

Herramienta software para automatización de tareas y aseguramiento de información académica
en la plataforma Moodle

Jeyson Andrés Vega Romero, Julián Andrés Hernández Quintero

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Sistemas e Informática

Director

Sonia Cristina Gamboa Sarmiento

Doctora en Educación, Filosofía y Enseñanza de la filosofía

Co-Director

Nelson Ricardo Otero Riaño

Ingeniero de Sistemas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Bucaramanga

2018

DEDICATORIA

“A Dios,
Por darme fortaleza para poder superar momentos difíciles durante mi carrera.

A mis padres,
A mi madre Martha Lucía Quintero Silva y a mi padre Edgar Hernández Rojas por brindarme apoyo durante toda mi formación académica y enseñarme los valores fundamentales para ser una persona de bien.

A mi familia,
A mi tío Hilmar Antonio Quintero Silva por apoyarme durante el desarrollo de mi carrera, a mi abuelita María Georgina Silva Pedraza (Q.E.P.D) quien estaría orgullosa de mí por este triunfo, y a todas las demás personas que me apoyaron de una u otra manera”.

Julián Hernández

“A mis padres Emilsen Romero y Horacio Vega porque han sido mi apoyo y motivación durante todas las etapas de mi vida y con sus esfuerzos han hecho posible que llegue a este punto.

A mis hermanos, especialmente a Jose y Julian, quienes han estado presentes desde mi primer día en la universidad, aconsejándome, acompañándome y apoyándome.

A toda mi familia y amigos que de diferentes formas me han ayudado a alcanzar esta meta y muchas otras en mi vida.

A todos los jóvenes y familias de la YMCA, por ser parte de mi vida, motivarme y ayudarme a cumplir sueños”.

Jeyson Vega

AGRADECIMIENTOS

“A Dios:
por estar presente en cada etapa de nuestras vidas y bendecirnos a lo largo de nuestra carrera.

A la Dra. Sonia Cristina Gamboa Sarmiento:
por toda la dedicación, orientación y enseñanza durante el desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Nelson Ricardo Otero:
por habernos acompañado, guiado, y aconsejado durante el desarrollo del proyecto y en diferentes etapas de nuestra carrera.

Al equipo de sistemas del IPRED:
por el apoyo y aprendizajes en nuestra instancia.

Al Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia y cada uno de sus miembros quienes facilitaron el desarrollo de este proyecto.

A la Universidad Industrial de Santander, nuestra universidad:
por cada experiencia y momento que nos han formado como profesionales.
Y a cada docente por su dedicación a nuestro aprendizaje y por brindarnos los conocimientos para el desarrollo de esta Tesis de Grado.

A quienes de una u otra forma aportaron para el logro de este Trabajo de Grado.

Por su valioso aporte en este proceso y en nuestras vidas, gracias”.

Tabla de contenido

Introducción	15
1. Justificación	17
2. Objetivos.....	19
2.1. Objetivo general	19
2.2. Objetivos específicos.....	19
3. Marco Teórico	20
3.1. Generalidades	20
3.1.1. Instituto de proyección regional y educación a distancia.	20
3.1.2. Sistema de apoyo a la excelencia académica.....	20
3.2. Educación virtual.....	21
3.2.1. E-learning.	23
3.2.2. Sistemas de gestión de aprendizaje.	23
3.3. Herramientas	24
3.3.1. Moodle.....	24
3.3.2. PHP.....	26
3.3.3. PostgreSQL.....	27
3.4. Librerías	27
3.4.1. Bootstrap.....	27
3.4.2. Smarty.....	28
3.4.3. Font-Awesome.....	28
3.4.4. Animate.css.....	28
3.4.5. mPDF.....	29
4. Modelo De Gestión Del Conocimiento	29
4.1. Pirámide de Niveles Gerenciales.....	29
4.2. Proceso académico y de seguimiento interno	29
5. Metodología.....	30
6. Desarrollo del Proyecto	32
6.1. Requerimientos del sistema (Fase de inicio).....	32
6.1.1. Informe dentro de la plataforma Moodle.....	34
6.1.2. Sistema de alertas tempranas.....	34
6.1.3. Interfaz para el estudio de datos semestre a semestre.	35

6.1.4. Definición de posibles actores y casos de uso.....	36
6.2. Análisis y diseño (Fase de elaboración).....	37
6.2.1. Actores.....	37
6.2.2. Casos de uso.....	37
6.2.3. Diagramas con los actores y sus casos de uso.	51
6.2.4. Diagrama de clases.	53
6.2.5. Arquitectura.	54
6.3. Desarrollo (Fase de construcción).....	55
6.3.1. Plugin para Moodle.	55
6.3.2. Interfaz SEA.	62
6.4. Implementación y pruebas (Fase de transición).....	69
7. Conclusiones.....	72
8. Recomendaciones	73
Referencias.....	74

Tabla de figuras

Figura 1. Logo IPRED – UIS.....	20
Figura 2. Etapas del proceso académico	21
Figura 3. Estadística de registros de Moodle	25
Figura 4. Top 10 de sitios registrados en 232 países	26
Figura 5. Pirámide de niveles gerenciales del IPRED	29
Figura 6. Modelo del proceso académico y de seguimiento del IPRED	30
Figura 7. Ejemplo de metodología RUP	31
Figura 8. Fases e iteraciones de la metodología RUP.....	32
Figura 9. Uso de las diferentes versiones de Moodle	33
Figura 10. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de Administración de plugin. 38	
Figura 11. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de Informes plugin	38
Figura 12. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de alertas plugin	39
Figura 13. Diagrama general de actores y casos de uso - Administrar usuarios SEA.....	39
Figura 14. Diagrama general de actores y casos de uso - Consultas SEA.....	39
Figura 15. Diagrama general de actores y casos de uso - Iniciar sesión SEA	40
Figura 16. Diagrama general de actores y casos de uso - Actualizar base de datos SEA.....	40
Figura 17. Diagrama del modelo de casos de uso plugin – Administrador	51
Figura 18. Diagrama del modelo de casos de uso plugin – Coordinador	51
Figura 19. Diagrama del modelo de casos de uso plugin - Tutor	51
Figura 20. Diagrama del modelo de casos de uso plugin - Orientador.....	52
Figura 21. Diagrama del modelo de casos de uso SEA - Administrador	52
Figura 22. Diagrama del modelo de casos de uso SEA - Orientador	52
Figura 23. Diagrama de clases	53
Figura 24. Interacción con Moodle.....	54
Figura 25. Arquitectura de la herramienta	54
Figura 26. Sección de código - mod_form.php plugin	55
Figura 27. Sección de código - version.php plugin	56
Figura 28. Icono plugin.....	56
Figura 29. Sección de código – index.php plugin.....	57
Figura 30. Sección de código - view.php plugin	58
Figura 31. Sección de código - lib.php plugin	59
Figura 32. Sección de código - lang plugin	59
Figura 33. Estructura del código - plugin	60
Figura 34. Tablas insertadas por el plugin en la BD de Moodle.....	61
Figura 35. Estructura del código - Interfaz SEA.....	63
Figura 36. Sección de código - index.php SEA	64
Figura 37. Sección de código - config.php SEA.....	65
Figura 38. Fragmento de código - Capa de modelo SEA	65
Figura 39. Fragmento de código - Capa de controlador SEA.....	66
Figura 40. Fragmento de código - Capa de vistas SEA	66
Figura 41. Base de datos SEA.....	67
Figura 42. Pantallazo de resultado de pruebas - Plugin	71

Figura 43. Pantallazo de resultado de pruebas - Interfaz SEA 71

Tablas

Tabla 1 Plantilla de informes en Moodle.....	34
Tabla 2 Alertas definidas para cada rol.....	35
Tabla 3 Actor administrador.....	40
Tabla 4 Actor coordinador.....	40
Tabla 5 Actor Tutor.....	41
Tabla 6 Actor Orientador.....	41
Tabla 7 Caso de uso - Instalar plugin.....	41
Tabla 8 Caso de uso - Insertar actividad.....	42
Tabla 9 Caso de uso - Configurar alertas de curso.....	43
Tabla 10 Caso de uso - Configurar alertas de programa.....	43
Tabla 11 Caso de uso - Consultar.....	44
Tabla 12 Caso de uso - Enviar correo.....	45
Tabla 13 Caso de uso - Enviar alertas.....	45
Tabla 14 Caso de uso - Iniciar sesión SEA.....	46
Tabla 15 Caso de uso - Actualizar base de datos SEA.....	47
Tabla 16 Caso de uso - Añadir orientador SEA.....	47
Tabla 17 Caso de uso - Restaurar contraseña SEA.....	48
Tabla 18 Caso de uso - Consultar desempeño general de asignatura SEA.....	48
Tabla 19 Caso de uso - Revisar participación en foros SEA.....	49
Tabla 20 Caso de uso - Consultar rankings SEA.....	50
Tabla 21 Especificaciones VPS de pruebas.....	69

Apéndices

(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Manual de usuario

Apéndice B. Diagramas de actividades

Apéndice C. Documentación de reuniones para levantamiento de requerimientos

Apéndice D. Base de datos – Moodle

Apéndice E. Base de datos - Interfaz SEA

RESUMEN

TITULO: HERRAMIENTA SOFTWARE PARA AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS Y ASEGURAMIENTO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA EN LA PLATAFORMA MOODLE*

AUTORES: JEYSON ANDRÉS VEGA ROMERO**
JULIÁN ANDRÉS HERNÁNDEZ QUINTERO**

PALABRAS CLAVE: MOODLE, IPRED, EDUCACIÓN, DISTANCIA, VIRTUAL, PLUGIN, ALERTAS, SEA, SEGUIMIENTO, MEN.

DESCRIPCIÓN:

En la búsqueda de la excelencia académica y prevención de la deserción estudiantil, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) diseñó la “Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior”. Ésta proporciona un marco de referencia en la búsqueda de la alta calidad. A partir de ella se identifica la necesidad de aprovechar al máximo las tecnologías de información y comunicación (especialmente para las instituciones educativas que desarrollan programas virtuales y a distancia). La obtención de alertas tempranas, automatización de tareas de seguimiento y aseguramiento de datos, garantizan una mejoría en el desarrollo profesional de los estudiantes y continuidad de su proceso formativo.

“Moodle es una plataforma diseñada para crear ambientes de aprendizaje virtual personalizados. Así, Moodle proporciona un sistema integrado único, robusto y seguro tanto para educadores y estudiantes, como para administradores” (Moodle, 2017). Por lo anterior, la plataforma impulsa miles de ambientes de aprendizaje, proporcionando herramientas enfocadas en el estudiante y los ambientes de aprendizaje colaborativo.

El Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia –IPRED- de la UIS así como otras Instituciones de Educación Superior –IES-, debe contar con mecanismos que le permitan garantizar que las estrategias establecidas por la Universidad, tales como el Sistema de Apoyo a la Excelencia Académica -SEA- y la incorporación de tecnologías que apoyen los procesos de enseñanza y aprendizaje, se puedan llevar a cabo.

Este proyecto apoya la búsqueda de la excelencia académica, por medio del desarrollo de una herramienta software que se integre a la plataforma Moodle con el fin de automatizar tareas y asegurar la información, de tal forma que se puedan obtener alertas tempranas para la prevención del riesgo académico y realizar acompañamiento y análisis a los estudiantes durante su trayectoria académica.

* Trabajo de Grado. Directora, Sonia Cristina Gamboa Sarmiento. Co-Director, Nelson Ricardo Otero Riaño.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática.

ABSTRACT

TITLE: HERRAMIENTA SOFTWARE PARA AUTOMATIZACIÓN DE TAREAS Y ASEGURAMIENTO DE INFORMACIÓN ACADÉMICA EN LA PLATAFORMA MOODLE*

AUTHOR: JEYSON ANDRÉS VEGA ROMERO**
JULIÁN ANDRÉS HERNÁNDEZ QUINTERO**

KEYWORDS: MOODLE, IPRED, EDUCACIÓN, DISTANCIA, VIRTUAL, PLUGIN, ALERTAS, SEA, SEGUIMIENTO, MEN.

DESCRIPTION:

In the pursuit of academic excellence and prevention of student desertion, the Ministry of National Education (MEN) designed the "Guide for the implementation of the management model of student permanence and graduation in higher education institutions". It provides a frame of reference in the search for high quality. Based on this, the need to take full advantage of information and communication technologies (especially for educational institutions that develop virtual and distance learning programs) is identified. Obtaining early alerts, automation of follow-up tasks and data assurance guarantee an improvement in the students' professional development and continuity of their educational process.

“Moodle is a platform designed to create personalized virtual learning environments. Thus, Moodle provides a unique, robust and safe integrated system for teachers and students, as well as for administrators” (Moodle, 2017). Therefore, the platform promotes thousands of learning environments, providing tools focused on the student and the collaborative learning environments. The Institute for Regional Projection and Distance Education IPRED - UIS as well as other Institutions of Higher Education -HEI-, must have mechanisms that allow it to guarantee that the strategies established by the University, such as the Support System for the Academic Excellence -SEA- and the incorporation of technologies that support the teaching and learning processes, can be carried out.

This project supports the pursuit of academic excellence, through the development of a software tool that is integrated into the Moodle platform in order to automate tasks and ensure information, so that early warnings can be obtained for risk prevention academic and conduct accompaniment and analysis to students during their academic career.

* Undergraduate Thesis. Director, Sonia Cristina Gamboa Sarmiento. Co-Director, Nelson Ricardo Otero Riaño.

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Engineering and Computer Systems.

Introducción

Con el paso de los años, la educación a distancia ha ganado mayor aceptación como estrategia para llegar a más personas que por diferentes razones no acceden a la educación presencial. Por lo que es de vital interés para las Instituciones de Educación Superior -IES- comprometidas con brindar profesionales de la mejor calidad al país, fortalecer sus metodologías de enseñanza en línea, a través de la correcta implementación de herramientas TIC para alcanzar el nivel de educación virtual deseado.

Los conceptos de educación virtual y educación a distancia se encuentran estrechamente ligados, sin embargo, es importante hacer una distinción de estos conceptos. En este sentido el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2015) menciona que:

La educación virtual, también llamada "educación en línea", se refiere al desarrollo de programas de formación que tienen como escenario de enseñanza y aprendizaje el ciberespacio (...). La educación virtual es una modalidad de la educación a distancia; implica una nueva visión de las exigencias del entorno económico, social y político, así como de las relaciones pedagógicas y de las TIC. No se trata simplemente de una forma singular de hacer llegar la información a lugares distantes, sino que es toda una perspectiva pedagógica (párr. 4).

La plataforma Moodle se ha posicionado como uno de los escenarios de aprendizaje en línea de mayor uso en las IES por características como la flexibilidad, usabilidad y la capacidad de modificarse y ampliarse gracias a que es un desarrollo de código abierto. Respecto a las características más relevantes de Moodle, (Universidad de Antioquia, s.f.) resalta:

- Promueve una pedagogía constructivista social (colaboración, actividades, reflexión crítica, etc.).
- Es apropiado para el aprendizaje en línea y para complementar el aprendizaje presencial.
- Tiene una interfaz de navegación sencilla, ligera y eficiente.
- Un profesor tiene control total sobre todas las opciones de un curso.
- Ofrece una serie de actividades para los cursos: consulta, tarea, dialogo, chat, foro, glosario, wiki, cuestionario, reunión, entre otros.
- Integración del correo. Pueden enviarse al correo electrónico copias de los mensajes enviados a un foro, los comentarios de los profesores, etc.

Para la Universidad Industrial de Santander y el Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia, la implementación de Moodle como su principal Learning Management System - LMS (Sistema de administración del aprendizaje), ha sido una estrategia adoptada a partir del acuerdo N° 277 de 2011 del Consejo Superior, con el fin de apoyar los procesos de enseñanza aprendizaje a través de las TIC.

Con el fin de aprovechar de manera óptima las funcionalidades de Moodle, se considera pertinente profundizar en las potencialidades del LMS con el fin de implementar soluciones para facilitar la obtención de datos de seguimiento y aseguramiento de información que a su vez permita posteriores análisis.

1. Justificación

La Universidad Industrial de Santander –UIS– es consciente de la responsabilidad que tiene frente a la sociedad en cuanto a la calidad de profesionales que forma cada día, es por ello que dentro de las estrategias implementadas para asegurar que sus estudiantes cuenten con un nivel de formación de alta calidad, ha establecido el Sistema de Apoyo a la Excelencia Académica –SEA–, el cual busca que los estudiantes culminen con éxito su proceso de formación, a partir de acciones de acompañamiento.

Otra de las estrategias es la incorporación de tecnologías como apoyo a los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en programas presenciales, y como el principal medio para llevar a cabo tales procesos, para programas a distancia y virtuales.

En consecuencia, a través del Acuerdo No. 051 de 2009 del Consejo Superior, la Universidad decide implementar la política de apoyo a la formación mediante las tecnologías de la información y la comunicación –TIC– en la cual se establecen los principios orientadores y las responsabilidades dentro de la Institución para la adopción y uso de las TIC. Así mismo, mediante el Acuerdo No. 277 de 2011 del Consejo Superior, en el Artículo 2, adopta como escenario institucional de encuentro en línea la plataforma Moodle.

De acuerdo con lo anterior, el Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia –IPRED – de la UIS debe contar con mecanismos que le permitan garantizar que las estrategias establecidas por la Universidad se puedan llevar a cabo. En este sentido, el IPRED tiene procesos particulares de acompañamiento a sus estudiantes, los cuales no son cubiertos por las herramientas disponibles en el mercado. Por consiguiente, se busca desarrollar herramientas software que permitan la automatización de tareas y el aseguramiento de la información académica de tal forma

que se pueda apoyar el acompañamiento a los estudiantes durante su trayectoria académica, y posteriormente el análisis de los datos almacenados.

Finalmente, este proyecto beneficiará directamente a los estudiantes de pregrado en las modalidades de distancia y virtual de la Universidad Industrial de Santander y a estudiantes de otras instituciones que implementen la herramienta como un plugin de Moodle, al permitir obtener alertas tempranas que mitiguen el riesgo académico, e indirectamente al facilitar a los docentes y coordinaciones de programa el acceso a datos para un óptimo acompañamiento y análisis.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar una herramienta software que se integre con la plataforma Moodle para el acompañamiento y análisis de los procesos académicos soportados en ella.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los elementos del modelo de gestión de permanencia y graduación del MEN y del Sistema de Apoyo a la Excelencia Académica –SEA de la UIS que permiten hacer acompañamiento y análisis a los procesos académicos.
- Diseñar e implementar la herramienta para la plataforma Moodle, que permita el acompañamiento y análisis de los procesos académicos soportados en la plataforma tales como seguimiento de: asistencia, entrega de actividades y registros de notas.
- Diseñar una base de datos que permita la información con base en los elementos previamente identificados.
- Diseñar una interfaz que permita el análisis de datos acerca del comportamiento de los procesos académicos.

3. Marco Teórico

3.1. Generalidades

3.1.1. Instituto de proyección regional y educación a distancia. El Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia - IPRED, es la unidad académico – administrativa de la Universidad Industrial de Santander designada al fortalecimiento de la formación, investigación y extensión de la universidad en las regiones. El IPRED promueve el desarrollo integrando diversos sectores sociales en la formulación e implementación de programas académicos.

Actualmente, el IPRED oferta programas de formación implementando la plataforma Moodle como escenario institucional de encuentro en línea, por disposición del acuerdo No. 277 artículo 2 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander (UIS, 2011).



Figura 1. Logo IPRED – UIS

Fuente: Universidad Industrial de Santander (s.f.). http://ead.uis.edu.co/pqrs/imagenes/Logo_IPRED UIS.png

3.1.2. Sistema de apoyo a la excelencia académica. Según el acuerdo N° 018 de 2014 del consejo superior de la universidad (UIS, 2014):

El Sistema de Apoyo a la Excelencia Académica (SEA), es un conjunto de estrategias y actividades que se desarrollan desde las diferentes Unidades Académicas de la Universidad con

el fin de beneficiar directamente a los estudiantes. “Se orienta a la articulación y consolidación de estrategias y acciones que acompañen a los estudiantes de pregrado durante su trayectoria académica, con el fin de que logren culminar con éxito su proceso de formación. (p.18)

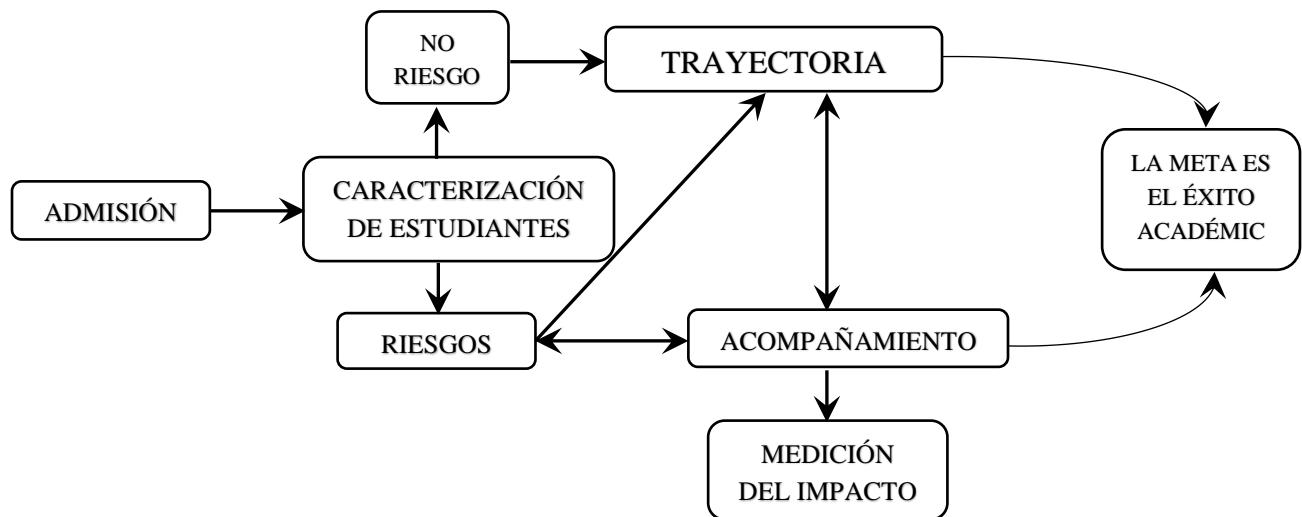


Figura 2. Etapas del proceso académico
Fuente: Acuerdo N° 018 del Consejo superior UIS (2014).

3.2. Educación virtual

El (MEN, 2009) afirma que:

La educación a distancia apareció en el contexto social como una solución a los problemas de cobertura y calidad que aquejaban a un número elevado de personas, quienes deseaban beneficiarse de los avances pedagógicos, científicos y técnicos que habían alcanzado ciertas instituciones, pero que eran inaccesibles por la ubicación geográfica o bien por los elevados costos que implicaba un desplazamiento frecuente o definitivo a esas sedes. (p.1)

Por otro lado, (Garrison, 1985) afirma que la educación a distancia ha pasado por tres generaciones:

- Generación de la correspondencia:
La primera tecnología de la educación a distancia fue la correspondencia física, caracterizada por la poca comunicación profesor-estudiante, en la cual el alumno recibía a través del sistema postal su material de formación y devolvía al profesor las tareas y exámenes.
- Generación de la multimedia:
Ésta se sitúa alrededor de los años sesenta y se refiere a los canales de transmisión de voz, vídeo y datos, tales como radio y televisión.
- Generación de la telemática:
Su inicio se sitúa en la década de los 80, y se basa en la integración de las telecomunicaciones con otros medios educativos. Se caracteriza por el uso de tecnologías más sofisticadas y una mayor interacción profesor-estudiante. A esta última generación de la educación a distancia se le denomina educación virtual.
(p. 235-238)

La educación virtual es el desarrollo de programas formativos a través del ciberespacio, integrando diferentes tecnologías para mejorar la comunicación y la interacción entre el docente y el alumno.

La Educación virtual ciertamente presenta características que la diferencian de la educación tradicional o presencial. Unas de estas son la autonomía, la responsabilidad y el compromiso que debe tener el estudiante sobre su proceso de formación. Sin embargo, como menciona (Durán, Estay-Niculcar, & Álvarez, 2015) la educación virtual lleva a establecer situaciones donde el

aprendizaje debe ser compartido o cooperativo con otros participantes que ayudan a enriquecer la experiencia cognitiva.

3.2.1. E-learning. Para el término e-learning se encuentran múltiples definiciones de acuerdo con el punto de vista de cada autor, sin embargo, visto desde su concepción como herramienta de formación, se puede afirmar que estos sistemas tienen dos componentes, pedagógico y tecnológico. Pedagógico en el sentido de no utilizar estos sistemas solamente como contenedores o repositorios digitales de información, sino que ésta debe ser transmitida mediante modelos pedagógicos definidos. Por otra parte, tecnológico ya que los procesos de formación (enseñanza/aprendizaje) y evaluación se sustentan en herramientas de software desarrolladas principalmente en ambientes web (García, 2005).

3.2.2. Sistemas de gestión de aprendizaje. Entre las primeras definiciones, autores como (Zapata, 2003) puntualizan los Sistemas de Gestión de Aprendizaje como una herramienta informática y telemática organizada en función de unos objetivos formativos de forma integral y de unos principios de intervención psicopedagógica y organizativos, de tal manera que se puedan cumplir criterios básicos como el acceso a través de un navegador web, posibilidad de acceder remotamente, permitir la actualización y edición de la información, entre otros.

(Boneu, 2007) plantea que las características primordiales de todo LMS son:

- La **interactividad**, en cuanto a permitir que la persona que está haciendo uso de la herramienta comprenda que es el protagonista de su formación.
- **Flexibilidad**, que corresponde a la fácil adaptación del LMS en la organización en la que se desea implementar y debe ajustarse a la estructura de la institución.

- La **escalabilidad**, es la capacidad de la plataforma para funcionar correctamente con un número pequeño o grande de usuarios.
- **Estandarización**, la capacidad de utilizar cursos realizados por terceros.
- El **seguimiento** a los diferentes usuarios de acuerdo con las necesidades de cada organización.

Por último, como menciona (Sánchez, 2009) los Sistemas de Gestión de Aprendizaje deben contar con herramientas que permitan la inspección y evaluación de los estudiantes, el control de la administración y la asignación de permisos y, aplicaciones complementarias que faciliten extender las funcionalidades de la plataforma para que se ajusten a los constantes cambios en las necesidades de las organizaciones.

3.3. Herramientas

3.3.1. Moodle. El acrónimo Moodle viene de Modular object-oriented dynamic learning environment (Entorno de aprendizaje dinámico modular orientado a objetos). Moodle es un software de código abierto para la administración de entornos de enseñanza/aprendizaje, que actualmente se encuentra en la versión 3.4. La plataforma fue originalmente desarrollada por Martin Dougiamas, escrita en el lenguaje de programación PHP y distribuido bajo licencia GNU.

De acuerdo con (Moodle, 2017). “Moodle es una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un **sistema integrado único, robusto y seguro** para crear ambientes de aprendizaje personalizados.”

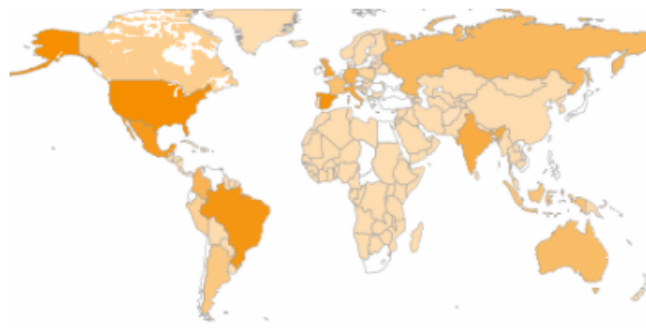
Para ampliar un poco más la visión sobre la importancia de la plataforma Moodle, se presenta la siguiente tabla en la que se observa que Moodle ha registrado 92.146 sitios en 232 países a enero de 2018.

Registered sites	92,146
Countries	232
Courses	14,414,160
Users	122,441,445
Enrolments	506,524,488
Forum posts	248,589,346
Resources	129,164,703
Quiz questions	730,514,685

Figura 3. Estadística de registros de Moodle

Tomado del sitio web de Moodle <https://moodle.net/stats/>

Por otra parte, la importancia de los proyectos de investigación entorno a Moodle también se sustenta en el hecho de que Colombia se encuentra en el top 10 de países que registran Moodle con 2.870 registros, presentando un aumento de más del 20% sólo en la segunda mitad de 2017.



Country	Registrations
United States	10,471
Spain	8,065
Brazil	5,241
Mexico	5,027
United Kingdom	3,577
Italy	3,344
India	3,220
Germany	2,931
Colombia	2,870
Russian Federation	2,524

Figura 4. Top 10 de sitios registrados en 232 países

Tomado del sitio web de Moodle <https://moodle.net/stats/>

3.3.2. PHP. Hypertext preprocessor (PHP) “es un lenguaje de scripts de propósito general y de código abierto que está especialmente pensado para el desarrollo web y que puede ser embebido en páginas HTML. Su sintaxis recurre a C, Java y Perl, siendo así sencillo de aprender. El objetivo principal de este lenguaje es permitir a los desarrolladores web escribir dinámica y rápidamente páginas web generadas; aunque se puede hacer mucho más con PHP”. (PHP, s.f.)

Los lenguajes que se ejecutan del lado del servidor, como PHP, pueden realizar accesos a bases de datos, conexiones en red, y otras acciones antes de mostrar la página final al cliente. PHP fue

desarrollado por Rasmus Lerdorf en 1994 mientras éste intentaba hacer una serie de herramientas para poder mantener su página personal (Personal Home Page), de dónde surgió el acrónimo. Actualmente PHP se encuentra en su versión 7.1.3.

PHP cuenta con una de las comunidades de desarrollo más grandes en el mundo de la tecnología. Además, PHP es el lenguaje con el que fue desarrollada la plataforma de aprendizaje Moodle.

3.3.3. PostgreSQL. PostgreSQL, también llamado únicamente Postgres, es un sistema de gestión de bases de datos relacional de objetos cuyas principales funciones son las de almacenar datos de forma segura y retornarlos en respuesta a solicitudes de otras aplicaciones.

PostgreSQL es un desarrollo de código abierto, que incluye la mayoría de los tipos de datos SQL. Es un proyecto originario de la universidad de Berkeley de California en 1982 y actualmente se encuentra en su versión 9.6.2.

Algunas características de Postgres son:

1. Incorpora una estructura de datos array.
2. Incorpora funciones de diversa índole: manejo de fechas, geométricas, etc.
3. Permite declarar funciones propias, así como definir disparadores.
4. Incluye herencia entre tablas
5. Permite la gestión de diferentes usuarios, como también los permisos asignados a cada uno de ellos.

3.4. Librerías

3.4.1. Bootstrap. Bootstrap es un framework front-end de código abierto desarrollado por Twitter. Es una combinación de HTML, CSS y JavaScript diseñado para construir interfaces de

usuario. Su característica principal es su sistema de grillas, empleado para facilitar el diseño de sitios web responsivos.

Contiene HTML y CSS pre-definido para tipografía, formularios, botones, navegación y otros componentes de interfaz de usuario.

3.4.2. Smarty. Smarty es un motor de plantillas para PHP que facilita la separación de la lógica de presentación (HTML/CSS) de la lógica de la aplicación (PHP). Esto permite tener vistas de usuario limpias y fáciles de mantener (Smarty).

En el fondo, Smarty compila copias de las plantillas como scripts PHP. De esta manera se logra obtener los beneficios tanto de plantillas limpias y fáciles de mantener, como la velocidad de PHP. La compilación de una plantilla ocurre solo una vez, cuando ésta es invocada por primera vez, posteriormente las versiones de las plantillas compiladas son usadas de ese punto en adelante. Smarty maneja esto internamente para que el desarrollador sólo tenga que editar la plantilla y no tenga que preocuparse por administrar las versiones compiladas de esta. Este enfoque mantiene las plantillas fáciles de mantener y a su vez mantiene los tiempos de ejecución extremadamente rápidos.

3.4.3. Font-Awesome. Font Awesome es una librería basada en CSS y LESS de fuentes e iconos diseñada para trabajar en conjunto con Bootstrap. Usando fuentes como iconos se optimiza el rendimiento de un sitio web ya que cargar fuentes es mucho más rápido que cargar imágenes.

3.4.4. Animate.css. Animate.css es una librería de animaciones en CSS con compatibilidad en múltiples navegadores. Las animaciones se llaman simplemente con el hecho de colocar el nombre de la clase de la animación en el elemento HTML deseado.

3.4.5. mPDF. mPDF es una librería que permite generar documentos en formato pdf a partir del envío de información en un sitio web. Soporta etiquetas HTML y hojas de estilo CSS, imágenes, protección de documentos con contraseña, anotaciones, entre otros.

4. Modelo De Gestión Del Conocimiento

4.1. Pirámide de Niveles Gerenciales

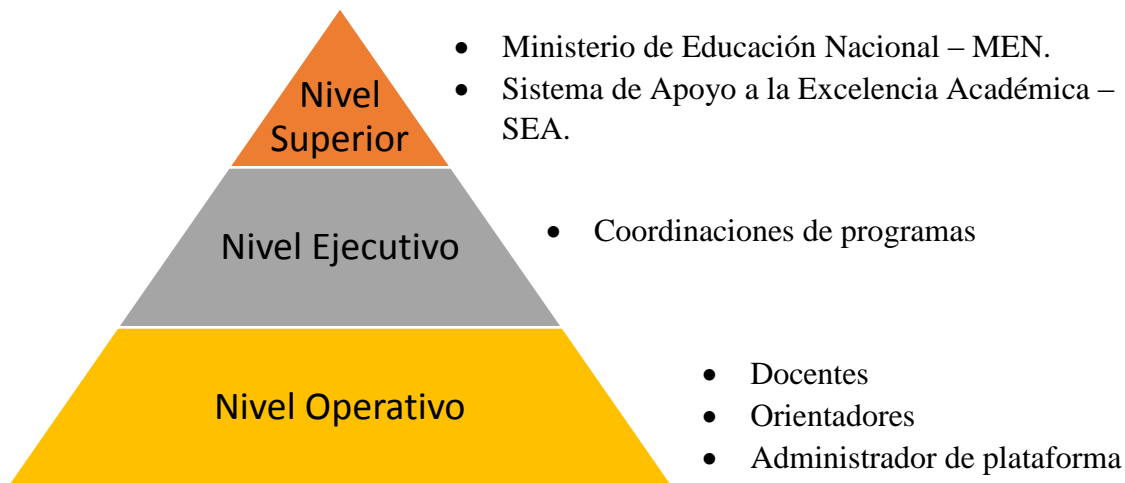


Figura 5. Pirámide de niveles gerenciales del IPRED

4.2. Proceso académico y de seguimiento interno

Los procesos académicos y de seguimiento realizados en los diferentes programas del IPRED, se pueden generalizar de acuerdo con la Figura 6. Cada semestre o periodo académico tiene una fecha de inicio, una cantidad de cortes determinados por la duración de la asignatura y cada corte corresponde a una etapa, y por último una fecha de finalización.

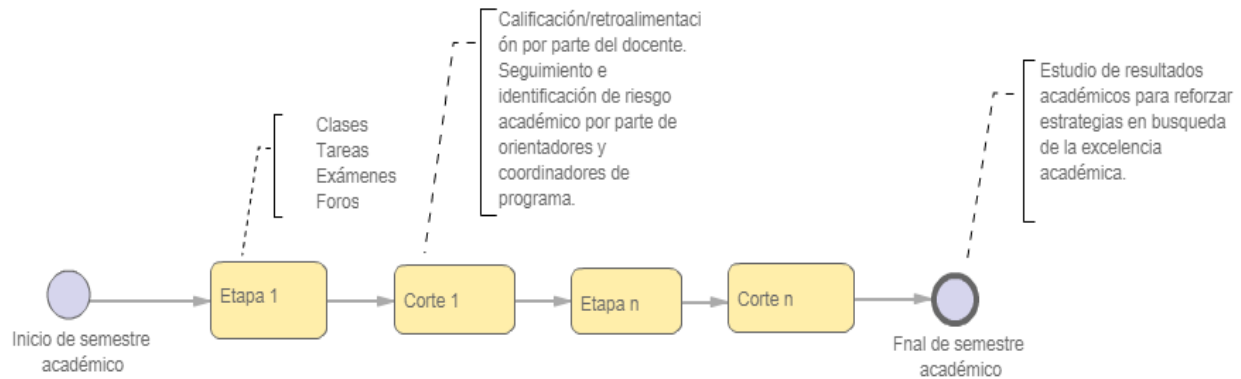


Figura 6. Modelo del proceso académico y de seguimiento del IPRED

Cada etapa y corte corresponden a un ciclo en los que se ejecuta la actividad académica, los estudiantes asisten a clases, presentan tareas, foros y exámenes, y al finalizar el docente califica y retroalimenta las actividades presentadas por el estudiante. Además, los orientadores de la asignatura y/o coordinadores de programa hacen seguimiento de las notas obtenidas para cada uno de los estudiantes, lo que les permite tomar medidas para evitar bajas calificaciones que influyen en el incremento de la deserción estudiantil.

Al finalizar el semestre, se analizan los resultados académicos para reforzar o plantear nuevas estrategias en búsqueda de continuar acercándose a la excelencia académica.

5. Metodología

La metodología que se usó en el desarrollo de este proyecto fue el Proceso Unificado Racional (RUP – Rational Unified Process), el cual se caracteriza por ser iterativo e incremental.

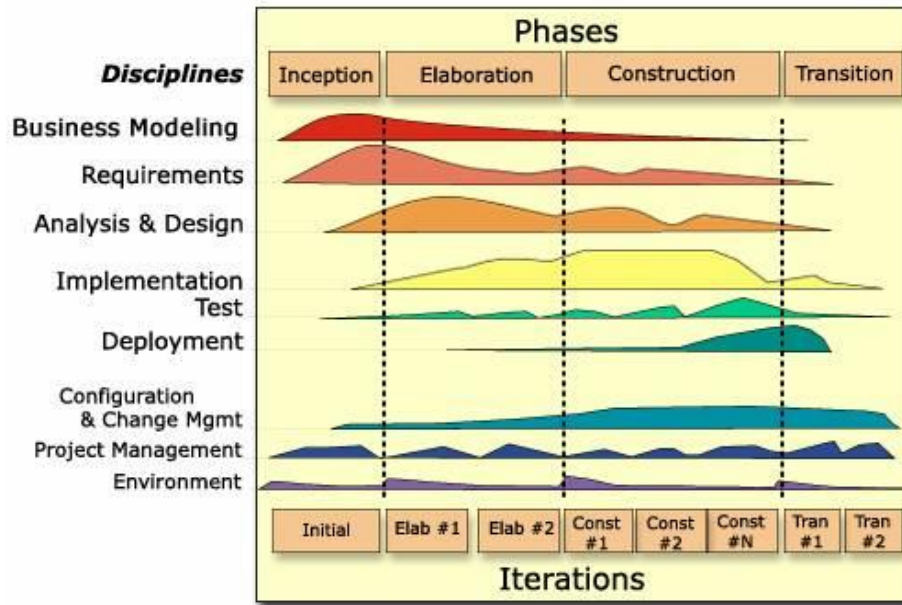


Figura 7. Ejemplo de metodología RUP

Fuente: Electronic Research Administration (s.f.). https://era.nih.gov/docs/rup_fundamentals_slide03.jpg

Se dice que es un proceso iterativo e incremental porque se busca plantear las soluciones de forma progresiva en la medida en que se llegue a acuerdos con el cliente o beneficiario del desarrollo. El proceso se soporta por una gestión controlada de riesgos, calidad, costos y planificación del proyecto en ciclos cortos de tiempo que reciben el nombre de iteraciones.

El proceso unificado se repite en una sucesión de ciclos, los cuales dejan como resultado versiones del producto final. Esta metodología permite el continuo desenvolvimiento de las diferentes etapas en el desarrollo de software en cada una de las cuatro (4) fases que la componen: Inicio, elaboración, construcción y transición. Estas fases generalmente están subdivididas en iteraciones, que se subdividen en ciclos de flujos de trabajo: especificación de requisitos, análisis, diseño, implementación y pruebas.

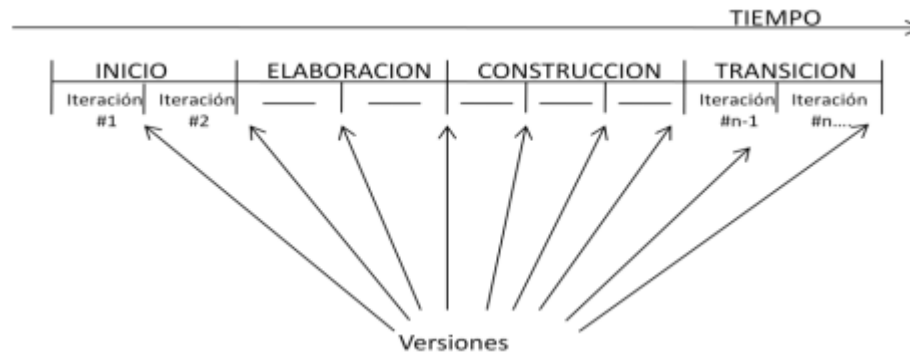


Figura 8. Fases e iteraciones de la metodología RUP

Fuente: Jacobson, Ivar, Booch, Grady, Rumbaugh, James. El Lenguaje Unificado de Modelado (s.f.)

6. Desarrollo del Proyecto

6.1. Requerimientos del sistema (Fase de inicio)

En esta fase de inicio se desarrolló una descripción del producto final a partir del objetivo principal del proyecto; adicionalmente, se llevaron a cabo reuniones con miembros del IPRED desde diferentes roles como lo son las coordinaciones de los programas, psicóloga representante del SEA, equipo de sistemas, orientadores y docentes, a partir de las cuales se identificaron los primeros requerimientos y principales funcionalidades.

Con base a las reuniones, se logró definir como esquema de desarrollo dos secciones (una como plugin dentro de la plataforma Moodle y otra externa a Moodle pero que se alimenta de los datos de la plataforma) y se concretaron las funcionalidades y requisitos de la aplicación teniendo en cuenta que cumpliera las siguientes características:

- Presentar un resumen de curso con los datos de sus estudiantes y docente, productos (tareas, foros, quices), fecha límite de entrega y calificación obtenida, porcentaje de calificación y retroalimentación de productos por parte del docente.
- Permitir el envío de correos a estudiantes y docentes.
- Contener un sistema de alertas tempranas que notifiquen vía correo electrónico a los diferentes roles de la plataforma de acuerdo con la configuración del mismo.
- Presentar un reporte de alertas enviadas durante el periodo académico.
- Almacenar datos en una base de datos externa al finalizar cada periodo académico.
- Permitir el análisis del consolidado de datos almacenados al finalizar los distintos periodos.

Actualmente el IPRED utiliza la versión 2.4 de Moodle, pero se definió realizar el desarrollo del plugin para la versión 3.0 ya que el equipo de sistemas del IPRED tiene proyectado migrar a ésta a partir de 2018. Por otro lado, de acuerdo con estadísticas de Moodle durante el 2017, más del 60% de los registros de Moodle están entre las versiones 3.0 y 3.4, y las características de desarrollo del plugin permiten que funcione correctamente desde la versión 2.7 de Moodle en adelante.

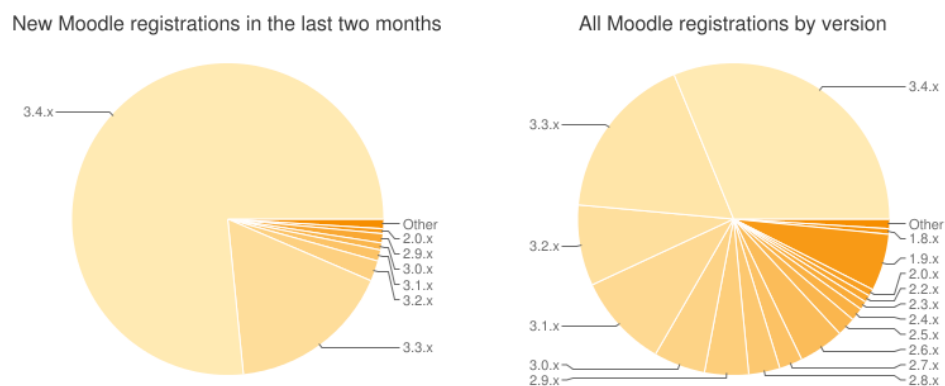


Figura 9. Uso de las diferentes versiones de Moodle

Tomado del sitio web de Moodle <https://moodle.net/stats/>

6.1.1. Informe dentro de la plataforma Moodle. Los informes deben ser presentados por curso, de acuerdo con la Tabla 1.

Tabla 1

Plantilla de informes en Moodle

INFORMES			
Informe de estudiantes			
Datos del estudiante ^a	P0	P1	...
	Fecha límite de entrega	Fecha límite de entrega	
Informe de docentes			
Datos del docente ^a	P0	P1	...
	% calificado - %retroalimentado	% calificado - %retroalimentado	

Nota. P0 = Producto cero; P1 = Producto uno.

^a Los datos corresponden a nombres y datos de contacto tales como teléfono y correo electrónico.

6.1.2. Sistema de alertas tempranas. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia – MEN, publicó la *Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior* en el cual profundizan en la importancia del seguimiento dentro de las instituciones de educación superior, y a su vez la relevancia de contar con un sistema de alertas tempranas.

De acuerdo con el (MEN, 2015), el sistema de alertas tempranas:

“Es la detección oportuna de estudiantes en riesgo de deserción mediante la definición y categorización de variables que tienen incidencia. Para ello es necesario el desarrollo o uso de un aplicativo que calcule de manera automática los indicadores o semáforos de riesgo” (p.56).

A partir de las reuniones con miembros del IPRED, se definieron nueve (9) alertas:

Tabla 2*Alertas definidas para cada rol*

ALERTAS				
Id	Dirigida a	Descripción	Requisito	Observaciones
1 ^a	Estudiante	# productos sin entregados por parte del estudiante	-	Umbral (Amarillo)
2 ^b	Estudiante	# días sin que el estudiante ingrese a plataforma	-	Umbral (Amarillo)
3 ^b	Representante del curso (Orientador/docente)	# días sin que el estudiante ingrese a plataforma	2	Umbral crítico (Rojo)
4 ^a	Estudiante Orientador Docente	Estudiante en riesgo por malas calificaciones	-	Al haber sido calificado un porcentaje del curso, si el estudiante está perdiendo el curso
5 ^a	Representante del curso (Orientador/docente)	# productos sin entregados por parte del estudiante	1	Umbral crítico (Rojo)
6 ^b	Docente	# días sin que el docente ingrese a plataforma	-	Umbral (Amarillo)
7 ^b	Coordinación	# días sin que el docente ingrese a plataforma	6	Umbral (Rojo)
8 ^a	Docente	# días vencidos del tiempo para calificar y retroalimentar.	-	Umbral (Amarillo) Esta alerta solo se enviará si no se ha calificado la totalidad de los productos.
9 ^a	Coordinación	# días vencidos del tiempo para calificar y retroalimentar.	8	Umbral (Rojo)

Notas. Las alertas se podrán activar/desactivar de acuerdo con el criterio de los usuarios encargados. Las pares de alertas 1-5, 2-3, 6-7, 8-9, corresponden a una misma categoría de alerta pero que se envían a instancias diferentes de acuerdo con el umbral definido como normal y crítico.

^a Las alertas en color azul (1,4,5,8,9) son alertas configurables para cada curso.

^b Las alertas en color verde (2,3,6,7) son alertas configurables para cada programa.

6.1.3. Interfaz para el estudio de datos semestre a semestre. Esta interfaz permite una conexión con Moodle para la obtención de datos académicos de interés para el SEA y el análisis futuro de los mismos, tales como notas de los estudiantes en los diferentes cursos, actividad y

rendimiento de los tutores en materia de participación en foros, prontitud de respuesta, calificaciones y entregas realizadas por los estudiantes.

Los datos que se han definido como relevantes para su obtención, son:

- Desempeño de estudiantes:
Teniendo en cuenta calificaciones, fechas de entrega, entre otros.
- Desempeño de tutores:
Teniendo en cuenta la constancia en la participación en foros, fechas de calificación y retroalimentación de las entregas de los estudiantes.
- Ranking de asignaturas que más se pierden.
- Ranking de asignaturas calificadas a tiempo.

Junto con los datos previamente mencionados, se almacenará la información correspondiente a productos de los diferentes cursos, estudiantes matriculados en cada curso, fechas de los mensajes dejados en los foros (tanto para estudiantes como para tutores).

Los informes mostrados en la interfaz serán como los mostrados en el plug-in para Moodle. La interfaz permitirá el ingreso a través de login a miembros del SEA (como lo son los orientadores) y a un rol de Administrador el cual poseerá los privilegios de añadir y eliminar otros usuarios de la aplicación web.

6.1.4. Definición de posibles actores y casos de uso. En esta fase se buscó obtener una primera apreciación global del sistema a desarrollar de acuerdo con el alcance y viabilidad del proyecto, por lo cual, se definieron los posibles actores y casos de uso del sistema:

- Actores:
 - Administrador
 - Coordinador
 - Orientador
 - Docente

- Casos de uso:
 - Iniciar sesión
 - Instalar plugin
 - Insertar actividad de curso
 - Presentar informe
 - Configurar alertas
 - Enviar correo
 - Enviar alertas
 - Consultar desempeño de asignatura
 - Revisar participación en foros
 - Consultar rankings
 - Administrar usuarios de interfaz

6.2. Análisis y diseño (Fase de elaboración)

Partiendo de los resultados de la fase de inicio, se concluyeron los actores y casos de uso definitivos para el desarrollo de la herramienta; en esta fase se orientó al análisis y diseño, buscando así identificar una arquitectura candidata como base para el desarrollo de la herramienta.

6.2.1. Actores.

- Plugin Moodle:
 - a. Administrador
 - b. Coordinador
 - c. Tutor
 - d. Orientador
- Interfaz SEA:
 - e. Administrador
 - f. Orientador

6.2.2. Casos de uso.

- Plugin Moodle:
 - a. Instalar plugin
 - b. Insertar actividad
 - c. Configurar alertas de curso
- d. Configurar alertas de programa
- e. Consultar
- f. Enviar correo
- g. Enviar alertas

- Interfaz SEA:
 - h. Iniciar sesión
 - i. Consultar desempeño general de asignatura
- Plugin Moodle:
 - j. Revisar participación en foros
 - k. Consultar rankings
 - l. Añadir orientador
 - m. Restaurar contraseña
 - n. Actualizar base de datos

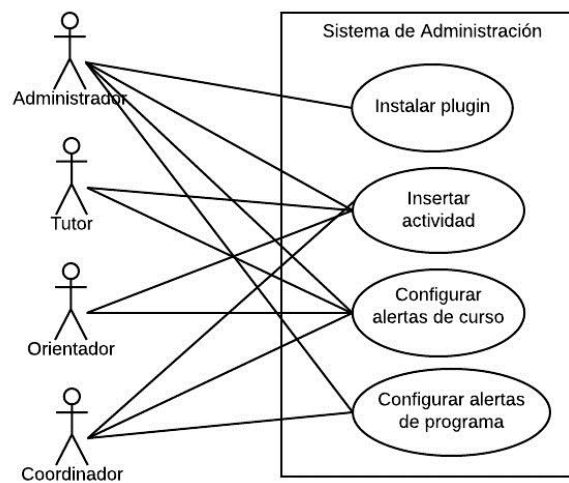


Figura 10. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de Administración de plugin

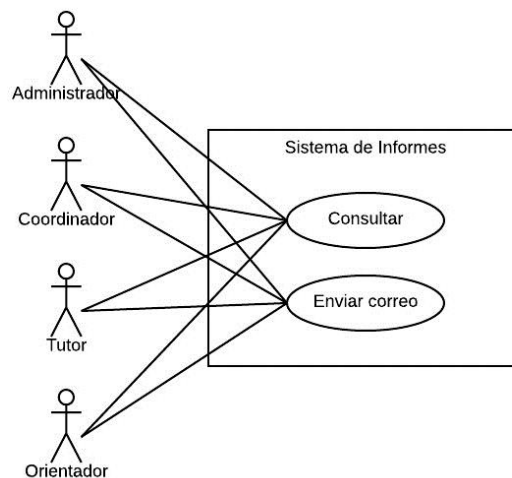


Figura 11. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de Informes plugin

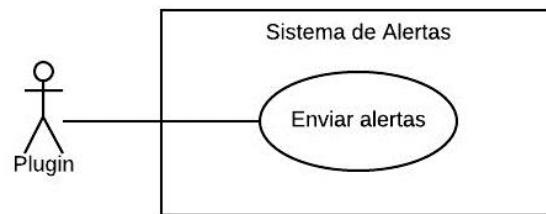


Figura 12. Diagrama general de actores y casos de uso - Sistema de alertas plugin

- Interfaz SEA:

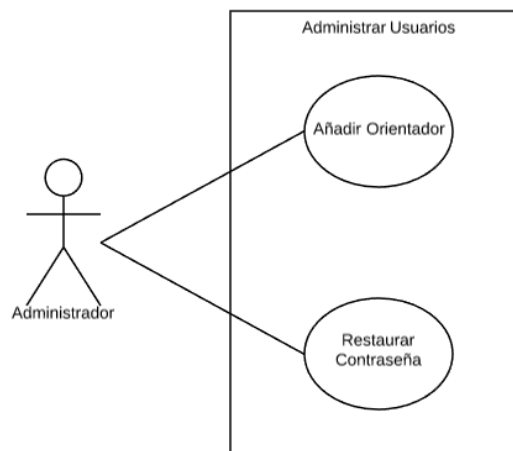


Figura 13. Diagrama general de actores y casos de uso - Administrar usuarios SEA

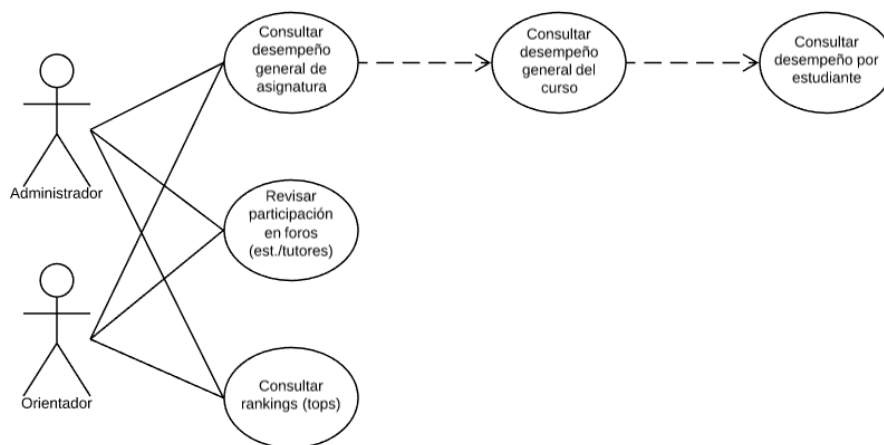


Figura 14. Diagrama general de actores y casos de uso - Consultas SEA

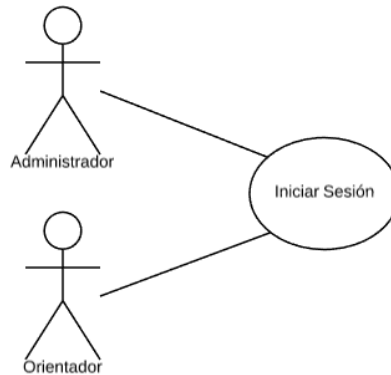


Figura 15. Diagrama general de actores y casos de uso - Iniciar sesión SEA

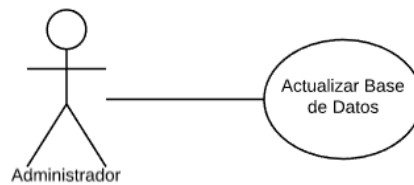


Figura 16. Diagrama general de actores y casos de uso - Actualizar base de datos SEA

A continuación, se describen los actores y sus relaciones con los diferentes casos de uso.

Tabla 3

Actor administrador

<i>ACTOR</i>	Administrador
<i>Casos de uso</i>	Plugin: Instalar plugin, Insertar actividad, Configurar alertas de curso, Configurar alertas de programa, Consultar, Enviar correo. Interfaz SEA: Iniciar Sesión, Actualizar Base de Datos, Añadir Orientador, Restaurar Contraseña.
<i>Tipo</i>	Primario
<i>Descripción</i>	Persona con privilegios para administrar el plugin, modificar configuraciones del plugin para cualquier curso, y acceder a la información generada por el plugin.

Tabla 4

Actor coordinador

<i>ACTOR</i>	Coordinador
<i>Casos de uso</i>	Insertar actividad, Configurar alertas de curso, Configurar alertas de programa, Consultar, Enviar correo.
<i>Tipo</i>	Primario

<i>Descripción</i>	Persona con privilegios para Modificar configuraciones del plugin para cualquier curso de su programa académico, y acceder a la información generada por el plugin.
--------------------	---

Tabla 5*Actor Tutor*

<i>ACTOR</i>	Tutor
<i>Casos de uso</i>	Insertar actividad, Configurar alertas de curso, Consultar, Enviar correo.
<i>Tipo</i>	Primario
<i>Descripción</i>	Persona con privilegios para modificar configuraciones del plugin para sus cursos asignados, y acceder a la información generada por el plugin.

Tabla 6*Actor Orientador*

<i>ACTOR</i>	Orientador
<i>Casos de uso</i>	Plugin: Insertar actividad, Configurar alertas de curso, Consultar, Enviar correo. Interfaz SEA: Iniciar sesión, Consultar desempeño general de asignatura, Revisar participación en foros, Consultar rankings.
<i>Tipo</i>	Primario
<i>Descripción</i>	Persona con privilegios para modificar configuraciones del plugin para sus cursos asignados, y acceder a la información generada por el plugin.

Por último, se presenta la descripción de cada caso de uso:

Casos de uso plugin de seguimiento Moodle:

Tabla 7*Caso de uso - Instalar plugin*

<i>NOMBRE</i>	Instalar plugin
<i>Actores</i>	Administrador.
<i>Descripción</i>	Permite instalar el plugin en un sitio Moodle.
<i>Disparador</i>	Necesidad de realizar seguimiento y enviar alertas tempranas.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe estar logueado en la plataforma Moodle.
<i>Pos condiciones</i>	1. Existencia de la actividad llamada Seguimiento . 2. Tablas creadas de la herramienta a la base de datos de Moodle (seguimiento, seguimiento_config_productos, seguimiento_config_ingresos, seguimiento_registro).

	3. Se ejecuta periódicamente el cron para validar las alertas tempranas que hayan sido configuradas y enviarlas.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita al sistema la instalación de un nuevo plugin. 2. El sistema muestra al usuario la interfaz para cargar el plugin y pide un nombre para el mismo* (S1). 3. El usuario completa los campos. 4. El sistema valida los datos (E1). 5. Se crean las tablas para el plugin en la BD de Moodle. 6. Finaliza el caso de uso.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El usuario abandona la instalación antes de completar el paso 2.
<i>Excepciones</i>	<p>E1. No se cargaron todos los datos requeridos</p> <p>E1.1. El sistema indica que existen datos requeridos no cargados</p> <p>E1.2. Vuelve al flujo normal, paso 3.</p>
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	El campo * es obligatorio.

Tabla 8

Caso de uso - Insertar actividad

<i>NOMBRE</i>	Insertar actividad
<i>Actores</i>	Administrador, Coordinador, Tutor, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite insertar el módulo de seguimiento como una actividad de un curso y/o en el menú principal del usuario.
<i>Disparador</i>	Inicia el periodo académico.
<i>Pre condiciones</i>	El actor está logueado en la plataforma Moodle. El plugin ya fue instalado.
<i>Pos condiciones</i>	Existencia de un nuevo registro (de la actividad insertada) en la tabla grade_items de la BD de Moodle.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario solicita al sistema (en modo de edición) insertar una nueva actividad. 2. El sistema muestra al usuario el listado de actividades disponibles. (S1) 3. El usuario selecciona el plugin (seguimiento). 4. El sistema muestra un formulario con los campos: <ol style="list-style-type: none"> a. Nombre* b. Mensaje* 5. El usuario ingresa los datos 6. El sistema valida los datos (E1) 7. El sistema crea el registro en BD 8. Finaliza el caso de uso
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El usuario abandona antes del paso 5.
<i>Excepciones</i>	<p>E1. No se cargaron todos los datos requeridos</p> <p>E1.1. El sistema indica que existen datos requeridos no cargados</p> <p>E1.2. Vuelve al flujo normal, paso 4.</p>
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja

<i>Reglas de negocio</i>	Las alertas estarán desactivadas por defecto.
<i>Nota y preguntas</i>	Los campos * son obligatorios.

Tabla 9

Caso de uso - Configurar alertas de curso

NOMBRE	Configurar alertas de curso
<i>Actores</i>	Administrador, Coordinador, Tutor, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite a los actores configurar alertas relacionadas con el envío y calificación/retroalimentación de productos de un curso.
<i>Disparador</i>	Necesidad de enviar alertas tempranas a los diferentes usuarios del curso.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe estar logueado en Moodle. El plugin está instalado. La actividad fue creada.
<i>Pos condiciones</i>	Se registra la configuración en la tabla seguimiento_config_productos de la BD de Moodle.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario solicita al sistema configurar las alertas de curso. 2. El sistema muestra al usuario la interfaz de configuración. (S1) 3. El usuario selecciona la configuración para: <ol style="list-style-type: none"> a. Riesgo académico b. No entrega de productos c. No calificación/retroalimentación de productos¹ 4. El sistema valida la configuración. (E1) 5. El sistema almacena la configuración en BD. 6. Finaliza el caso de uso.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El usuario abandona antes de completar la configuración.
<i>Excepciones</i>	E1. Datos ingresados no validos E1.1. El sistema indica que existen datos no validos E1.2. Vuelve al flujo normal, paso 3.
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Media
<i>Reglas de negocio</i>	Sólo los administradores y coordinadores podrán configurar la alerta del flujo normal 3b.
<i>Nota y preguntas</i>	¹ Las alertas de no calificación/retroalimentación de productos, son configurables únicamente por administradores y coordinadores.

Tabla 10

Caso de uso - Configurar alertas de programa

NOMBRE	Configurar alertas de programa
<i>Actores</i>	Administrador, Coordinador.
<i>Descripción</i>	Permite a los actores configurar alertas relacionadas con el ingreso de usuarios de diferentes roles a plataforma Moodle.
<i>Disparador</i>	Necesidad de enviar alertas tempranas a los diferentes usuarios del programa.

<i>Pre condiciones</i>	El actor debe estar logueado en Moodle. El plugin está instalado. La actividad fue creada.
<i>Pos condiciones</i>	Se registra la configuración en la tabla seguimiento_config_ingresos de la BD de Moodle.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita al sistema configurar las alertas de programa. 2. El sistema muestra al usuario la interfaz de configuración. (S1) 3. El actor selecciona la configuración para: <ol style="list-style-type: none"> a. No ingreso a plataforma (por parte de estudiantes) b. No ingreso a plataforma (por parte de docentes) 4. El sistema valida la configuración. (E1) 5. El sistema almacena la configuración en BD. 6. Finaliza el caso de uso.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El actor abandona antes de completar la configuración.
<i>Excepciones</i>	E1. Datos ingresados no validos E1.1. El sistema indica que existen datos no validos E1.2. Vuelve al flujo normal, paso 3.
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Media
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 11*Caso de uso - Consultar*

<i>NOMBRE</i>	Consultar
<i>Actores</i>	Administrador, Coordinador, Tutor, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite consultar datos de interés de estudiantes y docentes.
<i>Disparador</i>	Necesidad de identificar datos de interés de los estudiantes y docentes.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe estar logueado en Moodle. El plugin está instalado. La actividad fue creada.
<i>Pos condiciones</i>	Se muestra en pantalla la consulta de datos para el curso seleccionado.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor solicita la consulta (S1) 2. El sistema muestra al usuario la información. 3. Finaliza el caso de uso
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El actor realiza un filtro sobre la consulta realizada.
<i>Excepciones</i>	-
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Alta
<i>Reglas de negocio</i>	Los orientadores y docentes sólo pueden consultar sobre cursos de los cuales tienen permisos (información de estudiantes). Los administradores y coordinadores pueden consultar sobre cualquier curso (Información de estudiantes y docentes)

Nota y preguntas -

Tabla 12*Caso de uso - Enviar correo*

NOMBRE	Enviar correo
<i>Actores</i>	Administrador, Coordinador, Tutor, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite el envío de correos a usuarios identificados en una consulta.
<i>Disparador</i>	Al haber realizado una consulta para un curso seleccionado, el actor identifica la necesidad de comunicarse con un usuario de los mostrados en la consulta.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe estar logueado en Moodle. El plugin está instalado. La actividad fue creada.
<i>Pos condiciones</i>	-
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor selecciona los usuarios a quienes va a enviar el correo. 2. El actor solicita enviar un correo a un usuario consultado anteriormente. 3. El sistema muestra una interfaz para el envío de correo a ese usuario. (S1) 4. El actor ingresa: <ol style="list-style-type: none"> a. Asunto* b. Mensaje* 5. El sistema valida los datos. (E1) 6. El sistema envía el correo. 7. Finaliza el caso de uso.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El usuario abandona antes del paso 4 del flujo normal.
<i>Excepciones</i>	E1. Datos ingresados no validos E1.1. El sistema indica que existen datos no validos E1.2. Vuelve al flujo normal, paso 3.
<i>Prioridad</i>	Baja
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	Los campos * son obligatorios

Tabla 13*Caso de uso - Enviar alertas*

NOMBRE	Enviar alertas
<i>Actores</i>	Plugin
<i>Descripción</i>	Envío de alertas automáticas de acuerdo con los parámetros configurados en los casos de uso configuración de alertas del curso y configuración de alertas del programa .
<i>Disparador</i>	Se ejecuta el cron periódico de Moodle.

<i>Pre condiciones</i>	El plugin está instalado. La actividad fue creada. Las alertas fueron configuradas y están activas.
<i>Pos condiciones</i>	Se registran los datos el mensaje a enviado en la tabla seguimiento_registro
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El cron de Moodle ejecuta la tarea envío de alertas. 2. El plugin valida las alertas configuradas y activas. (E1) 3. El plugin compara los datos configurados de las alertas activas con registros de la base de datos de Moodle. (S1) 4. El plugin envía correos de acuerdo con los datos que cumplen los parámetros. 5. El plugin registra los datos de los correos enviados en la tabla seguimiento_registro. 6. Finaliza el caso de uso.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. No se encuentran alertas que cumplan con los parámetros configurados.
<i>Excepciones</i>	E1. No hay alertas activas E1.1. Finaliza caso de uso
<i>Prioridad</i>	Baja
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	Los campos * son obligatorios

Casos de uso de interfaz SEA:

Tabla 14

Caso de uso - Iniciar sesión SEA

NOMBRE	Iniciar Sesión
<i>Actores</i>	Administrador, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite ingresar al sitio web para realizar diferentes actividades.
<i>Disparador</i>	Necesidad de ingresar al sitio web.
<i>Pre condiciones</i>	El usuario debe estar registrado en la Base de Datos.
<i>Pos condiciones</i>	Creación de una sesión PHP que se valida en cada acción dentro del sitio web.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor digita su nombre de usuario y contraseña. 2. El actor da clic en el botón “Iniciar Sesión”.
<i>Flujo alternativo</i>	-
<i>Excepciones</i>	E1. El nombre de usuario no existe en la Base de Datos. E2. La contraseña para el nombre de usuario es incorrecta. E3. Los campos, usuario y/o contraseña están vacíos.
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Alta
<i>Reglas de negocio</i>	-

Nota y preguntas -

Tabla 15*Caso de uso - Actualizar base de datos SEA*

NOMBRE	Actualizar Base de Datos
<i>Actores</i>	Administrador.
<i>Descripción</i>	Permite obtener y procesar los datos localizados en la Base de Datos de Moodle sobre los cursos de determinado semestre para posteriormente almacenarlos en la Base de Datos del sitio web.
<i>Disparador</i>	Necesidad de actualizar la información mostrada por el sitio web semestre a semestre.
<i>Pre condiciones</i>	El Administrador debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	Inserción y/o actualización de nuevos registros en las respectivas tablas en la Base de Datos del sitio web.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador da clic sobre el botón “Actualizar Datos” en el menú. (S1) 2. El Administrador suministra un año y un periodo para el cual se van a buscar los datos en la Base de Datos de Moodle. 3. El Administrador da clic en el botón “Actualizar datos”. (E1, E2)
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El Administrador se salta el paso 1 del flujo normal si accede directamente por URL a la vista de “Actualizar Datos”.
<i>Excepciones</i>	<p>E1. El año no es un número entero de cuatro dígitos. E2. El periodo no es un número entero que sea 1 o 2.</p>
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 16*Caso de uso - Añadir orientador SEA*

NOMBRE	Añadir Orientador
<i>Actores</i>	Administrador.
<i>Descripción</i>	Permite la creación de un usuario con el rol de “Orientador” en el sitio web.
<i>Disparador</i>	Necesidad de añadir nuevos Orientadores al sitio web para la realización de sus tareas.
<i>Pre condiciones</i>	El Administrador debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	Creación del nuevo registro en la tabla “usuarios” de la Base de Datos del sitio web.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador da clic sobre el botón “Administrar Usuarios”. 2. El Administrador da clic sobre la opción “Añadir Usuarios”. 3. El Administrador diligencia el formulario respectivo.

	4. El Administrador da clic sobre el botón “Añadir usuario”. (E1)
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El Administrador se salta el paso 1 o el paso 2 del flujo normal si accede directamente por URL a la vista respectiva.
<i>Excepciones</i>	E1. Alguno de los campos diligenciados en el formulario no pasó las respectivas validaciones. En este caso se muestra un mensaje explícito del error cometido por el actor.
<i>Prioridad</i>	Baja
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 17

Caso de uso - Restaurar contraseña SEA

<i>NOMBRE</i>	Restaurar contraseña de usuario
<i>Actores</i>	Administrador.
<i>Descripción</i>	Permite restaurar la contraseña de cualquier usuario. La contraseña restaurada es igual al nombre de usuario.
<i>Disparador</i>	Necesidad de restaurar la contraseña de un usuario tras haberla olvidado.
<i>Pre condiciones</i>	El Administrador debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	Actualización del campo ‘contraseña’ en la tabla ‘usuarios’.
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Administrador da clic sobre el botón “Administrar Usuarios”. 2. El Administrador da clic sobre la opción “Restaurar Contraseña”. 3. El Administrador digita el nombre de usuario al cual desea restaurarle la contraseña. 4. El Administrador da clic sobre el botón “Restaurar contraseña”. (E1)
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El Administrador se salta el paso 1 o el paso 2 del flujo normal si accede directamente por URL a la vista respectiva.
<i>Excepciones</i>	E1. El nombre de usuario diligenciado no existe en la Base de Datos.
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Baja
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 18

Caso de uso - Consultar desempeño general de asignatura SEA

<i>NOMBRE</i>	Consultar desempeño general de asignatura
<i>Actores</i>	Administrador, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite visualizar el promedio, número de estudiantes que aprobaron y número de estudiantes que reprobaron en cada semestre de determinada asignatura.

<i>Disparador</i>	Necesidad ver de manera general el desempeño en cada una de las asignaturas ofrecidas por el IPRED en la plataforma Moodle.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	-
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor se sitúa en la vista general de asignaturas (ordenadas por programas y por niveles). 2. El actor da clic sobre la asignatura para la cual desea ver su información
<i>Flujo alternativo</i>	<p>S1. Luego del paso 2, el actor puede ir más a detalle a visualizar las mismas estadísticas para cada uno de los grupos abiertos de esa asignatura en el semestre que seleccione.</p> <p>S2. Luego del paso S1, el actor puede ir más a detalle a visualizar las notas por cada producto (tarea) de todos los estudiantes del curso (entiéndase como ‘curso’ a un grupo de determinada asignatura en determinado semestre. Por ejemplo, 2017-2-27443-G1, el curso sería el G1 de la asignatura 27443).</p>
<i>Excepciones</i>	E1. El actor modifica en algún momento la URL en el navegador, lo que podría conllevar a una página de error controlado de no ser válida dicha URL.
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Alta
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 19

Caso de uso - Revisar participación en foros SEA

NOMBRE	Revisar participación en foros
<i>Actores</i>	Administrador, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite visualizar las participaciones de estudiantes y tutores en cada uno de los foros
<i>Disparador</i>	Necesidad de analizar la comunicación de los estudiantes y el tutor por medio de los foros en los cursos.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	-
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor se sitúa en la vista general de asignaturas (ordenadas por programas y por niveles). 2. El actor da clic sobre la asignatura para la cual desea ver su información. 3. El actor selecciona un semestre de la asignatura dando clic sobre él. 4. El actor da clic sobre el curso al cual desee ver su información. 5. El actor visualiza la información pertinente.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El actor se salta los pasos 1, 2, 3 y 4 alterando la URL en el navegador.
<i>Excepciones</i>	-
<i>Prioridad</i>	Alta
<i>Frecuencia de uso</i>	Alta

<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

Tabla 20

Caso de uso - Consultar rankings SEA

NOMBRE	Consultar Rankings
<i>Actores</i>	Administrador, Orientador.
<i>Descripción</i>	Permite al actor ver las asignaturas de cada semestre ordenadas por su promedio de notas de los estudiantes de menor a mayor y de mayor a menor. Del mismo modo, permite al actor visualizar de manera ordenada los tutores que califican a tiempo, de menor a mayor y viceversa.
<i>Disparador</i>	Necesidad de analizar el rendimiento de los tutores en cuanto a entrega de notas a los estudiantes.
<i>Pre condiciones</i>	El actor debe haber iniciado sesión.
<i>Pos condiciones</i>	-
<i>Flujo normal</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El actor da clic sobre el botón “Top Asignaturas” o “Top Calificadores”. 2. El actor visualiza la información respectiva.
<i>Flujo alternativo</i>	S1. El actor decide cambiar el número de resultados que se le muestra en la respectiva página. Por ejemplo, en vez de visualizar las 5 primeras asignaturas con mayor promedio, decide visualizar las 10 primeras asignaturas con mayor promedio.
<i>Excepciones</i>	E1. El número de registros a mostrar debe ser un número entero mayor que 0.
<i>Prioridad</i>	Media
<i>Frecuencia de uso</i>	Media
<i>Reglas de negocio</i>	-
<i>Nota y preguntas</i>	-

6.2.3. Diagramas con los actores y sus casos de uso.

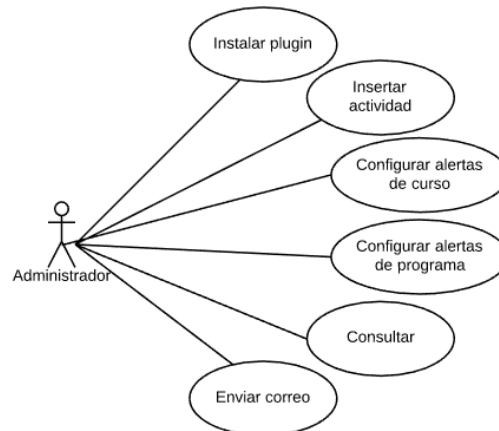


Figura 17. Diagrama del modelo de casos de uso plugin – Administrador

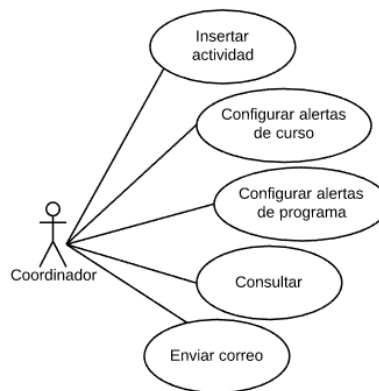


Figura 18. Diagrama del modelo de casos de uso plugin – Coordinador

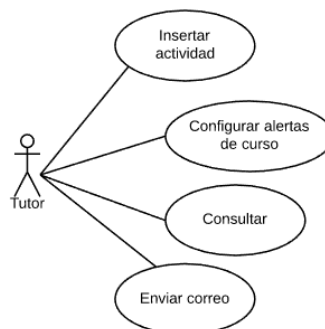


Figura 19. Diagrama del modelo de casos de uso plugin - Tutor

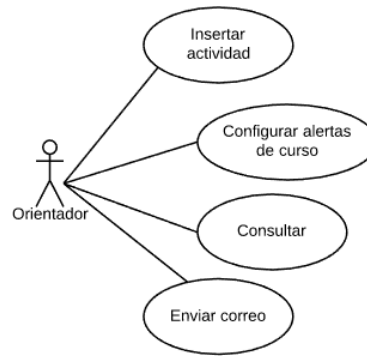


Figura 20. Diagrama del modelo de casos de uso plugin - Orientador

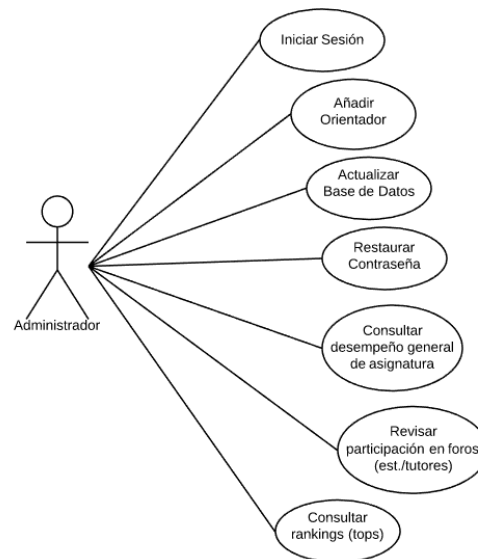


Figura 21. Diagrama del modelo de casos de uso SEA - Administrador

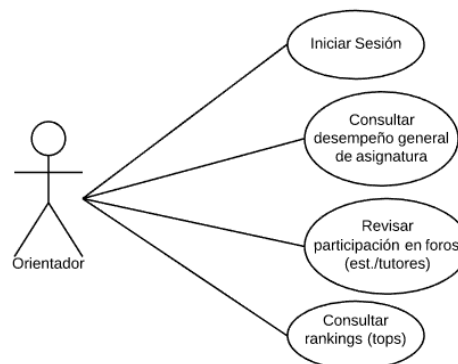


Figura 22. Diagrama del modelo de casos de uso SEA - Orientador

6.2.4. Diagrama de clases.

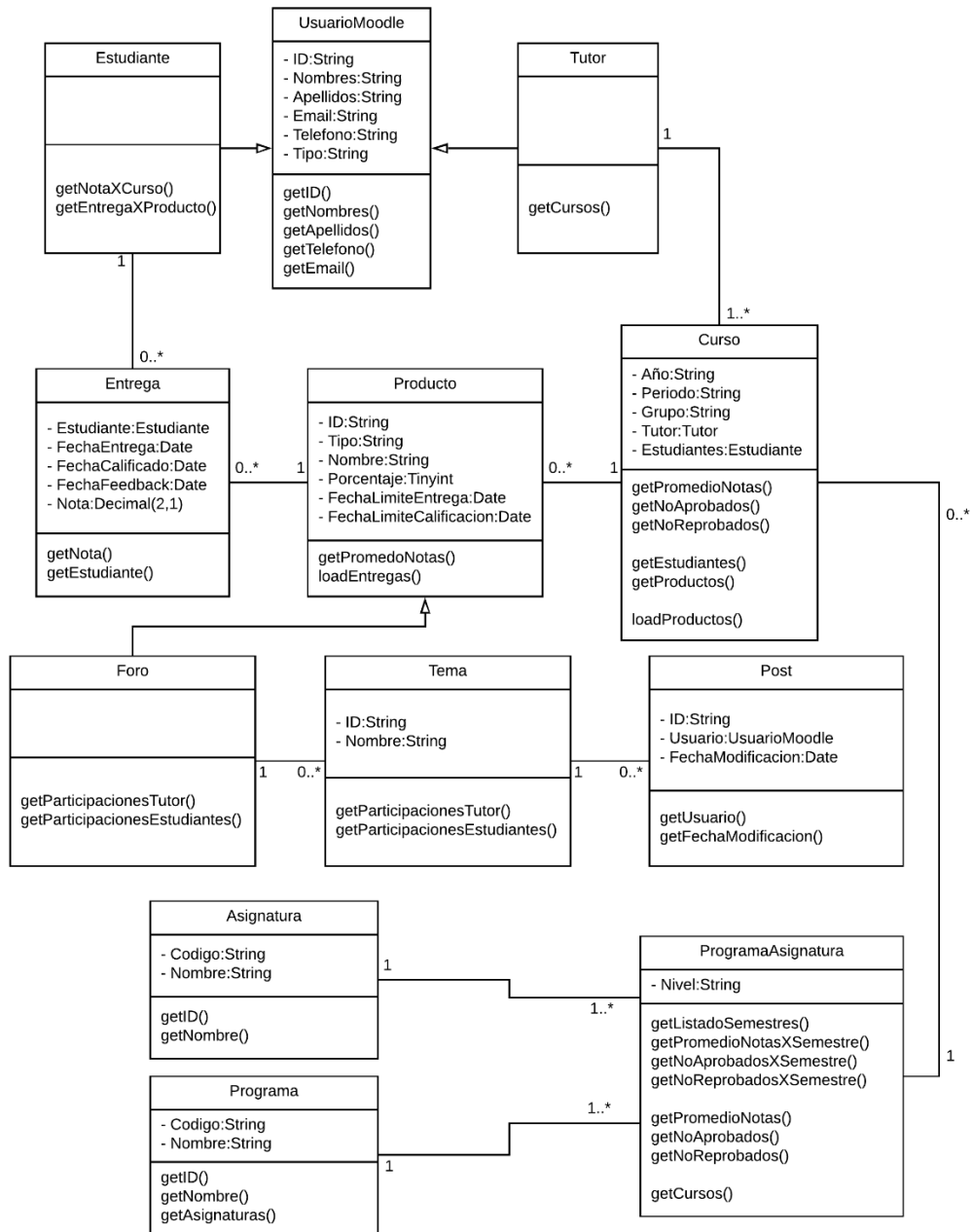


Figura 23. Diagrama de clases

6.2.5. Arquitectura.

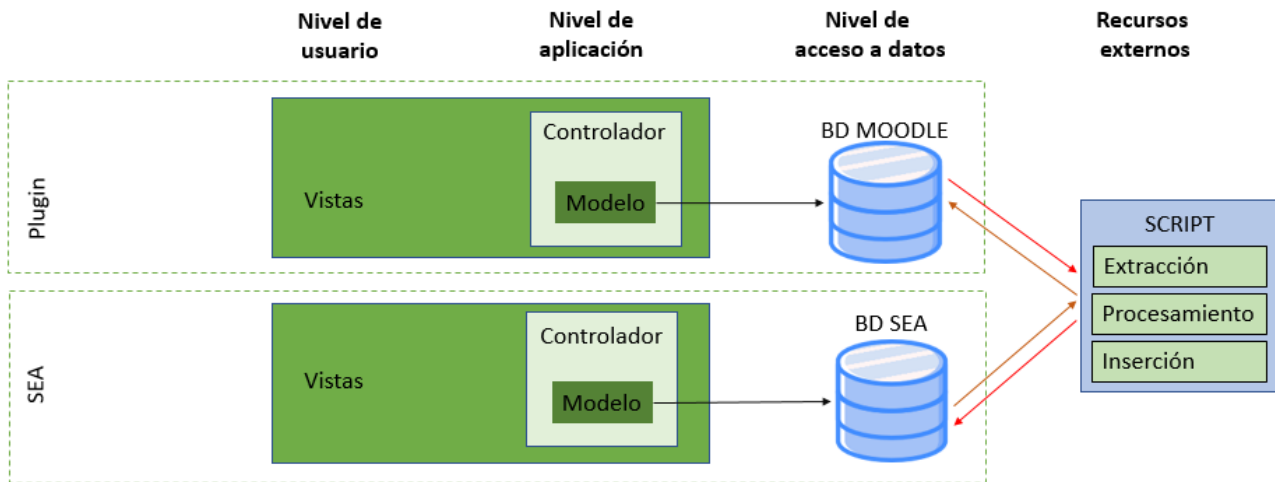


Figura 24. Interacción con Moodle

El desarrollo está orientado a cumplir el objetivo general del proyecto a partir de la interacción con Moodle, por lo cual las dos secciones de este proyecto se relacionan principalmente a partir de la base de datos de Moodle.

Además, cada sección del desarrollo se basa en la arquitectura MVC (Modelo – Vista – Controlador).

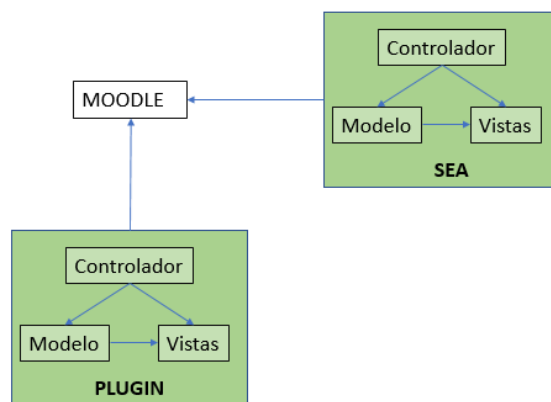


Figura 25. Arquitectura de la herramienta

6.3. Desarrollo (Fase de construcción)

El desarrollo se dividió en dos secciones, la primera es un plugin para Moodle y la segunda es una plataforma externa que se conecta con la base de datos de Moodle para la obtención y almacenamiento de datos al finalizar cada semestre académico. Al inicio de esta etapa se investigó las características del desarrollo de módulos para Moodle, su base de datos y las características para realizar la conexión a la misma.

6.3.1. Plugin para Moodle. El primer paso para el desarrollo del plugin, fue investigar y comprender las características, privilegios y limitaciones del desarrollo en Moodle. Para desarrollar una actividad en Moodle, ésta debe contar con mínimo los siguientes archivos:

- `mod_form.php`: Es un formulario para establecer (o actualizar) una instancia del módulo.

```
* @package      mod_seguiemiento
* @copyright    2018 Jeyson Vega <jeysonvegaromero@gmail.com> - Julian Hernandez <julih...
* @license      http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
*/

defined('MOODLE_INTERNAL') || die();

require_once($CFG->dirroot.'/course/moodleform_mod.php');

class mod_seguiemiento_mod_form extends moodleform_mod {

    /**
     * Defines forms elements
     */
    public function definition() {
        global $CFG;

        $mform = $this->_form;

        // Adding the "general" fieldset, where all the common settings are showed.
        $mform->addElement('header', 'general', get_string('general', 'form'));

        // Adding the standard "name" field.
        $mform->addElement('text', 'name', get_string('seguiemientoname', 'seguiemiento'));
        if (!empty($CFG->formatstringstriptags)) {
            $mform->setType('name', PARAM_TEXT);
        } else {
            $mform->setType('name', PARAM_CLEANHTML);
        }
        $mform->addRule('name', null, 'required', null, 'client');
        $mform->addRule('name', get_string('maximumchars', '', 255), 'maxlength', 255, 'server');
        $mform->addHelpButton('name', 'seguiemientoname', 'seguiemiento');
    }
}
```

Figura 26. Sección de código - `mod_form.php` plugin

- `version.php`: Define meta-información y proporciona código de actualización.

```
* @package      mod_seguimiento
* @copyright    2018 Jeyson Vega <jeysonvegaromero@gmail.com> - Julian Hernandez <julihern.094@gmail.com>
* @license      http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
*/

defined('MOODLE_INTERNAL') || die();

$plugin->component = 'mod_seguimiento'; //Tipo módulo - Nombre seguimiento
$plugin->version = 2018010100; //Versión en formato YYYYMMDD
$plugin->release = 'v1.0'; //Versión de lectura humana
$plugin->requires = 2014051200; //Moodle 2.7.0 mínimo
$plugin->maturity = MATURITY_STABLE; //Versión estable
//$plugin->cron = 0; //Limitaciones de ejecución inactivos
$plugin->dependencies = array(); //Dependencias opcionales
```

Figura 27. Sección de código - `version.php` plugin

- `icon.gif`: Es un icono de 16x16 para el módulo.



Figura 28. Icono plugin

- `db/install.xml`: Define la estructura de las tablas para todos los tipos de bases de datos (Se utiliza únicamente en la instalación del módulo).
- `db/upgrade.php`: Define los cambios en la estructura de las tablas (Se utiliza cuando se actualiza el módulo).
- `db/access.php`: Define permisos para los diferentes roles.

- index.php: Es una página para presentar la lista de instancias de un curso.

```
* @package      mod_segguimiento
* @copyright    2018 Jeyson Vega <jeysonvegaromero@gmail.com> - Julian Hernandez <juliher.094@gmail.com>
* @license      http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
*/

// Replace seguimiento with the name of your module and remove this line.
require_once(dirname(dirname(dirname(__FILE__))).'/config.php');
require_once(dirname(__FILE__).'/lib.php');

$id = required_param('id', PARAM_INT); // Course.

$course = $DB->get_record('course', array('id' => $id), '*', MUST_EXIST);

require_course_login($course);

$params = array(
    'context' => context_course::instance($course->id)
);
$event = \mod_segguimiento\event\course_module_instance_list_viewed::create($params);
$event->add_record_snapshot('course', $course);
$event->trigger();

$strname = get_string('modulenameplural', 'mod_segguimiento');
$PAGE->set_url('/mod/segguimiento/index.php', array('id' => $id));
$PAGE->navbar->add($strname);
$PAGE->set_title("$course->shortname: $strname");
$PAGE->set_heading($course->fullname);
$PAGE->set_pagelayout('incourse');

echo $OUTPUT->header();
echo $OUTPUT->heading($strname);

if (! $seguimientos = get_all_instances_in_course('seguimiento', $course)) {
    notice(get_string('noseguimientos', 'seguimiento'), new moodle_url('/course/view.php', array('id' => $course->id)));
}

$usesections = course_format_uses_sections($course->format);

$table = new html_table();
$table->attributes['class'] = 'generaltable mod_index';
```

Figura 29. Sección de código – index.php plugin

- `view.php`: Es una página para ver una instancia en particular.

```
/*
 * @package      mod_seguiimiento
 * @copyright    2018 Jeyson Vega <jeysonvegaromero@gmail.com> - Julian Hernandez <juliher.094@gmail.com>
 * @license      http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
 */

//Instancias principales para el modulo
include 'biblioteca_principal_view.php';

//Encabezado de sitio moodle
echo $OUTPUT->header('encabezado');

//Título
echo $OUTPUT->heading($seguimiento->name);
//echo $OUTPUT->heading('Módulo de seguimiento y alertas tempranas');

// Conditions to show the intro can change to look for own settings or whatever.
/*if ($seguimiento->intro) {
    echo $OUTPUT->box(format_module_intro('seguimiento', $seguimiento, $cm->id), 'generalbox mod_introb');
}*/

//Obtener el rol del usuario actual (Ej: admin, estudiante, ...)
$user_rol = array(); //Array para almacenar todos los roles permitidos del usuario actual
$docente = false;
$admin = false;
global $DB;

$query_course = "SELECT id AS id,
                    roleid
                    FROM {role_assignments} WHERE userid = $USER->id";
$files_data = $DB->get_records_sql($query_course,array('.', 'id', '0'));

foreach ($files_data as $fd) {
    $user_rol[] = $fd->roleid;
};

//Conocer roles del usuario
for ($i=0; $i<count($user_rol); $i++) {
    if ($user_rol[$i] == 3 || $user_rol[$i] == 4) { //teacher or editing teacher
        $docente = true;
    }
}
```

Figura 30. Sección de código - `view.php` plugin

- `lib.php`: Aquí se definen todas las funciones para el módulo. Debe incluir:
 - `nombre_add_instance()`: Código para añadir una nueva instancia.
 - `nombre_update_instance()`: Código para actualizar una instancia existente.
 - `nombre_delete_instance()`: Código para borrar una instancia.
 - `nombre_user_outline()`: Dada una instancia, devuelve un resumen de una contribución de un usuario.
 - `nombre_user_complete()`: Dada una instancia, imprime detalles sobre la contribución de un usuario.

```

function seguimiento_add_instance(stdClass $seguimiento, mod_seguimiento_mod_form $mform = null) {
    global $DB;

    $seguimiento->timecreated = time();

    // You may have to add extra stuff in here.

    $seguimiento->id = $DB->insert_record('seguimiento', $seguimiento);

    seguimiento_grade_item_update($seguimiento);

    return $seguimiento->id;
}

/**
 * Updates an instance of the seguimiento in the database
 *
 * Given an object containing all the necessary data,
 * (defined by the form in mod_form.php) this function
 * will update an existing instance with new data.
 *
 * @param stdClass $seguimiento An object from the form in mod_form.php
 * @param mod_seguimiento_mod_form $mform The form instance itself (if needed)
 * @return boolean Success/Fail
 */
function seguimiento_update_instance(stdClass $seguimiento, mod_seguimiento_mod_form $mform = null) {
    global $DB;

    $seguimiento->timemodified = time();
    $seguimiento->id = $seguimiento->instance;

    // You may have to add extra stuff in here.

    $result = $DB->update_record('seguimiento', $seguimiento);

    seguimiento_grade_item_update($seguimiento);

    return $result;
}

```

Figura 31. Sección de código - lib.php plugin

- Cada módulo tiene archivos de idioma que contienen cadenas para ese módulo y se almacenan en el folder *lang*.

```

* @package      mod_seguimiento
* @copyright    2018 Jeyson Vega <jeysonvegaromero@gmail.com> - Julian Hernandez <juliher.094@gmail.com>
* @license      http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
*/

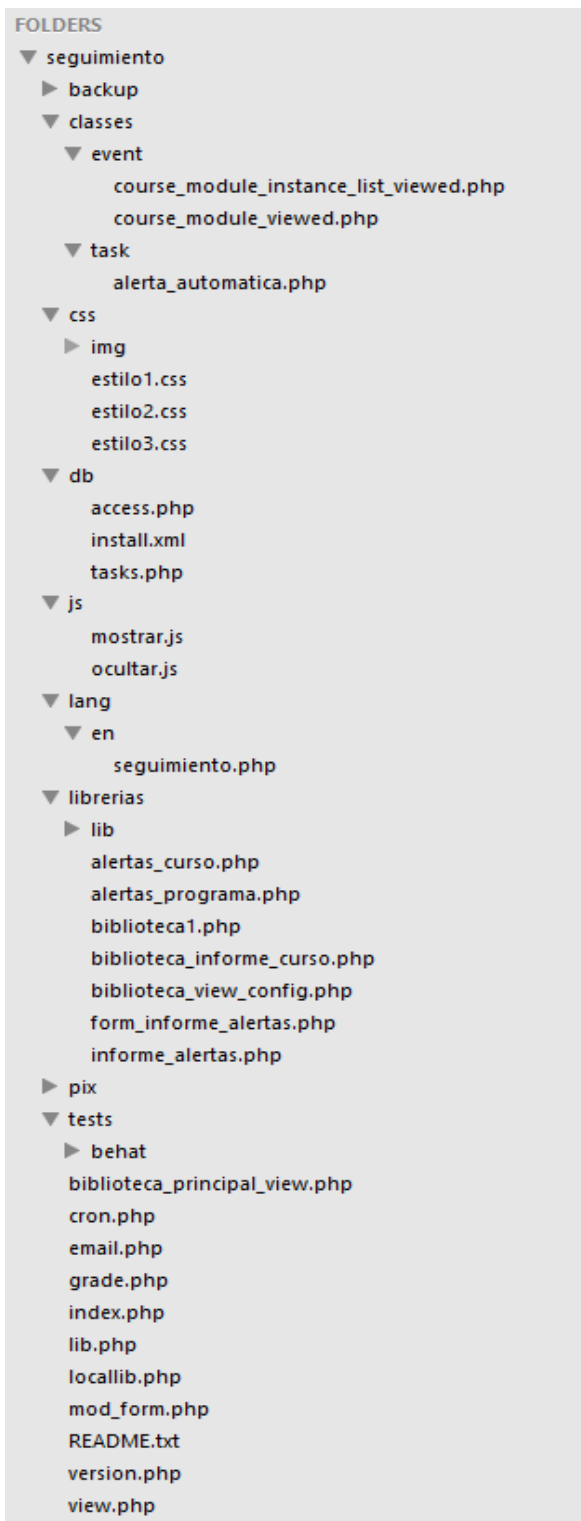
defined('MOODLE_INTERNAL') || die();

$string['modulename'] = 'seguimiento';
$string['modulenameplural'] = 'seguimientos';
$string['modulename_help'] = 'El módulo de seguimiento permite obtener informes académicos. Además se p
$string['seguimiento:addinstance'] = 'Agregar instancia del módulo de seguimiento';
$string['seguimiento:submit'] = 'Submit seguimiento';
$string['seguimiento:view'] = 'View seguimiento';
$string['seguimientofieldset'] = 'Custom example fieldset';
$string['seguimientoname'] = 'Nombre';
$string['seguimientoname_help'] = 'Digite un nombre para la instancia del módulo de seguimiento.';
$string['seguimiento'] = 'seguimiento';
$string['pluginadministration'] = 'seguimiento administration';
$string['pluginname'] = 'seguimiento';
$string['seguimientomensaje'] = 'Mensaje';
$string['seguimientomensaje_help'] = 'Configure el mensaje que se enviará de forma predeterminada al se
$string['alertaautomatica'] = 'Alerta automática';
$string['minscore'] = 'Nota mínima';
$string['minscore_help'] = 'La nota mínima que puede tener una entrega dentro del curso';
$string['maxscore'] = 'Nota máxima';
$string['maxscore_help'] = 'La nota máxima que puede tener una entrega dentro del curso';

```

Figura 32. Sección de código - lang plugin

6.3.1.1. Estructura del código.



Además de los scripts anteriormente mencionados, que son necesarios para cualquier módulo desarrollado, se pueden observar dentro de la estructura del código otros como:

- Folder *classes*: Contiene los scripts necesarios para que se ejecuten las **alertas tempranas** del plugin.
- Folder *css*: Define los estilos presentados al usuario.
- Folder *js*: Archivos JavaScript para mostrar/ocultar secciones.
- Folder *librerias*: Contiene la mayoría de scripts ejecutados por el plugin, llamados desde el archivo `view.php` y `biblioteca_principal_view.php`.

Figura 33. Estructura del código - plugin

6.3.1.2. Tablas del plugin.

Tabla	Campos
bitnami_moodle mdl_seguimiento	<pre> id : bigint(10) course : bigint(10) name : varchar(255) mensaje : longtext minscore : smallint(3) maxscore : smallint(3) introformat : smallint(4) timecreated : bigint(10) timemodified : bigint(10) </pre>
bitnami_moodle mdl_seguimiento_config_ingresos	<pre> id : mediumint(5) category : mediumint(5) e_ingresos_umbra1 : smallint(3) e_ingresos_umbra2 : smallint(3) e_ingresos_mensaje : longtext d_ingresos_umbra1 : smallint(3) d_ingresos_umbra2 : smallint(3) d_ingresos_mensaje : longtext </pre>
bitnami_moodle mdl_seguimiento_registro	<pre> id : bigint(10) category : bigint(10) course : bigint(10) id_destino : smallint(4) alerta_tipo : bigint(10) alerta_fecha : bigint(10) alerta_mensaje : longtext </pre>
bitnami_moodle mdl_seguimiento_config_productos	<pre> id : mediumint(5) course_context : mediumint(5) course_instance : mediumint(5) riesgo_umbra1 : smallint(3) e_productos_umbra1 : smallint(3) e_productos_umbra2 : smallint(3) e_productos_mensaje : longtext d_productos_umbra1 : smallint(3) d_productos_umbra2 : smallint(3) d_productos_mensaje : longtext </pre>

Figura 34. Tablas insertadas por el plugin en la BD de Moodle

El plugin crea cuatro (4) tablas en la base de datos Moodle en el momento de su instalación, las cuales utiliza para almacenar las instancias creadas, la configuración del sistema de alertas tempranas, y el registro de alertas vía email enviadas por el plugin durante la ejecución del cron de acuerdo con los parámetros configurados.

- Tabla mdl_seguimiento: La tabla mdl_nombre_plugin es requisito en el desarrollo de un nuevo módulo para Moodle ya que en ésta se registran las nuevas instancias (actividades) insertadas del plugin. Entre los campos de la tabla se incluyen un mensaje que será el mensaje por defecto de las alertas tempranas (en caso de no configurar un nuevo mensaje), un valor mínimo y máximo de las notas, los cuales se utilizan para el diseño de las gráficas estadísticas presentadas en el resumen de curso.

- Tabla mdl_seguimiento_config_ingresos: En esta tabla se almacenan los datos de configuración de las alertas por no ingreso a plataforma.
- Tabla mdl_seguimiento_config_productos: En esta tabla se almacenan los datos de configuración de las alertas por no entrega y/o no calificación / retroalimentación de productos.
- Tabla mdl_seguimiento_registro: En esta tabla se registran las alertas que se han enviado a los diferentes usuarios. Se registra el curso o categoría al cual pertenece la alerta, el id del destinatario, el tipo de alerta, fecha de envío y el mensaje que fue enviado a ese usuario.

6.3.2. Interfaz SEA. A continuación, se presentan la estructura del código para la interfaz del SEA y el diagrama de su respectiva Base de Datos.

6.3.2.1. Estructura del código. Se empezó con la creación de directorios bajo el patrón de arquitectura software MVC que permitieran la separación de la lógica de la aplicación.

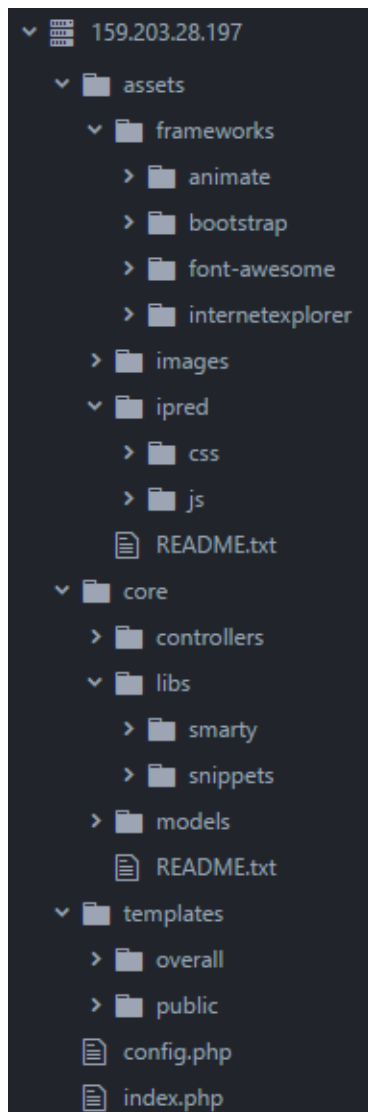


Figura 35. Estructura del código - Interfaz SEA

assets/: contiene los diferentes recursos utilizados para el desarrollo del sitio web.

assets/frameworks/: contiene los frameworks y librerías usadas.

assets/images/: contiene las imágenes utilizadas en el sitio web.

assets/ipred/: contiene el código CSS y JavaScript de nuestra autoría.

core/: contiene la lógica de la aplicación.

core/controllers: contiene los controladores del modelo MVC.

core/libs/: contiene librerías usadas por la lógica de la aplicación.

core/libs/snippets/: contiene fragmentos de código y funciones utilizadas en varios archivos de la lógica del negocio.

core/models/: contiene los modelos o clases del modelo MVC. Son archivos de código fuente que interactúan directamente con la Base de Datos.

templates/: contiene las plantillas creadas con la sintaxis del motor de plantillas Smarty.

templates/overall/: contiene las plantillas que se superponen en varias vistas, como por ejemplo el menú.

templates/public/: contiene las plantillas que se muestran al usuario final

Archivo Index.php:

Archivo principal a partir del cual se invocan los diferentes controladores accedidos mediante acciones del usuario. Se definen tres variables de plantillas que se utilizan en varias ocasiones durante el tiempo de ejecución.

```
6 # Force Initialize of the PHP's constants required by the application...
7 require("config.php");
8
9 session_start();
10
11
12
13 $view = isset($_GET['view']) ? $_GET['view'] : 'Login';
14
15 # Convert the parameter given by the browser's URL '?view=' setting the first Letter to uppercase.
16 $view = ucfirst($view);
17
18 $view400 = "public/400.tpl"; # Bad Request
19 $view401 = "public/401.tpl"; # Forbidden (Not enough permissions)
20 $view404 = "public/404.tpl"; # Not Found
21
22 require("core/libs/smarty/Smarty.class.php");
23 require("core/models/class.Conexion.php");
24
25 if (file_exists("core/controllers/".$view."Controller.php")) {
26     require("core/controllers/".$view."Controller.php");
27 } else {
28     include("core/controllers/404Controller.php");
29 }
```

Figura 36. Sección de código - index.php SEA

Archivo Config.php:

En este archivo se almacenan las constantes usadas por la aplicación tales como las credenciales de la Base de Datos. A su vez, define configuraciones básicas basado en el entorno en que se encuentre (Windows o Linux).

```

config.php
8  *
9  * @param Integer: Por defecto es 5.
10 * /
11 define('__SEA_MAX_COURSE_LOSS__', 5);
12
13 # Credenciales de La Base de Datos de La aplicación web.
14 define('__DB_NAME__', 'sea_db');
15 define('__DB_USER__', 'dba_sea');
16 define('__DB_PASSWD__', '123456');
17 define('__DB_HOST__', 'localhost');
18 define('__DB_PORT__', 5432);
19
20 # Credenciales de La Base de Datos de Moodle.
21 define('__DB2_NAME__', 'moodle');
22 define('__DB2_USER__', 'root');
23 define('__DB2_PASSWD__', 'proyecto2018');
24 define('__DB2_HOST__', 'localhost');
25

```

Figura 37. Sección de código - config.php SEA

Fragmento de código de un archivo perteneciente a la capa de Modelo:

```

Project Remote script.php script2.php class.ProgramaAsignatura.php
▼ proyecto_remake
  > .git
  > assets
  > core
    > controllers
    > libs
    > models
      class.Acceso.php
      class.Asignatura.php
      class.Conexion.php
      class.Curso.php
      class.DBGeneral.php
      class.Entrega.php
      class.Estudiante.php
      class.MenuCategoria.php
      class.Producto.php
      class.Programa.php
      class.ProgramaAsignatura.php
      class.ProgramaAsignaturaSemestre.php
      class.ProgramaFactory.php
      class.Sesion.php
      class.Usuario.php
      class.UsuarioMoodle.php
  > templates
  .htpconfig

39 public function __construct($idPrograma, $idAsignatura) {
40     $db = new Conexion();
41
42     $sql = "SELECT p.codigo AS pCodigo, p.nombre AS pNombre, a.codigo AS aCodigo, a.nombre AS aNombre, pa.nivel AS paNivel
43           FROM programa AS p, asignatura AS a, programa_asignatura AS pa
44           WHERE p.codigo = $idPrograma AND a.codigo = $idAsignatura AND pa.codigo_programa = p.codigo AND pa.codigo_asignatura = a.codigo";
45     $pre_query = $db->prepare($sql, array(PDO::ATTR_CURSOR => PDO::CURSOR_FWDONLY));
46     $pre_query->execute(array(':idPrograma' => $idPrograma, ':idAsignatura' => $idAsignatura));
47
48     if ($pre_query->rowCount() == 1) {
49         # PDO::FETCH_BOTH (predeterminada): devuelve un array indexado tanto por nombre de columna, como número de columna.
50         $result = $pre_query->fetch(PDO::FETCH_BOTH);
51
52         $programa = new Programa();
53         $programa->setID($result['pCodigo']);
54         $programa->setNombre($result['pNombre']);
55
56         $asignatura = new Asignatura();
57         $asignatura->setID($result['aCodigo']);
58         $asignatura->setNombre($result['aNombre']);
59
60         # Instantiate class variables
61         $this->programa = $programa;
62         $this->asignatura = $asignatura;
63         $this->nivel = $result['paNivel'];
64
65         $this->loadCursos();
66     }

```

Figura 38. Fragmento de código - Capa de modelo SEA

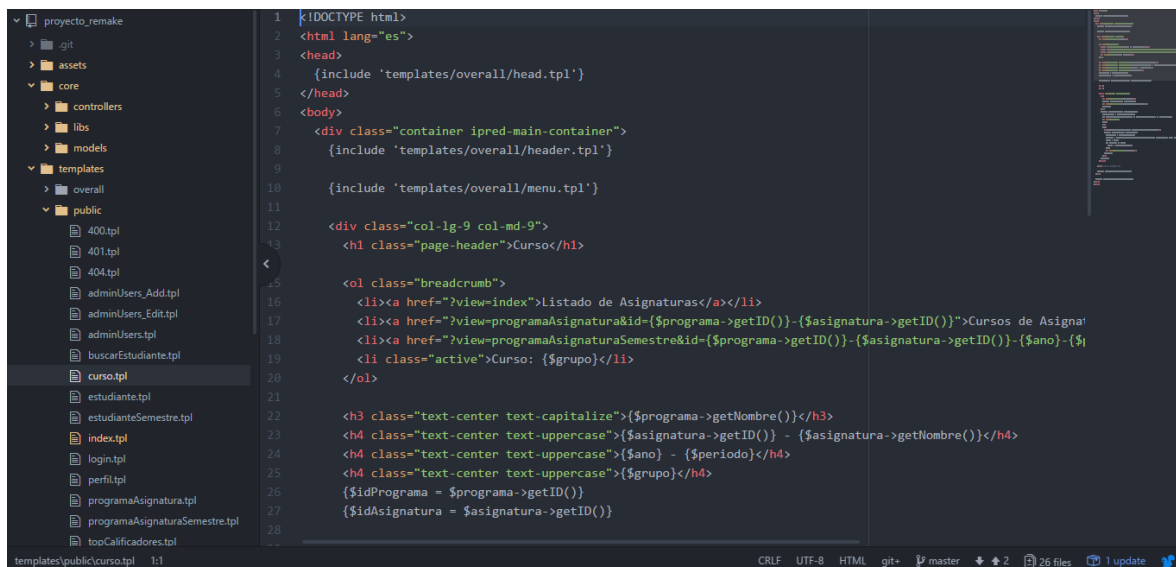
Fragmento de código perteneciente a un archivo de la capa de Controlador:



```
19 $urlArgs = (isset($_GET['id'])) ? $_GET['id'] : NULL;
20
21 # El valor de estas variables será asignado @core/libs/snippets/snippet.ValidaCurso.php
22 $idPrograma = NULL;
23 $idAsignatura = NULL;
24 $idAño = NULL;
25 $idPeriodo = NULL;
26 $idGrupo = NULL;
27
28 # Veamos a ver si pasa el filtro de validación...
29 require("core/libs/snippets/snippet.ValidaCurso.php");
30
31 # Si, pasó el filtro, prosigamos...
32 require("core/models/class.Curso.php");
33
34 $curso = new Curso($idPrograma, $idAsignatura, $idAño, $idPeriodo, $idGrupo);
35
36 # Si, pasó el filtro, prosigamos...
37 if (!$curso->existeCurso()) {
38     $template->display($view404);
39 }
40
41 # Para prevenir que la página de error se cargue encima de ésta (bug)
42 exit();
43
44
45
46 $programa = $curso->getPrograma(); /* (Object) */
```

Figura 39. Fragmento de código - Capa de controlador SEA

Fragmento de código perteneciente a un archivo de la capa de Vistas:



```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4     {include 'templates/overall/head.tpl'}
5 </head>
6 <body>
7     <div class="container ipred-main-container">
8         {include 'templates/overall/header.tpl'}
9
10        {include 'templates/overall/menu.tpl'}
11
12        <div class="col-lg-9 col-md-9">
13            <h1 class="page-header">Curso</h1>
14
15            <ol class="breadcrumb">
16                <li><a href="#">view-index</a>Listado de Asignaturas</li>
17                <li><a href="#">view-programaAsignatura&id={$programa->getID()}-{$asignatura->getID()}</a>Cursos de Asigna
18                <li><a href="#">view-programaAsignaturaSemestre&id={$programa->getID()}-{$asignatura->getID()}-{$ano}-{$
19                <li class="active">Curso: {$grupo}</li>
20            </ol>
21
22            <h3 class="text-center text-capitalize">{$programa->getNombre()}</h3>
23            <h4 class="text-center text-uppercase">{$asignatura->getID()} - {$asignatura->getNombre()}</h4>
24            <h4 class="text-center text-uppercase">{$ano} - {$periodo}</h4>
25            <h4 class="text-center text-uppercase">{$grupo}</h4>
26            {$idPrograma = $programa->getID()}
27            {$idAsignatura = $asignatura->getID()}
28
```

Figura 40. Fragmento de código - Capa de vistas SEA

- Tabla tipos_producto: Almacena los tres tipos de productos calificables (foros, tareas y quices).
- Tabla curso_estudiante: Relaciona un estudiante con un curso y proporciona el promedio ponderado del estudiante para ese curso (el cual puede ser nulo).
- Tabla entregas: Almacena las entregas realizadas para cada uno de los productos de cada curso, fecha de entrega (puede ser nula), fecha de calificación (puede ser nula), nota obtenida (puede ser nula) y si el tutor realizó feedback o no.
- Tabla foros: Almacena los foros de cada curso.
- Tabla foro_temas: Almacena todos los temas (discusiones) de cada foro.
- Tabla foro_posts: Almacena todos los posts (o entradas) de estudiantes y tutores de cada tema y su fecha de modificación.
- Tabla usuarios_moodle: Almacena los estudiantes y docentes extraídos de la base de datos de Moodle, su código o cédula (según corresponda), nombres, apellidos, email, y teléfonos.
- Tabla tipos_usuario: Contiene los tipos de usuario Moodle que son estudiante o docente.
- Tabla usuarios: Contiene los usuarios de la aplicación web, nombres, apellidos, email, etc.
- Tabla roles_usuario: Contiene los roles de usuario para la aplicación web, que son Administrador y Orientador.
- Tabla estados_usuarios: Contiene los tipos de estado para un usuario de la aplicación web, los cuales son activo e inactivo.

6.4. Implementación y pruebas (Fase de transición)

En esta fase final del proyecto se llevaron a cabo la implementación del desarrollo y pruebas, permitiendo realizar correcciones y obtener la primera versión estable (Maturity_Stable).

Inicialmente se realizaron pruebas con usuarios y cursos falsos, en un servidor local con las siguientes características: versión de Moodle 3.0, versión de Apache 2.4.23, versión de PHP 5.6.28 y versión MySQL 5.0.11. Esto permitió poner a prueba las funcionalidades desarrolladas.

Una vez los resultados de las pruebas locales con los usuarios y cursos ficticios fueron satisfactorios, se procedió a realizar pruebas en un VPS (Virtual Private Server – Servidor Virtual Privado), el cual es un servicio de hosting de internet que se caracteriza por correr su propia copia de un sistema operativo, el cual cuenta con las siguientes especificaciones técnicas:

Tabla 21
Especificaciones VPS de pruebas

Característica	Especificación
Sistema operativo	Ubuntu 16.04.1 de 64 bits
Moodle	Versión 3.2.6 + (Build: 20171208)
MySQL	Versión 5.7.20
PHP	Versión 5.6.32
Apache	Versión 2.4.18

Una vez adquirido el VPS, se realizaron pruebas a partir de un backup proporcionado por el equipo de sistemas del IPRED, con más de 100 usuarios reales (entre estudiantes, docentes y coordinadores) y 9 cursos pertenecientes a 3 programas académicos diferentes. Una vez cargados los datos, se realizaron las pruebas y ajustes correspondientes.

Se identificaron y corrigieron inconvenientes con permisos en Linux sobre determinados archivos y/o directorios de la aplicación, algunos de ellos situados por fuera del directorio web del servidor tales como el directorio destinado a almacenar las versiones compiladas de las plantillas de la interfaz de usuario que requiere de permisos de lectura y escritura por parte del servicio de apache.

Para validar que la información mostrada por el sitio web fuese correcta, se insertaron registros manualmente en la Base de Datos pertenecientes a cursos, tutores, estudiantes, notas, etc.

Se realizaron los siguientes cálculos:

- Notas finales de los estudiantes en los cursos de prueba.
- Promedio de notas definitivas por curso.
- Promedio de notas por semestre de determinada asignatura.

Luego se procedió a verificar que la información mostrada en el sitio web correspondiera a los cálculos realizados.

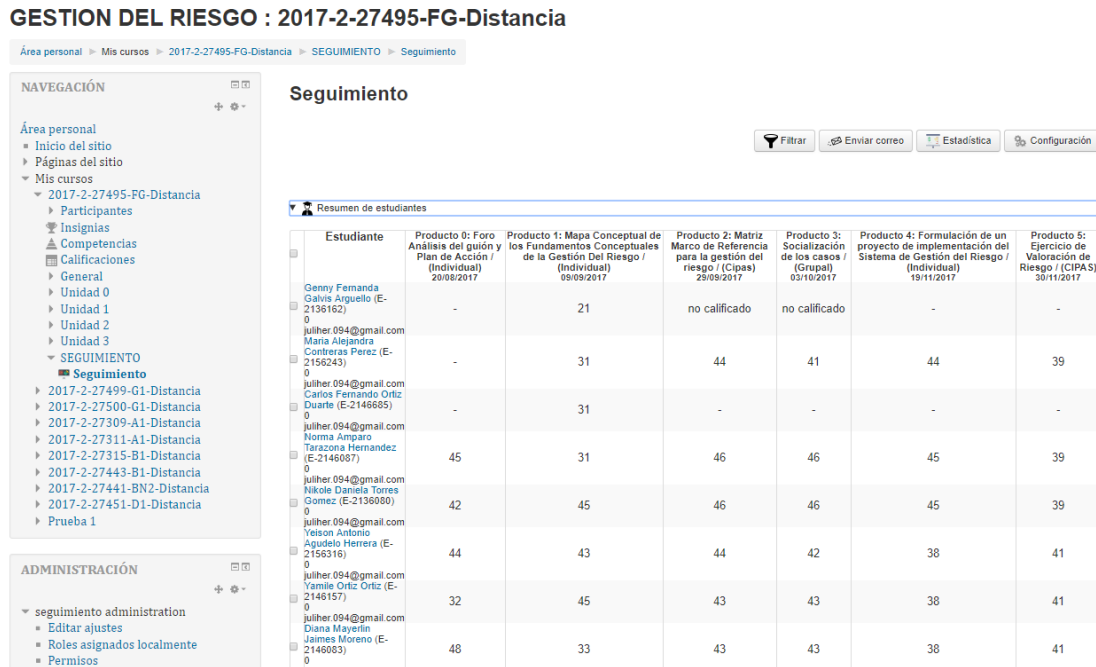


Figura 42. Pantallazo de resultado de pruebas - Plugin

Semestre de Asignatura



Figura 43. Pantallazo de resultado de pruebas - Interfaz SEA

7. Conclusiones

La realización de este proyecto permitió aprender respecto a las propuestas y guías del Ministerio de Educación Nacional (MEN) para la gestión de permanencia y graduación estudiantil además de la importancia de la implementación de herramientas que permitan el seguimiento y acompañamiento a estudiantes, especialmente en la educación virtual.

El desarrollo de este proyecto permitió la creación de una herramienta que optimiza los procesos de seguimiento y acompañamiento realizados en los diferentes programas del IPRED, además de ampliar los datos de análisis al almacenar la información de diversos semestres permitiendo así tomar medidas para el mejoramiento académico.

Así mismo, el desarrollo del proyecto dejó como resultado el módulo de seguimiento a manera de plugin para Moodle, el cual genera alertas tempranas de acuerdo con la guía del Ministerio de Educación Nacional. Éste es parametrizable y está disponible para todas las instituciones de educación superior que deseen implementarlo.

La base de datos de la interfaz SEA tiene un diseño que permite almacenar los datos de interés para el IPRED, para realizar estudios y análisis semestre a semestre. Para la obtención de los datos se diseñó un conector que debe ser ejecutado por el administrador de plataforma Moodle para la obtención de los datos al finalizar cada semestre académico.

Las interfaces diseñadas tanto para el plugin de Moodle como para la interfaz SEA son intuitivos y permiten a los usuarios su configuración y revisión de datos de manera eficaz.

La elección de la metodología RUP utilizada en el desarrollo e implementación del proyecto permitió revisar los requerimientos en cada una de las etapas, de manera que fue posible transformar las estructuras a medida que se comprendían.

8. Recomendaciones

Para la implementación de las herramientas, es importante leer y comprender el Manual de Usuario, que se encuentra en los apéndices del presente trabajo, para evitar errores de instalación y uso.

Para la utilización del plugin de seguimiento en Moodle, se recomienda implementarlo en la versión de Moodle 3.0 o superior y tener en cuenta los cambios que se puedan presentar en la base de datos de Moodle para futuras versiones (superiores a 3.4) y que puedan afectar las consultas realizadas por el plugin.

Para la instalación del plugin también es importante tener en cuenta cambiar la configuración por defecto de php de sus servidores, modificando los valores de `post_max_size` y `upload_max_filesize` del archivo `php.ini`. Se recomienda cambiar a valores superiores a 20M durante la instalación.

Para la implementación del sitio web SEA, se recomienda prestar atención al momento de realizar el proceso de actualización de la Base de Datos ya que, de presentarse algún error, el proceso de actualización se detendría y se deberían tomar acciones correctivas sobre el curso en plataforma Moodle indicado dentro del mensaje de error. Se recomienda que las contraseñas de los usuarios se compongan de caracteres alfanuméricos.

Referencias

- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4 (1).
- Bootstrap. (s.f.). *Bootstrap*. Obtenido de <https://getbootstrap.com/docs/3.3/css/>
- Conrad, C. (2014). *Carl Conrad*. Obtenido de <https://www.carlconrad.net/en/2014/03/17/improving-php-performance/>
- Digital Ocean. (16 de Marzo de 2017). *Digital Ocean*. Obtenido de <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-install-and-configure-postfix-on-ubuntu-16-04>
- Durán, R., Estay-Niculcar, C., & Álvarez, H. (2015). Adopción de buenas prácticas en la educación virtual en la educación superior. 77-86.
- Envato Tuts+. (2009). *Envato Tuts+*. Obtenido de <https://code.tutsplus.com/tutorials/30-php-best-practices-for-beginners--net-6194>
- Fontela, C. (2011). *UML: modelado de software para profesionales*. Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor.
- García, F. (2005). Estado actual de los sistemas e-learning.
- Garrison. (1985). Three generations of technological innovations in distance education.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers. (1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York.
- Lucidchart. (2015). *Lucidchart*. Obtenido de <https://www.lucidchart.com/pages/es/diagrama-de-actividades-uml>
- MEN. (2009). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/1621/article-196492.html>
- MEN. (2015). Guía para la implementación del modelo de gestión de permanencia y graduación estudiantil en instituciones de educación superior. Bogotá, Colombia.
- MEN. (2015). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-196492.html>
- Moodle. (2017). *MoodleDocs*. Obtenido de https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle
- Pavón Puertas, J., & Llarena Borges, E. (2016). *Creación de un sitio web PHP y MySQL*. Bogotá: Ediciones de la U.
- PHP. (s.f.). *php.net/manual/es/preface.php*.
- PostgreSQL. (s.f.). *PostgreSQL*. Obtenido de <https://www.postgresql.org/docs/9.1/static/datatype-numeric.html>

- Sánchez, J. (2009). Plataformas de Enseñanza Virtual para Entornos Educativos. *Revista de Medios y Educación*, 217-233.
- SitePoint. (2011). *SitePoint*. Obtenido de <https://www.sitepoint.com/seven-mistakes-that-make-websites-slow/>
- Smarty. (s.f.). Obtenido de https://www.smarty.net/about_smarty
- Stackoverflow. (25 de Junio de 2010). *Stackoverflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/2132759/php-catch-exception-and-continue-execution-is-it-possible>
- Stackoverflow. (2014). *Stackoverflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/26845787/pdo-bind-array-to-where-in/39353278#39353278>
- Stackoverflow. (s.f.). *Stackoverflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/8174223/php-mvc-best-practices-model-for-every-controller>
- Stackoverflow. (s.f.). *Stackoverflow*. Obtenido de <https://stackoverflow.com/questions/31524539/mvc-view-to-model-interaction-example>
- Ubuntu. (s.f.). *Ubuntu*. Obtenido de <https://ubuntuforums.org/showthread.php?t=1868624>
- UIS. (2011). Acuerdo No. 277., (pág. 1).
- UIS. (2014). Acuerdo No. 018., (pág. 18).
- Universidad de Antioquia. (s.f.). *Aprendizaje en Línea - Universidad de Antioquia*. Obtenido de http://aprendeenlinea.udea.edu.co/boa/contenidos.php/ef7ad51ac40fc83cbaf9e4d9d2373f9b/175/estilo/aHR0cDovL2FwcmVuZGVlbnxpbmVhLnVkJWZlZWR1LmNvL2VzdGlsb3MvYXp1bF9jb3Jwb3JhdGl2by5jc3M=/1/contenido/Caracteristicas_generales.html
- Weitzenfeld, A. (2004). *Ingeniería de Software orientada a objetos con UML y Java e internet*. San Lorenzo: Thompson.
- Zapata, M. (2003). Sistemas de Gestión del Aprendizaje - Plataformas de Teleinformación. *Revista de Educación a distancia*, 9, 1-49. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54700903>