



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

**INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC)  
CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN  
EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**David Yzaguirre González**

Asesorado por el Ing. David Estuardo Morales Ajcot

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC)  
CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN  
EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DAVID YZAGUIRRE GONZÁLEZ**

ASESORADO POR EL ING. DAVID ESTUARDO MORALES AJCOT

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, MARZO DE 2016

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
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:

**INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC)  
CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN  
EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 11 de marzo de 2015.



**David Yzaguirre González**

Guatemala 17 de noviembre de 2015

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director de la Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Silvio José Rodríguez Serrano:

Por medio de la presente, hago constar que he tenido a revisión el Informe Final de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario **DAVID YZAGUIRRE GONZÁLEZ**, de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistema, quien se identifica con carné No. **2008-19312**, cuyo título es **"INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA"**.

Agradeciendo la atención a la presente y quedando a sus órdenes para cualquier información adicional.

Atentamente,



*David Estuardo Morales Ajcot*  
Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
Colegiado No. 10933

---

**Ing. David Estuardo Morales Ajcot**  
Asesor de Proyecto  
Colegiado No. 10933



Guatemala, 23 de noviembre de 2015.  
REF.EPS.DOC.784.11.2015.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano:


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, **David Yzaguirre González** carné No. **200819312** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

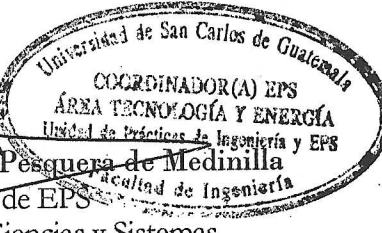
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Floriza Felipa Avila Pesquera de Medinilla  
Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de noviembre de 2015.  
REF.EPS.D.622.11.2015.

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

Estimado Ingeniero Perez Turk:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **David Yzaguirre González** carné No. 200819312, quien fue debidamente asesorado por el Ing. David Morales 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.

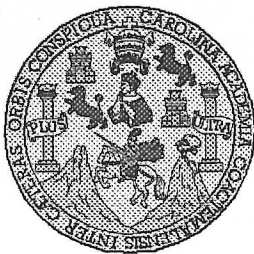
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





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

Guatemala, 27 de Enero de 2016

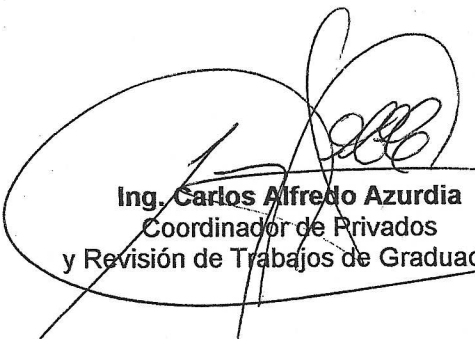
Ingeniero  
**Marlon Antonio Pérez Türk**  
Director de la Escuela de Ingeniería  
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS del estudiante DAVID YZAGUIRRE GONZÁLEZ carné 200819312, titulado: "INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, 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 INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN  
CIENCIAS Y SISTEMAS  
TEL: 24188000 Ext. 1534

*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 **“INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por la estudiante, DAVID YZAGUIRRE GONZÁLEZ aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

*Ing. Mónica Antonia Pérez Türk*  
Director

*Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas*



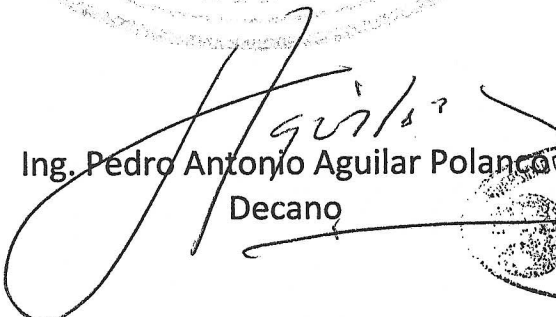
Guatemala, 03 de marzo de 2016



DTG. 099.2016

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: **INTEGRACIÓN DE CAMPUS VIRTUAL EN LA UNIDAD DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (E-FIUSAC) CON EL SISTEMA DE AUTENTICACIÓN ÚNICA DEL CENTRO DE CÁLCULO E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA (CCIE), FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **David Yzaguirre González**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, marzo de 2016

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por haberme permitido avanzar hasta este momento.
- Mis padres** David Antonio Izaguirre Chávez y María Inés González Cardona, fue gracias a su esfuerzo, dedicación y amor que pude seguir adelante.
- Mi hermano** Lionel Izaguirre, por guiarme en el camino de la vida.
- Mi asesor** Ing. David Morales, por compartir sus conocimientos y su apoyo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala y  
Facultad de Ingeniería**

Por ser una importante influencia en mi carrera,  
entre otras cosas.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Erick Domínguez, David Véliz, Samuel Matheu,  
Aníbal Rodríguez, Romelia Jiménez, Gerson  
Girón, Edna Pereira, Cristian Ramírez y  
Gustavo Oxlaj.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Antecedentes del Centro de Cálculo e Investigación Educativa.....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Misión .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Servicios que realiza.....	2
1.2. Descripción de las necesidades .....	2
1.3. Priorización de las necesidades .....	4
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL .....	5
2.1. Descripción del proyecto .....	5
2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto .....	7
2.2.1. Moodle.....	7
2.2.2. <i>Plugin</i> .....	7
2.2.3. Persistencia de datos .....	8
2.2.4. Versionamiento.....	8
2.2.5. Usuario del campus virtual.....	8

2.2.6.	OpenAM .....	9
2.2.7.	Curso de campus virtual.....	11
2.2.8.	Matriculación del campus virtual .....	11
2.2.9.	Proceso de asignación de cursos (presenciales) en el sistema de información estudiantil.....	13
2.2.9.1.	Prerrequisitos y condiciones.....	13
2.2.9.2.	Proceso de asignación .....	14
2.2.10.	Proceso de desasignación de cursos en semestre (presenciales) en el Sistema de Información Estudiantil .....	15
2.2.10.1.	Prerrequisitos y condiciones.....	15
2.2.10.2.	Proceso de desasignación .....	16
2.3.	Presentación de la solución al proyecto .....	16
2.3.1.1.	Cliente OAuth2 .....	17
2.3.1.2.	Plugin OAuth2 .....	18
2.3.1.3.	Proceso OAuth2 .....	19
2.3.2.	Matriculación .....	21
2.3.2.1.	Plugin servicio web para CCIE .....	21
2.3.2.2.	Cliente CCIE - derecho de admisión ....	24
2.3.3.	Seguridad de sesión web .....	24
2.4.	Costos del proyecto.....	24
2.5.	Beneficios del proyecto .....	25
3.	FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE .....	27
3.1.	Capacitación propuesta.....	27
3.2.	Material elaborado.....	27
3.2.1.	Distribuir plugin.....	27
3.2.2.	Instalación de extensiones .....	28
3.2.3.	Autenticación Oauth2 .....	30

3.2.4.	Matriculación.....	32
3.2.5.	Cliente de servicio web .....	33
CONCLUSIONES .....		37
RECOMENDACIONES .....		39
BIBLIOGRAFÍA.....		41





# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Proceso de autenticación OAuth2 entre un cliente y OpenAM.....	10
2.	Inicio de sesión en campus virtual .....	20
3.	Instalador de módulos externos .....	28
4.	Validación del paquete de módulo externo .....	29
5.	Comprobación de <i>plugins</i> .....	30
6.	Actualizando la versión .....	30
7.	Activación de OAuth2 .....	31
8.	Formulario de configuración OAuth2.....	31
9.	Administrar <i>tokens</i> , lista de <i>token</i> vacía.....	32
10.	Crear ficha y administración de <i>tokens</i> .....	33
11.	Atributos de la clase “Matriculacion”.....	34

## TABLAS

I.	Priorización de las necesidades.....	4
II.	Clasificación de <i>plugin</i> .....	7
III.	Atributos de un usuario del campus virtual.....	9
IV.	Atributos de un curso virtual.....	11
V.	Categorías de matriculación.....	12
VI.	Curso virtual con categoría de matriculación .....	12
VII.	Atributos de un estudiante matriculado a un curso virtual .....	13
VIII.	Comparación OAuth2 entre OpenAM y Google .....	17
IX.	Perfil de campus virtual como cliente OAuth2.....	18

X.	Desarrollo de googleoauth2, rama openam_moodle2.8 .....	19
XI.	Recursos del <i>plugin</i> local_ccie.....	21
XII.	Petición de red HTTP para recurso matricular .....	22
XIII.	Petición de red HTTP para recurso desmatricular .....	23
XIV.	Petición de red HTTP para recurso get_cursos .....	23
XV.	Tabla de costos.....	25
XVI.	Resumen .....	27

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>GB</b>	Gigabyte
<b>KB</b>	Kilobyte
<b>MB</b>	Megabyte
<b>SSO</b>	Single Sign-On



## GLOSARIO

<b>Apache2</b>	Servidor web HTTP de código abierto.
<b>API</b>	Application Programming Interface, es el conjunto de instrucciones de programación, librerías o recursos basados en web, siguiendo un estándar, que asiste al desarrollo de un cliente, proyecto o aplicación de software.
<b>Autenticación</b>	Acto en el que un usuario presenta credenciales a un sistema de software para verificar su identidad.
<b>Autorización</b>	Acciones permitidas al usuario dentro del sistema.
<b>CCIE</b>	Centro de Cálculo e Investigación Educativa.
<b>Epoch</b>	Sistema para describir instantes en tiempo, definido como el número de segundos que ha transcurrido desde 00:00:00 UTC, jueves, primero de enero 1970. También es conocido como Unix Epoch, Unix Time o Posix Time.
<b>GIT</b>	Software de control de versiones con un diseño enfocado en la eficiencia y la confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando

estas tienen un gran número de archivos de código fuente.

## **GITHUB**

Plataforma de desarrollo colaborativo para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones GIT.

## **HTTP/HTTPS**

HTTP es un protocolo de aplicación para contenido distribuido. HTTPS agrega una capa de seguridad consistente en criptografía, usualmente TLS.

## **Moodle**

Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment, es un sistema para la gestión del aprendizaje (LMS), una plataforma de aprendizaje que proporciona a catedráticos y estudiantes de la Facultad de Ingeniería un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje virtuales personalizados. La M del nombre significa *modular*, para insertar una nueva funcionalidad a Moodle se realiza a través de *plugins*.

## **MySQL**

Sistema de gestión de bases de datos relacional.

## **OAuth2**

Marco de trabajo estandarizado de autenticación segura consistente en un simple conjunto de reglas que describen cómo dos partes intercambian *tokens* sin compartir información sensible (como los credenciales de usuario). Permite a los dueños de

recursos ceder a aplicaciones cliente acceso a sus recursos o servicios. Está construido encima del protocolo HTTP.

**OpenAM**

Plataforma de administración de acceso de código abierto. Soporta distintos protocolos de autenticación, entre ellos OAuth2.

**PHP**

Lenguaje de programación de uso general, de código del lado del servidor originalmente diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico.

**REST y RESTful**

Representational State Transfer, es un estilo de arquitectura de software de red de computadoras. Un servicio web que aplica las reglas de REST es conocido como RESTful, permite, tanto al servidor como a los clientes, un desarrollo independiente mientras su interfaz no se altere.

**RFC**

Request for Comments, son una serie de publicaciones del Internet Engineering Task Force (IETF) que describen diversos aspectos del funcionamiento de internet y otras redes de computadoras, como protocolos o procedimientos y comentarios e ideas sobre estos.

**Servicio web**

Método de intercambio de información entre dos aplicaciones a través de una red de computadora.

<b>SSO</b>	Control de identidad y acceso de usuario centralizado de sistemas de software independientes.
<b><i>Token</i></b>	Paquete que comprende información para identificar un usuario único, usualmente está atado a una cuenta en un proveedor de servicio.
<b>TLS</b>	TLS (Transport Layer Security) y su predecesor, SSL (Secure Socket Layer), son protocolos criptográficos diseñados con el fin de proveer seguridad en la comunicación a medida que viaja a través de internet.
<b>UEDi</b>	Unidad de Educación a Distancia.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación fue desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la Unidad de Educación a Distancia del Centro de Cálculo, teniendo como punto fundamental la integración de la plataforma de educación virtual con el sistema de asignación de cursos y el sistema de autenticación unificada, para mejorar la disponibilidad y acceso al campus virtual para los estudiantes y catedráticos.

En el primer capítulo se postula una reseña histórica de la Unidad de Educación a Distancia y su propósito en el ecosistema de la Facultad de Ingeniería, así como su infraestructura actual. Se describe la priorización de las necesidades para desarrollar en la plataforma virtual.

En el segundo capítulo se detalla tanto la investigación previa como la solución al problema con base en los requerimientos funcionales y no funcionales. Se indican los costos del proyecto y beneficios obtenidos en el desarrollo del proyecto.

En el tercer capítulo se detallan las capacitaciones y el funcionamiento general de la aplicación.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Unificar el sistema del campus virtual de la Unidad de Educación a Distancia con sistemas desarrollados por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa de la Facultad de Ingeniería, USAC.

### **Específicos**

1. Habilitar la autenticación unificada SSO para los usuarios del campus virtual.
2. Desarrollar un componente de software que permita matricular a los estudiantes a sus cursos virtuales dentro del campus virtual, a través del sistema de asignación de cursos del Centro de Cálculo e Investigación Educativa.
3. Desarrollar un componente de software que permita desmatricular a los estudiantes de sus cursos dentro del campus virtual, a través del sistema de desasignación de cursos del Centro de Cálculo e Investigación Educativa.
4. Proteger el canal de comunicación web entre la plataforma virtual y el usuario a través de la habilitación de TLS.



## INTRODUCCIÓN

La Unidad de Educación a Distancia (UEDi) pone a disposición de la comunidad estudiantil de la Facultad de Ingeniería el campus virtual, un espacio virtual en donde se desarrolla actividades de enseñanza y aprendizaje a distancia en modalidad *b-learning* y *e-learning*.

Un factor de éxito de este servicio educativo, desde el punto de vista administrativo, es el procedimiento de registro de cada estudiante al campus virtual y la matriculación respectiva a un curso específico. Un proceso de operación manual, repetitivo, propenso a errores, que consume tiempo y retrasa la inauguración del curso.

El Centro de Cálculo e Investigación Educativa (CCIE) cuenta con una infraestructura de red de computadoras y un sistema de control de estudiantes y docentes. Para integrar distintas aplicaciones en la Facultad, dispone de un servicio de SSO que permite desplegar diversos protocolos de autenticación.

Es necesario optimizar el proceso de registro y matriculación a través de la construcción de una serie extensiones (*plugins*) para que el campus virtual pueda hacer uso de los servicios proporcionados por el CCIE. Esto, a su vez, aplicando un diseño con un enfoque de automatización, siguiendo la aplicación de estándares de comunicación en red entre los distintos sistemas. Tales estándares son los protocolos OAuth2 en el rubro de autenticación, REST para servicios web, seguridad en la comunicación con TLS, y siguiendo las líneas guías de desarrollo recomendado por Moodle.org.

Esto resulta en un acceso inmediato, transparente y seguro para el estudiante de la Facultad de Ingeniería y provee una experiencia alineada a la estrategia de UEDi.

# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

Se detallan brevemente los antecedentes de la institución, así como su visión y misión, con la finalidad de saber más de la institución y de formar parte de la visión y objetivos. Se dan a conocer todos los problemas que se desean solucionar y se priorizan para resolverlos de manera ordenada.

## 1.1. Antecedentes del Centro de Cálculo e Investigación Educativa

Se proporciona una breve descripción de la Facultad de Ingeniería, como sus objetivos, su misión, visión y reseña histórica.

### 1.1.1. Reseña histórica

En el año 2014, la Junta Directiva de la Fiusac aprobó la nueva modalidad educativa *b-learning* (semipresencial) para cursos que integran los pénsums de estudio de las carreras.

El desarrollo e implantación de cursos modalidad *b-learning* está a cargo de la Unidad de Educación a Distancia (UEDi), la cual proporciona una plataforma educativa para el desarrollo de cursos virtuales llamada campus virtual (<https://uedi.ingenieria.usac.edu.gt/campus/>).

A partir de esta nueva modalidad educativa de cursos virtuales, el estudiante de Ingeniería tiene a su disposición cursos presenciales (cursos de forma tradicional) y cursos virtuales (siempre y cuando el curso de su elección esté disponible en esta modalidad).

### **1.1.2. Misión**

“Fortalecer e incorporar en los procesos de enseñanza-aprendizaje el uso estratégico de las tecnologías de la información y comunicación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.”<sup>1</sup>

### **1.1.3. Visión**

“Ser líder en innovación educativa por medio de la integración de las tecnologías de la información y comunicación que busca constantemente la excelencia y calidad académica.”<sup>2</sup>

### **1.1.4. Servicios que realiza**

La Unidad de Educación a Distancia (UEDi) a través de la innovación y las TIC establece un modelo educativo, mejorando así los procesos de enseñanza y aprendizaje a nivel superior. Con ética y calidad educativa, brinda apoyo a catedráticos y estudiantes en el uso estratégico de herramientas tecnológicas educativas. Su recurso destacado es el campus virtual respaldado por tecnología Moodle.

## **1.2. Descripción de las necesidades**

La Unidad de Educación a Distancia ofrece la plataforma virtual (campus virtual) impulsada por Moodle para satisfacer la necesidad educativa de la población académica de la Facultad de Ingeniería. Para que un estudiante pueda hacer uso de la plataforma virtual, debe tener un usuario registrado.

---

<sup>1</sup> Misión proporcionada por UEDi.

<sup>2</sup> Visión proporcionada por UEDi.



Actualmente, un usuario en la plataforma virtual con privilegios de administrador realiza la tarea de registrar usuarios con base en un listado de estudiantes pertenecientes a un curso de la Facultad. El listado es proporcionado por el catedrático o un coordinador del curso al inicio de cada ciclo académico, previo a su recopilación. Además, se provee atención a cada estudiante que no se le incluyó en el listado anterior.

Independientemente de existir el usuario o crear uno, el listado tiene otro objetivo, el de matricular el usuario a un curso virtual. La matriculación le permite al usuario acceder al contenido y participar para progresar dentro de la misma.

Para permitir que la tarea de registrar y matricular escale respecto al número de usuarios (población estudiantil) en aumento, se requiere expandir la funcionalidad del sistema de gestión de aprendizaje, usado como campus virtual, e integrarse con sistemas del Centro de Cálculo e Investigación Educativa (CCIE). El primer sistema, es el sistema de autenticación única (SSO), el cual permite que cualquier aplicación autorizada pueda registrar a un usuario con datos proporcionados por el SSO e iniciar sesión. El segundo sistema es la asignación de cursos del Centro de Cálculo e Investigación Educativa, e integrarlos con el campus virtual.

Para proteger información que se transmite entre el campus virtual y los sistemas CCIE, se requiere de un cifrado en la transmisión HTTP. La versión de lanzamiento de la instancia Moodle en UEDi se encuentra sin soporte, siendo tanto una vulnerabilidad como impedimento para incluir nuevas funcionalidades de plataforma y de desarrollo.

### 1.3. Priorización de las necesidades

En la tabla I se muestra la priorización de las necesidades surgidas en el Centro de Cálculo en la de Unidad de Educación a Distancia de la Facultad de Ingeniería.

Tabla I. **Priorización de las necesidades**

<b>Descripción de la necesidad</b>	<b>Priorización</b>
Configuración de cifrado TLS para el HTTP de uedi.ingenieria.usac.edu.gt	1
Migrar versión de lanzamiento Moodle hacia una versión reciente, con soporte y librerías actualizadas.	2
Adaptar Moodle para utilizar la modalidad de autenticación de CCIE.	3
Adaptar Moodle para recibir directrices de matriculación de parte de un cliente autorizado como el sistema de asignación de CCIE.	4
Desarrollar clientes del nuevo servicio de matriculación Moodle para facilitar la integración de un cliente.	5

Fuente: elaboración propia.

## 2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

En este capítulo se aborda en la solución del proyecto y se profundiza un poco más en el nivel técnico.

### 2.1. Descripción del proyecto

El proyecto tiene como finalidad brindar al estudiante, docente y auxiliar un acceso transparente a la plataforma virtual *e-learning* de la Facultad de Ingeniería.

En el área administrativa del proyecto, se establece el campus virtual como una aplicación cliente autorizada del sistema de autenticación de CCIE. A la vez, se define al campus virtual como proveedor de servicios web para clientes autorizados, entre ellos, los sistemas de asignación de cursos de CCIE. Dichos servicios incluyen compartir listados de cursos virtuales disponibles y realizar la matriculación y suspensión de un usuario a un curso virtual. Se establece un conjunto de protocolos y estándares para la comunicación, mensajes y documentos, que permitan integración de sistemas, arquitectura de software y hardware de la UEDi.

En el desarrollo del proyecto se analizan y diseñan los componentes para Moodle de forma eficaz y segura que le permitan realizar acciones con base en la información respaldada por CCIE.

Las extensiones para Moodle se desarrollan con lenguaje de programación PHP, haciendo uso de las diversas librerías de Moodle para

distintos aspectos de su funcionamiento como los cursos, usuarios, matriculaciones, transacciones de base de datos. Respecto a la internacionalización (i10n), se trabaja con idioma español.

La infraestructura de UEDi es replicada en un entorno de desarrollo, teniendo de vecinos a los servicios de prueba de CCIE. El primer servicio a integrar es el de SSO, se establece un acuerdo para el protocolo a utilizar e imponer las reglas en ambos lados del espectro.

Cuando un usuario en un navegador web ingresa al campus virtual, se verifica la validez del *token*. Una validez exitosa le permite acceso a la plataforma, de lo contrario, redirecciona al usuario a la página de inicio de sesión del servidor OpenAM. Un inicio de sesión exitoso es representado en la forma de un *token*. Una vez devuelta al campus virtual, se extrae un *token* que permite a Moodle consultar más información acerca del usuario, con el propósito de identificar un perfil local o crear un usuario.

El segundo servicio a integrar consisten en que Moodle provee un servicio web con métodos de matricular, desmatricular, entre otros, para consulta de CCIE. Estos servicios se adaptan a los sistemas de asignación de cursos y otros de parte de CCIE, como aplicaciones cliente autorizados de los servicios web del campus virtual. Estas aplicaciones cliente se habilitan en las diferentes etapas del transcurso de ciclos académicos.

Para una comunicación íntegra, confidencial y segura de los usuarios de UEDi y sistemas a integrar, se amplía el protocolo HTTP con un certificado TLS, extendido por CCIE, para el dominio de red uedi.ingenieria.usac.edu.gt.

## 2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto

A continuación se describe la investigación preliminar para la solución del proyecto.

### 2.2.1. Moodle

El sistema a integrar con CCIE es la plataforma Moodle, que es uno de los proyectos de educación más populares, escrito en PHP, modularizado y orientado a objetos. El campus virtual de la UEDi ha sido implementado con Moodle.

### 2.2.2. Plugin

Cualquier nueva funcionalidad en Moodle se implementa a través de extensiones (*plugin*). Los *plugin* se clasifican por tipos, algunos de los cuales se listan en la tabla II.

Tabla II. Clasificación de *plugin*

Nombre	Directorio	Descripción
Auth	/auth	Permite conexiones hacia fuentes externas de autenticación
Reportes administrativos	/admin/report	Provee vistas de datos, para administradores
Matriculación	/enrol	Formas para controlar quién se matricula en cursos
Local	/local	<i>Plugin</i> genérico para personalizaciones

Fuente: elaboración propia.

“Local” es el tipo multiusuario. Un *plugin* se almacena en el directorio /tipo\_plugin/nombre\_plugin/. Cada tipo de *plugin* tiene establecido su estructura de archivos, siendo los más comunes /lib.php, /tipo\_plugin.php (por ejemplo: /auth.php), /version.php y /lang/es/nombre\_plugin.php.

### **2.2.3. Persistencia de datos**

Moodle generalmente utiliza cualquier base de datos relacionales que PHP soporta. Actualmente *e-learning* utiliza MySQL para resguardar una base de datos. El esquema tiene a “mdl\_” como prefijo en el nombre de sus tablas.

### **2.2.4. Versionamiento**

El desarrollo de código fuente de Moodle utiliza a git como su control de versiones. El nombre del repositorio para un *plugin* tiene la siguiente convención de nombre: moodle-tipoplugin\_nombreplugin, por ejemplo: moodle-auth\_googleoauth2.

### **2.2.5. Usuario del campus virtual**

Los atributos mínimos que describen a un usuario en campus virtual son los siguientes.

Tabla III. **Atributos de un usuario del campus virtual**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
Id	Identificador único del usuario para uso interno.
Username	Identificador único del usuario. Por ejemplo: número de carné del estudiante (200819312).
Auth	Método de autenticación del usuario. El valor por defecto es “manual”, lo cual significa que fue creado por un usuario administrador.
Firstname	Primero y segundo nombre del usuario.
Lastname	Apellidos del usuario.
Email	Correo electrónico institucional. Por ejemplo: 200819312@ingenieria.usac.edu.gt

Fuente: elaboración propia.

El esquema completo se implementa en la tabla “mdl\_user”.

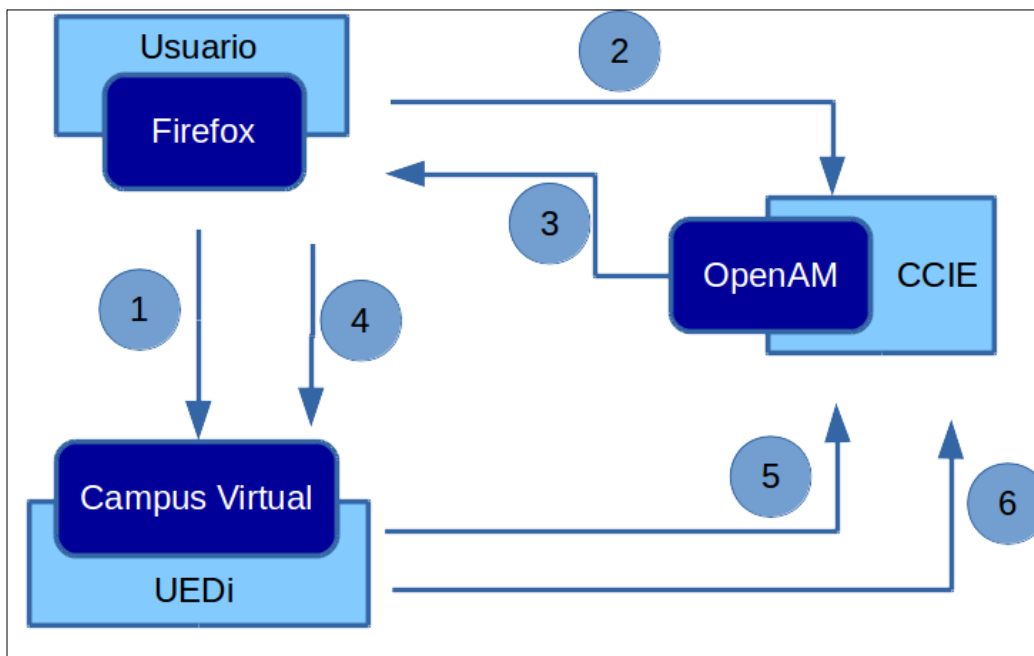
### **2.2.6. OpenAM**

Es la plataforma de administración de acceso utilizado por CCIE. Provee información de usuario de la población estudiantil. Como protocolo de autenticación, permite el uso de OAuth2, siendo uno de los protocolos predominantes en el campo de autenticación SSO. Debido al éxito de la adopción de este protocolo como estándar, Moodle dispone de un plugin de autenticación de OAuth2 hecho para servicios como Google, Facebook, LinkedIn, entre otros, teniendo cada uno de ellos una ligera modificación al protocolo OAuth2. Para utilizarse con el proveedor de CCIE, se requiere de un algoritmo personalizado en cada punto de las distintas reglas de OAuth2.

El protocolo generalmente conlleva los siguientes elementos:

- Credenciales del cliente: realizar peticiones HTTP hacia el API con una propia cuenta.
  - Un *token* de acceso a los recursos que están bajo el control de la propia aplicación.
- Código de autorización: conseguir un *token* para la cuenta del otro usuario.
- Iniciar sesión vía OAuth2.
- Presentar resultado al campus virtual.
- Solicitar información del usuario a OpenAM vía OAuth2.
- Obtener la información del usuario.

Figura 1. **Proceso de autenticación OAuth2 entre un cliente y OpenAM**



Fuente: elaboración propia.



### 2.2.7. Curso de campus virtual

Los atributos mínimos que describen a un curso en el campus virtual son los siguientes.

Tabla IV. **Atributos de un curso virtual**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
Id	Identificador único de un curso para uso interno.
Fullname	Nombre completo del curso.
Shortname	Nombre corto del curso.
Idnumber	Identificador único de un curso para uso externo.
Category	Referencia a la categoría que el curso pertenece.

Fuente: elaboración propia.

El esquema completo se implementa en la tabla “mdl\_course”.

### 2.2.8. Matriculación del campus virtual

La asignación de curso virtual se hace a través de la plataforma web de Ingeniería, administrada por el Centro de Cálculo e Investigación Educativa. En la actualidad, este no es el caso por carecer de comunicación entre los dos sistemas.

Esta asignación de curso virtual en Moodle es conocido en inglés como *enrolment*, o matriculación. La matriculación permite a un usuario participar dentro del curso con un rol asignado. La matriculación tiene 3 categorías, que son las siguientes.

Tabla V. **Categorías de matriculación**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Manual	Representa matriculación de un usuario regular, admitido por un usuario administrador.
Guest	Representa acceso al curso a usuarios no registrados (visitantes).
Self	Representa la matriculación realizada por un usuario regular.

Fuente: elaboración propia.

Cada una de esas categorías tiene una relación con cada curso, junto con un estado de activación. En la tabla IV se muestran algunos ejemplos de este caso.

Tabla VI. **Curso virtual con categoría de matriculación**

<b>Categoría curso</b>	<b>Estado</b>	<b>Curso</b>
Manual	Activo	Idioma técnico 1 A
Guest	No activo	Idioma técnico 1 A
Self	No activo	Idioma técnico 1 A
Manual	Activo	Idioma técnico 3 A
Guest	No activo	Idioma técnico 3 A
Self	No activo	Idioma técnico 3 A

Fuente: elaboración propia.

El esquema completo se implementa en la tabla “mdl\_enrol”.

Al matricular un usuario a un curso del campus virtual, se crea un registro representado con los siguientes atributos.

Tabla VII. **Atributos de un estudiante matriculado a un curso virtual**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
Id	Identificador único de una matriculación para uso interno.
Status	Participación habilitado del usuario en el curso.
Enrolid	Identificador único del curso con su categoría de matriculación.
Userid	Identificador único del usuario.
Timestart	Tiempo, en notación epoch, cuando el usuario inicia labores dentro del curso.
Timeend	Tiempo, en notación epoch, cuando caduca la matriculación.

Fuente: elaboración propia.

El esquema completo se implementa en la tabla “mdl\_user\_enrolments”.

### **2.2.9. Proceso de asignación de cursos (presenciales) en el sistema de información estudiantil**

El proceso general de asignación de cursos dentro del sistema de información estudiantil se desarrolla de la siguiente forma:

#### **2.2.9.1. Prerrequisitos y condiciones**

Previo a iniciar el proceso de asignación de cursos el sistema hace una serie de validaciones indispensables que establecen un conjunto de prerrequisitos y condiciones que todo estudiante debe cumplir, estas son:

- El estudiante debe estar inscrito en el ciclo actual
- El estudiante debe estar libre de las siguientes faltas:
  - Insolvencia de biblioteca central
  - Penalización en la Facultad
  - Expulsión

- Retiro de matrícula
- Datos desactualizados
- Amonestación pública
- El estudiante debe tener menos de tres asignaciones
- El proceso de asignación para su extensión debe estar habilitada
- El estudiante debe contestar una encuesta

La asignación extraordinaria tiene los mismos prerrequisitos y condiciones que la asignación oficial, excepto por los puntos 3 en adelante.

#### **2.2.9.2. Proceso de asignación**

- El estudiante ingresa al formulario de cursos y sección.
- El sistema filtra un listado de cursos con su sección de acuerdo a los siguientes parámetros:
  - Pénsum.
  - Extensión.
  - Periodo inscrito.
  - Número de terminación del carné.
  - Caso primer ingreso o reingreso.
  - Asignable únicamente laboratorio.
  - Cualquier otro parámetro requerido por la coordinación correspondiente.
- El estudiante selecciona su listado de cursos para su asignación.
- El estudiante envía su selección de cursos.
- El sistema ejecuta los siguientes once procesos de validación para cada curso:
  - Retrasada única
  - Secciones

- Cursos especiales
- Prerrequisitos
- Horarios
- Repitencia
- Número de créditos
- Carrera simultánea
- Cupos
- Casos especiales
- Traslape de horarios
- Para todos los procesos marca exitoso, se procede a generar una asignación exitosa.
- Para uno o más procesos marca una respuesta no exitosa, el estudiante debe modificar su selección de curso y sección.
- El sistema muestra un mensaje de asignación de curso realizada con éxito.

#### **2.2.10. Proceso de desasignación de cursos en semestre (presenciales) en el Sistema de Información Estudiantil**

A continuación se describe el proceso de desasignación presencial de cursos en semestre.

##### **2.2.10.1. Prerrequisitos y condiciones**

Previo a iniciar el proceso de desasignación de cursos, el sistema hace una serie de validaciones indispensables que establecen un conjunto de prerrequisitos y condiciones que todo estudiante debe cumplir, estas son:

- No desasignar todos los cursos.

- No desasignar un curso con antecedente de desasignación.
- La desasignación se realiza en el periodo de recepción de solicitudes de desasignación de cursos de semestre.

#### **2.2.10.2. Proceso de desasignación**

- El operario en CCIE ingresa al formulario de desasignación de cursos y selección.
- El operario selecciona su listado de cursos para su desasignación.
- El operario confirma los cursos para su desasignación.
- El sistema comprueba los prerrequisitos y condiciones establecidos.
- Si todas las validaciones son exitosas, se procede a realizar la desasignación de cursos.
- Si para una o más validaciones marca una respuesta no exitosa, el operario debe modificar la selección de los cursos.
- El sistema muestra un mensaje de desasignación de curso realizada con éxito.

La desasignación, tanto en el periodo estipulado como en el periodo extraoficial, utiliza la misma interfaz de usuario.

### **2.3. Presentación de la solución al proyecto**

El estándar OAuth2 utiliza 3 recursos web en su mecanismo de autenticación, que son *authorize*, *access token* y recursos protegidos. En la tabla VIII se encuentran lo implementado por OpenAM que un cliente debe considerar, en contraste la implementación de Google.

Tabla VIII. **Comparación OAuth2 entre OpenAM y Google**

<b>OAuth2 Estándar</b>	<b>Implementación OpenAM</b>	<b>Implementación Google</b>
Nombre de dominio	<a href="https://login.ingenieria.usac.edu.gt">https://login.ingenieria.usac.edu.gt</a>	<a href="https://accounts.google.com/o">https://accounts.google.com/o</a>
<i>Authorize</i>	/oauth2/authorize	/oauth2/auth
<i>Access token</i>	/oauth2/access_token	/oauth2/token
Recursos protegidos	/oauth2/tokeninfo	<a href="https://www.googleapis.com/plus/v1/people/me">https://www.googleapis.com/plus/v1/people/me</a>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.1.1. Cliente OAuth2**

Un cliente OAuth2 utiliza una serie de atributos, previamente definidos, para establecer comunicación con un proveedor de OAuth2. En la tabla IX se muestran los atributos que determinan un perfil de cliente de OAuth2.

Tabla IX. **Perfil de campus virtual como cliente OAuth2**

Atributos para un cliente	Valor
Client Type	Confidential
URL de redirección	https://uedi.ingenieria.usac.edu.gt/campus/auth/googleoauth2/openam_redirect.php
OpenAM ID cliente	elearning_oauth
OpenAM secreto de cliente	Establecer una contraseña
Scope	givenname inetuserstatus sn mail cn
Response Type	json

Fuente: elaboración propia.

### 2.3.1.2. Plugin OAuth2

Moodle puede ser un cliente OAuth2 para OpenAM al modificar el código fuente del *plugin*, de tipo auth, alojado como repositorio perteneciente a la cuenta Github del usuario mouneyrac, un reconocido desarrollador de Moodle. Este *plugin* tiene a league/oauth2-client como dependencia que juega el papel de envoltorio para las llamadas HTTP hacia un servidor de OAuth2. Esta se encuentra incluida en el proyecto.

La forma en proceder consiste en realizar un “fork” del repositorio mouneyrac/googleoauth2, obteniendo un repositorio independiente perteneciente a una cuenta de usuario personal. La incursión de OpenAM se realiza en una rama de desarrollo distinta a la principal, llamada *openam\_moodle2.8*.



Cualquier herramienta visual como *gitg* permite visualizar los cambios añadidos al código fuente. La tabla X resume el desarrollo de la rama `openam_moodle2.8`.

Tabla X. **Desarrollo de googleoauth2, rama openam\_moodle2.8**

<b>Archivo</b>	<b>Estado</b>
<code>auth.php</code>	Modificado
<code>classes/provider/openam.php</code>	Nuevo
<code>lang/es/auth_googleoauth2.php</code>	Modificado
<code>lang/en/auth_googleoauth2.php</code>	Modificado
<code>lib.php</code>	Modificado
<code>style.css</code>	Modificado
<code>vendor/league/oauth2-client/src/Provider/OpenAM.php</code>	Nuevo

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.1.3. Proceso OAuth2**

El proceso inicia cuando el usuario da clic sobre el botón OpenAM.

Figura 2. **Inicio de sesión en campus virtual**

Entrar

Nombre de usuario

Contraseña

Recordar nombre de usuario

Entrar

[¿Olvidó su nombre de usuario o contraseña?](#)

OPENAM

Las 'Cookies' deben estar habilitadas en su navegador ⓘ

Fuente: elaboración propia.

Se presenta el formulario de inicio de sesión de OpenAM al usuario donde debe ingresar sus credenciales.

Cuando OpenAM reconoce al usuario, *e-learning* procede a realizar 2 peticiones de red en el siguiente orden:

- `/oauth2/access_token`, para que *e-learning* como cliente, le conceda la petición al acceso a información relacionado con el usuario.
- `/oauth2/token_info`, para obtener información sobre el usuario.

Es en este momento cuando el *plugin* decide recuperar la sesión o crear el usuario, de no coincidir con la tabla `mdl_user`.

### 2.3.2. Matriculación

Se decidió utilizar un enfoque orientado a servicios, donde cualquier aplicación autorizada puede ser cliente para consumir los recursos.

#### 2.3.2.1. Plugin servicio web para CCIE

La extensión Moodle que más se acopla a un servicio web de multiusuario es el *plugin* de tipo local. El nombre del proyecto para el *plugin* es *moodle-local\_ccie*.

Los recursos disponibles son los que se describen en la tabla XI.

Tabla XI. Recursos del *plugin* local\_ccie

Recurso	Descripción
Matricular	Asigna un usuario a un conjunto de cursos.
Desmatricular	Desasigna un usuario un conjunto de cursos.
Get_cursos	Informa acerca los cursos virtuales disponibles.

Fuente: elaboración propia.

El formato de los mensajes a transferir es exclusivamente de tipo JSON. La ubicación de este servicio web es <https://uedi.ingenieria.edu.gt/campus/webservice/rest/server.php>.

Las peticiones de red se forman de la siguiente manera.

Tabla XII. **Petición de red HTTP para recurso matricular**

Parámetro	Valor
Query	?wstoken=abc123&wsfunction=matricular&moodlewsrestformat=json
Payload	<pre data-bbox="418 495 1097 762"> {   "username": "200123459",   "roleid": "5",   "firstname": "Allan",   "lastname": "Gutierrez",   "email": "200123459@ingenieria.usac.edu.gt",   "idnumbers": ["0006A ", "0009A "] } </pre>
Respuesta	<pre data-bbox="407 795 1289 1272"> {   "statusCode": "0",   "message": "Matriculaci&amp;oacute;n exitosa",   "username": "200123459",   "enrolments": [     {       "statusCode": 0,       "message": "Usuario 200123459 activo en 0006A con &amp;eacute;xito",       "courseid": "0006A "     },     {       "statusCode": 0,       "message": "Usuario 200123459 activo en 0009A con &amp;eacute;xito",       "courseid": "0009A "     }   ] } </pre>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Petición de red HTTP para recurso desmatricular**

Parámetro	Valor
Query	?wstoken= <b>abc123</b> &wsfunction= <b>desmatricular</b> &moodlewsrestformat= <b>json</b>
Payload	<pre>{   "username": "200123459" }</pre>
Respuesta	<pre>{   "statusCode": "0",   "message": "Desmatriculaci&amp;oacute;n exitosa",   "username": "200123459" }</pre>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Petición de red HTTP para recurso get\_cursos**

Parámetro	Valor
Query	?wstoken= <b>abc123</b> &wsfunction= <b>get_cursos</b> &moodlewsrestformat= <b>json</b>
Payload	Ninguno
Respuesta	<pre>{   "cursos": [     {       "fullname": "Idioma Tecnico 1",       "shortname": "IT1A",       "idnumber": "0006A "     },     {       "fullname": "Idioma t&amp;eacute;cnico 3",       "shortname": "IT3A",       "idnumber": "0009A "     }   ] }</pre>

Fuente: elaboración propia.

### **2.3.2.2. Cliente CCIE - derecho de admisión**

El sistema de asignación de cursos de CCIE tiene la flexibilidad de extender su funcionalidad a través de la modificación de su código fuente. Se diseñó y desarrolla un envoltorio como cliente, para PHP, tanto para las peticiones de red HTTP, como para la estructura y formato de los mensajes transferido.

Permite crear interfaces de asignación basado en información proveniente del campus virtual, entre ellas, un derecho de admisión que consiste en presentar al estudiante un listado de cursos virtuales y recobrar los que haya seleccionado. El derecho de admisión es habilitado a discreción de convenios entre el campus virtual y la Junta Directiva de la Facultad.

El proyecto del lado del cliente consiste en un archivo llamado *class.matriculacionElearning.inc.php*, el cual contiene la clase PHP con nombre "Matriculacion". A la vez, depende de un envoltorio PHP para la herramienta cURL, llamado *curl.php*.

### **2.3.3. Seguridad de sesión web**

Es importante proteger tanto claves y mensajes confidenciales entre sistemas, como información del usuario (*tokens*, *cookies*, *tareas*), de terceras personas no autorizadas. Para ello se adapta el servidor web, Apache2, que utiliza HTTPS en la capa de aplicación.

## **2.4. Costos del proyecto**

A continuación se detallan los costos del proyecto.

Tabla XV. **Tabla de costos**

Recursos	Cantidad	Costo unitario	Subtotal
Energía eléctrica	480 hrs	Q 6,25	Q 3 000,00
Internet (Youtube, IRC)	6 meses	Q 340,00	Q 2 040,00
Impresiones	50 hojas	Q 0,50	Q 25,00
Toma de requerimientos	9	Q 900,00	Q 8 100,00
Desarrollo	480 hrs	Q 63,00	Q 30 240,00
Implementación	5	Q 1 000,00	Q 5 000,00
Transporte	120 días	Q 2,20	Q 264,00
			<b>Total</b>
			<b>Q 48 669,00</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.5. Beneficios del proyecto

Los beneficios más significativos del proyecto son los siguientes:

- Registro eficiente de usuarios en el campus virtual
- Acceso inmediato al curso virtual
- Automatización de procesos
- Integración de sistemas, prevaleciendo la independencia entre sí





### 3. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

#### 3.1. Capacitación propuesta

Las capacitaciones se impartieron en el lapso de dos semanas a los involucrados de Centro de Cálculo y al administrador de Unidad de Educación a Distancia. Se obtuvo muy buena aceptación del software y la retroalimentación fue efectiva.

Tabla XVI. **Resumen**

<b>Recursos</b>	<b>Horas</b>
2 personas del Centro de Cálculo	12 horas
Administrador del campus virtual	8 horas

Fuente: elaboración propia.

#### 3.2. Material elaborado

Se muestra un manual donde se realizan operaciones de instalación, configuración y mantenimiento a productos de software.

##### 3.2.1. Distribuir plugin

Cada repositorio de *plugin* es acompañado por un archivo llamado *deploy.sh* que facilita la creación de un instalador del *plugin*. Para utilizarlo se deben seguir los siguientes pasos:

- Abrir `deploy.sh` para modificar sus variables adecuadamente
- Ejecutar “`./deploy.sh package`” en la línea de comandos

Con ello se obtiene un archivo ZIP listo para instalar el *plugin* en Moodle.

### 3.2.2. Instalación de extensiones

La instalación de *plugin* en Moodle requiere los siguientes pasos.

Dirigirse a Administración > Extensiones > Instalar módulos externos

Para obtener el siguiente formulario, hacer clic en el apartado “Instalar módulo externo desde un archivo ZIP”.

Figura 3. Instalador de módulos externos



▼ Instalar módulo externo desde un archivo ZIP ?

Tipo de extensión\* ?

Extensión (plugin) local (local)

✓ Plugin type location `/var/www/campus/local` is writable

Paquete ZIP\* ?

Seleccione un archivo...

Puede arrastrar y soltar archivos aquí para añadirlos

Reconocimiento\*

Entiendo que es mi responsabilidad disponer de copias de seguridad completas de este sitio antes de instalar módulos externos (ad-ons). Acepto y entiendo que los módulos externos (especialmente aquellos procedentes de fuentes no oficiales) pueden contener agujeros de seguridad, hacer que el sitio quede fuera de servicio, o provocar fugas de datos privados o la pérdida de los mismos.

[Ver más...](#)

Instalar módulo externo desde archivo ZIP

Fuente: elaboración propia.

El tipo de extensión varía según el *plugin*:

- *moodle-auth\_googleoauth2* es de tipo “Método de identificación (auth)”.
- *moodle-local\_ccie* es de tipo “Extensión (plugin) local (local)”.

Luego se validan los requisitos solicitados por la extensión.

Figura 4. **Validación del paquete de módulo externo**

Estado	Mensaje	Info
OK	Nombre del módulo externo que se debe instalar ?	googleoauth2
OK	Versión del módulo externo	2015091000
OK	Versión de Moodle requerida	2014051200
OK	Nombre completo del componente	auth_googleoauth2
OK	Nivel de madurez ?	MATURITY_STABLE
OK	Versión del módulo externo	2.1 (Build: 2015091000)
OK	Chequeo de permisos de escritura	/var/www/campus/auth

¡Requisitos válidos! ?

Cancelar ¡Instalale módulo externo!

Fuente: elaboración propia.

Sigue la comprobación de extensiones.

Figura 5. **Comprobación de *plugins***

Número de extensiones (plugins) que requieren atención durante esta actualización: 1

[Mostrar la lista completa de extensiones \(plugins\) instalados](#)

Nombre de la extensión	Directorio	Origen	Versión actual	Nueva versión	Requiere	Estado
Extensiones de identificación						
Oauth2	/auth/googleoauth2	Módulo externo		2015091000	• Moodle 2014051200	Para instalarse

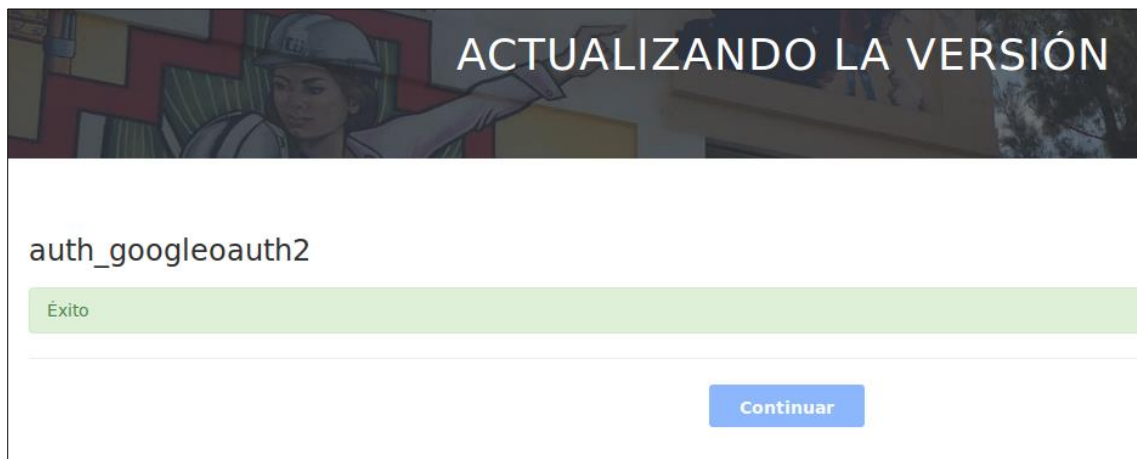
[Recargar](#)

[Actualizar base de datos Moodle ahora](#)

Fuente: elaboración propia.

La instalación finaliza con éxito.

Figura 6. **Actualizando la versión**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3. Autenticación OAuth2

El método de autenticación por OAuth2 se activa de la siguiente manera:

Dirigirse a Administración > Extensiones > Identificación > Gestionar identificación.

Buscar el registro “Oauth2”, para dar clic en el ícono del ojo y posteriormente en “Configuración”.

Figura 7. **Activación de Oauth2**

Oauth2	0		Configuración	Desinstalar
--------	---	---	---------------	-------------

Fuente: elaboración propia.

En el formulario de “Configuración”, se llenan únicamente las casillas que aparecen en la siguiente captura con los valores preestablecidos con OpenAM.

Figura 8. **Formulario de configuración OAuth2**

Id Cliente OpenAM	<input type="text"/>	Es el identificador del cliente Moodle.
Secreto App OpenAM	<input type="text"/>	Ver arriba.
URL Servidor OpenAM	<input type="text"/>	URL Servidor. ej: http://ssodes.site.com:8080/OpenAM-12.0.0
Scope OpenAM	<input type="text"/>	Son los datos solicitados al servidor de OpenAM. ej: givenname inetuserstatus sr
Response Type OpenAM	<input type="text"/>	Valor Response Type. ej. json

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4. Matriculación

Se debe generar un *token* para la cuenta del usuario administrador. El valor del *token* es compartido con los clientes autorizados.

Dirigirse a Administración > Extensiones > Servicios Web > Administrar *tokens*.

Figura 9. Administrar *tokens*, lista de *token* vacía

Área personal / Administración del sitio / Extensiones / Servicios Web / Administrar tokens

## Crear ficha

▼ Ficha

**Nombre de usuario / ID de Usuario\***  
Obligatorio

**Servicio\***  
Web Service CCIE

**Restricción de IP**

**Válido hast**  
22 September 2015  Habilitar

En este formulario hay campos obligatorios \*.

Fuente: elaboración propia.

Clic en “Agregar” para generar un *token* relacionado con local\_ccie. El servicio se llama “Web Service CCIE”.

Figura 10. **Crear ficha y administración de *tokens***

Área personal / Administración del sitio / Extensiones / Servicios Web / Administrar tokens

### Administrar tokens

Ficha	Usuario	Servicio	Restricción de IP	Válido hast	Operación
614c2af9bdcca7099f31d88a9fa25bfc		Web Service CCIE			<a href="#">Borrar</a>

[Agregar](#)  
Todos los protocolos de servicios web están desactivados. El parámetro "Activar servicios Web" se puede encontrar en "Características avanzadas".

Fuente: elaboración propia.

El valor “614c2af9bdcca7099f31d88a9fa25bfc” perteneciente a un usuario administrador debe permitir a clientes utilizar el servicio web.

### 3.2.5. Cliente de servicio web

El archivo `class.matriculacionElearning.inc.php` contiene la clase “Matriculacion” con atributos que requieren de valores adecuados. Estos son:

- *protocol.*
- *domain.*
- *token.*

Figura 11. Atributos de la clase “Matriculacion”

```
1 <?php
2 require_once('./curl.php');
3 /*
4  * Envoltorio PHP del cliente para el servicio web 'local_ccie'.
5  * Encapsula las llamadas HTTP y el formato del contenido en transferencia
6  */
7 class Matriculacion {
8     // Protocolo HTTP o HTTPS
9     private $protocol='http';
10    // Ubicacion de la plataforma moodle
11    private $domain='elearning.ingenieria.usac.edu.gt/campus';
12    // Token asignado por moodle para acceder al servicio 'local_ccie'
13    private $token='e622cce[REDACTED]';
14    // Formato del contenido transferido
15    private $rest_format='json';
16
```

Fuente: elaboración propia.

Los *plugin* fueron construidos utilizando la API de Moodle en su versión 2.8, tiene obsolescencia planificada para mayo 2016. El lanzamiento próximo de Moodle es la versión 3.0, planificado para su uso en producción en noviembre 2015.

Para mantener funcional el repositorio moodle-local\_ccie, a pesar de las actualizaciones del API, es necesario revisar los change-logs publicados por el equipo de Moodle. A la vez, analizar el comportamiento que presentan los métodos en las siguientes librerías Moodle:

- course/externallib.php
- enrol/externallib.php
- enrol/manual/externallib.php



El repositorio original de moodle-auth\_googleoauth2 de Mouneyrac, denominado *upstream*, es un proyecto activo con mejoras constantes en su código fuente. Estas se pueden integrar fácilmente utilizando la interfaz de Github e instrucciones de GIT.



## CONCLUSIONES

1. La integración entre sistemas del campus virtual y Centro de Cálculo satisficieron las necesidades presentadas y permitieron un mantenimiento accesible.
2. La integración se llevó a cabo independientemente de la implementación de los sistemas, evidenciando la flexibilidad que provee el enfoque a servicios, siempre que se respeten los protocolos y estándares.
3. Los estudiantes podrán, a través del derecho de admisión, acceder al campus virtual validado por sistemas ya establecidos.
4. Se espera que más aplicaciones que funcionan en la Facultad de Ingeniería se sumen al OAuth2.



## RECOMENDACIONES

1. Capacitar a la comunidad universitaria, a través de material audiovisual, en el uso de la nueva modalidad de inicio de sesión.
2. Utilizar HTTPS en cualquier intento de comunicación, sea público o interno.
3. Seguir las buenas prácticas de desarrollo Moodle.
4. Formar una cuenta comunitaria de la Facultad de Ingeniería en Github para fomentar una cultura de desarrollo de libre participación.



## BIBLIOGRAFÍA

1. *Configuración OAuth2 en OpenAM.* [en línea].  
<<http://docs.forgerock.org/en/openam/12.0.0/admin-guide/index/chap-oauth2.html#oauth2-endpoints>>. [Consulta: marzo de 2015].
2. *Creación y uso de web services en Moodle.* [en línea].  
<[https://docs.moodle.org/dev/Web\\_services](https://docs.moodle.org/dev/Web_services)>. [Consulta: mayo de 2015].
3. *Lanzamientos de versiones de Moodle.* [en línea].  
<<https://en.wikipedia.org/wiki/Moodle#Releases>>. [Consulta: julio de 2015].
4. *Líneas guías de Moodle para desarrollo.* [en línea].  
<[https://docs.moodle.org/dev/Coding\\_style](https://docs.moodle.org/dev/Coding_style)>. [Consulta: marzo de 2015].
5. *Moodle OAuth2.* [en línea].  
<[https://docs.moodle.org/29/en/Google\\_Apps\\_Integration#Plugin:\\_OAuth2\\_plugin](https://docs.moodle.org/29/en/Google_Apps_Integration#Plugin:_OAuth2_plugin)>. [Consulta: marzo de 2015].
6. *Repositorio googleoauth2.* [en línea].  
<[https://github.com/mouneyrac/moodle-auth\\_googleoauth2](https://github.com/mouneyrac/moodle-auth_googleoauth2)>. [Consulta: marzo de 2015].

