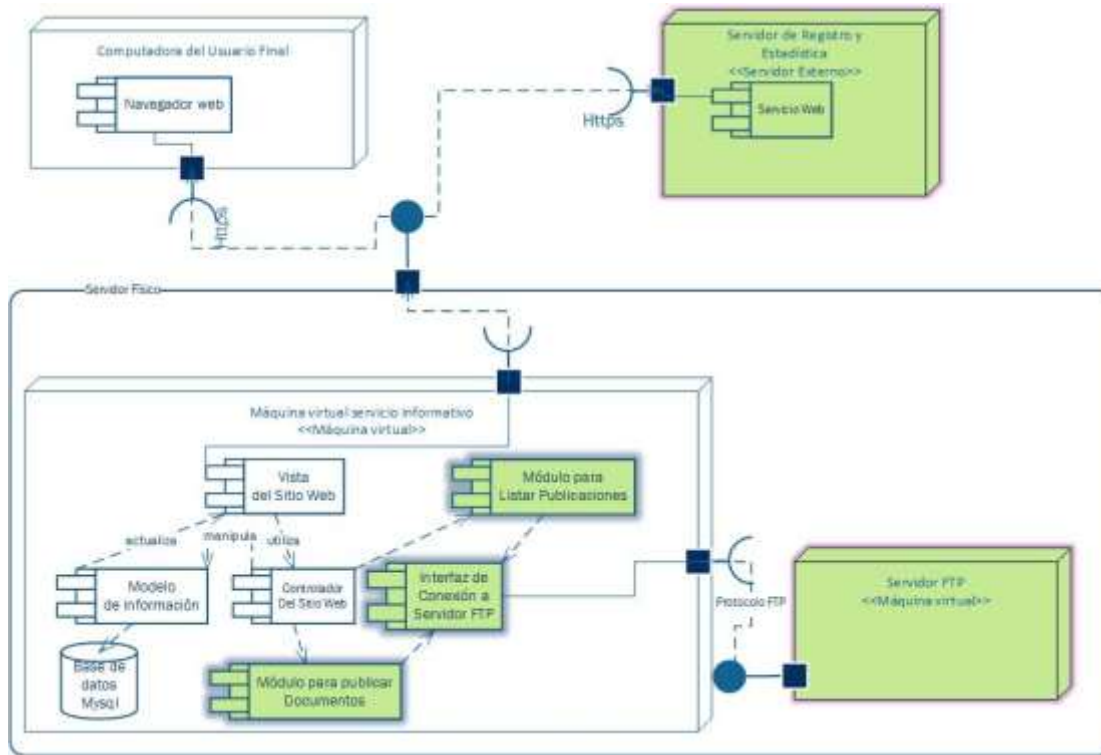
Figura 11. **Imagen tomada de la página de inicio del sitio web informativo de la EEP**



Fuente: elaboración propia, empleando captura de pantalla.

Como en el caso del aula virtual, el sistema completo puede describirse mediante un Diagrama de Distribución (véase Figura 12). La máquina virtual que contiene el sitio web se compone principalmente por los componentes Modelo, Vista y Controlador, que conforman un MVC, término explicado en el primer capítulo. Se puede ver como el usuario final se comunica con el servidor físico, la petición del usuario es redirigida, mediante la dirección web única del sitio, a la máquina virtual que contiene el sitio web informativo y como los componentes MVC manipulan la información.

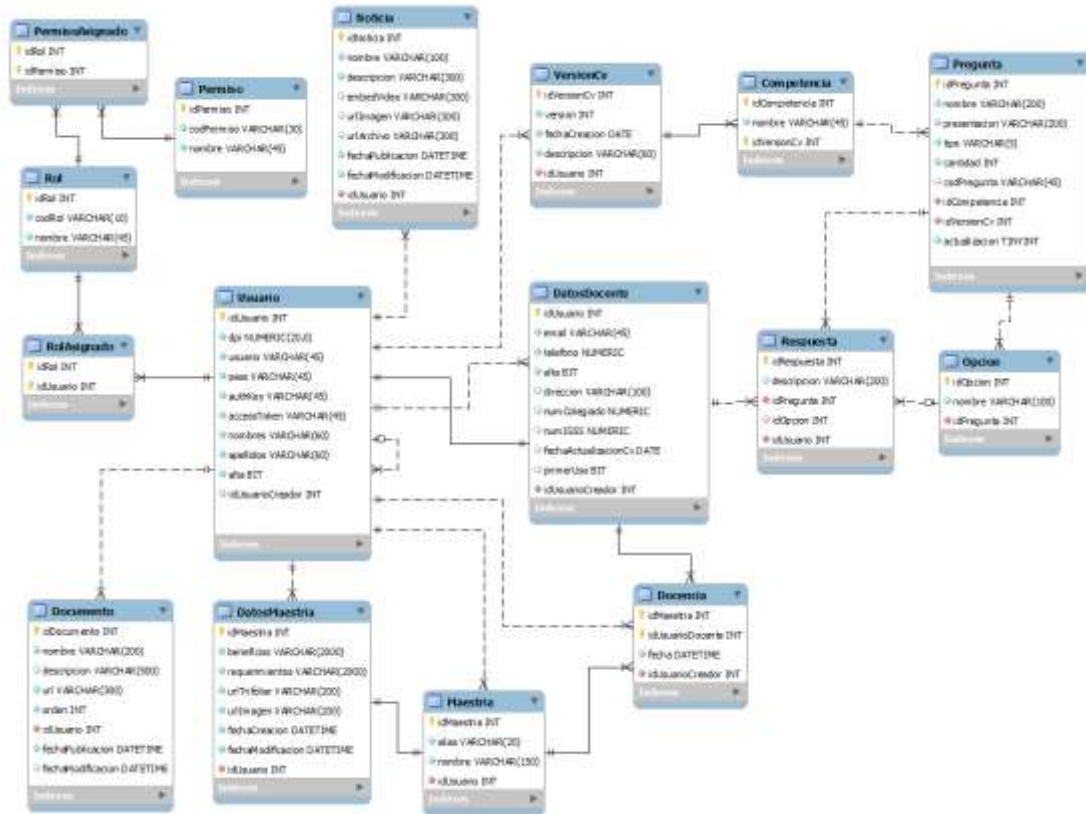
Figura 12. Diagrama de distribución del sitio web informativo con el sistema de publicación



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

Se puede ver que la Vista del sitio web captura la petición entrante, utiliza el componente Controlador que sabrá manejar la petición dependiendo al tipo que sea, para después manipular la información en el componente Modelo de Información, actualmente, este último depende de la base de datos del sitio web, que permite el almacenamiento perdurable de los datos necesarios para el funcionamiento del sistema web en su totalidad. La base de datos está elaborada en MySQL, basada en el almacenaje de datos en una estructura de tablas relacionadas entre sí, conocidas como Base de Datos Relacional, que puede describirse en un Diagrama Entidad Relación, mostrado en la siguiente Figura:

Figura 13. Diagrama entidad relación del sitio web informativo de la EEP, FCCQyF



Fuente: Control Académico.

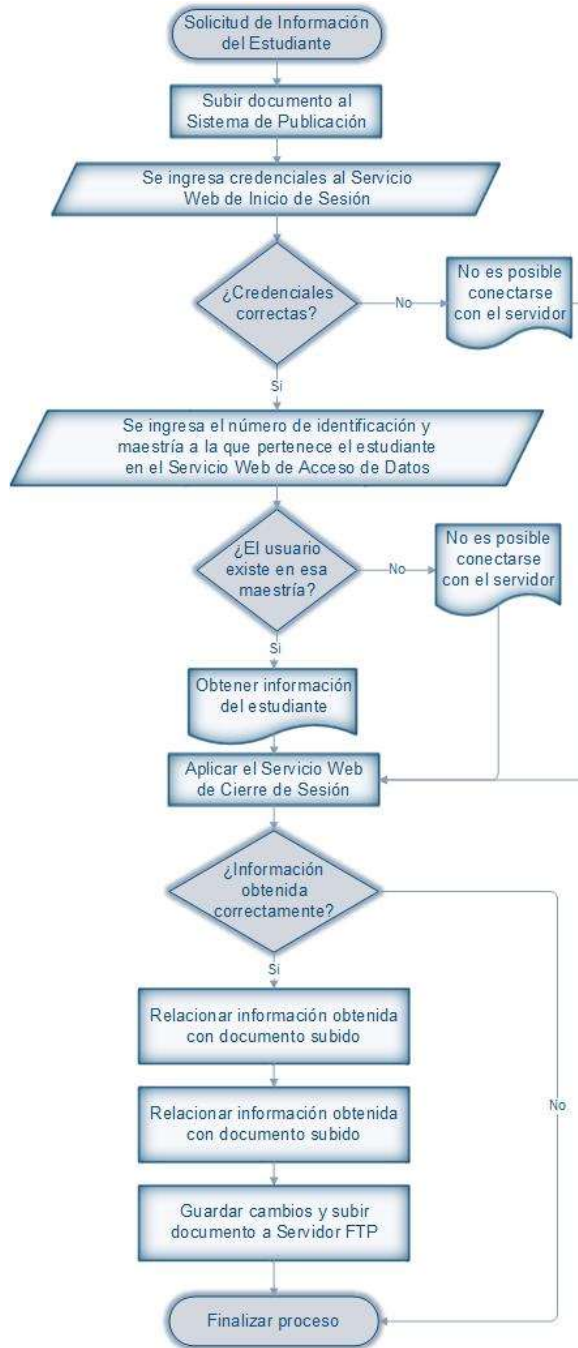
Para el nuevo Sistema de Publicación, es necesario agregar nuevos componentes al sitio web, y a vez, nuevos nodos necesarios para el completo funcionamiento del sistema. Estos nuevos elementos se pueden diferenciar en el Diagrama de Distribución como aquellos con color de fondo verde, y que se describen a continuación:

3.3.2.2. Interacción entre el sitio web informativo de la EEP y los nuevos nodos

Servidor de Registro y Estadística: para la publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado, es necesario corroborar el estado del estudiante y autor del documento a subir, refiriéndose a si este mismo es un estudiante graduado en alguna de las maestrías de la EEP. Para ello, el Programador de Control Académico suministrará el acceso a dicha información mediante el uso de servicios web tipo REST, que permite consultar información referente a los estudiantes graduados de la EEP. El punto de origen de esta información es dado desde la base de datos del Servidor del Departamento de Registro y Estadística de la USAC.

El acceso a la información se realiza mediante un servicio web, pero antes de ello, es necesario llamar previamente a otro servicio web para lo que se conoce como una sesión, caso contrario Registro y Estadística no permitirá el acceso a la información de los estudiantes, se requieren de credenciales, dados por el Programador de Control Académico. Finalmente se llama a un servicio web que cierre la sesión. Estos pasos pueden apreciarse en el siguiente Diagrama de Flujo que muestra el proceso básico para la publicación de Trabajos Finales de Graduación o Tesis de Grado.

Figura 14. Diagrama de flujo relacionado al proceso básico de publicación de trabajos finales de graduación o tesis de grado



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

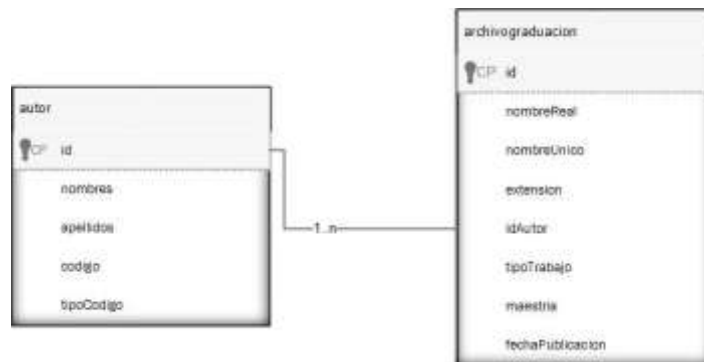
Se puede observar en la última acción del diagrama, antes de finalizar el proceso, la información es guardada, acción realizada entre el Controlador del sitio web y el Modelo de Información, que maneja la base de datos del sistema. El documento del estudiante es subido a un servidor FTP, que almacenará todos los documentos de ese mismo tipo en formato PDF, para el acceso posterior a los usuarios con la necesidad de consultarlos.

3.3.2.3. Componentes agregados al sitio web informativo

El Diagrama de Distribución del sitio web informativo con el Sistema de Publicación propone dos de los tres nuevos componentes asignados como dependencias o extensiones del componente Controlador, aquellos de tipo módulo, por lo tanto, se requieren nuevos métodos programables que permitan manejar una nueva serie de eventos en el sitio web. Sin embargo, modificar el componente Controlador implica además la modificación del Modelo y la Vista, cambios mininos que permitan la correcta adaptación de la arquitectura MVC.

En el caso de la Vista, es necesario implementar nuevos elementos que se adapten a los agregados a la lógica del negocio, refiriéndose a agregados a la interfaz gráfica. El Modelo requiere un mínimo de cambios en la programación del código existente, no obstante, es necesario realizar cambios en la base de datos, nuevas tablas que almacenaran la información referente a los Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado. En siguiente figura, se puede observar el Diagrama Entidad Relación relacionado al nuevo Sistema de Publicación:

Figura 15. **Diagrama entidad relación del sistema de publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado**



Fuente: elaboración propia, empleado Visio 2016.

Los módulos del nuevo sistema requieren de dos tablas, una tabla que almacene la información de todos los estudiantes o autores de documentos subidos al sitio web y otra encargada de los registros de cada documento subido, como el nombre y tipo de trabajo, la maestría perteneciente, la fecha en que se publica y un nombre único con el cual identificar cada documento en el Servidor FTP para realizar acciones sobre él.

La relación entre ambas tablas representa a un estudiante y la posibilidad de ser autor de más de un solo documento, razón debida a que un estudiante de la EEP, al finalizar una maestría, desee cursar otra en la escuela.

Como último componente, la Interfaz de Conexión al Servidor FTP, es el encargado de realizar una conexión funcional entre ambas máquinas virtuales del Diagrama de Distribución, esto se representa mediante la creación de código fuente que aplica elementos de conexión FTP, que son incluidos por en PHP, lenguaje de programación base del sitio web informativo.

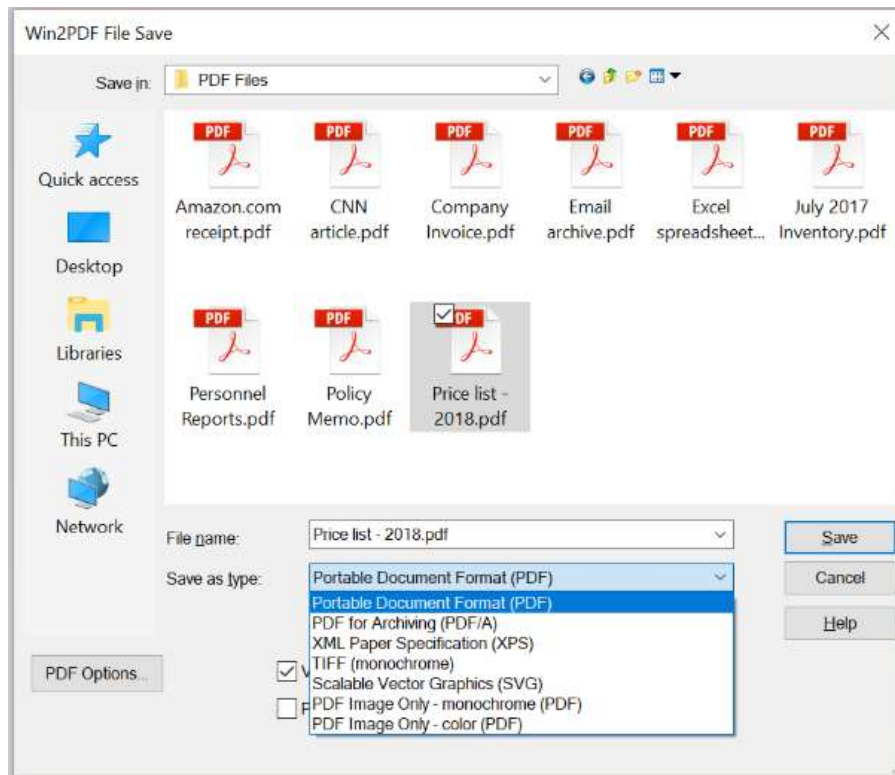
El propósito de la conexión dependerá al Módulo que lo aplique, en el caso del Módulo para Listar Publicaciones, será para la consulta de información al Servidor FTP; mientras que, al Módulo para Publicar Documentos, se aplicará la inserción o borrado de documentos en el servidor.

3.3.2.4. Derechos de autor del documento

Un problema que puede suceder en documentos científicos como los Trabajos Ginales de Graduación y Tesis de Grado es la violación de derechos de autor por plagio de información. Este problema se puede dar con el Sistema de Publicación, porque se da acceso público a los trabajos de graduación de los estudiantes graduados. Desde la existencia de documentos digitales, el plagio de información se ha facilitado con copiar y pegar contenido de un documento a otro (Ctrl+C y Ctrl+V) con una simple combinación de teclas en el teclado de una computadora.

Existen métodos que permiten minimizar la posibilidad de plagio, como las firmas digitales de un documento, como en el caso de los de archivos PDF, formato utilizado por la EEP para los trabajos de graduación recibidos por parte de los estudiantes. El problema es que el uso de firmas digitales requiere la obtención de software con costo por su uso. Existen otros métodos como el uso de software, una vez instalado, simula una impresora que permite convierte las páginas de un documento en imágenes para luego unir las en un nuevo documento PDF, con ello el texto en el documento no puede ser seleccionado y copiado, uno de estos softwares es conocido como Win2PDF. Este software es dado como solución para minimizar el plagio de documentos publicados en el Sistema de Publicación.

Figura 16. **Guardado de nuevo documento PDF de solo imagen con Win2PDF**



Fuente: Win2PDF. <http://www.win2pdf.com/features.html>. Consulta: 1 de mayo de 2018.

Para generar el nuevo documento PDF, se abre el archivo original desde un software de lectura que soporte el formato, como Adobe Acrobat Reader, se selecciona la opción imprimir el documento, entre las impresoras disponibles aparecerá una impresora con el nombre de Win2PDF, al seleccionarla y confirmar la impresión se abre la ventana de la Figura 16 donde se elige alguna de las opciones *PDF Image Only*, y tras esperar a que termine el proceso de “impresión”, se tendrá el nuevo documento PDF.

3.3.2.5. Recursos en el servidor físico por parte del Sistema de Publicación

Ambas máquinas virtuales reservan una cierta cantidad de recursos del servidor físico, que son los siguientes:

Tabla IX. **Características de las nuevas máquinas virtuales en el servidor para el sistema de publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado**

Características	Máquina virtual del Sistema de Publicación	Máquina Virtual del Servidor FTP
URL	https://admoneepccqfar.usac.edu.gt/	ftp://graduacioneepccqfar.usac.edu.gt
RAM	512MB	1GB
Memoria SWAP	512MB	512MB
No. de núcleos del procesador	1	1
Disco duro	Total: 50GB Disponible: 38GB	Total: 50GB Disponible: 40GB
Sistema Operativo instalado	Ubuntu 16.04 LTS 64 bits	Ubuntu 16.04 LTS 64bits
Software instalado	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Yii2 Framework</i> • Servidor web apache2 • Base de datos MySQL • PHP5 	

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que ambos sistemas operativos son tipo GNU/Linux, Ubuntu, de la distribución Debian. A cada máquina virtual se le da un núcleo del procesador del servidor físico.

4. FASE DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Luego de haber entregado el proyecto de EPS, es importante realizar un periodo de capacitación a los usuarios finales que utilizarán el sistema, material didáctico que debe ser claro para tener así una curva de aprendizaje que defina los términos “aprendizaje fácil y eficiente”.

Es necesario definir tomar en cuenta dos puntos respecto a la capacitación, uno es la proposición de los métodos y técnicas didácticas para realizar la capacitación a los usuarios, el otro es la definición y clasificación de temas a abarcar, que son interés para cada tipo de usuario respectivamente. Por ejemplo, el Administrador del aula virtual tendrá mayor interés en los aspectos técnicos y configurables del sistema, mientras que los coordinadores de maestría tendrían mayor interés en saber cómo la didáctica tradicional, implementada en la escuela, se acopla con los nuevos métodos y técnicas que ofrece el nuevo sistema de aula virtual, además de saber cómo manejarla. En el caso de los estudiantes y profesores, los temas de interés serían mayormente enfocados en las formas de uso de las herramientas didácticas de un curso.

4.1. Supervisión del proyecto

Durante el desarrollo del proyecto, para asegurar el seguimiento del alcance del proyecto, ha sido necesario la realización de reuniones con el encargado del servidor que se desempeña como Programador de Control Académico o Programador de Computación I, esto con los objetivos de:

- Tener el visto bueno del profesional encargado de los aspectos técnicos de los sistemas de software en el servidor.
- Realizar la transferencia tecnológica para que el Programador de Control Académico pueda familiarizarse con los sistemas construidos.
- Consultoría técnica respecto a los aspectos del servidor y software involucrado en este y sí cualquier solución propuesta entraba en los límites referentes a la capacidad del servidor.
- Documentar cualquier error que se presente durante la instalación del aula virtual y el Sistema de Publicación el entorno de producción, que es el servidor de la Facultad. La documentación sobre estos fallos ayudará en el futuro al programador en caso de que el problema o uno similar, se presente nuevamente en el sistema. No es necesario que se trate de solamente errores, sino también pasos de instalación no considerados en los manuales de instalación de cada software instalado.

4.2. Capacitación presencial a los coordinadores de cursos

Se considera como punto vital la capacitación o formación de los interesados del proyecto, para lograr los siguientes beneficios:

- La extracción de información, ejercicios y experiencias basadas en escenarios reales, a tiempo real y que involucre la participación de los participantes y tengan una mejor comprensión del tema.

- Resolución de dudas y mayor compromiso al entendimiento del contenido expuesto.

Claro está, que realizar la capacitación presencial implica la planificación del lugar y fecha para dicha actividad donde tanto el expositor como los participantes tengan oportunidad de asistir, igualmente es imprescindible determinar al grupo de participantes en la capacitación, factor que influye con en la fecha del evento. Por ello, se ha determinado a los participantes a los coordinadores de maestría de la EEP, por ser quienes sugirieron la posibilidad de aplicar herramientas de *e-learning* a la dirección de la Escuela de Postgrado, lo que llevó a la solicitud de un epesista.

Se incluye también la capacitación de las secretarías de la EEP para el uso del Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado, por ser las encargadas de publicar los documentos correspondientes, y el administrador del sitio web, usuario dado al Programador de Control Académico.

4.3. Documentación escrita

Como todo software, este debe poseer un manual de administración funcional, Chamilo no es la excepción, este cuenta con manual, en digital, para el uso de Chamilo, desde el punto de vista del usuario Administrador, también el manual de instalación del LMS, ambos son dados al Programador de Control Académico.

Se considera el manual de usuario final dirigido a los profesores y estudiantes. Estos manuales son parte del entregable final para la dirección de Escuela de Postgrado, con copia al Programador de Control Académico. Otro manual de usuario final que se toma en cuenta, es aquel referido al uso del Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado, de elaboración propia del epesista y conferido al administrador del sitio web Informativo de la escuela y las secretarías de la misma institución.

4.4. Videotutoriales

La capacitación presencial cubre la instrucción sobre producto final a los coordinadores de maestría, los videotutoriales se encargan de instruir al resto de usuarios estos serían los profesores y estudiantes que usaran el aula virtual, un número de individuos significativamente mayor que los coordinadores de maestrías, por ello se aplican videotutoriales como método de capacitación, por la facilidad de distribuir material audiovisual, esto si estos son subidos en un sitio web dedicado a compartir videos, en este caso, YouTube.

Esto no significa que el uso de videotutoriales es exclusivo para el caso de los profesores y estudiantes, a menor nivel, pero también necesario se incluyen a los coordinadores de cursos. Los videotutoriales se dividen en una serie de videos divididos en tres listas de reproducción en YouTube, se conocen como:

- USAC - Aula Virtual Escuela de Estudios de Postgrado - Tutorial Coordinadores de Maestría.
- USAC - Aula Virtual Escuela de Estudios de Postgrado - Tutorial Profesores.
- USAC - Aula Virtual Escuela de Estudios de Postgrado - Tutorial Estudiantes.

Cada lista de reproducción está enfocada a cada tipo de usuario que será utilizado en el aula virtual. Los primeros tres videos en cada lista hablan de temas de introducción al interesado sobre el aula virtual y recomendaciones sobre el uso general de una cuenta de usuario en Chamilo, el resto del material audiovisual trata sobre los aspectos y roles específicos del tipo de cuenta de usuario respectivo, mediante ejemplos de sesiones y cursos piloto.

Todo el material audiovisual también se incluye en el entregable final del producto, en videos en formato MP4.

4.5. Demostración del producto final

Además de los usuarios relacionados al uso de ambos sistemas, entre los interesados se encuentra la persona con el cargo de Director(a), de la Escuela de Estudios de Postgrado, la máxima autoridad en la institución, a quien, como punto final, es prescindible realizar una presentación sobre lo que es la solución dada y una demostración de las capacidades del mismo. Se aplica el uso de presentaciones que incluyen el propósito del proyecto, la explicación sobre cómo se aplicara el nuevo producto a las necesidades de la escuela y descripción del software en relación con los procesos relacionados con la didáctica que se aplica en la EEP, mediante ejemplos, esquemas y diagramas, por ejemplo, el uso de diagramas BPMN, definición y simbología explicada en el primer capítulo del documento.

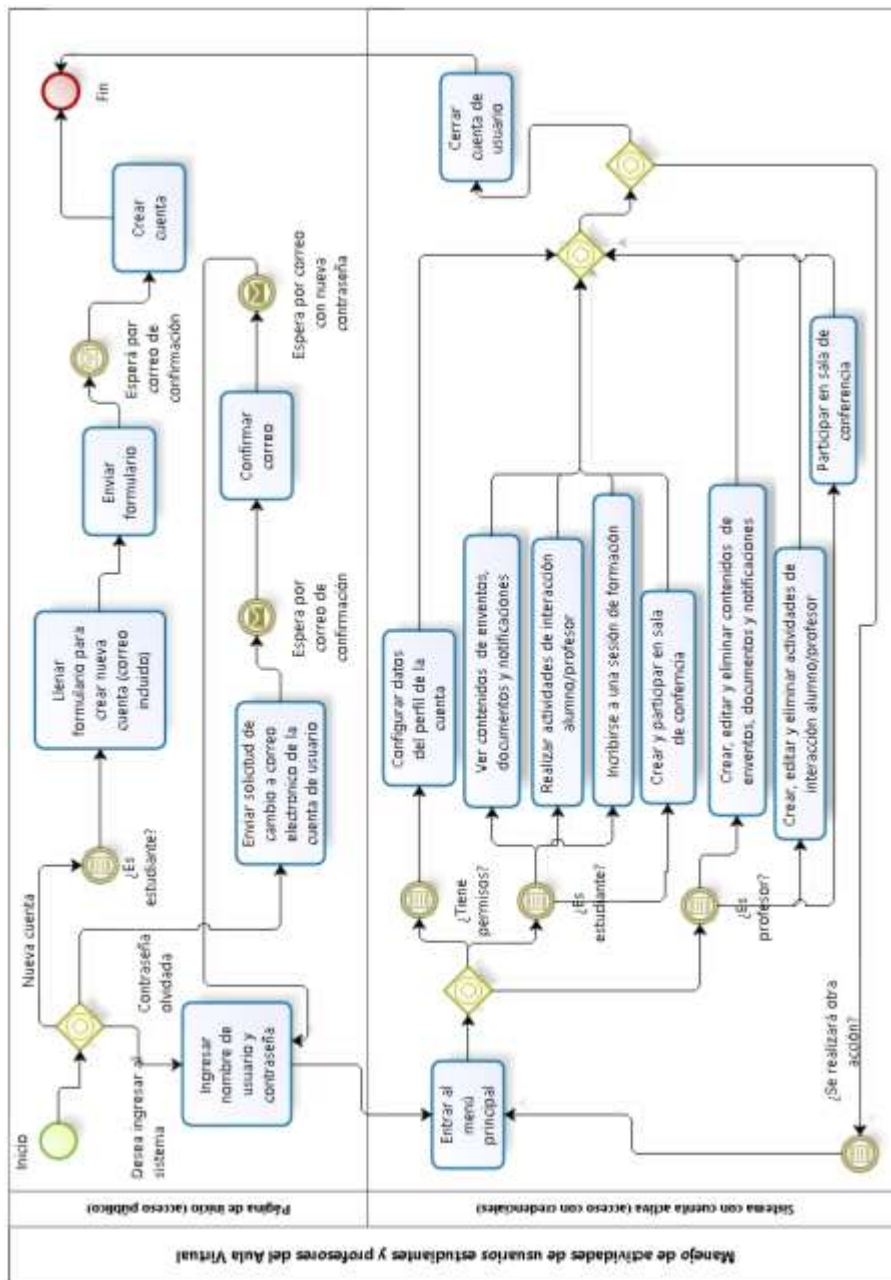
4.6. Descripción de los procesos generales del producto final

Para explicar los procesos y flujo de trabajo del producto final, los diagramas BPMN se encuentran divididos en cuatro, tres enfocados al aula virtual y uno al Sistema de Publicación.

Cada uno de los diagramas es tratado en los siguientes cuatro subcapítulos, enfocados a ciertos tipos de usuarios que interactúan con el sistema, sobre las respectivas actividades que pueden realizar. Por ejemplo, el Sistema de aula virtual cuenta con diferentes tipos de usuarios, unos directamente relacionados, como la relación entre profesores y estudiantes, en base a las actividades que realizan en conjunto; la relación entre el administrador de sesión, tutor de sesión y tutor de curso, al ser entidades que supervisan cursos.

4.6.1. Manejo de actividades de usuarios estudiantes y profesores del aula virtual

Figura 17. Diagrama BPMN relacionado a las actividades a realizar de los usuarios estudiantes y profesores del aula virtual



Fuente: elaboración propia, empleado Bizagi 2.9.0.4.

El diagrama BPMN contiene dos carriles, el primero representa el flujo de actividades realizadas por una persona que ingresa al aula virtual la primera vez sin credenciales, en este carril se asigna el evento de inicio; y el segundo carril muestra las acciones de la misma persona cuando ingresa al sistema con una cuenta de usuario.

El primer carril muestra una compuerta que divide en tres flujos a elegir:

- Crear una nueva cuenta de usuario de tipo estudiante, donde es necesario llenar un formulario con la información referente a la persona, incluido el correo electrónico, donde se recibirá un correo donde se debe confirmar la acción de crear dicha cuenta, una vez hecho, la cuenta es creada.
- Solicitar una nueva contraseña en caso de que el usuario la haya olvidado, se realizan eventos de confirmación por correo en el flujo, uno para confirmar que ese usuario mismo usuario desea cambiar su contraseña y otro correo donde el aula virtual envía la nueva contraseña.
- Ingreso al sistema con las credenciales de usuario que se posea, ya sea de tipo estudiante o profesor, este flujo continuo en el segundo carril del diagrama.

Al estar en el sistema con una cuenta activa, el sistema redirige al usuario a la página de inicio de Chamilo, donde se encuentra el menú principal, donde depende al tipo de usuario, será el número de herramientas didácticas que se tengan acceso. También existen actividades generales como la capacidad de los usuarios de editar ciertos datos de su perfil, como nombres, apellidos, contraseña, etc., otros no serán editables como el correo electrónico o solamente bajo el permiso del administrador de Chamilo.

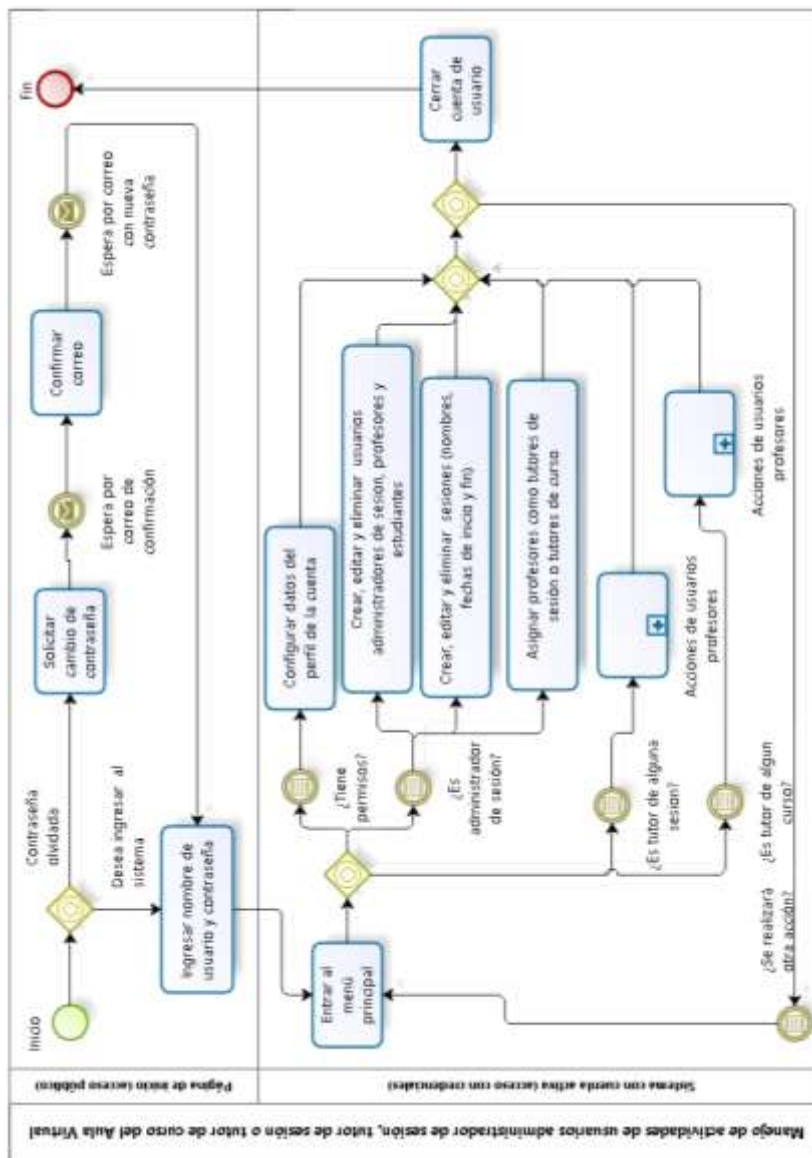
La diferencia entre los flujos determinados por los eventos que tiene como condición si el usuario es estudiante o profesor, radica en que los estudiantes realizan actividades relacionadas a ver el contenido compartido en el curso o el uso de herramientas de interacción alumno/profesor (se incluye el uso del Sistema de videoconferencias, si el profesor mantiene una sala de videoconferencia); mientras que con el profesor, utiliza las mismas herramientas, pero tiene el control sobre ellas, quiere decir, puede emplear acciones de creación, edición y eliminación en una herramienta del aula virtual.

La única actividad que no realiza un profesor, pero si un estudiante, es suscribirse a una sesión. El usuario de tipo profesor también puede realizar una suscripción a un curso, pero este ya no sería un profesor y no se daría uso a su rol, por lo tanto, es una actividad irrelevante para él.

Se puede ver en el diagrama como, una vez finalizada la acción deseada del usuario el flujo del proceso se unifica en una compuerta, para luego entrar a otra compuerta que representa otra condición, si desea realizar otra acción, que lleva nuevamente al menú principal o cerrar la cuenta de usuario, se regresa al primer carril y se da finalizado el flujo.

4.6.2. Manejo de actividades de usuarios de tipo administrador de sesión, tutor de sesión y tutor de curso del aula virtual

Figura 18. Diagrama BPMN relacionado a las actividades de usuario administrador de sesión, tutor de sesión o tutor de curso del aula virtual



Fuente: elaboración propia, empleado Bizagi 2.9.0.4.

En el caso de los usuarios de tipo administrador de sesión, tutor de sesión y tutor de curso, estos son creados por otra cuenta de usuario de tipo administrador de sesión o el administrador de Chamilo, a diferencia de un usuario estudiante, pero si es posible recuperar la contraseña de la cuenta, de la misma forma vista en el subcapítulo anterior, por esa razón los diagramas BPMN de las figuras 17 y 18 en el primer carril, son similares.

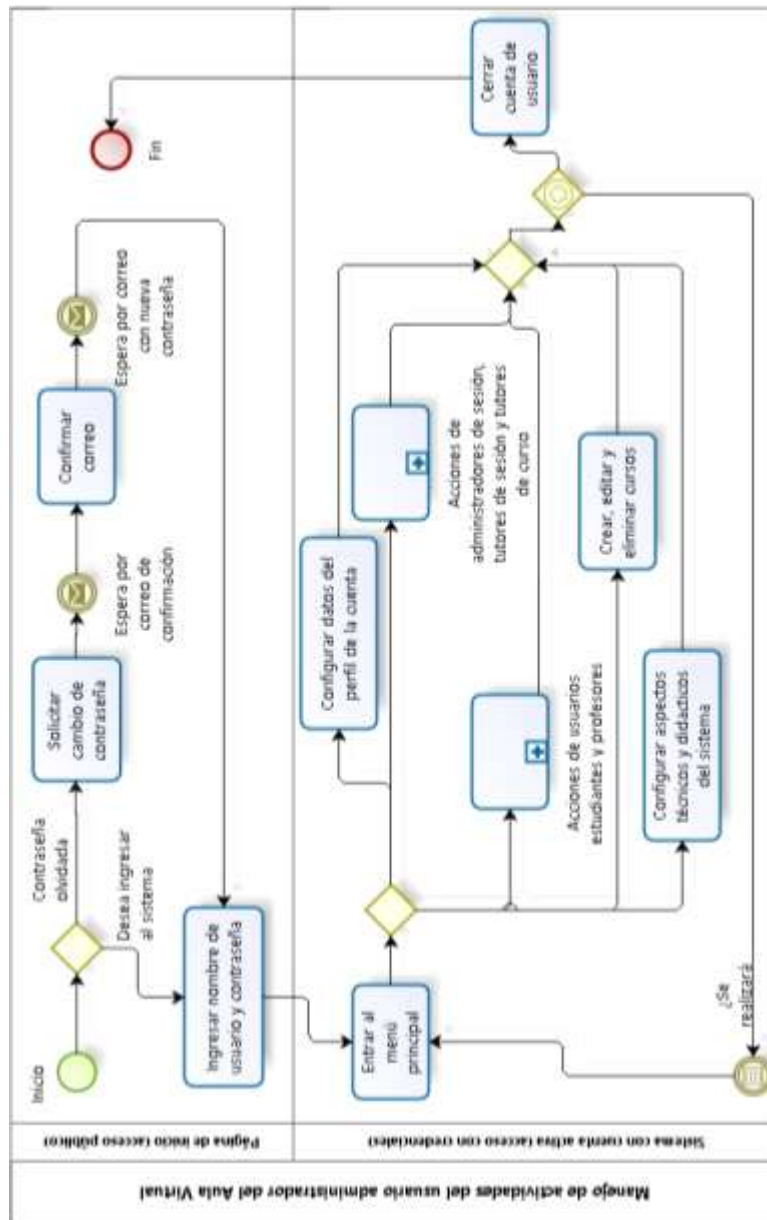
En la primera compuerta del segundo carril, se puede contemplar como el comportamiento del flujo es determinado en respecto al tipo de usuario. Los administradores de sesión pueden realizar acciones referentes al control de las sesiones de formación que haya creado, eso incluye determinar fechas de activación de las sesiones o asignar usuarios a ella.

Tanto los tutores de sesión, como los tutores de curso, más que tipos de usuarios, son roles asignados a los usuarios profesores, dados por el administrador de sesión como se ve en una de sus acciones. Por ello, ambos tipos de tutores poseen en su respectivo flujo el subproceso “Acciones de usuarios profesores”, que funciona como representante del flujo del diagrama BPMN en el caso de una cuenta profesor. Entonces ¿Cuál es la diferencia entre estos tipos de tutores? eso se distingue en la condición dada por los eventos que preceden a ambos, un tutor de curso tendrá acceso a los permisos de profesor a los cursos que fue asignado en una o varias sesiones, mientras que un tutor de sesión poseerá los mismos permisos, pero en todos los cursos de las sesiones de formación donde fue asignado como ese tipo de tutor.

Como en todo tipo de usuario descrito en los diagramas BPMN, el flujo finaliza con una última compuerta que condiciona la realización de otra acción o cerrar la cuenta de usuario en el sistema, dirigiéndose de nuevo al primer carril.

4.6.3. Manejo de actividades del usuario administrador del aula virtual

Figura 19. Diagrama BPMN relacionado a las actividades del usuario administrador del aula virtual



Fuente: elaboración propia, empleado Bizagi 2.9.0.4.

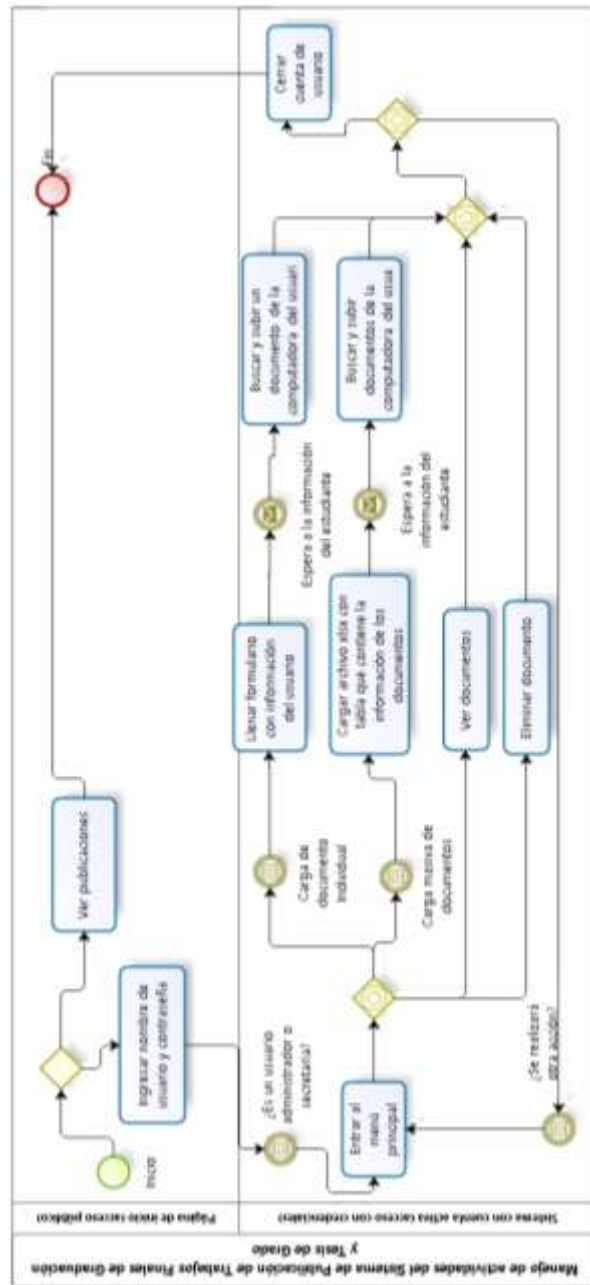
Al igual como sucede con los procesos con los demás tipos de usuario, el flujo para un usuario administrador va bajo la misma lógica, que es solicitar nueva contraseña o ingresar al sistema, el usuario, ya con credenciales, realiza acciones a las que tiene permiso, y sigue realizándolas hasta cerrar la cuenta.

Las acciones que realiza el administrador son todas las disponibles para cada tipo de usuario existente en Chamilo, representado por los dos objetos subprocesos. Este tipo de usuario posee control total sobre estas acciones de otros tipos, muestra de ello es que la primera compuerta del segundo carril no está condicionada bajo ningún evento. Asimismo, El administrador puede realizar acciones que ningún otro tipo de usuario posee, razón de las tres acciones posibles en el flujo de actividades en el segundo carril, que son:

- Configurar los datos del perfil de la cuenta y de los demás usuarios, incluso le es posible ingresar a la cuenta de cada usuario con sus respectivas credenciales.
- Crear, editar y eliminar cursos. Esto también incluye el cómo utilizar estos cursos, como asignarlos a sesiones de formación que el usuario o los administradores de sesión crean.
- Configurar aspectos técnicos y didácticos del sistema. El primero refiriéndose a la configuración de los usuarios, cursos y sesiones; y el último sobre aspectos como el estilo de la interfaz gráfica (colores, fuentes), idioma del sistema, seguridad, o instalación de nuevos complementos en Chamilo, mediante *plugins* como el del Sistema de videoconferencias y otros.

4.6.4. Manejo de actividades del Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado

Figura 20. Diagrama BPMN relacionado a la publicación de trabajos finales de graduación y tesis de grado



Fuente: elaboración propia, empleado Bizagi 2.9.0.4.

Para alguien que ingresa al Sistema de Publicación, que se realiza desde la página de inicio del sitio web informativo de la EEP, puede visualizar las publicaciones de los documentos de estudiantes graduados. Esto puede verse en las siguientes dos fotos tomadas del sitio web:

Figura 21. **Listado de trabajos finales de graduación y tesis de grado publicados**

ID	Título del Trabajo	Tipo de Documento	Tipo Código Autor	Código Autor	Nombre del Autor	Maestría	Fecha y hora de ingreso al sistema	Acciones
2	Diseño de un Manual de procesos y procedimientos para el sistema de producción de la unidad de bovinos de leche. Granja Experimental Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC	Trabajo de Graduación	cul	1638601652214	Ruano Garcia, Duglas	MAES	14-03-2018 13:48:20	
7	PROPUESTA DE PLAN DE MERCADEO PARA LA CLÍNICA MÉDICA Y DISTRIBUIDORA DE PRODUCTOS NATURALES 'LA INMACULADA' UBICADA EN LA ZONA 4 DE MIXCO, GUATEMALA	Trabajo de Graduación	cul	1959105003101	Portillo Garcia, Andrea margarita	MAES	19-04-2018 11:29:46	

Fuente: Sitio web informativo de la EEP, FCCQyF.

Figura 22. **Trabajo final de graduación publicado**

Fuente: Sitio web informativo de la EEP, FCCQyF.

Al ingresar las credenciales de un usuario con permisos de publicación, este mismo puede subir uno o más documentos, visualizarlos y eliminarlos. La carga de documentos es realizada mediante un formulario a llenar con la información relacionada al documento en cuadros de texto, cada uno con la descripción de este, esto se puede observar en las siguientes dos fotos tomadas de los formularios, tanto si el usuario desea subir un solo documento, como en el caso de subir más de uno y cuya información de cada uno de ellos es subida en una tabla de un archivo de Excel bajo un formato establecido y explicado en el manual del usuario del sistema:

Figura 23. **Carga individual de documentos**

Trabajos de Graduación, carga individual

Nombre del documento

No. de identificación del estudiante (CUI, Carnet o Pasaporte), sin espacios

Tipo de documento

Tesis Trabajo de Graduación

Maestría

MANA MUPLAM SC MUPLAM A MAIES MAGEC MAENFI MABASAT

Documento a subir

Fuente: Sitio web informativo de la EEP, FCCQyF.

Figura 24. **Carga masiva de documentos**

Trabajos de Graduación, carga masiva

Subir un archivo xlsx con la información de los usuarios a subir

Agregar los archivos de los Trabajos de Graduación o Tesis de Grado

Fuente: Sitio web informativo de la EEP, FCCQyF.

4.7. Recursos materiales

Tabla X. **Tabla de recursos materiales utilizados en el transcurso del proyecto de EPS**

Cantidad	Material	Detalles
7	Alquiler de local	Servicio mensual que incluye agua, energía eléctrica, gas e Internet
2	Resmas de papel	Tamaño carta. Para impresión de documentos
1	Escritorio	
1	Silla	
1	Computadora portátil	Marca HP Modelo Probook 450 g1. Procesador Intel Core i7 4ta Generación, 8 GB DDR3 y disco duro con 1 Terabyte de almacenamiento.
1	Impresora	Marca Canon Modelo Pixma IP2700
3	Cartuchos de tinta	
6	Recargas de saldo para llamadas e Internet Móvil	Perteneciente a la empresa Tuenti
1	Cargador de teléfono de carga rápida	
1	Teléfono móvil	Marca Xiaomi modelo Redmi 4X 32GB
1	Servidor físico	Hardware propietario de la EEP, FCCQQyF

Fuente: elaboración propia.

4.8. Presupuesto

Tabla XI. Presupuesto de los recursos utilizados por el epeista

Recursos	Cantidad	Costo Unitario (Q)	Subtotal (Q)
Alquiler de oficina + servicios	7 (mensual)	1 100,00	7 700,00
Resmas de papel	2	40,00	80,00
Escritorio	1	300,00	300,00
Silla	1	200,00	200,00
Computadora	1	8 500,00	8 500,00
Impresora	1	270,00	270,00
Cartuchos de tinta	2	140,00	280,00
Recargas de saldo para llamadas e Internet móvil.	7	50,00	350,00
Cargador de teléfono	1	120,00	120,00
Teléfono móvil	1	1 500,00	1 500,00
Servicios profesionales	6 (mensual)	8 000,00	48 000,00
Asesoramiento profesional	6 (mensual)	5 000,00	30 000,00
Viáticos	6 (mensual)	640,00	3 840,00
Total			101 140,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Se desarrolló el Sistema de aula virtual para la EEP, FCCQQyF que permite el uso de técnicas y métodos productivos para la didáctica de la institución.
2. La existencia de tipos de usuario como los Administradores de Cursos y los roles que pueden ser asignados como los Tutores de Sesión y Tutores de Curso en Chamilo permiten supervisar las actividades relacionadas a la didáctica impartida por los catedráticos de los cursos de la EEP.
3. Se proveyó de las herramientas didácticas disponibles en Chamilo para la creación de actividades que permiten la creación de contenido educativo que hace posible la interacción entre un profesor de curso y los estudiantes inscritos en él. Además de que el profesor podrá tener un registro de dichas actividades y un medio de comunicación en línea y en tiempo real al incluir el Sistema de Videoconferencias, BBB.
4. Se elaboró y proveyó el Sistema de Publicación de Trabajos Finales de Graduación y Tesis de Grado como acceso a material de referencia en línea para los estudiantes en proceso de redacción de su respectivo documento de graduación.

RECOMENDACIONES

1. Resguardar la documentación sobre el proyecto de software desarrollado y entregado. Esto no solo incluye la documentación escrita sino también las presentaciones usadas en la capacitación presencial de usuarios y el material audiovisual.
2. Demostrar el potencial de las herramientas de *e-learning* como tecnología que se mantiene como herramienta de vanguardia en la educación actual, fácil de usar e implementar.
3. Propiciar el uso de *e-learning*, como herramienta que tiene como función modernizar las practicas didácticas de la institución que junto a las prácticas tradicionales tienen como objetivo la formación profesional.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALEGSA. Definición de Módulo (programación). *DICCIONARIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA*. [en línea] <<http://www.alegsa.com.ar/Dic/modulo.php>>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
2. BigBlueButton Inc. Architecture. *BigBlueButton Open Source Web Conferencing*. [en línea] <<http://docs.bigbluebutton.org/overview/architecture.html>>. [Consulta : 25 de abril de 2018].
3. BOHÓRQUEZ S., Angela. 2017. Pedagogía y didáctica: aliadas estratégicas de la educación. *Compartir Palabra Maestra*. [en línea] <<https://compartirpalabramaestra.org/articulos-informativos/pedagogia-y-didactica-aliadas-estrategicas-de-la-educacion>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
4. CMS Centers of Medicare & Medicaid Services. 2008. SELECTING A DEVELOPMENT APPROACH. *Internet Archive WAYBACKMACHINE*. [en línea] <<https://web.archive.org/web/20100331173931/http://www.cms.hhs.gov/SystemLifeCycleFramework/downloads/SelectingDevelopmentApproach.pdf>>. [Consulta: 15 de agosto de 2018].
5. Compartir Palabra Maestra. 2015. ¿Qué es un recurso didáctico? *Compartir Palabra Maestra*. [en línea] <<https://compartirpalabramaestra.org/recursos/videos/el-dato/que-es-un-recurso-didactico>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].

6. CORONEL, Carlos, STEVEN, Morris. y ROB, Peter. 2001. *Bases de datos: Diseño, implementación y administración. 9a ed.* País: EE. UU. Cengage Learning Editores, 2001. 672 p.
7. Definición.de. 2017. Definición de Educación. *Definición.de.* [en línea] <<https://definicion.de/educacion/>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
8. Definicion.de. 2015. Definición de Plugin. *Definicion.de.* [en línea] <<https://definicion.de/plugin/>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
9. Definición.de. 2017. Definición de Didáctica. *Definición.de.* [en línea] <<https://definicion.de/didactica/>>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
10. DUARTE, Eugenio. 2012. ¿Qué Es La Virtualización y Cuáles Son Sus Beneficios? *Capacity - Information Technology Academy.* [en línea] <<http://blog.capacityacademy.com/2012/08/07/que-es-la-virtualizacion-y-cuales-son-sus-beneficios/>>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
11. EasyLMS. Historia de LMS. *EasyLMS.* [en línea]. <<https://www.easy-lms.com/es/ayuda/centro-de-conocimiento-lms/historia-de-lms/item10401>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
12. Emiliano. 2013. El modelo de desarrollo, testing y producción. *Linuxito Asegurar que la única verdad es la realidad, es subestimar el poder de la negación.* [en línea] <<https://www.linuxito.com/programacion/237-el-modelo-de-desarrollo-testing-y-produccion>>. [Consulta: 12 de abril de 2018].

13. GARCÍA SIERRA, Manuel. Qué es un servidor y cuáles son los principales tipos de servidores (proxy,dns, web,ftp,pop3 y smtp, dhcp...). *aprendeprogramar.com Didáctica y divulgación de la programación.* [en línea] <https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=542:que-es-un-servidor-y-cuales-son-los-principales-tipos-de-servidores-proxydns-webftppop3-y-smtp-dhcp&catid=57&Itemid=179>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
14. INCAP. Sistema de Información. [en línea] <<http://www.incap.int/sisvan/index.php/es/acerca-de-san/conceptos/sistema-de-vigilancia>>. [Consulta: 2017 de septiembre de 15].
15. Jummp. 2011. Desarrollo de software. Ciclo de vida iterativo incremental. *Jummp Gestión de proyectos y desarrollo de software.* [en línea] <<https://jummp.wordpress.com/2011/03/31/desarrollo-de-software-ciclo-de-vida-iterativo-incremental/>>. [Consulta: 15 de abril de 2018].
16. LAGUIAR. 2016. Manejo de ambientes (Desarrollo, Testeo, Pre-Produccion, Producción). *GeneXus Community Wiki* . [en línea] <<https://wiki.genexus.com/commwiki/servlet/wiki?29683,Manejo+de+ambientes+%28Desarrollo%2C+Testeo%2C+PreProduccion%2C+Producci%C3%B3n%29,>>>. [Consulta: 15 de abril de 2018].
17. Lucid Software Inc. 2017. Qué es un diagrama entidad-relacion. *Lucidchart.* [en línea] <<https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-un-diagrama-entidad-relaci%C3%B3n>>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
18. Lucid Software Inc. BPMN Gateway Types. *Lucidchart.* [en línea]. <<https://www.lucidchart.com/pages/bpmn-gateway-types>>. [Consulta: 1 de octubre de 2017].

19. _____ . Qué es la notación de modelado de procesos de negocio. *Lucidchart*. [en línea] <<https://www.lucidchart.com/pages/es/qu%C3%A9-es-la-notaci%C3%B3n-de-modelado-de-procesos-de-negocio>>. [Consulta: 1 de octubre de 2017].
20. Masadelante. ¿Qué es un dominio? - Definición de dominio. [en línea] <<http://www.masadelante.com/faqs/dominio>>. [Consulta: 17 de septiembre de 2017].
21. Microsoft. 2011. *Windows Server Administration Fundamentals. Microsoft Official Academic Course*. País: EE. UU. 111 River Street, Hoboken. John Wiley & Sons Editorial, 2011. 240 p.
22. Mountain Goat Software. Scrum. *Mountain Goat Software*. [en línea] <<https://www.mountaingoatsoftware.com/agile/scrum>>. [Consulta: 3 de octubre de 2017].
23. Real Academia Española. 2014. *Complemento*. s.l. : Tricentenario, 2014. [en línea] <<http://dle.rae.es/srv/fetch?id=Y2AFX5s>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
24. _____ . 2014. *Eficiencia*. s.l. : Tricentenario, 2014. [en línea] <<http://dle.rae.es/?id=EPVwpUD>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
25. Rici22. 2008. La Integración Escolar En Las Nuevas Tecnologías. *Rici22's Weblog*. [en línea] <<https://rici22.wordpress.com/tag/evolucion-de-las-tic/>>. [Consulta: 10 de septiembre de 2017].
26. SCHWABER, Ken. 2004. *Agile Project Management with Scrum*. País: EE. UU. Washington, Redmond. Microsoft Press, 2004. 175 p.

27. Sparx Systems Pty Ltd. Diagrama de Componentes UML 2. *Sparx Systems*. [en línea] <http://www.sparxsystems.com.ar/resources/tutorial/uml2_componentdiagram.html>. [Consulta: 25 de septiembre de 2017].
28. TURBAN, Efrain, y otros. 2008. *Electronic Commerce A Managerial Perspective*. País: EE. UU., New Jersey. Prentice-Hall, 2008. 513 p.
29. Universidad Brigham Young. Task-Technology fit. [en línea] <https://is.theorizeit.org/wiki/Task-technology_fit>. [Consulta: 15 de septiembre de 2017].
30. USAC FCCQyF. *Facultad De Ciencias Químicas y Farmacia*. [en línea] <<https://www.usac.edu.gt/catalogo/quimicayfarmacia.pdf>> [Consulta: 12 de septiembre de 2017].
31. Venemedia. Definición de Ofimática. *CONCEPTODEFINICION.DE*. [en línea] <<http://conceptodefinicion.de/ofimatica/>>. [Consulta: 2 de octubre de 2017].
32. W3C. 2004. Web Services Architecture. *W3C Working Group Note*. [en línea] <<https://www.w3.org/TR/ws-arch/>>. [Consulta: 18 de septiembre de 2017].
33. WATSON, William y WATSON, Sunnie. 2007. *An Argument for Clarity: What are Learning Management Systems, What are They Not, and What Should They Become?*. País: EE. UU., Indiana. Indiana University, 2007. 18 p
34. WebGdl. ¿Estándares Web? [en línea] <<https://webgdl.com/servicios/disenio-de-paginas-web/estandares-web/>> [Consulta: 1 de marzo de 2018].
35. Wiboo Media. ¿Qué son las Aplicaciones Web? Ventajas y Tipos de Desarrollo Web. *Wiboo*. [en línea] <<https://wiboomedia.com/que-son-las-aplicaciones-web-ventajas-y-tipos-de-desarrollo-web/>>. [Consulta: 18 de septiembre de 2017].

