



UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA



Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“Sistema Multiagente para la Gestión de Recursos y Actividades en un Entorno Virtual de Aprendizaje”

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS

Autor:

- Adriana Carolina Gómez Jara.

Director Académico:

- Luis Antonio Chamba Eras.

Loja-Ecuador
2019



Certificación

Ing. Luis Antonio Chamba Eras. PhD.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

CERTIFICA:

Que la egresada **Adriana Carolina Gómez Jara** autora del Trabajo de Titulación, “**SISTEMA MULTIAGENTE PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS Y ACTIVIDADES EN UN ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE**”, ha sido dirigido, orientado y discutido bajo mi asesoramiento y reúne a satisfacción los requisitos exigidos a una investigación de tercer nivel (exploratoria y descriptiva), por lo cual autorizo su presentación y sustentación.

Por otro lado, se ha revisado por medio del software antiplagio URKUND del informe del Trabajo de Titulación, cuyo resultado presentó un 3% de similitud con otras fuentes, por lo que se procedió a mejorar las citas textuales y no textuales en la versión final del informe.

Loja, 26 de Agosto del 2019



Ing. Luis Antonio Chamba Eras, Ph. D.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **ADRIANA CAROLINA GÓMEZ JARA** declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación del Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula: 1105896805

Fecha: 19/11/2019

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **ADRIANA CAROLINA GÓMEZ JARA**, declaro ser autor de la tesis titulada: **SISTEMA MULTIAGENTE PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS Y ACTIVIDADES EN UN ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERO EN SISTEMAS**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en la red de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecinueve días del mes de noviembre del dos mil diecinueve.

Firma: 

Autor: Adriana Carolina Gómez Jara

Cédula:1105896805

Dirección:Barrio el Dorado (Epiclachima entre Calicuchima y Eugenio Espejo)

Correo Electrónico:adrycgjsam@gmail.com

Teléfono: 072586965 **Celular:**0990134905

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Luis Antonio Chamba Eras, Ph.D.

Tribunal de Grado:Ing. Roberth Gustavo Figueroa Díaz, Ph.D.

Ing. María del Cisne Ruilova Sánchez, Mg.Sc.

Ing. Oscar Miguel Cumbicus Pineda, Mg.Sc.

Agradecimiento

Agradezco intensamente a la Universidad Nacional de Loja, Facultad de la Energía las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, a los docentes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas que con sus sabias enseñanzas día a día fueron amplificando mis conocimientos.

Especialmente agradezco a mi asesor y director de tesis Ing. Luis Antonio Chamba Eras quien me supo guiar brindándome sus conocimientos, paciencia y tiempo necesario en el asesoramiento del Trabajo de Titulación.

Agradezco a Cristián Loján por la gran ayuda que me brindó en el inicio del TT por su apoyo incondicional y ánimos en el transcurso del mismo, a Jaime Yonder Cabrera por su apoyo al desarrollar la parte técnica del TT, finalmente pero no menos importante a Elvis Freire por su apoyo y ayuda en cada etapa del TT.

De corazón les agradezco a mis padres Elisa Jara y Miltón Gómez sin su apoyo no hubiera culminado mi carrera, a mis hermanos Karina, Susana, Rebeca y Santiago, por su gran apoyo sin ellos la redacción de la memoria no hubiera sido posible, sobre todo les agradezco por sus ánimos que día a día me brindaban para culminar el TT.

Adriana Carolina Gómez Jara

Dedicatoria

Primeramente deseo dedicar este trabajo a mis padres Miltón Gómez y Elisa Jara, quiero decirles que este logro es de Uds. debido a su dedicación y apoyo que me han brindado en todos estos años, me han dado la mejor herencia que es la educación no puedo pedirles más, este logro es fruto de su trabajo.

A mi ángel Freddy Paúl Chóez Guamán desde un principio tuviste fe en mi, y lo he logrado, se que cada día has estado a mi lado dándome las fuerzas necesarias para llegar a culminar mi carrera definitivamente es un logro de los dos.

De manera especial a Maritza Guamán por ser aquella persona que desde un inicio me apoyo y ha estado alentándome a no rendirme y seguir adelante a pesar de las adversidades.

Adriana Carolina Gómez Jara

Índice

Certificación del director	I
Autoría	II
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR.	III
Agradecimiento	IV
Dedicatoria	V
1. Título	XIV
2. Resumen	XV
Summary	XVI
3. Introducción	17
4. Revisión de literatura	20
4.1. Reseña histórica	20
4.2. Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)	21
4.2.1. Características de los EVA	22
4.3. Inteligencia Artificial	23
4.4. Inteligencia Artificial y la Educación	24
4.5. Agentes Inteligentes (AI)	24
4.5.1. Estándar FIPA	25
4.5.2. Lenguaje	25
4.5.3. Metodologías de desarrollo con Agentes en SMA	26
4.5.4. Tipos de Agentes Inteligentes	27
4.5.5. Arquitectura de un Agente Inteligente	27
4.6. Sistemas Multiagentes (SMA)	28
4.6.1. Plataformas para diseño de SMA	29
4.7. SMA y la Industria 4.0	29

4.8. Trabajos relacionados con el objeto de estudio.	30
5. Materiales y métodos	31
5.1. Contexto:	31
5.2. Proceso:	32
5.3. Recursos:	33
5.3.1. Recursos Científicos	33
5.3.2. Recursos Técnicos	35
5.4. Participantes:	36
6. Resultados	37
6.1. OBJETIVO 1: Identificar los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en entornos virtuales de aprendizaje para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior.	37
6.1.1. Estudios de sistemas multiagentes que apoyan el proceso educativo.	37
6.1.2. Recolección de información de sistemas multiagentes recomendadores de recursos educativos.	43
6.1.3. Revisión de casos de éxitos de EVA con sistemas multiagentes.	43
6.2. OBJETIVO 2: Diseñar la arquitectura del sistema multiagente que cumpla las necesidades que se requiere en un entorno virtual de aprendizaje.	46
6.2.1. Definir la funcionalidad del sistema multiagente.	47
6.2.2. Diseño de la arquitectura del sistema multiagente.	55
6.2.3. Diseño de agentes que interactúan en el sistema.	61
6.3. OBJETIVO 3: Evaluar la arquitectura de sistema multiagente propuesta.	63
6.3.1. Determinar el ambiente necesario para el funcionamiento del sistema multiagente	63
6.3.2. Elección del test de estilo de aprendizaje	63

6.3.3. Implementación del test de estilo de aprendizaje en el entorno MOODLE.	64
6.3.4. Clasificación de los recursos y actividades de MOODLE según VARK	64
6.3.5. Creación del SMA	65
6.3.6. Evaluación del prototipo	67
6.3.7. Arquitectura del SMA y MOODLE 3.6	81
7. Discusión	83
7.1. Desarrollo de la propuesta alternativa	83
7.2. Valoración técnica económica ambiental	87
7.2.1. Talento humano	87
7.2.2. Bienes	88
7.2.3. Servicios	89
7.2.4. Presupuesto general	89
8. Conclusiones	90
8.1. Aportaciones Principales	90
8.2. Otras aportaciones	91
9. Recomendaciones	93
9.1. Trabajos Futuros	93
10. Bibliografía	94
11. Anexos	102
11.1. Anexo 1: Revisión Sistemática de Literatura	102
11.2. Anexo 2: Cuadro Comparativo	112
11.3. Anexo 3: Instalación de Moodle	124
11.4. Anexo 4: Preguntas VARK.php	126
11.5. Anexo 5: Consentimiento informado	129
11.6. Anexo 6: Estudiantes que participaron en la evaluación del prototipo	133
11.7. Anexo 7: Desarrollo de la encuesta	136

11.7.1. Establecer los objetivos de la encuesta	136
11.7.2. Diseñar la encuesta	137
11.7.3. Desarrollar el Cuestionario	137
11.7.4. Evaluar y validar el cuestionario	140
11.7.5. Obtener los datos de la encuesta	140
11.7.6. Analizar los datos obtenidos	140
11.7.7. Validación de las hipótesis	143
11.8. Anexo 8: Reporte Software antiplagio URKUND	144
11.9. Anexo 9: Manual de conexión entre el SMA GREAC y MOODLE 3.6	144

Índice de figuras

1.	Niveles de EVA	22
2.	Arquitectura de un Agente Inteligente	27
3.	Uso método analítico	33
4.	Uso método científico	34
5.	Diagrama de obtención de estudios	42
6.	REAS del SMA	46
7.	Casos de Uso del SMA	49
8.	Casos de uso de los actores del SMA	50
9.	Escenarios del SMA	52
10.	Tipos de agentes	56
11.	Acoplamiento de Datos	56
12.	Interacción entre agentes	57
13.	Diagrama de Secuencia de los Agentes	58
14.	Interacción del SMA	60
15.	Arquitectura del SMA en el EVA	61
16.	Tabla mdl-module agregada etiqueta	65
17.	Diseño instruccional ADDIE	69
18.	Activación de Agentes usuario y repositorio	74
19.	Obtención de estilo de aprendizaje	74
20.	Búsqueda de recursos y actividades	75
21.	Estudiantes con su respectivo recurso y actividad	75
22.	Comunicación Agente Repositorio-Interfaz	76
23.	Almacenamiento de datos	76
24.	Comunicación Agente Controlador-Repositorio	77
25.	Comunicación Agente Controlador-Repositorio	77
26.	Suscitación de inconveniente	78
27.	Presentación de EA	78
28.	Dificultades presentadas	78
29.	Aceptación de Recursos y Actividades	79

30.	Empleabilidad de tareas	79
31.	Utilización de EVA adaptativo	79
32.	Arquitectura SMA y MOODLE	82
33.	Instalación de MOODLE 3.6	124
34.	Instalación de MOODLE 3.6	124
35.	Instalación de MOODLE 3.6	125
36.	Instalación de MOODLE 3.6	125
37.	Estudiantes CIS	133
38.	Estudiantes CIS	133
39.	Estudiantes CIS	134
40.	Estudiantes CIS	134
41.	Estudiantes CIS	135
42.	Suscitación de inconvenientes	141
43.	Presentación de EA	141
44.	Dificultades presentadas	141
45.	Aceptación de Recursos y Actividades	142
46.	Empleabilidad de tareas	142
47.	Utilización de EVA adaptativo	142

Índice de tablas

I. CASOS DE ESTUDIO	30
II. .CADENAS DE BÚSQUEDA	38
III. .ESTUDIOS PRIMARIOS	38
IV. ESTUDIOS ENCONTRADOS	44
V. REAS	46
VI. OBJETIVOS Y FUNCIONALIDADES DEL SMA	48
VII. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES	48
VIII. CASOS DE USO SMA	49
IX. DESCRIPCIÓN CASO DE USO USUARIO	50
X. GESTIÓN DE RECURSOS	51
XI. PROCESO SMA	52
XII. ROLES DEL SISTEMA	53
XIII. PREGUNTAS FUNCIÓN SMA	54
XIV. ASPECTOS DEL SMA	55
XV. AGENTES	62
XVI. ARCHIVOS JAVA	66
XVII. ANÁLISIS ADDIE	70
XVIII. DISEÑO ADDIE	71
XIX. DESARROLLO ADDIE	71
XX. IMPLEMENTACIÓN ADDIE	72
XXI. EJECUCIÓN	73
XXII. COSTO DE RECURSO HUMANO	88
XXIII. COSTO DE BIENES	88
XXIV. COSTO DE SERVICIOS	89
XXV. PRESUPUESTO GENERAL	89
XXVI. CADENAS DE BÚSQUEDA	104
XXVII. ESTUDIOS PRIMARIOS	105
XXVIII. CUADRO COMPARATIVO	123
XXIX. OBJETIVO DE LA ENCUESTA	136

XXX..CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	137
XXXI.PREGUNTAS SEGÚN ESTUDIO	138
XXXII.CUESTIONARIO	139
XXXIIIDISEÑO DE RESPUESTAS	139

1. Título

“Sistema Multiagente para la Gestión de Recursos y Actividades en un Entorno Virtual de Aprendizaje”

2. Resumen

Actualmente, los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) presentan los recursos y actividades a los estudiantes de una manera tradicional y estática, no existe una presentación dinámica o una que tome en cuenta el estilo de aprendizaje (EA) del estudiante, por ejemplo. Por tal motivo, el presente trabajo de titulación (TT) tiene como objetivo desarrollar un prototipo de sistema multiagente (SMA), que gestiona los recursos y actividades en un EVA, considerando el EA del estudiante para realizar una gestión adaptativa. Para cumplir con el objetivo, se desarrollaron tres fases relacionadas con los objetivos específicos del TT. Como primera fase, se investigaron y analizaron los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en un EVA, para identificar el estado actual de éstos a nivel de educación superior, se gestionó dicha fase ejecutando actividades basadas en los lineamientos propuestos en cada método de investigación aplicados; entre ellos, el método científico, analítico, estudio de casos y la metodología de Bárbara Kitchenham, también se identificó la metodología PROMETHEUS y el framework JADE para el diseño y el desarrollo del prototipo del SMA. En la segunda fase, se diseñó la arquitectura del SMA que gestiona los recursos y actividades en un EVA, para lo cual se utilizó la información recopilada en la fase uno, el prototipo propuesto se ha denominado GREAC (Gestión de Recursos y Actividades), que considera el EA del estudiante para gestionar los recursos y actividades de manera adaptativa. En la tercera fase, se ha realizado la validación académica en donde, al prototipo GREAC se lo ha implementado en el entorno MOODLE 3.6; en la validación participaron 56 estudiantes pertenecientes a la Universidad Nacional de Loja de la Carrera de Ingeniería en Sistemas, que fueron seleccionados aplicando el muestreo no probabilístico, como resultado de la evaluación se obtuvo un nivel de satisfacción del 92,6 %, valor que se ubica por encima de la media. Finalmente, en el TT se identifica que la implementación de un SMA en un EVA permite la gestión dinámica de los recursos y actividades, además, esta se ha realizado tomando en cuenta el EA del estudiante, permitiendo una gestión adaptativa y personalizada.

Summary

Currently, Virtual Learning Environments (VLE) present resources and activities to students in a traditional and static way, there is no dynamic presentation or one that takes into account the student's learning style (LS), for example. For this reason, the present final project (Trabajo de Titulación) aims to develop a prototype of a multi-agent system (SMA), which manages the resources and activities in an VLE, whereas the LS of the student to perform adaptive management. To meet the objective, we developed three phases related to the specific objectives of the final project. As a first phase, the related work on multiagent systems in an VLE was investigated and analysed, in order to identify the current state of these systems at higher education level, this phase was managed by carrying out activities based on the guidelines proposed in each applied research method; among them, the scientific method, analytical study of cases and the methodology of Barbara Kitchenham, also identified the methodology PROMETHEUS and the framework JADE for the design and development of the prototype of the SMA. In the second phase, we designed the architecture of the SMA that manages the resources and activities in a VLE, for which we used the information collected in phase one, the prototype proposed has been called GREAC (Gestión de Recursos y Actividades), which considers the LS of the student to manage the resources and activities in an adaptive way. In the third phase, it has made the academic validation in the prototype GREAC it has been deployed in the environment MOODLE 3.6; in the validation participation of 56 students belonging to the Universidad Nacional de Loja of the Carrera de Ingeniería en Sistemas, who were selected by applying the non-probability sampling, as a result of the evaluation, we obtained a level of satisfaction 92,6 %, a value that lies above the average. Finally, the final project identifies that the implementation of an SMA in an VLE allows the dynamic management of resources and activities, in addition, this has been done taking into account the student's LS, allowing an adaptive and personalized management.

3. Introducción

La evolución de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), ha causado un gran impacto en la sociedad y en varios ámbitos. El ámbito educativo no ha sido la excepción, puesto que, al vincularse con el uso de las TIC se ha generado una serie de cambios significativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como herramientas e-learning para la gestión del aprendizaje, los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) fueron creados con el objetivo de guiar de manera autónoma a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, además son las herramientas más utilizadas por sus características predominantes como: la reusabilidad, los recursos compartidos y la interoperabilidad [1].

En un principio los EVA fueron creados para soportar la educación a distancia, con el paso del tiempo, los EVA han servido como herramientas de apoyo para la enseñanza presencial; dentro del EVA se realiza la gestión de recursos y actividades, dicha gestión es realizada por el docente y presentada al estudiante. Algunos problemas que tienen los EVA es que los estudiantes reciben materiales y deben realizar actividades de estudio que no tienen relación alguna con sus características individuales de aprendizaje, también incide la falta de planificación en el uso de metodologías y herramientas que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje, además la gestión de los recursos y actividades se la realiza de una manera estática.

La enseñanza se debería adaptar a los diversos estilos de aprendizaje de cada estudiante, mediante la combinación del EVA y sistemas multi-agentes (SMA) o tutores inteligentes, y de esta manera desarrollar entornos virtuales adaptativos que permitan la experimentación y validación de tecnologías adecuadas. Por lo mencionado, se planteó la pregunta de investigación ¿La implementación de un sistema multiagente de gestión de recursos y actividades dentro de un EVA servirá de apoyo inteligente en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

En la actualidad, el proceso educativo se ha convertido en un factor importante dentro del desarrollo de la sociedad, por ende, la implementación de nuevas herramientas para el apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje es de vital

importancia. El tener un SMA para la gestión de recursos y actividades de un EVA ayudará a potenciar el rendimiento del estudiante y servirá de apoyo para el docente. Al generar el SMA se obtendrá una innovación a nivel de educación superior, puesto que será un EVA combinado con una rama de la inteligencia artificial, sirviendo de apoyo para la gran transformación digital dentro de las universidades. Además, se encamina a la Industria 4.0, pues se está ingresando a un entorno de aprendizaje personalizado y adaptativo en donde existen las oportunidades de construir conocimiento, a través de la autocreación de contenidos. La Industria 4.0 se recrea sobre una web más inteligente y predictiva, en donde se experimentará con tecnologías de voz, sistemas de comunicación máquina a máquina y huellas digitales del usuario (localización, estado anímico, biorritmos, emociones, reacciones) [2], [3]. Cabe mencionar que el presente Trabajo de Titulación (TT) es investigativo con fines académicos, además se orienta bajo la línea de investigación TIC para la educación e inclusión social, del Programa Nacional de Desarrollo (PND) 2017- 2021 “Toda una Vida”, conjuntamente bajo la línea de investigación de la CIS de acuerdo al plan de estudios ajustado 2013, estrictamente dentro de la rama de Sistemas Inteligentes.

Para abordar al objeto de estudio, se diseñó un prototipo de SMA para la gestión de recursos y actividades en un EVA, desarrollándose tres fases: la primera, se investigaron, identificaron y analizaron los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en EVAs, para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior; en la segunda fase, se diseñó la arquitectura del sistema multiagente que gestiona los recursos y actividades en un EVA; finalmente en la tercera fase, se realizó la evaluación de la arquitectura del sistema multiagente propuesto.

El presente TT se realizó en la Universidad Nacional de Loja, en la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables; específicamente en la Carrera de Ingeniería en Sistemas (CIS), es una investigación de tipo exploratoria y descriptiva se utilizó el método científico, analítico, estudio de casos y la metodología de Bárbara Kitchenham, además se utilizaron recursos técnicos como la metodología PROMETHEUS, y el framework JADE para el desarrollo del SMA, los participantes del TT son la investigadora, el docente tutor, y estudiantes

pertenecientes a la CIS, que cumplen con el perfil académico acorde al objeto de estudio.

De acuerdo a los lineamientos establecidos por la Universidad Nacional de Loja el Trabajo de Titulación se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Resumen, en esta sección se explica una breve síntesis de lo que se aborda en el TT, en la introducción se indica la importancia del tema, el aporte y la estructura del TT, dentro de la revisión literaria contiene todos los fundamentos teóricos para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos presentados en el TT, en la sección de materiales y métodos se detalla el contexto, proceso, recursos y participantes empleados para la elaboración del TT, en los resultados, se presenta toda la documentación obtenida en la ejecución del TT, en la sección de discusión se detalla la evaluación de los resultados obtenidos frente a trabajos relacionados y se evidencia objetivamente el aporte de investigación, dentro de conclusiones se expone los resultados relevantes obtenidos, luego del desarrollo del TT y finalmente en la sección de recomendaciones se establecen los aspectos claves, que se consideran para trabajos futuros derivados del TT.

4. Revisión de literatura

En esta sección se presentan conceptos preliminares, que constituyen el sustento teórico para el cumplimiento del objeto de estudio. Para ello, en la sección 4.1 se ha realizado una contextualización general de como se ha llevado a través del tiempo el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la sección 4.2 se abarcan las generalidades de los EVA y su apoyo pedagógico en la educación; en la sección 4.3 se realiza una breve contextualización de la inteligencia artificial (IA). Dentro de la sección 4.4 se hace hincapié acerca de la IA y su apoyo en el ámbito educativo; a la vez, en la sección 4.5 se engloba diversas funcionalidades acerca de agentes inteligentes (AI), en la sección 4.6 se destaca el uso de los SMA en la educación, en la sección 4.7 se indica el uso de los SMA en la Industria 4.0; finalmente en la sección 4.8 se presentan los diversos trabajos relacionados con el objeto de estudio.

4.1. Reseña histórica

Hablando un poco de historia, en los comienzos del siglo XXI, la capacidad de producción de conocimiento e información ha cambiado: se ha dejado de lado la sociedad industrial, dando paso a una sociedad de información y de comunicación; dentro de la cual, los principios de creación y renovación de conocimientos son cruciales. La adaptación a este nuevo mundo trae consigo repercusiones tanto sociales como en el ámbito educativo; un ejemplo de este último es una nueva manera de percibir el proceso de enseñanza-aprendizaje [4], cuyo resultado no se basa en la cantidad, por el contrario, se enfatiza la calidad del conocimiento, del mismo modo que “los peces están biológicamente diseñados para nadar y las aves para volar, el ser humano está perfectamente diseñado para aprender y razonar” [5].

En la actualidad, enseñar se ha vuelto un poco más complejo y el aprender es una experiencia desafiante para los alumnos [6], dando así que, para lograr las metas educativas establecidas en la educación, los docentes cuentan con más recursos ya no solamente con el tradicional pizarrón y tiza líquida, libro de texto,

fotocopia, sino que hoy en día cuentan con más recursos, entre estos tenemos: las computadoras, correo electrónico, Internet, aplicaciones multimedia y Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) [4].

4.2. Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA)

Hace algunos años, las autoridades de las instituciones y los docentes podían pensar que los medios digitales debían prohibirse dentro de la institución o en algunos campos del conocimiento; en la actualidad sucede todo lo contrario, los recursos digitales son empleados como herramientas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje [7].

El EVA es una manera de transformar los entornos educativos tradicionales en nuevos escenarios; a su vez, es una herramienta que se utiliza para gestionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de manera virtual al servicio de toda la comunidad [8], además, puede actuar como un artefacto mediador entre el docente y alumnado o entre ambos [7], facilitando así los procesos educativos e interactivos de construcción de conocimiento, impulsando la formación de manera continua de las personas [9], el EVA, con el apoyo de las TIC, ofrecen grandes oportunidades para replantear a fondo el proceso de adquisición de conocimiento y, a su vez, permite la integración de varios beneficios, tales como: integración de medios (textos, animación, entre otros), acceso a grandes cantidades de información y respuesta inmediata al progreso del alumno [10], un EVA tiene varios niveles (ver Fig. 1) [7].

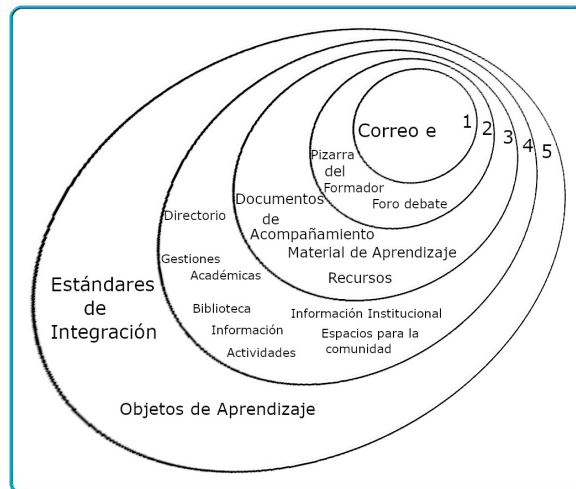


Figura 1: Niveles de EVA

1. **Espacio personal.**-son espacios individuales en donde se permite la comunicación con otras personas o incluso con la comunidad universitaria.
2. **Aula virtual/Sala de asignatura.**-el aula virtual es el lugar propio del grupo o la clase; consta de: espacios, herramientas, recursos para los estudiantes y docentes.
3. **EVA.**-es una interfaz cuya funcionalidad principal es: permitir y facilitar el trabajo de los estudiantes y docentes.
4. **Campus virtual.**-aquí se integran las diferentes funcionalidades necesarias para poder gestionar la información y los diversos cursos que se encuentran dentro del entorno.
5. **Plataforma.**-es aquella que va a servir para decidir qué conjunto de aplicaciones (con características técnicas) van a permitir utilizar un EVA y, de una determinada manera, disponer sus funcionalidades y recursos [7].

4.2.1. Características de los EVA

4.2.1.1 Interactividad.- que la persona que usa la plataforma pueda tener noción de los procesos que realiza y sea fácil de usar.

4.2.1.2 Flexibilidad.- permite que tenga una adaptación fácil en la organización donde se lo desea implementar.

4.2.1.3 Escalabilidad.- capacidad de funcionamiento del entorno (ya sea con un número pequeño o grande de usuarios).

4.2.1.4 Estandarización.- posibilidad de importar y exportar cursos de un solo formato [6].

Dentro de la educación superior, en la actualidad, se ha optado por llevar en parte una educación virtual, apoyándose con los recursos que ofrecen las TIC, dando un paso más y entendiendo que al hacer uso de estas se brinda una nueva perspectiva pedagógica, siendo una vía innovadora que permita rediseñar el contexto educativo dentro del proceso enseñanza-aprendizaje [11].

4.3. Inteligencia Artificial

Inteligencia Artificial (IA) es el término asociado a los algoritmos que se plasman en programas informáticos que, a su vez, buscan conseguir la imitación del modo de funcionamiento del cerebro humano [12]. Para entrar en el contexto de la IA, es necesario recordar a uno de los pioneros de la misma, como lo es Alan Turing, el cual propuso el test de Turing (o prueba de Turing) es una prueba de la habilidad de una máquina para exhibir un comportamiento inteligente similar al de un ser humano o indistinguible de este, al haber creado la famosa “máquina de Turing” (la cual mediante procesamiento de datos en un sistema binario era capaz de procesar cualquier tipo de cálculo) colaboró con la instauración del paradigma implícito y explícito de la IA, [13].

Los nuevos retos de la sociedad de información demandan a las universidades un severo cambio dentro de la formación de los estudiantes. Los formatos y herramientas basadas en IA prometen una sustancial mejora en la educación dentro de los diversos niveles educativos. La interactividad entre las competencias digitales y la forma de presentación en las comunidades virtuales tienen una esencia medular, mediante la misma se puede hablar de una evolución en el sistema educativo [14].

4.4. Inteligencia Artificial y la Educación

La Inteligencia Artificial es un dominio tecnológico en auge capaz de alterar todos los aspectos de nuestras interacciones sociales. En educación, la IA ha comenzado a producir nuevas soluciones de enseñanza y aprendizaje que ahora se están probando en diferentes contextos. La IA requiere infraestructuras avanzadas y un ecosistema de prósperos innovadores, la IA en la educación ha enfrentado muchas dificultades para crecer debido a que los sistemas educativos de todo el mundo son más resistentes a los cambios tecnológicos en su organización tradicional. La IA forma parte de la visión que promete transformar la educación mediante la creación de sistemas de tutoría que pudieran personalizar el aprendizaje [15]. El uso de la IA en la educación varía significativamente, tomando en cuenta los enfoques hacia dónde va dirigido, este puede servir de ayuda al profesor (en la preparación de planificación o recursos), y a la vez puede ser orientado hacia el alumno (para ayudar con un determinado aprendizaje). La IA permite transmitir el conocimiento hacia el alumno adoptando un tipo de conducta inteligente que sirva de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje. Enfatizando el uso de la IA se puede hablar de un gran futuro para la educación; puede estar desarrollado en 2 aspectos, el aspecto técnico y aspecto pedagógico, dentro del aspecto técnico hablamos de software: que facilite actividades, y dentro del aspecto pedagógico hablamos de herramientas que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje (facilitando las actividades tanto del alumno como del profesor). Para lograr esto, la IA hace uso de agentes inteligentes los cuales pueden actuar de manera autónoma para realizar las diversas actividades [10].

4.5. Agentes Inteligentes (AI)

La IA busca desarrollar sistemas que piensen y actúen racionalmente, de esta manera se apoya en el uso de AI los cuales realizan actividades de manera autónoma, además pueden percibir su entorno y actuar en el [14]. Un AI, es aquel que opera dentro de un entorno, basándose en sus sensores y actuadores, los AI actúan de forma independiente se concentran en tener propósitos, es decir

tareas u objetivos que los hacen actuar de manera autónoma durante un lapso de tiempo [16].

Al momento que se utiliza agentes inteligentes se puede hablar de una enseñanza inteligente, los agentes inteligentes pueden estar distribuidos y subdivididos en partes más pequeñas, funcionando como entidades, semi o completamente autónomas que se comunican entre sí [17], apoyando en los procesos de formación y dentro de las labores académicas, no solo como tutores inteligentes sino como parte del grupo de estudio [18].

Un agente inteligente pueden proporcionar recursos mediante sistemas computarizados; además, pueden verse como algo perceptivo al actuar en un medio alrededor de su entorno, a través de información o sensores que ayuden para que estos puedan desenvolverse en el mundo real como sistemas informáticos [19].

4.5.1. Estándar FIPA

En el área de sistemas multiagentes, quien ha trabajado en esta dirección es FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents), organización creada por IEEE, que se ha encargado de estandarizar una serie de especificaciones que deben cumplir algunas plataformas de gestión de sistemas multiagentes. Existen middleware como JADE que se rigen a estas especificaciones para que los usuarios desarrollen sus aplicaciones. Podemos mencionar varias especificaciones que deben tener los agentes inteligentes; entre estas tenemos: el transporte de mensajes, un servicio de directorio, y un canal de comunicación entre agentes [20].

4.5.2. Lenguaje

Para la comunicación que se debe tener entre agentes, FIPA ha definido un lenguaje estándar denominado FIPA ACL (Agent Communication Language) siendo un derivado del lenguaje KQML (Knowledge Query and Manipulation Language), donde se define la estructura de los mensajes que debe tener para la comunicación entre agentes, también define la identidad del emisor y receptor,

teniendo en cuenta que algunos son opcionales; además, permite hacer uso de elementos que no se encuentran previamente definidos en el estándar. El único elemento obligatorio es la performativa, o acto comunicativo, en donde va la intención del mensaje [21].

4.5.3. Metodologías de desarrollo con Agentes en SMA

4.5.3.1 Tropos.- se enfoca en la utilización de UML, que nos ayuda para el diseño de sistemas basados en agentes. Se basa en 4 fases para realizar el diseño: análisis de requisito preliminar, análisis de requisito final, diseño arquitectónico y diseño detallado [21].

4.5.3.2 AAIL/BDI.- toma en cuentas dos enfoques para los sistemas basados en agentes, uno de ellos es el externo y otro es el interno. Cuando se habla del punto de vista externo, hablamos de agentes existentes o modelos de interacciones; y cuando hablamos del enfoque interno, se habla de un modelo BDI que nos ayuda el desarrollo de agentes [21].

4.5.3.3 ZEUS.-toma en cuenta el desarrollo en cuatro fases, que son: análisis del dominio, diseño de los agentes, realización de los agentes y el soporte en tiempo de ejecución. ZEUS proporciona una herramienta que soporta las fases finales del desarrollo del sistema [22].

4.5.3.4 PROMETHEUS.-la metodología PROMETHEUS abarca el ciclo de vida de un sistema, analizando los objetivos y funcionalidades de los mismos, sirve de gran apoyo al desarrollar un sistema, debido a que trabaja con la descripción detallada de los agentes y con el uso de varios diagramas, que sirven de gran utilidad para la abstracción del sistema, además utiliza una herramienta de modelado como es prometheus design tool [23].

4.5.3.5 MASINA.-surge como una propuesta metodológica para la especificación e implementación de sistemas basados en agentes en ambientes de automatización industrial, además, permite caracterizar una gran cantidad de aspectos necesarios en los procesos de coordinación entre agentes: planificación emergente, formas de resolución de conflictos, la comunicación directa o indirecta entre agentes, las conversaciones entre los agentes a través de actos de habla

(interacciones), entre otras cosas, para lo cual propone modelos de coordinación y comunicación precisos [24].

4.5.4. Tipos de Agentes Inteligentes

4.5.4.1 Agente Reflexivo Simple.- actúa encontrando una regla cuya condición coincida con la situación que el agente percibe en su entorno a través de sus sensores, y la acción que debe generar dicha regla conocida como de condición-acción [16].

4.5.4.1 Agente Reflexivo con estado Interno.- es aquel que tiene un estado interno, sabe como funciona su entorno e implementa un modelo al entorno, consta de los métodos update-state [16].

4.5.4.1 Agente Basado en Metas.- es aquel que tiene metas, y realiza sus acciones basándose en el cumplimiento de las metas propuestas [16].

4.5.5. Arquitectura de un Agente Inteligente

La arquitectura de un agente inteligente consta de: acciones, sensores y un entorno en donde se va a desenvolver el agente; todos ellos cumplen una función específica que ayuda a cumplir un objetivo (ver Fig. 2) [25].

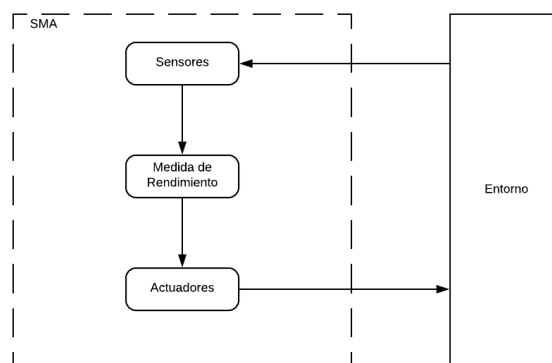


Figura 2: Arquitectura de un Agente Inteligente

4.6. Sistemas Multiagentes (SMA)

Se conoce como SMA a un conjunto de agentes autónomos, generalmente heterogéneos y potencialmente independientes, que trabajan en común resolviendo un problema [26].

Los SMA surgen como una alternativa de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje [27], interviniendo en diversas tareas como: búsquedas intuitivas y eficientes; los SMA actúan de manera automática y personalizada, otorgando recursos y actividades que se adapten a las preferencias o necesidades de un usuario [28].

Los SMA se vinculan con los Sistemas Distribuidos debido a que aprovechan la distribución natural del dominio (espacial, temporal, funcional) con los fines siguientes: mejorar el rendimiento, la robustez, facilitar reusabilidad y mantenimiento, además de la inteligencia artificial utiliza la autonomía y debido a que se desenvuelve en un entorno, haciendo uso de sus sensores [29]. Apoyando significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje, gestionando herramientas como panacea para varios de los problemas existentes dentro del ámbito educativo. Ayuda a compartir materiales o recursos, estos pueden ser de forma estructurada o no-estructurada. Uno de los intereses principales del SMA es: adecuar dinámicamente los contenidos didácticos para que el estudiante se sienta motivado a aprender [25].

El SMA ayuda tanto a los alumnos (en las diversas tareas formativas como instructivas) y al docente (en tareas de planificación de actividades o en la gestión de recursos dentro de la temática a impartir) [21]. Además utilizando el paradigma del SMA se establecen los salones de clase inteligentes (SaCI), un SaCI es un enfoque centrado en los estudiantes, que apoya su proceso de aprendizaje, en el hecho de que la tecnología está a la mano de cada estudiante, con aplicaciones colaborativas que facilitan el aprendizaje colaborativo y la auto-formación [24].

4.6.1. Plataformas para diseño de SMA

4.6.1.1 JADE.— tiene la implementación oficial del estándar FIPA, y soporta todos los servicios especificados en esta; además, es de fácil comprensión. Con las utilidades gráficas que posee, ayuda a la administración de plataformas y depuración de los mensajes que los agentes se intercambian entre sí [22].

4.6.1.2 Grasshopper.— trabaja con el estándar MASIF; además, soporta la movilidad de los agentes y utiliza la comunicación y servicios de CORBA.

Ambas plataformas cuentan con la configuración básica que deben tener los agentes para que puedan utilizar los servicios que ofrece [22].

4.7. SMA y la Industria 4.0

En la actualidad el avance de las TIC con la robótica han transformado la internet tradicional en la Internet de las Cosas (IoT); además se empieza a hablar del término Industria 4.0 el cual se creó en Alemania para hacer referencia a la transformación digital de la industria también conocida como “Fábrica Inteligente” o “Internet industrial”, que se sustenta por tecnologías básicas como: la Internet móvil y la comunicación M2M, constituyendo la base de IoT permitiendo el intercambio de información entre sistemas y productos, análisis de datos (Big Data), realidad aumentada, y la fábrica inteligente [3]. Los productos inteligentes se caracterizan por tener un software que les permite auto-gestionarse y tomar decisiones descentralizadas, equipadas con sensores en donde captan información sobre su entorno, su propio uso y estado [3]. Es aquí, en los productos inteligentes, donde ingresan los SMA puesto que se encargan de obtener la información y otorgarles a los actuadores el trabajo a realizar, el SMA generado en un ámbito educativo se lo aplica a IoT, extrapolando este conocimiento y siendo implementado en un Smart-campus, en donde los estudiantes salen de la cotidianidad del sistema de aprendizaje a una metodología innovada, en donde existe un campus que toma en cuenta el perfil del estudiante, como son sus intereses y los temas que desea recibir, todo esto es posible gracias a la gestión de un SMA combinado con IoT [2], [30].

4.8. Trabajos relacionados con el objeto de estudio.

En la TABLA I se encuentran los trabajos relacionados con el objeto de estudio, dichos trabajos fueron encontrados durante el desarrollo del trabajo de titulación (TT), conjuntamente con los obtenidos de la revisión sistemática de literatura (ver el Anexo 11.1), permiten sustentar el desarrollo del presente TT.

TABLA I: CASOS DE ESTUDIO

Trabajo	Objeto de estudio	Hallazgo
Agentes inteligentes y modelo VARK, proponen estrategias de aprendizaje según la manera en que asimila un individuo [16]	SMA, gestión de recursos y actividades.	Los agentes inteligentes, toman las decisiones adecuadas, de manera que dependiendo del estilo predominante cómo una persona aprende, propone la estrategia apropiada para aprovechar su aprendizaje autónomamente. Y gestiona la actividad o recurso según su estilo de aprendizaje.
Sistema inteligente para la enseñanza del álgebra lineal [31].	SMA, gestión de recursos y actividades.	El uso de un SMA, para la enseñanza de una materia apoya al proceso de enseñanza-aprendizaje, guiado con la ayuda de agentes inteligentes, y mejorando el rendimiento estudiantil.
Towards an e-learning platform multi-agent based on the e-tutoring for collaborative work [32].	EVA, SMA, gestión de recursos y actividades	Prototipo SMA, apoya al docente en la gestión de las actividades, y monitorea la interacción del estudiante en el EVA. Implementación de JADE con MOODLE.
Sistema tutor inteligente baseado em agentes na plataforma MOODLE para apoio as atividades pedagógicas da universidade aberta do piauí [33].	EVA, SMA, gestión de actividades pedagógicas.	Interacción de SMA en EVA ayudando las actividades dentro de una Universidad.

5. Materiales y métodos

Al desarrollar la presente sección se tomó en cuenta el Reglamento de Régimen Académico que rige a las Instituciones de Educación Superior de Ecuador, en el artículo 32, se estipula que el diseño, acceso y aprobación de la unidad de integración curricular del tercer nivel se puede realizar a través de un Trabajo de integración curricular antes conocido como Trabajo de Titulación (TT) [34]. Por otro lado, todo TT deberá consistir en una propuesta innovadora que contenga como mínimo una investigación exploratoria y diagnóstica; además, de acuerdo con el artículo 40 del mismo reglamento, la investigación a nivel de grado es de carácter exploratorio y descriptivo [35][36]. La investigación exploratoria permitió plantear el problema de investigación, indagar acerca de la utilidad de un SMA dentro de un EVA para la gestión de recursos y cómo sirven de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje. La investigación descriptiva permitió analizar el objeto de estudio, poder delimitarlo en tiempo y realizar el respectivo análisis de la información que se obtuvo.

Además, se detalla los materiales y métodos que se utilizaron para el desarrollo del presente Trabajo de Titulación (TT), en la sección 5.1, se detalla en donde se desarrollo el TT, dentro de la sección 5.2 se explica el proceso que se cumplió para el desarrollo del TT; en la sección 5.3 se describen los recursos que se han utilizado en el TT entre estos tenemos los diversos métodos y metodologías, finalmente en la sección 5.4 se conocen los participantes que interactuaron, la autora y el tutor que dirigió el presente TT.

5.1. Contexto:

El TT fue realizado en la Universidad Nacional de Loja, en la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables; específicamente en la Carrera de Ingeniería en Sistemas (CIS). Fue desarrollado en el ámbito académico, teniendo un enfoque investigativo-experimental; por lo tanto, al culminar el prototipo del Sistema Multiagente (SMA) se desarrollaron pruebas para evaluar su funcionamiento. Para realizar las pruebas del SMA se utilizó herramientas de

e-learning elaborando un laboratorio local, en donde se integró el funcionamiento del SMA y su interacción con un EVA.

5.2. Proceso:

Para el cumplimiento del objeto de estudio se definieron 3 fases con sus respectivas actividades, para mayor detalle de estas fases (ver la sección 6).

1. Identificación de trabajos relacionados sobre sistema multiagente en entornos virtuales de aprendizaje. Para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior, ver la sección 6 (literal 6.1)
 - Estudios de sistemas multiagentes que apoyan el proceso educativo, ver la sección 6 (literal 6.1.1)
 - Recolección de información de sistemas multiagentes recomendadores de recursos educativos, ver la sección 6 (literal 6.1.2)
 - Revisión de casos de éxitos de EVA con sistemas multiagentes, ver la sección 6 (literal 6.1.3)

2. Diseño de la arquitectura del sistema multiagente que cumpla las necesidades que se requiere en un entorno virtual de aprendizaje, ver la sección 6 (literal 6.2).
 - Definir la funcionalidad del sistema multiagente, ver la sección 6 (literal 6.2.1).
 - Diseño de la arquitectura del sistema multiagente, ver la sección 6 (literal 6.2.2).
 - Diseño de agentes que interactúan en el sistema, ver la sección 6 (literal 6.2.3).

3. Evaluar la arquitectura de sistema multiagente propuesta, ver la sección 6 (literal 6.3).
 - Determinar el ambiente necesario para el funcionamiento del sistema multiagente, ver la sección 6 (literal 6.3.1).

- Elección del test de estilo de aprendizaje, ver la sección 6 (literal 6.3.2).
- Implementación del test de estilo de aprendizaje en el entorno MOODLE 3.6, ver la sección 6 (literal 6.3.3).
- Clasificación de los recursos y actividades de MOODLE 3.6 según VARK, ver la sección 6 (literal 6.3.4).
- Creación del SMA, ver la sección 6 (literal 6.3.5).
- Evaluación del Prototipo del Sistema Multiagente, ver la sección 6 (literal 6.3.6).

5.3. Recursos:

5.3.1. Recursos Científicos

Se tomó en cuenta varios métodos y metodologías para la elaboración del presente TT; entre estos tenemos:

5.3.1.1 Método analítico. - este método implica el análisis; es decir, la separación de un todo en sus partes o en sus elementos constitutivos, [37], [38] , en el presente TT para dar solución al objeto de estudio se planteó un objetivo general; por lo tanto, se utilizó este método para descomponer el mismo en diversas fases las cuales fueron establecidas como los objetivos específicos, acompañadas de sus actividades (ver la Fig.3). Cada una de estas fases y actividades se desarrollaron en la sección 6 (Resultados).

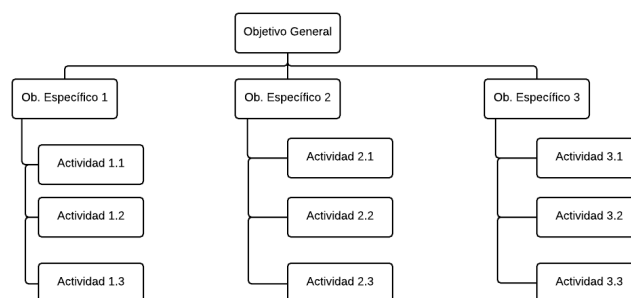


Figura 3: Uso método analítico

5.3.1.2 Método Científico. - El concepto de método aparece debido a que grandes filósofos griegos como Aristóteles, Platón o Sócrates advirtieron la necesidad de seguir un conjunto de reglas o axiomas para llegar al fin propuesto a priori evitando así el azar o la casualidad; los cuales, en raras ocasiones, dan lugar a sabiduría [39], el presente método consta de varias fases que engloban todo el trabajo investigativo, en el presente TT se tomaron en cuenta 4 de ellas que son:

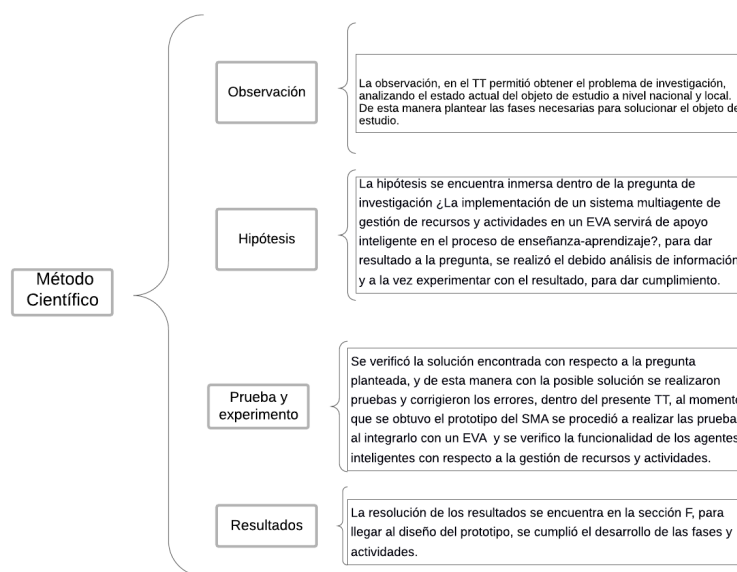


Figura 4: Uso método científico

5.3.1.3 Estudio de casos .- el estudio de casos es una técnica de aprendizaje con la que el alumno se enfrenta a un problema concreto, como un caso a resolver aplicando el conocimiento que se obtuvo para poder desarrollar la solución [40], dentro del TT, fue utilizado para el manejo de la información que se encontró al ejecutar la Revisión Sistemática de Literatura (RSL); además, sirvió para recopilar información que se empleó para dar cumplimiento a las actividades de los objetivos.

5.3.1.4 Metodología de RSL .-para realizar la RSL se utilizó la metodología de Bárbara Kitchenham [41], [42], [43] , debido a que la búsqueda de información se estableció de manera ordenada y estructural, teniendo en cuenta las presentes fases: el planteamiento y la ejecución, para mayor detalle ver el Anexo 11.1.

5.3.1.5 Muestreo por conveniencia.- permite la selección de usuarios que son accesibles o la selección de usuarios que desean participar como voluntarios [44]. El muestreo por conveniencia facilitó la realización de las pruebas, debido que se ha seleccionado los sujetos que reciben clases con el docente tutor del presente TT, esto permitió la accesibilidad a la obtención de resultados.

5.3.1.6 Método Experimento.- un experimento es una investigación empírica que manipula una variable denominada independiente del entorno o fenómeno estudiado, sobre otra variable denominada dependiente [36].

5.3.1.6 Método Encuesta.- las encuestas son, probablemente, el método de investigación más utilizado por todo el mundo, una encuesta es un método empírico que se utiliza para recopilar información sobre personas para describir su conocimiento , actitudes o comportamiento [36].

5.3.2. Recursos Técnicos

Los recursos utilizados fueron definidos tras la haber realizado la RSL; como resultado se obtuvieron las herramientas y conocimiento necesario para el desarrollo del TT.

5.3.2.1 Metodología PROMETHEUS.- es una metodología empleada para el desarrollo de sistemas multiagentes, que se basa en tres fases principales (Especificación del sistema, diseño de la arquitectura y diseño detallado), en el TT se la utilizó para la elaboración de la arquitectura y obtención del diseño del SMA. Dentro de la fase de especificación del sistema, se estableció la funcionalidad del mismo; tomando en cuenta aspectos fundamentales para el diseño del SMA como sus objetivos, actores, entre otros [23].

Para el diseño de la arquitectura se tomó en cuenta los elementos más importantes del SMA, como son: los agentes inteligentes, la relación con el usuario y la información que se va a manejar. Finalmente, se realizó una explicación detallada de cada agente, tomando en cuenta su funcionamiento y características; lo que se conoce como: diseño detallado [45].

5.3.2.2 Entorno de desarrollo eclipse.- Fue utilizado al momento de realizar el diseño de la arquitectura del SMA, debido al fácil acoplamiento con el plugin de

prometheus design tools.

5.3.2.3 Framework JADE.- su utilización se plasmó en el desarrollo de los agentes inteligentes que interactúan en el SMA. Además, JADE constituye un entorno completo para desarrollo de SMA.

5.3.2.4 Lenguaje de programación Java.-se utilizó este lenguaje de programación debido a su familiarización con JADE, ya que este último es desarrollado con Java; además, la fácil implementación de las librerías, ayudó al desarrollo del SMA y de esta manera cumplir con la fase tres. Para mayor detalle ver la sección F literal 3.1.

5.3.2.5 Base de datos Mysql.- se utilizó dentro del laboratorio local al momento que se gestionaron los datos del EVA y el funcionamiento de los agentes.

5.3.2.6 Lucidchart.-una herramienta de gran ayuda al momento de desarrollar los diagramas que son utilizados dentro de la metodología PROMETHEUS; además, al realizar la esquematización de otros diagramas mostrados en el TT.

5.4. Participantes:

Para el desarrollo del presente TT se contó con los siguientes participantes: la investigadora del presente TT (Adriana Carolina Gómez Jara) quien desarrollo el TT, estudiantes CIS (4to ciclo A, 4to ciclo B, 7mo ciclo) que interactuaron en la evaluación del prototipo y el docente académico y tutor (Luis Antonio Chamba Eras) el cual guió el desarrollo del TT.

6. Resultados

En la presente sección se presenta la evidencia empírica obtenida por cada objetivo específico; en la sección 6.1 se muestra los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en entornos virtuales de aprendizaje para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior, en la sección 6.2 se presenta la arquitectura del Sistema Multiagente (SMA), finalmente en la sección 6.3 se detalla la evaluación de la arquitectura propuesta.

6.1. OBJETIVO 1: Identificar los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en entornos virtuales de aprendizaje para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior.

Para llevar a cabo esta primera fase se han desarrollado las siguientes actividades:

6.1.1. Estudios de sistemas multiagentes que apoyan el proceso educativo.

Para la realización de la actividad se elaboró una revisión sistemática de literatura (RSL), basado en la metodología de revisiones sistemáticas de Bárbara Kitchenham (se elaboró un esquema para la revisión), para mayor detalle ver el Anexo 11.1, para orientar la RSL y tomando en cuenta la metodología empleada, se formularon las siguientes preguntas: ¿El sistema multiagente implementado en un EVA apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje? ¿Qué tipo de agentes inteligentes debe tener un SMA para que apoye el proceso de enseñanza aprendizaje? ¿Qué arquitectura debe tener un SMA para gestionar recursos y actividades en un EVA?; además, se tomó en cuenta los estudios realizados entre el año 2014 y 2018 (para la recolección de esta información se usó de cadenas de búsqueda y motores de búsqueda) (ver TABLA II).

TABLA II: .CADENAS DE BÚSQUEDA

Fuente Bibliográfica	Cadena de Búsqueda
Google Scholar	(Sistema Multiagente) AND (Entornos virtuales de aprendizaje) AND (Gestión de recursos) AND (Año de publicación >2013)
Bibliotecas del Ecuador	(Todos los Campos: SMA y la educación) AND (Año de publicación >2013)
Scielo	Sistema multiagente AND year_cluster:(>"2013")

Después de haber aplicado los criterios de inclusión y exclusión se hallaron los siguientes estudios (ver TABLA III).

TABLA III: .ESTUDIOS PRIMARIOS

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS01	Personalized adaptive interfaces for supporting recommendation from learning object repositories [46].	SMA, System multi-agent.	2017	Scielo

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS02	Agente recomendador para dar soporte al estudiante en el desarrollo de actividades de aprendizaje [47]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.
TS03	Definición de un prototipo de un sistema recomendador para las evaluaciones a distancia, en un sistema e-learning [48]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.
TS04	A semantic recommender system for adaptive learning [49]	multiagent system	2016	Research Gate
TS05	A recommender agent based on learning styles for better virtual collaborative learning experiences [50].	multiagent system	2015	Sciencedirect
TS06	Agente recomendador en jason [51].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS07	Modelo de sistema multi-agente ubicuo, adaptativo y sensible al contexto para ofrecer recomendaciones personalizadas de recursos educativos basado en ontologías [52].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar
TS08	Sistema multi-agente para recomendación de recursos educativos utilizando servicios de awareness y dispositivos móviles [53].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar
TS09	Sistema multi-agente para la gestión de objetos de aprendizaje en FROAC [54].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS10	Propuesta de sistema de apoyo al aprendizaje (SAPA) aplicado a las materias de inteligencia artificial y arquitectura de computadores que se dictan en la titulación de ingeniería en informática, en la modalidad de estudios a distancia de la Universidad Técnica Particular de Loja [55]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.
TS11	Arquitectura multiagente para un sistema e-learning centrado en la enseñanza de idiomas [56].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar
TS12	Sistema multiagente para el análisis del comportamiento de los usuarios de un sistema e-learning [57].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar

De esta manera al obtener los doce estudios mostrados en la TABLA III, se analizó los SMA que existen para el apoyo del proceso enseñanza-aprendizaje dentro de un EVA. Además, los SMA facilitan las actividades educativas en diversos ámbitos, como puede ser al momento que se refuerza un tema o pueden ayudar en la gestión de recursos y actividades para un ciclo en general. En la Fig.5 se muestra el diagrama de flujo de como se realizó la búsqueda, y de la manera que se llegaron a los 12 estudios seleccionados.

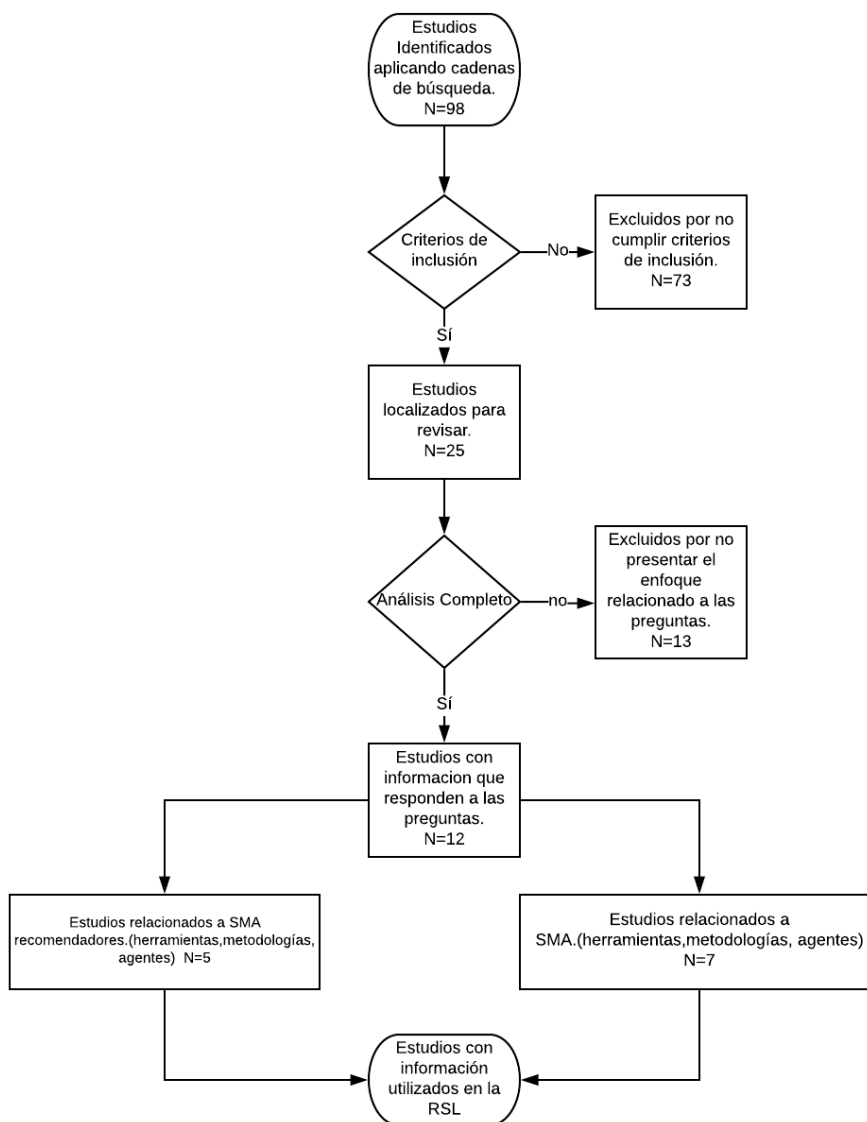


Figura 5: Diagrama de obtención de estudios

6.1.2. Recolección de información de sistemas multiagentes recomendadores de recursos educativos.

El desarrollo de la RSL ayudó a la recolección de la información sobre SMA recomendadores de recursos educativos, teniendo de esta manera cinco trabajos seleccionados (TS), estos son: TS01, TS03, TS04, TS07, TS08 los mismos se encuentran detallados en la TABLA III. Ciertos recomendadores utilizaban directamente un algoritmo recomendador; en cambio, otros se apoyaban de agentes para realizar la recomendación. Además, se observó que la recomendación siempre se la realiza tomando en cuenta los estilos de aprendizaje del estudiante. Los SMA recomendadores son utilizados dentro de EVAs gestionando recursos, actividades y objetos de aprendizaje.

6.1.3. Revisión de casos de éxitos de EVA con sistemas multiagentes.

Después de haber encontrado la literatura que da respuesta a las preguntas de la RSL, se procedió a realizar un análisis de cada una de ellas, denotando la importancia de estas con respecto a las preguntas como se muestra a continuación en la TABLA IV, dichos estudios se basan acerca de los SMA en los EVAs como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

TABLA IV: ESTUDIOS ENCONTRADOS

Preguntas RSL	Estudios Encontrados	Revisión Literaria
¿El sistema multi-agente implementado en un EVA apoya el proceso de enseñanza aprendizaje?	TS01,TS02,TS03,TS04, TS05,TS06,TS07,TS08, TS09,TS10,TS11,TS12	Mediante el análisis de literatura se observa que cada trabajo seleccionado (TS) apoya el proceso de enseñanza aprendizaje, debido a que se enfocan a la recomendación de recursos, objetos de aprendizaje entre otros. Algunos SMA trabajan con Moodle, y otros son agentes recomendadores. Ayudan al docente como al estudiante, al momento que cursa una materia, toman en cuenta el estilo de aprendizaje para hacer la gestión de recursos o actividades. Mezclan el uso de tecnologías entre estas tenemos ontologías, frameworks, interfaces entre otros. Además el SMA trabaja conjuntamente con un EVA, en algunos casos como son el TS03 y el TS05, sirven de apoyo dentro de la educación a distancia, ayudando al estudiante a reforzar sus conocimientos en determinadas materias.
¿Qué tipo de agentes inteligentes debe tener un SMA para que apoye el proceso de enseñanza aprendizaje?	TS01,TS02,TS05, TS07, TS09, TS10, TS11, TS12	Dentro de los estudios encontrados se puede denotar el uso de agentes inteligentes para el desarrollo del SMA, nos dan una breve denotación de la manera como actúa un agente inteligente, estableciendo sus características y funciones, además de que manera se conecta con otro agente, la mayoría de los trabajos hace uso de un agente interfaz encargado de comunicar al usuario con el SMA, además un agente usuario, aquel que va a estar dado por los roles en si de los actores que interactúen en el SMA, como se habla de un SMA que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje, se visualiza en los trabajos que existe un agente recomendador, que trabaja con el estilo de aprendizaje de los estudiantes para poder recomendar ya sea objetos de aprendizaje, recursos o actividades dentro del entorno en el que se va a utilizar el SMA, también se pudo observar que se utiliza un agente que interactúe ya sea con una base de datos o en el lugar en donde se va a gestionar los recursos o actividades a gestionar.
¿Qué arquitectura debe tener un SMA para gestionar recursos y actividades en un EVA?	TS01, TS02, TS03, TS05, TS06, TS07, TS08, TS09, TS11, TS12	La arquitectura que debe tener un SMA debe de estar bajo estándares en este caso el estándar mas conocido es FIPA, el poder trabajar con estándar va ayudar a la comunicación e intercambio de mensajes entre los agentes, además se debe tomar en cuenta que debe ser una arquitectura adaptable y que soporte en si todas las funcionalidades propuestas para el SMA.

Finalmente, se recolectó la información necesaria, donde se identificó los trabajos relacionados sobre SMA en EVAs, conociendo de esta manera su estado. A la vez, con el uso de una RSL se logró responder las preguntas planteadas, y de esta manera se obtuvo las pautas necesarias para saber acerca de características, metodología, tipos de agentes inteligentes, y herramientas para desarrollar la arquitectura de un SMA. Además con esta información se realizó un cuadro comparativo (ver Anexo 11.2) en el cual se detalla cada una de estas características.

6.2. OBJETIVO 2: Diseñar la arquitectura del sistema multiagente que cumpla las necesidades que se requiere en un entorno virtual de aprendizaje.

El diseño del Sistema Multiagente (SMA) empieza especificando el entorno de trabajo, el cual está integrado por: rendimiento, el entorno, los actuadores y sensores (REAS) pertenecientes al SMA. Para el diseño de cualquier SMA o agentes inteligentes se debe empezar especificando dicho entorno [58], las características se muestra en la Fig.6 y especificando cada una de ellas en la TABLA V

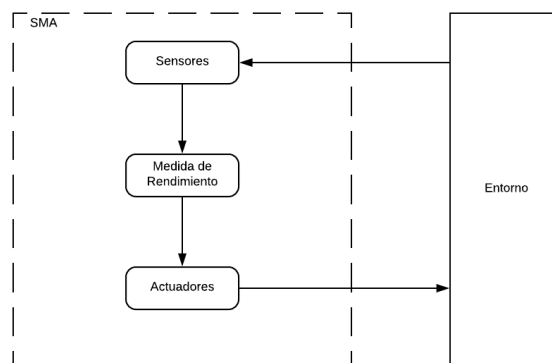


Figura 6: REAS del SMA

TABLA V: REAS

SMA	RENDIMIENTO	ENTORNO	ACTUADORES	SENSORES
Sistema multiagente GREAC	Porcentaje de satisfacción al utilizar los recursos y actividades gestionados por el SMA, se encuentren encima de la media	Entorno virtual de aprendizaje (MOODLE)	Recopilación y procesamiento de datos, posteriormente él envió de información al EVA, el EVA muestra los recursos y actividades.	Teclado de entrada, cuestionario VARK y base de datos del EVA.

La utilización del REAS en el presente TT ayudó a establecer el entorno en el cuál va a trabajar el SMA, conjuntamente con la información que manejará, y de esta manera tener claro las acciones y percepciones que fueron asignadas a cada agente. Además, tomando en cuenta el cuadro comparativo (ver el Anexo 11.2), y teniendo la información obtenida en la fase 1, se procedió a elegir el número de agentes, la metodología, y el framework a utilizar para el desarrollo del SMA. Dentro del cuadro comparativo existe el trabajo seleccionado (TS 07) [52], el cual hace uso de la metodología PROMETHEUS (la cual sirve para el desarrollo de SMA), en el presente trabajo se ha utilizado dicha metodología para dar cumplimiento a la presente fase; además, se toma en cuenta que sirve de gran apoyo dentro de [16],[12],[59] en donde desarrollan SMA en el ámbito educativo. Se tomó como referencia el planteamiento de la metodología tomada en [31], en donde se trabajó las tres fases como son: especificación del sistema, diseño de la arquitectura y diseño detallado, la misma que va acorde a las actividades a desarrollar.

6.2.1. Definir la funcionalidad del sistema multiagente.

Se consideró lo establecido en [45], en donde se explica que el sistema debe estar definido por: objetivos, escenarios y roles. Se procede a establecer cada una de ellas, tomando en cuenta que todas interactúan entre si.

1. **Objetivos y funcionalidades del sistema.** Al definir la funcionalidad del sistema, tomando en cuenta la metodología PROMETHEUS, se estableció objetivos y funcionalidades que corresponden al funcionamiento del SMA, las mismas que se encuentran definidas en la TABLA VI, cada objetivo es acompañado por una funcionalidad.

TABLA VI: OBJETIVOS Y FUNCIONALIDADES DEL SMA

OBJETIVOS	FUNCIONALIDAD
Desarrollar la arquitectura de un sistema inteligente que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje.	Aplicar la tecnología, recursos y herramientas informáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Gestionar recursos y actividades educativas acorde al perfil de aprendizaje de cada estudiante.	El estudiante tendrá una buena alternativa para su enseñanza y captará el conocimiento de mejor manera.
Apoyar al docente en la gestión de recursos para el estudiante.	Brindar una herramienta de apoyo para la enseñanza.

- Identificación de actores

En la TABLA VII, se muestran los actores que interactúan en el SMA, en este caso se identificó dos actores: el usuario (estudiante) y el administrador, en el SMA se asigna al profesor como administrador, debido a que es el responsable de subir los temas, actividades y recursos. Para la identificación de los actores se tomó en cuenta los usuarios potenciales del SMA y a quien ayudará dentro del EVA.

TABLA VII: IDENTIFICACIÓN DE ACTORES

Usuarios	El usuario es aquel que representa a los actores principales del SMA los cuales son: Los estudiantes, son aquellos que representan a todos los usuarios que acceden al SMA para interactuar con los recursos y actividades.
Administrador	El administrador representa a la persona la cual será la encargada de gestionar los recursos y actividades que serán visualizadas dentro del EVA, el profesor es aquel que representa al administrador

- Identificación de casos de uso del SMA

Seguidamente, tras la identificación de actores, se procedió a realizar los casos de uso; tal y como nos establece la metodología, se trata de la interacción de los actores con el sistema en donde se establecieron los posibles procesos a realizar (ver TABLA VIII).

TABLA VIII: CASOS DE USO SMA

Casos de uso	Descripción
Obtener el estilo de aprendizaje.	El sistema obtendrá el estilo de aprendizaje que se encuentra almacenado en la base de datos del EVA.
Buscar los recursos y actividades.	Buscará en la base de datos del EVA, los recursos y actividades que pertenezcan al estilo de aprendizaje de los estudiantes.
Guardar los recursos y actividades.	Guardará los datos obtenidos en donde conste que recurso y actividad le pertenece a cierto estudiante.

- Casos de uso: SMA

Luego de realizar la identificación de casos de uso, se debe representar dichos casos en un diagrama según lo establecido por la metodología, este diagrama se muestra en la Fig.7. En el diagrama se observa la interacción de los actores con el sistema, ya que el diagrama pertenece solamente a los procesos que serán realizados por el SMA.

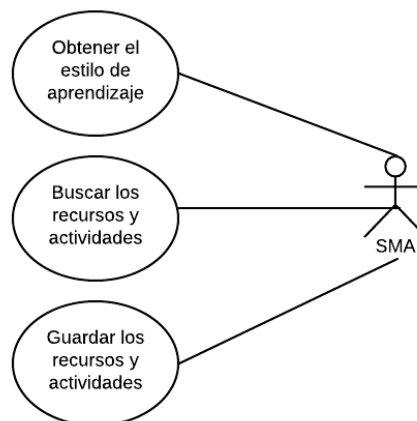


Figura 7: Casos de Uso del SMA

- Identificación casos de uso: Usuario

Se realizó la identificación de casos de uso por parte del Usuario (estudiante) y administrador (profesor), tal y como se muestra en la TABLA IX y Fig. 8, podrán realizar dos actividades en donde son representadas por la gestión de recursos y actividades.

TABLA IX: DESCRIPCIÓN CASO DE USO USUARIO

Caso de Uso	Descripción
Gestión de Recurso y actividad	Usuario: le permite visualizar y seleccionar el recurso o actividad a trabajar. Administrador: le permite crear los temas de la materia a cursar, administrar los recursos y actividades. (Crear, modificar, eliminar)

Casos de uso: Usuario

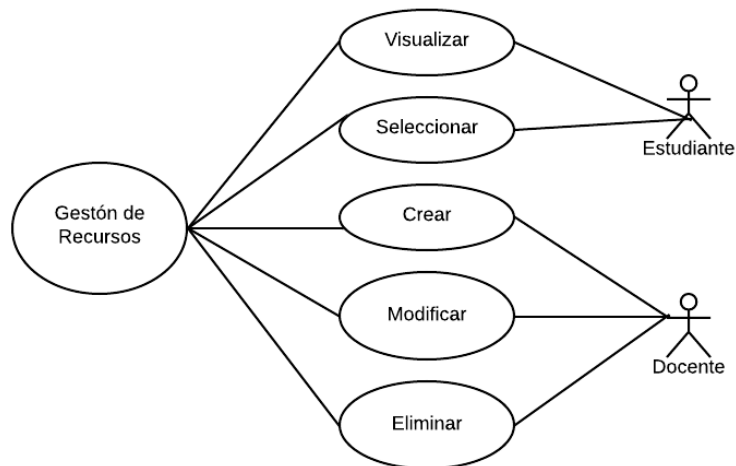


Figura 8: Casos de uso de los actores del SMA

- Descripción de caso de uso del SMA.

Teniendo en cuenta los casos de uso detallados anteriormente, se procede a realizar una descripción (ver TABLA X).

En donde se muestra cada caso de uso relacionado con los actores del SMA, acompañado de las funciones que van a realizar.

TABLA X: GESTIÓN DE RECURSOS

Caso de uso: gestión de recursos
Actor: Usuario
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario se encuentra logueado en el EVA. 2. Accede al curso en donde se encuentra matriculado. 3. Visualiza los recursos y actividades, mostrados en el curso según su estilo de aprendizaje. 4. Selecciona y accede al recurso o actividad presentada.
Actor: Administrador
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario se encuentra logueado en el EVA. 2. Visualiza la pantalla principal del EVA. 3. Accede al curso para gestionar los recursos y actividades. 4. Se muestra en la pantalla crear, modificar o eliminar recurso o actividad.

Para culminar con la fase de los casos de uso del SMA, se realizó la descripción expandida del proceso SMA (ver TABLA XI). En donde se considera a los actores definidos anteriormente conjuntamente con los procesos que van a realizar.

TABLA XI: PROCESO SMA

Caso de uso	SMA
Descripción	El usuario se encuentra en el EVA y ha completado la información acerca de su estilo de aprendizaje, el administrador estableció todos los recursos y actividades necesarios para completar los temas referentes a los cursos.
Actores	Usuario, Administrador
Propósito	Proceso sma
Excepciones	Error interno(conexión bd)
Precondiciones	El usuario debe de acceder al EVA, y llenar el cuestionario para obtener el estilo de aprendizaje.

2. Determinar los escenarios que capturan el uso del sistema.

Para determinar los escenarios que tendrá el SMA, se consideró los procesos que van a realizar los actores; identificando tres escenarios, los mismos se muestran en la Fig 9.

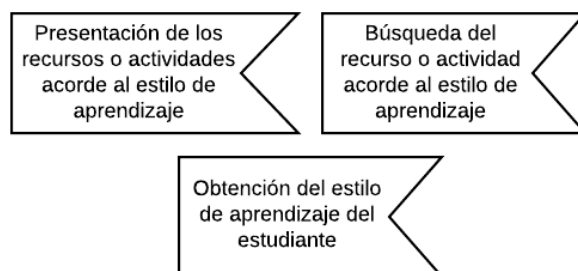


Figura 9: Escenarios del SMA

- Detalle de escenarios

Cada uno de los escenarios que se estableció consta de procesos que realizará el SMA dentro del EVA, conjuntamente con los actores.

Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante.

Acceso a la base de datos del EVA.

Obtención del perfil del estudiante.

Búsqueda del recurso o actividad acorde al estilo de aprendizaje.

Solicita un recurso o actividad acorde al estilo de aprendizaje.

Selecciona los recursos o actividades solicitados.

Actualiza recurso o actividad para elegir.

Presentación de los recursos o actividades acorde al estilo de aprendizaje

Carga los datos al EVA para ser presentados al estudiante

- Roles del sistema

Al definir los procesos del sistema, se debe establecer roles, los mismos que determinarán las actividades que serán realizadas por el sistema; para cada rol establecido, debe existir una acción y percepción, lo cual servirá para el desarrollo del SMA, y ayudará al momento de definir la arquitectura (ver TABLA XII).

TABLA XII: ROLES DEL SISTEMA

Rol del SMA	Percepción	Acción
Obtener el estilo de aprendizaje del estudiante	-Ejecución del SMA.	- Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante.
Selector de recurso y actividad de acuerdo al estilo de aprendizaje	-Búsqueda de recurso y actividad de acuerdo al estilo de aprendizaje obtenido	-Envío del recurso y actividad que le pertenece a cada estudiante.
Guardar recurso y actividad	- Recepción de recurso y actividad que le pertenece a cada estudiante	- Almacenamiento de datos en el EVA.
Controlador de ingreso de nuevos estilos	-Nuevo estilo agregado a la base de datos.	- Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante.

El desarrollo del entorno del diseño se definió en base al planteamiento de preguntas y respuestas; las cuales sirvieron de sustento al momento de establecer la funcionalidad del sistema (ver TABLA XIII).

TABLA XIII: PREGUNTAS FUNCIÓN SMA

Pregunta	Respuesta
¿A quién va dirigido el SMA?	A estudiantes y docentes en general.
¿Cuál es el objetivo principal del SMA?	Gestionar los recursos y actividades educativas en un EVA tomando en cuenta, el estilo de aprendizaje de cada estudiante.
¿Qué se pretende realizar con el SMA?	Se pretende realizar lo siguiente: -Apoyar el rendimiento académico. -Recomendar recursos y actividades apropiados bajo el perfil de cada estudiante. -Ayudar en la gestión de recursos y actividades a los docentes. -Implementar ayuda inteligente en un EVA.
¿Bajo qué condiciones se espera que los usuarios usen el SMA?	Se realizará el uso del SMA bajo las siguientes condiciones: -Interés en aprender y mejorar su rendimiento académico. -Conocimientos básicos en el uso de una computadora.

Tomando en cuenta el entorno de diseño, en la TABLA XIV se define los aspectos de desarrollo de la estructura del SMA.

TABLA XIV: ASPECTOS DEL SMA

ASPECTOS	
Usuarios	Estudiantes y docentes que hagan uso del EVA
Contenido	Recursos educativos y actividades, que vayan acorde a la temática del curso a impartir.
Necesidad educativa	Apoyar el desenvolvimiento de los estudiantes.

6.2.2. Diseño de la arquitectura del sistema multiagente.

El segundo punto dentro de la metodología es el diseño de la arquitectura del SMA y se lo realizó considerando tres aspectos: determinar el tipo de agentes del sistema, describir la interacción entre los agentes y diseñar la estructura total del sistema. Cada uno de ellos se detalla a continuación.

1. Determinar el tipo de agentes del sistema

Identificación de agentes

La identificación de los agentes se realizó en base a la RSL (ver el Anexo 11.1), tomando en cuenta los estudios seleccionados, y a la vez el cuadro comparativo (ver el Anexo 11.2). Se identificaron cuatro agentes: agente usuario, agente interfaz, agente repositorio, agente controlador (ver Fig.10), los agentes son de tipo basados en metas debido a que realizan sus acciones teniendo en cuenta la meta u objetivo a cumplir, en este caso es la gestión de los recursos y actividades basándose en el estilo de aprendizaje del estudiante.

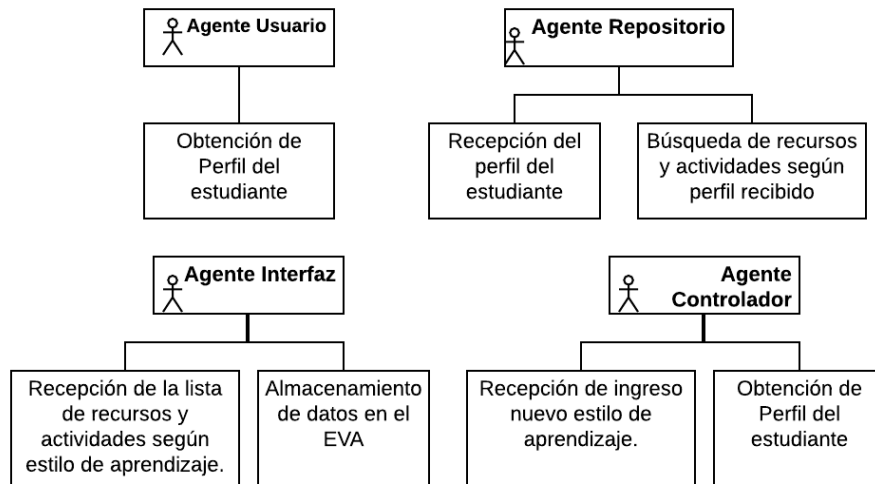


Figura 10: Tipos de agentes

Diagrama de acoplamiento de datos

La base de datos que se utilizó es la del EVA (MOODLE 3.6) en donde se almacena la información de los estudiantes, profesores, cursos, recursos y actividades, en la misma interactuarán los agentes obteniendo el estilo de aprendizaje de cada estudiante y así recomendar el recurso o actividad (ver Fig.11).

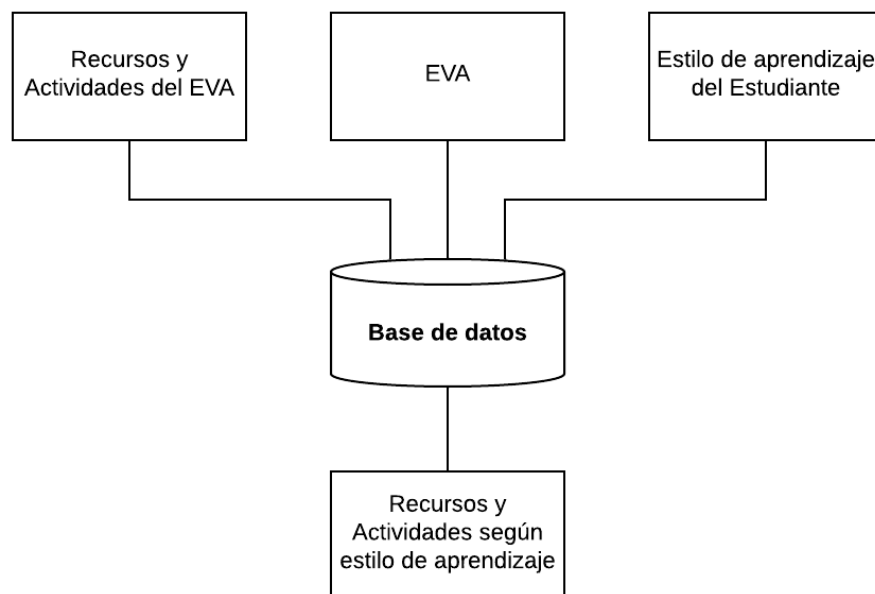


Figura 11: Acoplamiento de Datos

2. Interacción entre los agentes

La interacción de los agentes está determinada por la relación que tienen entre ellos, y a la vez como se van a comunicar dentro del SMA (ver Fig 12).

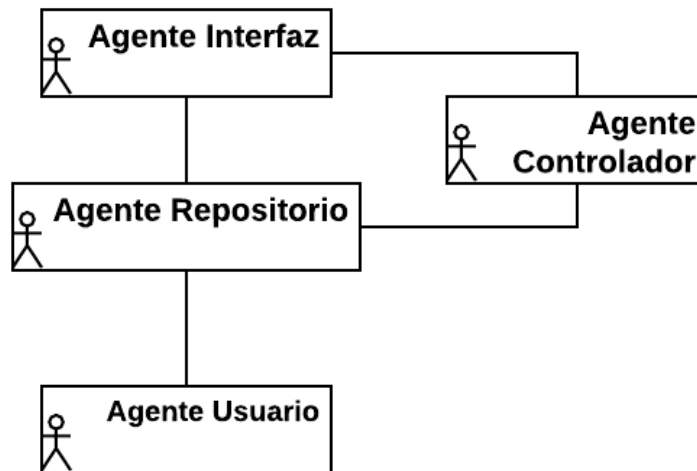


Figura 12: Interacción entre agentes

Diagrama de secuencia entre agentes

En la Fig. 13 se visualiza la función del sistema, empezando por el agente usuario el cual solicita el perfil del estudiante en la base de datos, la base de datos del EVA ejecuta la sentencia buscando y devolviendo los datos solicitados, el agente usuario al obtener estos datos, se comunica con el agente repositorio, el cual buscará los recursos y actividades acorde al perfil recibido, para ello, se comunica con la base de datos del EVA, solicitando los recursos y actividades, una vez obtenidos los recursos y actividades compara, y realiza la relación por cada estudiante el recurso que le pertenece, y estos datos obtenidos los envía al agente interfaz, dicho agente almacena los datos recibidos en la base de datos del EVA, y a la vez activa al agente controlador. El agente controlador se encarga de visualizar en la base de datos si ingresó un nuevo estilo de aprendizaje, para enviarle la información al agente repositorio, y que este realice su función.

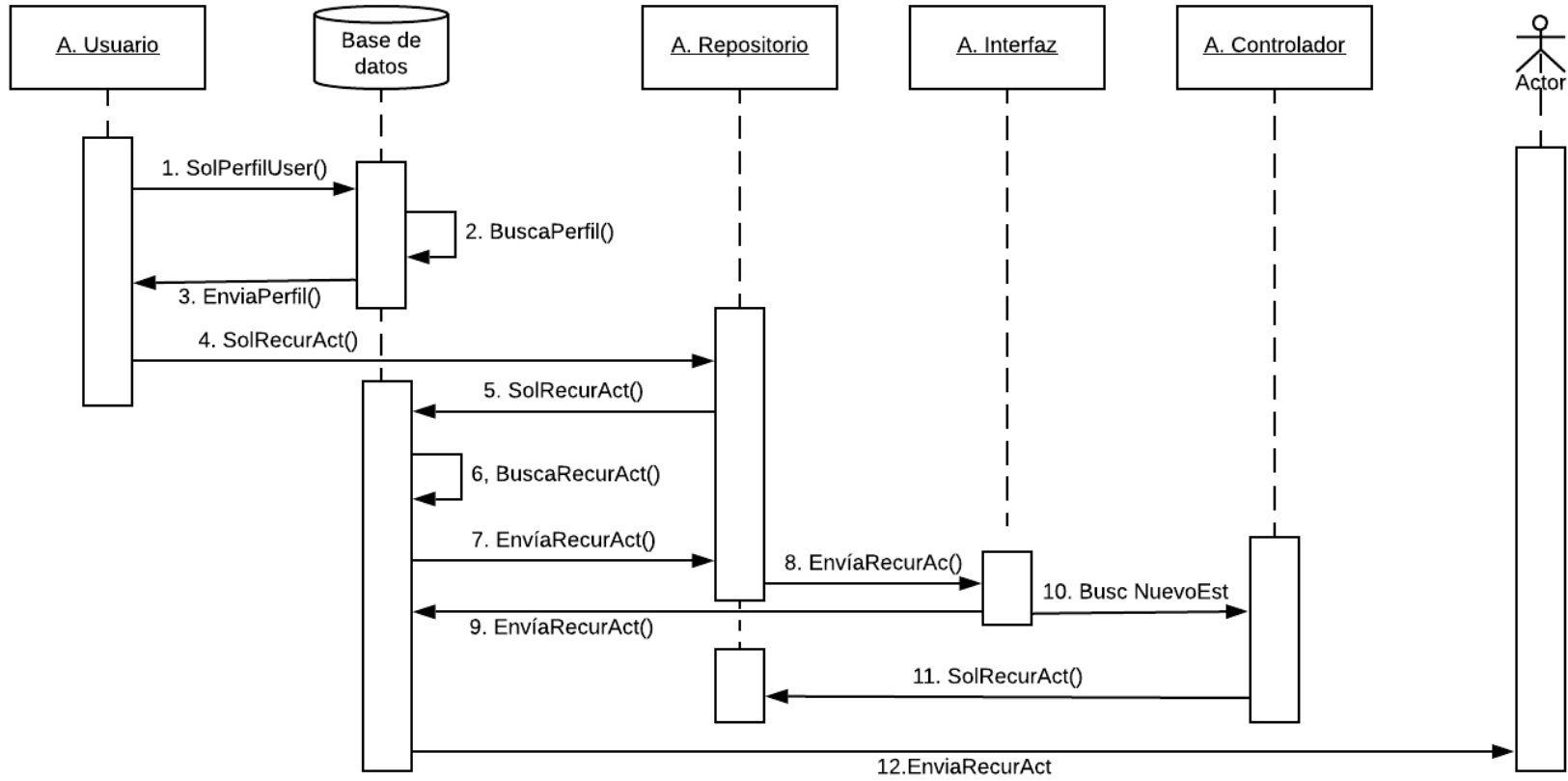


Figura 13: Diagrama de Secuencia de los Agentes

3. Diseñar la estructura total del sistema

Para diseñar la arquitectura del SMA se utilizó la herramienta PROMETHEUS DESIGN TOOL, la misma que apoya a la metodología utilizada, esta herramienta diagrama el sistema de manera general considerando la descripción establecida en la fase de funcionalidad, plasmando los roles, percepciones, mensajes y acciones que tienen los agentes que interactúan en el sistema (ver Fig. 14), a continuación se describe la arquitectura.

- a) El usuario llena el cuestionario VARK enviando esta información a la base de datos del EVA y activando el SMA.
- b) El agente Usuario percibe la ejecución del SMA, realiza la acción de obtener el EA del estudiante, cumpliendo con el rol de obtener el EA que predomina en el estudiante, a continuación envía el mensaje al agente repositorio con la información obtenida.
- c) El agente Repositorio percibe la búsqueda del recurso y actividad en base al EA, realiza la acción del envío del recurso y actividad encontrado acorde al EA del estudiante, cumpliendo con el rol del envío del Recurso y Actividad, a continuación envía el mensaje al agente interfaz para que esta información sea enviada a la base de datos del EVA.
- d) El agente Interfaz percibe la recepción del recurso y actividad del EVA que le pertenece a cada estudiante, realiza la acción del almacenamiento de la información en la base de datos del EVA, cumpliendo con el rol de guardar el Recurso y Actividad que se le debe mostrar a cada estudiante, a continuación envía el mensaje al agente controlador para que realice el monitoreo del ingreso de un nuevo EA.
- e) El agente Controlador percibe un nuevo EA agregado a la base de datos del EVA, realiza la acción de obtener el EA del estudiante, cumpliendo con el rol de controlador de ingreso de nuevos EA, a continuación envía el mensaje al agente repositorio con la información obtenida y continúa controlando si existe el ingreso de un nuevo EA.

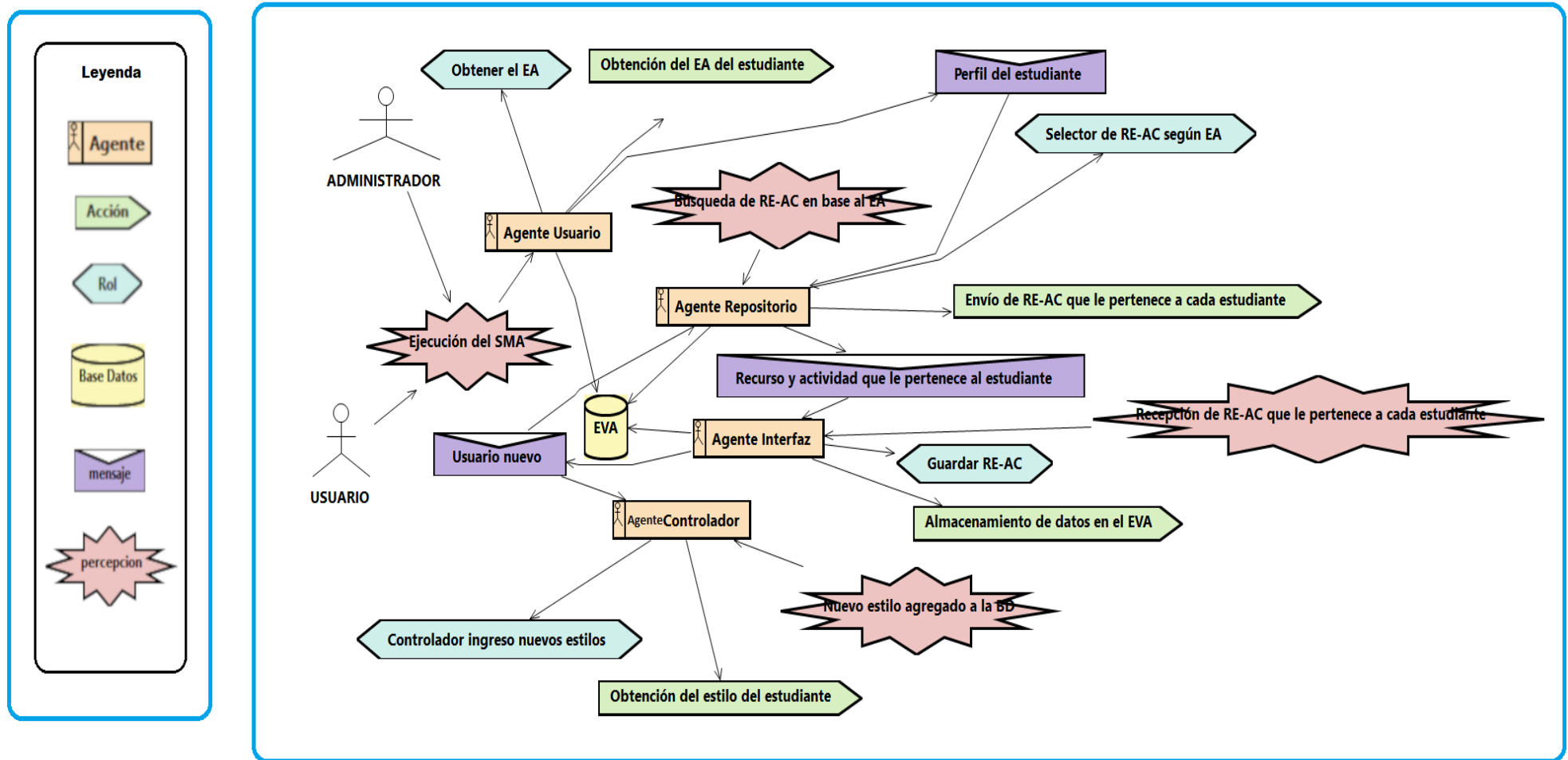


Figura 14: Interacción del SMA

4. Conexión entre el SMA y el EVA

En la Fig.15 se muestra la arquitectura de la conexión entre el SMA y el EVA, para realizar esta conexión se trabajará directamente con la base de datos del EVA, primeramente en la base de datos se almacenará la información obtenida de las respuestas del test de EA, de acuerdo al resultado obtenido del cuestionario se trabajará con el EA predominante en cada estudiante, el SMA procederá a clasificar los recursos y actividades del EVA acorde al EA obtenidos, al tener esta clasificación se volverá a enviar a la base de datos del EVA, finalmente el EVA leerá y presentará los recursos y actividades adaptativos para cada estudiante, la creación de esta conexión se encuentra detallada en el Anexo 11.9

MOODLE 3.6

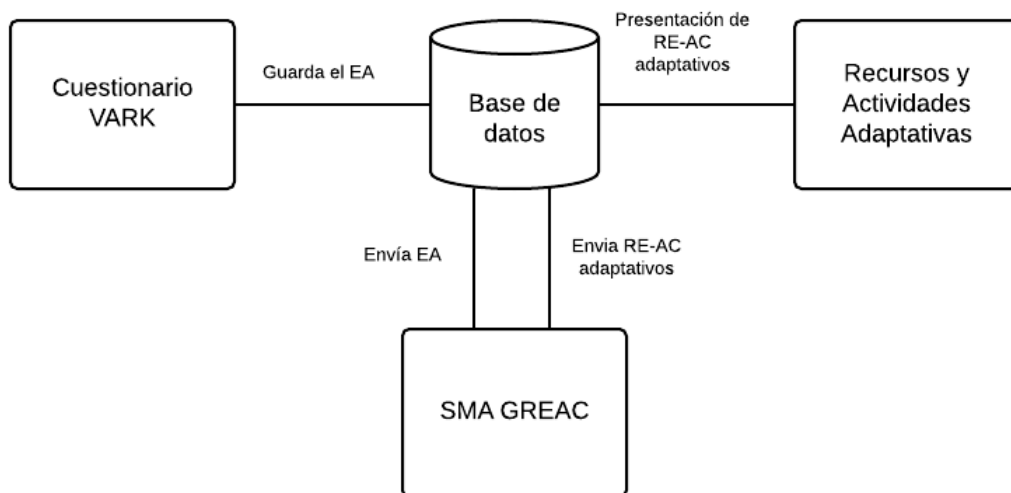


Figura 15: Arquitectura del SMA en el EVA

6.2.3. Diseño de agentes que interactúan en el sistema.

En esta etapa se muestra un detalle de los agentes que interactúan en el SMA, tomando en cuenta varios aspectos como son: descripción, objetivos, entre otros. Esta descripción se muestra en la TABLA XV.

TABLA XV: AGENTES

Agente	A. Usuario	A. Repositorio	A. Interfaz	A. Controlador
Descripción	El agente usuario, se encarga de obtener el estilo de aprendizaje del estudiante.	El agente repositorio, se encarga de buscar en la base de datos del EVA los recursos y actividades, que corresponden al estilo de aprendizaje del estudiante.	El agente interfaz es el encargado de almacenar en la base de datos del EVA los recursos y actividades, que se le van a presentar al estudiante.	El agente controlador se encarga de monitorear si se agrega un nuevo estilo de aprendizaje en la base de datos del EVA.
Rol	Obtener el estilo de aprendizaje de los estudiantes.	Selector del recurso y actividad de acuerdo al estilo de aprendizaje del estudiante.	Guardar los recursos y actividades	Controlador de ingreso de nuevos estilos de aprendizaje.
Mensajes Entrantes	Ninguno	Lista de estilo de aprendizaje perteneciente a cada estudiante.	Lista de recursos y actividades que le pertenecen a cada estudiante.	Solicitud de ingreso nuevo estilo de aprendizaje.
Mensajes Salientes	Lista de estilo de aprendizaje perteneciente a cada estudiante.	Lista de los recursos y actividades pertenecientes a cada estudiante.	Solicitud de ingreso nuevo estilo de aprendizaje	Lista de estilo de aprendizaje perteneciente a cada estudiante.
Percepciones	Ejecución del SMA.	Búsqueda de recurso y actividad acorde al estilo de aprendizaje obtenido.	Recepción de recurso y actividad que le pertenece a cada estudiante.	Nuevo estilo de aprendizaje agregado a la base de datos
Acciones	Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante	Envío del recurso y actividad que le pertenece a cada estudiante.	Almacenamiento de datos en el EVA.	Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante.
Comunicación con otro agente	El agente usuario se comunica con el agente repositorio, enviándole los estilos de aprendizaje de los estudiantes.	El agente repositorio se comunica con el agente usuario y el agente controlador, que son aquellos que le envían el perfil del estudiante, para que realice la búsqueda, además se comunica con el agente interfaz para enviarle la lista de los recursos y actividades pertenecientes a cada estudiante.	El agente interfaz se comunica con el agente repositorio el cual le envía la lista de los recursos y actividades pertenecientes a cada estudiante, y con el agente controlador.	Se comunica con el agente repositorio, enviándole los nuevos estilos de aprendizaje, además con el agente interfaz el mismo que le envía la solicitud de verificación si existe un nuevo estilo de aprendizaje agregado.

6.3. OBJETIVO 3: Evaluar la arquitectura de sistema multi-agente propuesta.

6.3.1. Determinar el ambiente necesario para el funcionamiento del sistema multiagente

Tomando en cuenta el cuadro comparativo (ver Anexo 11.2) se seleccionó el middleware JADE para el desarrollo del SMA debido a que utiliza el estándar FIPA para la comunicación entre agentes, además al utilizar el entorno JADE mediante la creación del contenedor se visualizó la interacción de los agentes.

Para determinar el ambiente en donde trabajará el SMA se utilizó el cuadro comparativo (ver Anexo 11.2), en donde se tomó en cuenta lo planteado en [47] [48] [55] [56] [57], de tal manera que establecen la selección de un software y la elección de un estilo de aprendizaje que predomine en el estudiante y, de esta manera, obtener el perfil de aprendizaje que servirá como entrada en el SMA para la gestión de recursos y actividades dentro del EVA. Para la selección del EVA se consideró lo propuesto en [57],[56],[55], estudios que fueron obtenidos por medio de la RSL (ver Anexo 11.1), en donde el software que utilizaron fue MOODLE 3.6, dentro de los trabajos [60], [32], [61], [62], [33], se establece que MOODLE ¹ es una herramienta de fácil interacción y que posee una interfaz amigable. MOODLE está desarrollado en el lenguaje PHP y utiliza MySql como motor de base de datos. La instalación y configuración de MOODLE 3.6 se puede visualizar en el Anexo 11.3.

6.3.2. Elección del test de estilo de aprendizaje

En el trabajo [16] se hace una comparativa entre los test de Kolb [63], Dunn y Dunn [64], Modelo de la Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder – PNL-VAK [16], modelo 4MAT de Bernice McCarthy [16], el Modelo de Neil Fleming y Collen Mills-VARK [16], en donde seleccionan el modelo de Neil Fleming y Collen Mills-VARK debido al valor agregado que este tiene como es la lectu-

¹<https://download.moodle.org/windows/>

ra/escritura y se toma en cuenta que es un test de fácil entendimiento, por tal razón en el presente TT se seleccionó el cuestionario de Neil Fleming y Collen Mills-VARK y se lo implementó en el software MOODLE 3.6. El estilo de aprendizaje de cada estudiante, despunta al momento en el que este aprende algo; cada estudiante aprende de diferente manera, utilizando su propio método, estrategia o preferencias. El modelo VARK provee un instrumento para determinar dichas preferencias [65].

6.3.3. Implementación del test de estilo de aprendizaje en el entorno MOODLE.

Para implementar el test de estilo de aprendizaje primeramente se creó el cuestionario VARK el cuál permitió la obtención del estilo de aprendizaje (EA) del estudiante, y luego se modificó la base de datos de MOODLE 3.6 agregando una nueva tabla denominada mdl-historial-vark esta tabla contiene el id del usuario relacionado con el estilo de aprendizaje que le corresponde a cada estudiante. Los estilos de aprendizaje que se toman en cuenta son: Visual, Auditivo, Lectura/escritura, y Kinestesico, además se creó un archivo denominado preguntasvark.php el cual muestra el cuestionario al estudiante cada vez que inicia el curso y almacena las respuestas en la tabla mdl-historial-vark (ver Anexo 11.4). Se realizó la modificación del archivo nativo de MOODLE 3.6 index.php, en donde se realizó la implementación del test de EA (ver Anexo 11.4), el funcionamiento es el siguiente: se valida que el usuario tenga rol de estudiante, que haya iniciado sesión y que los campos de estilo de aprendizaje no estén llenos y de esta manera se lo redirecciona al cuestionario, caso contrario ingresa directamente a la página principal.

6.3.4. Clasificación de los recursos y actividades de MOODLE según VARK

Al gestionar los recursos y actividades de MOODLE, se los clasificó según el estilo de aprendizaje VARK para que estos vayan acorde al estilo de aprendizaje del estudiante, para realizar dicha clasificación se tomó en cuenta lo expuesto en

[66], [67], [68], en donde se denota que los recursos y actividades de MOODLE se clasifican como se muestra en la Fig. 16.

id	name	cron	lastcron	search	visible	eavark	name_es
1	assign	60	0		1	VARK	Tarea
2	assignment	60	0		0	NULL	
3	book	0	0		1	R	Libro
4	chat	300	0		1	R	Chat
5	choice	0	0		1	VARK	Consulta
6	data	0	0		1	VARK	Base de datos
7	feedback	0	0		1	VARK	Encuesta
8	folder	0	0		1	VR	Carpeta
9	forum	0	0		1	RK	Foro
10	glossary	0	0		1	R	Glosario
11	imscp	0	0		1	VARK	Paquete de contenido IMS
12	label	0	0		1	VARK	Etiqueta
13	lesson	0	0		1	R	Lección
14	lti	0	0		1	VARK	Herramienta Externa
15	page	0	0		1	VARK	Página
16	quiz	60	0		1	VARK	Cuestionario
17	resource	0	0		1	VR	Archivo
18	scorm	0	0		1	VARK	Paquete SCORM
19	survey	0	0		1	VARK	Encuestas predefinidas
20	url	0	0		1	VARK	URL
21	wiki	0	0		1	VA	Wiki
22	workshop	60	0		1	A	Taller

Figura 16: Tabla mdl-module agregada etiqueta

6.3.5. Creación del SMA

Para la creación del SMA se configuró cuatro archivos, los cuales fueron desarrollados en el lenguaje de programación JAVA, utilizando el middleware JADE, dichos archivos se detallan en la TABLA XVI, además el envío de mensajes se realiza mediante el método send de la clase Agent. A dicho método se le envió un objeto de tipo ACLMessage que contiene la información del agente al cual se comunicará y el contenido del mensaje, en este caso se envió una lista de listas. Estos mensajes se envían de modo asíncrono, y a la vez en la comunicación se utilizó los métodos send() y receive() los mismos permiten saber cuando un agente se comunica estrictamente con otro.

TABLA XVI: ARCHIVOS JAVA

ARCHIVO	DESCRIPCIÓN
Conectar.java	Este archivo contiene la conexión a la base de datos de MOODLE 3.6, se lo realiza utilizando el paquete especial java.sql.Connection, esta conexión permitió a los agentes acceder a la información, de los estudiantes como de los cursos.
Agente.java	Dentro del archivo se configuró las funcionalidades del agente usuario, el cual obtiene el estilo de aprendizaje relacionado de cada estudiante dentro de MOODLE 3.6, al momento que obtiene la información, crea el mensaje para enviarle dicha información al agente repositorio.
Repositorio.java	En el archivo se configuró las funcionalidades del agente repositorio, el cual obtiene el mensaje del agente usuario, almacena el estilo de aprendizaje para obtener los recursos y actividades que corresponden al mismo, luego crea un mensaje con esta información y la emite al agente interfaz.
Interfaz.java	En este archivo se recibe la información y se la clasifica de tal manera que se le presente al usuario, esta clasificación se la almacena en una tabla en donde consta el id del usuario y el recurso o actividad que le pertenece. Esta tabla es accedida por MOODLE 3.6 para presentarle el contenido personalizado al estudiante.
Controlador.java	En el archivo se configuró la funcionalidad del agente controlador, realizando primero la conexión a la base de datos para monitorear el ingreso de un nuevo ingreso de estilo de aprendizaje, si en caso existe, se comunica con el agente repositorio, enviando los perfiles ingresados.

6.3.6. Evaluación del prototipo

Para evaluar el prototipo del SMA se ha utilizado el método del experimento y el método empírico de la encuesta, de esta manera se desarrolló la validación académica tomada del modelo de transferencia de tecnología en ingeniería del software [36], en donde establece que la validación académica se la realiza en un entorno experimental, normalmente utilizando alumnos como sujetos. El objetivo de la presente validación es la gestión de recursos y actividades del entorno MOODLE 3.6, utilizando el SMA "GREAC" (gestión de recursos y actividades), tomando en cuenta los estilos de aprendizaje del estudiante otorgados por el cuestionario VARK, las actividades y recursos deben de ser gestionadas acorde el estilo de aprendizaje de cada estudiante.

La validación académica se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Loja en la Facultad de las Energías y los Recursos Naturales No Renovables, en la Carrera de Ingeniería en Sistemas con estudiantes de cuarto y séptimo ciclo, en las asignaturas de Metodología de la Investigación y Proyectos Informáticos I respectivamente. A continuación se describe la validación académica de acuerdo en los lineamientos planteados en [36].

1. **Definición del alcance.-** la validación se desarrolló de manera local utilizando un servidor, se ha utilizado el MOODLE 3.6 para la gestión de los recursos y actividades de dos cursos, además, se utilizó un diseño instruccional y se involucraron a los estudiantes de cuarto y séptimo ciclo para evaluar el prototipo de GREAC.

2. **Planificación.-**

- 2.1 **Selección del contexto.-** los objetos experimentales consisten en:

- 2.1.1 **Obtención del estilo de aprendizaje del estudiante.-** se obtuvo el estilo de aprendizaje mediante un cuestionario denominado VARK, el cual se muestra al inicio del curso cuando ingresa el estudiante por primera vez, en donde se elige el estilo predominante y se lo procede a guardar en la base de datos.

- 2.1.2 **Gestión de los recursos y actividades en base al estilo de apren-**

dizaje del estudiante.-los recursos y actividades de MOODLE 3.6 están etiquetados según el estilo VARK para mayor detalle de esta clasificación ver sección 6.3.3, de esta manera se consideró dicha etiqueta y se comparó con el estilo de aprendizaje del estudiante, realizando una clasificación en donde se denota que; para cada estudiante le corresponde ciertos recursos y actividades.

2.1.3 El grado de satisfacción del usuario mediante una encuesta.-la encuesta consta de un cuestionario on-line creado en google forms, sirvió para evaluar la presentación del cuestionario VARK, la gestión de los recursos y actividades, la presentación de los temas, además la satisfacción del usuario al utilizar el SMA en el MOODLE 3.6.

2.2 Selección de Sujetos.- para la selección de sujetos se utilizó el muestreo no probabilístico o conocido también como muestreo por conveniencia, en donde se seleccionó a los estudiantes de cuarto y séptimo ciclo, para trabajar con las materias de Metodología de la Investigación y Proyectos Informáticos I respectivamente, dichos estudiantes fueron seleccionados debido a la facilidad de acceder a realizar las pruebas.

2.3 Selección de Variables.-la variable independiente es la obtención del estilo de aprendizaje del estudiante, es una variable que toma cuatro valores como son: Visual, Auditivo, Leer Escribir, y Kinestésico. La variable dependiente es la gestión del recurso o actividad de MOODLE, en base al estilo de aprendizaje del estudiante.

3. **Instrumentación.**- se utilizó un servidor local (XAMPP), los participantes utilizaron una red local para acceder al servidor, se utilizó MOODLE 3.6 y se matricularon los diversos usuarios para que accedan al curso.

En esta tarea se aplicó una encuesta post-experimento (ver Anexo 11.6), que completaron los estudiantes una vez interactuado con el prototipo, en donde contestaron preguntas acerca de la presentación del test, y acerca de la gestión de los recursos y actividades acorde a su perfil. El objetivo

de esta encuesta fue obtener la percepción de los estudiantes acerca del prototipo, y fue utilizado para interpretar y explicar los resultados.

4. Operación

4.1 Preparación.- antes de realizar la validación académica con los estudiantes, se configuró el MOODLE 3.6 con la información de los estudiantes, ingresándolos en el sistema y generando las claves para su correcto ingreso, como usuario se utilizó el correo de cada estudiante y como contraseña su número de cédula, para evaluar el prototipo se otorgará los recursos y actividades en base al tema “Habilidades de Escritura Científica en Ingeniería Informática 2.0” Tomando en cuenta el diseño instruccional ADDIE [69] [70], el diseño instruccional como proceso, es el desarrollo sistemático de los elementos instruccionales, usando las teorías del aprendizaje y las teorías instruccionales para asegurar la calidad de la instrucción. Incluye el análisis de necesidades de aprendizaje, las metas y el desarrollo materiales y actividades instruccionales, evaluación del aprendizaje y seguimiento [71] y según [72] [73] el diseño instruccional ADDIE se acopla a MOODLE 3.6 por ser un diseño interactivo y consta de cinco fases que se debe cumplir (ver Fig. 17).

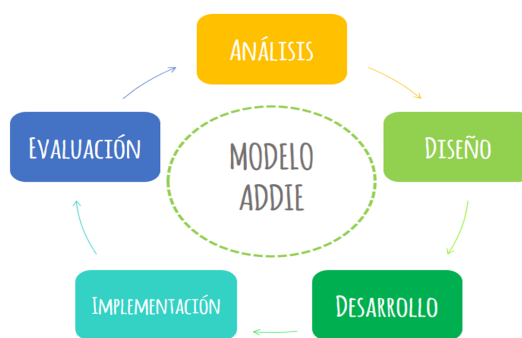


Figura 17: Diseño instruccional ADDIE

Al analizar el diseño instruccional ADDIE se acopló las fases al experimento relacionado con el presente TT, tal y como se muestra a continuación:

ANÁLISIS.- en esta fase se establece los participantes que interactuaran

en el curso, además se establece el porqué se va abarcar algún tema, cual es su finalidad, y se establecen los recursos a utilizar. En la TABLA XVII se presenta el análisis para llevar a cabo la experimentación.

TABLA XVII: ANÁLISIS ADDIE

Participantes	Dirigido a los alumnos de 4to A y B, y a los estudiantes de 7mo ciclo de la Universidad Nacional de Loja de la carrera de Ingeniería en Sistemas
Necesidad Instruccional	Realizar una búsqueda científica, y obtener información basada en investigaciones, es de gran ayuda y sustento para un trabajo, la mayoría de los estudiantes carecen del conocimiento de las bases de datos académicas y es importante que puedan conocerlas.
Recursos a Necesitar	Se realizará en un ambiente de aprendizaje virtual (EVA) a través de las plataforma moodle, el estudiante deberá disponer de: -Computador -Acceso a Internet

DISEÑO.- con los datos recogidos en la fase de análisis se puede diseñar un modelo de material apropiado (ver TABLA XVIII). En este caso se ha utilizado los materiales presentados en MOODLE, y aquellos que son recomendados en [72].

TABLA XVIII: DISEÑO ADDIE

Objetivo General	Concientizar al estudiante, en el uso de base de datos académicas.
Objetivos Específicos	<p>Describir las bases de datos académicas.</p> <p>Analizar la importancia del uso de bases de datos académicas.</p> <p>Orientar al estudiante al realizar una revisión sistemática de literatura.</p>
Metodología Instruccional	<ul style="list-style-type: none"> -Audiovisuales - Retro información - Lectura relativa al tema
Metodología Interactiva	<ul style="list-style-type: none"> -Páginas - Foro - Wikis - Urls - Tarea
Contenido	Habilidades de Escritura Científica en Ingeniería Informática 2.0

DESARROLLO.- esta fase incluye la elección de los medios a utilizar y el material del alumno (ver TABLA XIX).

TABLA XIX: DESARROLLO ADDIE

Medios a Utilizar	Crear y habilitar el aula virtual de moodle
Material del Alumno	Trabajo colaborativo en wikis y foros

IMPLEMENTACIÓN.- en la TABLA XX, se especifica los pasos a seguir para llevar a cabo la actividad.

TABLA XX: IMPLEMENTACIÓN ADDIE

Para los Estudiantes:
<ul style="list-style-type: none">- Ingresar a la plataforma virtual con su respectivo usuario y contraseña.- El usuario debe acceder a la materia habilitada- Realizar las actividades planteadas en el tema- Participar en los foros y las wikis respectivamente

EVALUACIÓN

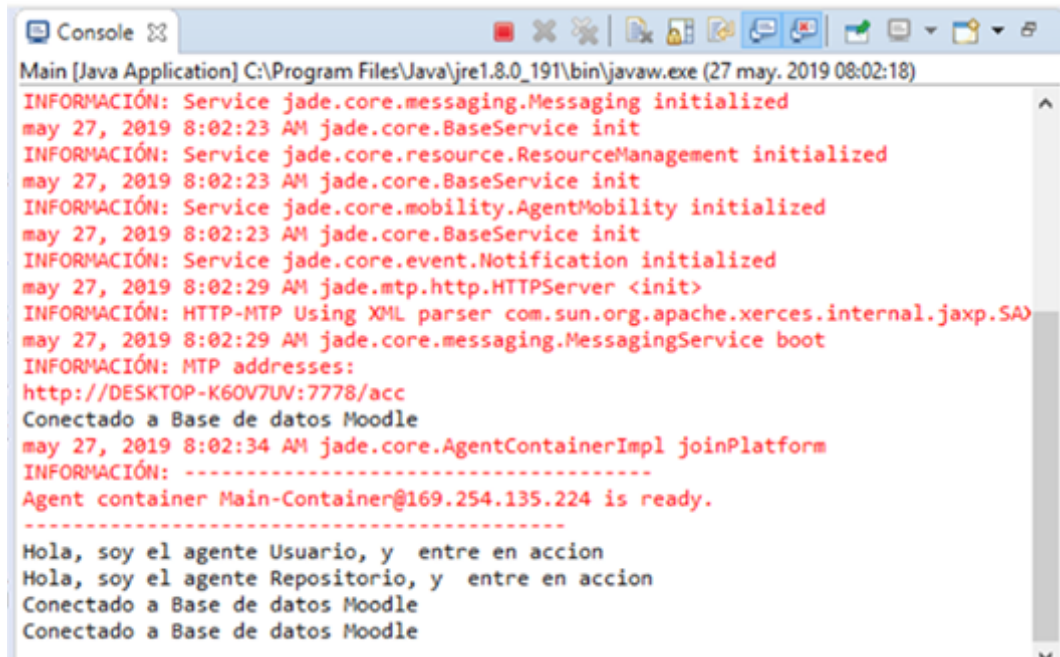
La evaluación es la ultima fase del diseño instruccional, se la realizó aplicando un cuestionario al finalizar el curso, el mismo consta de preguntas relacionadas con las lecciones revisadas en el transcurso del tema.

4.2 Ejecución.- La ejecución de las pruebas se realizaron en la semana del 27 al 31 de mayo del 2019, cada curso contó con dos días a la semana de clases tal y como se muestra en la TABLA XXI, originalmente se ejecutó la evaluación del prototipo con 54 estudiantes, culminando todas las actividades 50 estudiantes. El primer día se explicó el objetivo del experimento y se leyó el documento en donde los estudiantes dieron su consentimiento para realizar la evaluación del prototipo, a continuación se realizó las instrucciones, indicándoles de esta manera la dirección a cual debían acceder, y cuáles eran los datos para ingresar al EVA. Se monitoreo la realización de las actividades para solventar las preguntas de los estudiantes, y solucionar los problemas que se iban encontrando.

TABLA XXI: EJECUCIÓN

Días de Evaluación	Lunes- Viernes	Lunes- Viernes	Miércoles-Jueves
Horario	07:30-10:30 y 8:30-10:30	10:30-13:30 y 10:30-12:30	10:30-13:30 y 9:30-11:30
Problemas y soluciones que se presentaron al realizar las pruebas.	El cuestionario VARK a dos estudiantes no se les presentó, por lo que se accedió al EVA nuevamente para poder obtener el estilo de aprendizaje. El estilo de aprendizaje aparecía, de manera rápida por lo que alguno no podían visualizarlo. Dos estudiantes no constaban en la lista por lo que no podían acceder al curso, en ese instante se creó su respectiva cuenta y matricularlos en el curso.	El estilo de aprendizaje aparecía, de manera rápida por lo que alguno no podían visualizarlo. El internet está demasiado lento, no podían ingresar al EVA, al segundo día, el internet estaba demasiado lento, que ningún estudiante podía acceder, por lo que se utilizó la red del celular para que puedan acceder, pero solo permitía a 10 usuarios, por lo que fueron turnándose, para que todos puedan acceder al EVA, además la Tarea se dio de baja, debido a que no existía internet. Una estudiante no constaba en la lista por lo que no podían acceder al curso, en ese instante se creó su respectiva cuenta y se lo matriculó en el curso.	Dos estudiantes no constaban en la lista por lo que no podían acceder al curso, en ese instante se creó su respectiva cuenta y se lo matriculó en el curso. En este escenario se presentaron problemas con respecto al desarrollo de la tarea más no problemas de funcionalidad.

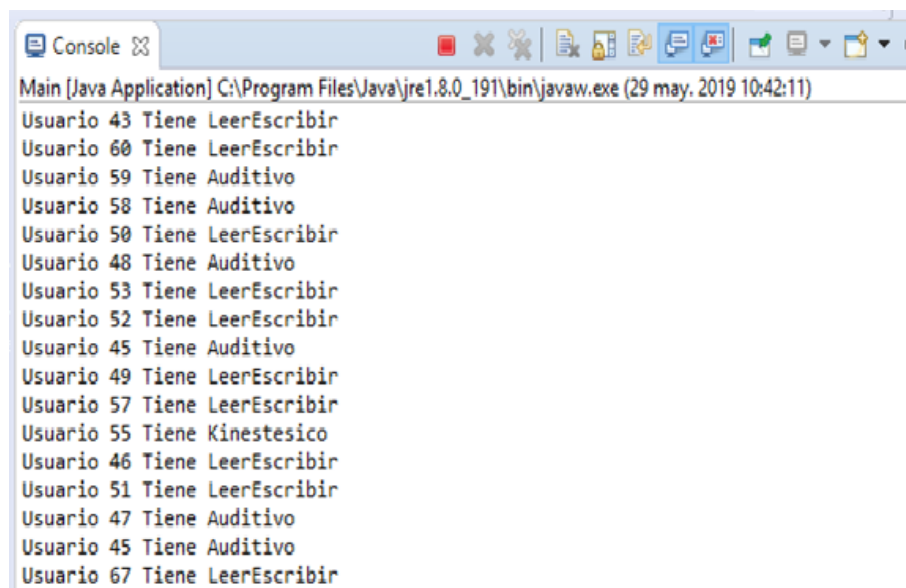
Al ejecutar el SMA, primeramente se activa el agente usuario este conecta con la base de datos de MOODLE, y envía la información al agente repositorio activándolo y procediendo a ejecutarse (ver Fig. 18).



```
Console
Main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_191\bin\javaw.exe (27 may. 2019 08:02:18)
INFORMACIÓN: Service jade.core.messaging.Messaging initialized
may 27, 2019 8:02:23 AM jade.core.BaseService init
INFORMACIÓN: Service jade.core.resource.ResourceManagement initialized
may 27, 2019 8:02:23 AM jade.core.BaseService init
INFORMACIÓN: Service jade.core.mobility.AgentMobility initialized
may 27, 2019 8:02:23 AM jade.core.BaseService init
INFORMACIÓN: Service jade.core.event.Notification initialized
may 27, 2019 8:02:29 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
INFORMACIÓN: HTTP-MTP Using XML parser com.sun.org.apache.xerces.internal.jaxp.SAX
may 27, 2019 8:02:29 AM jade.core.messaging.MessagingService boot
INFORMACIÓN: MTP addresses:
http://DESKTOP-K60V7UV:7778/acc
Conectado a Base de datos Moodle
may 27, 2019 8:02:34 AM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFORMACIÓN: -----
Agent container Main-Container@169.254.135.224 is ready.
-----
Hola, soy el agente Usuario, y entre en accion
Hola, soy el agente Repositorio, y entre en accion
Conectado a Base de datos Moodle
Conectado a Base de datos Moodle
```

Figura 18: Activación de Agentes usuario y repositorio

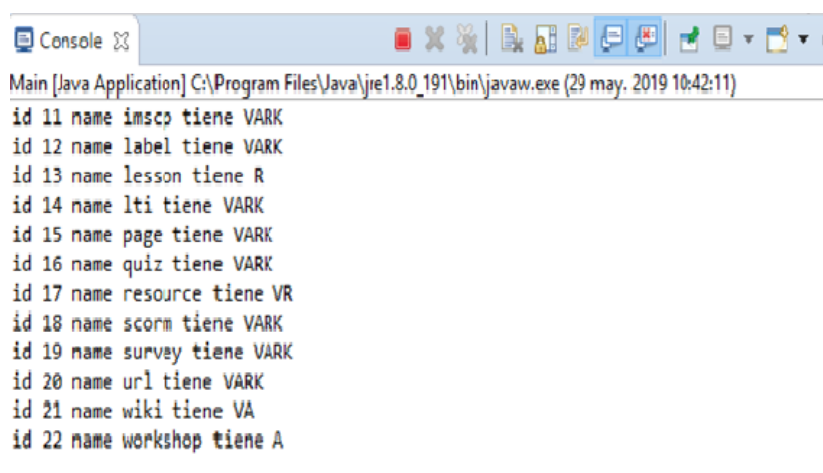
Cuando se activa el agente usuario, obtiene el estilo de aprendizaje de los estudiantes y le envía esta información al agente repositorio, dicha información es almacenada en una lista para ser enviada, el envío de esta información se visualiza en la Fig. 19, en donde se observa el ID perteneciente al usuario y el estilo de aprendizaje que le corresponde.



```
Console
Main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_191\bin\javaw.exe (29 may. 2019 10:42:11)
Usuario 43 Tiene LeerEscribir
Usuario 60 Tiene LeerEscribir
Usuario 59 Tiene Auditivo
Usuario 58 Tiene Auditivo
Usuario 50 Tiene LeerEscribir
Usuario 48 Tiene Auditivo
Usuario 53 Tiene LeerEscribir
Usuario 52 Tiene LeerEscribir
Usuario 45 Tiene Auditivo
Usuario 49 Tiene LeerEscribir
Usuario 57 Tiene LeerEscribir
Usuario 55 Tiene Kinestesico
Usuario 46 Tiene LeerEscribir
Usuario 51 Tiene LeerEscribir
Usuario 47 Tiene Auditivo
Usuario 45 Tiene Auditivo
Usuario 67 Tiene LeerEscribir
```

Figura 19: Obtención de estilo de aprendizaje

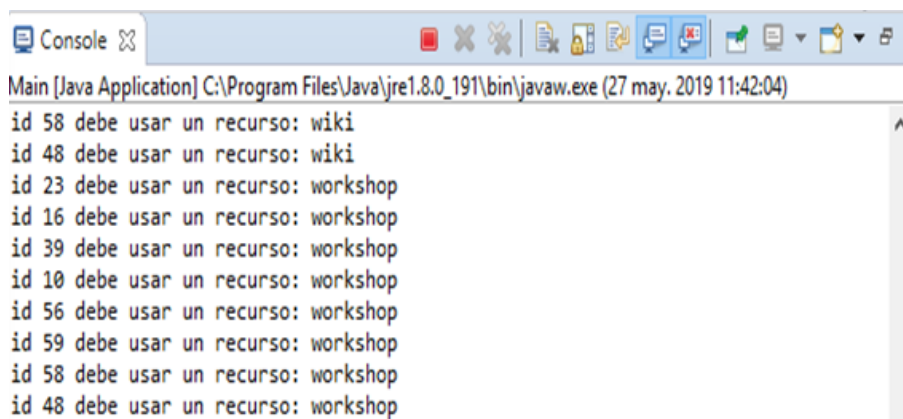
El agente repositorio, al recibir la información del agente usuario se conecta a la base de datos de MOODLE y busca los recursos y actividades tomando en cuenta el estilo al que pertenece dicho recurso y actividad. Como se muestra en la Fig. 20, se identifica el id del recurso y actividad, su nombre, y el estilo al que pertenece según la clasificación mostrada en la sección 6.3.6.



```
Console
Main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_191\bin\javaw.exe (29 may. 2019 10:42:11)
id 11 name imscp tiene VARK
id 12 name label tiene VARK
id 13 name lesson tiene R
id 14 name lti tiene VARK
id 15 name page tiene VARK
id 16 name quiz tiene VARK
id 17 name resource tiene VR
id 18 name scorm tiene VARK
id 19 name survey tiene VARK
id 20 name url tiene VARK
id 21 name wiki tiene VA
id 22 name workshop tiene A
```

Figura 20: Búsqueda de recursos y actividades

Al recibir la información de los estudiantes, y al obtener los recursos y actividades clasificadas según el estilo VARK, se crea una nueva lista, en donde se almacena el recurso y actividad que le corresponde a cada estudiante (ver Fig. 21).



```
Console
Main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_191\bin\javaw.exe (27 may. 2019 11:42:04)
id 58 debe usar un recurso: wiki
id 48 debe usar un recurso: wiki
id 23 debe usar un recurso: workshop
id 16 debe usar un recurso: workshop
id 39 debe usar un recurso: workshop
id 10 debe usar un recurso: workshop
id 56 debe usar un recurso: workshop
id 59 debe usar un recurso: workshop
id 58 debe usar un recurso: workshop
id 48 debe usar un recurso: workshop
```

Figura 21: Estudiantes con su respectivo recurso y actividad

Al enviar la lista el agente repositorio activa el agente interfaz, la activación del agente se observa en la Fig. 22

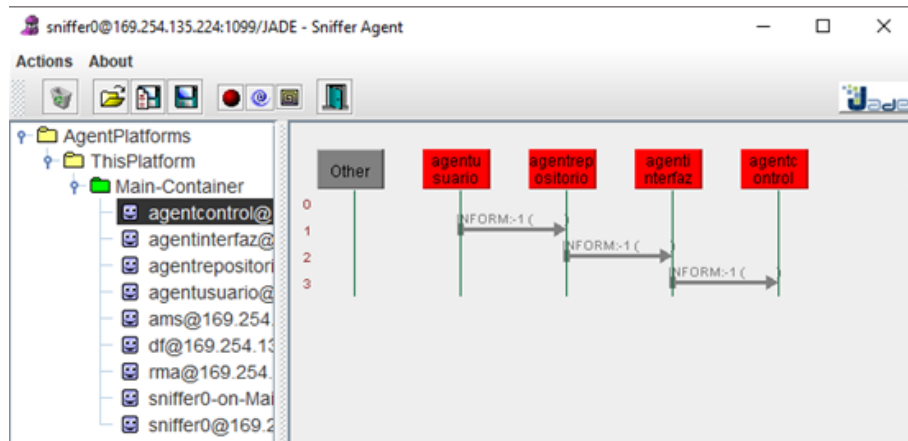


Figura 22: Comunicación Agente Repositorio-Interfaz

Cuando el agente interfaz recibe la lista de los datos este procede a guardar la información en la base de datos de MOODLE (ver Fig. 23), y a la vez activa al agente controlador (ver Fig. 22) para que este monitoree si existe la agregación de otro estilo de aprendizaje.

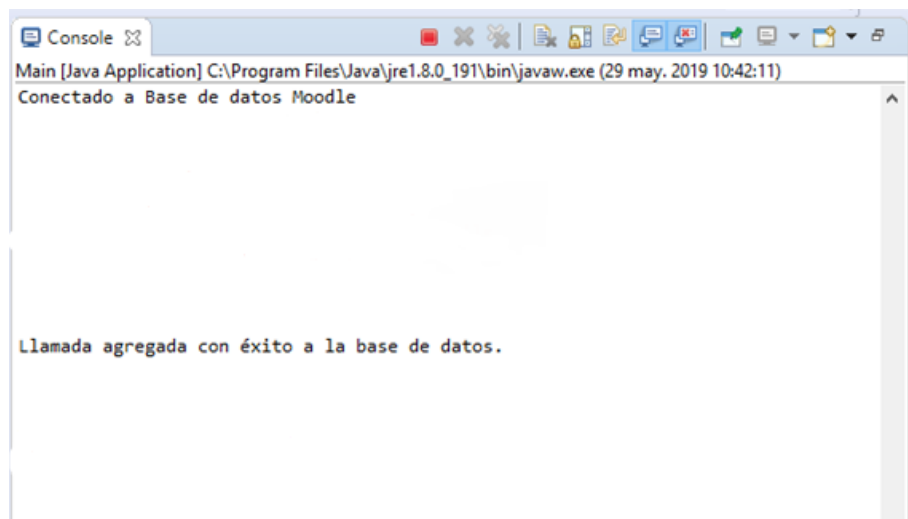


Figura 23: Almacenamiento de datos

Al activarse el agente controlador, monitorea si existe la agregación de un nuevo estilo de aprendizaje, si en caso existe, este se comunica con el

agente repositorio para que asigne el recurso y actividad, que le corresponde al nuevo usuario (ver Fig. 24).

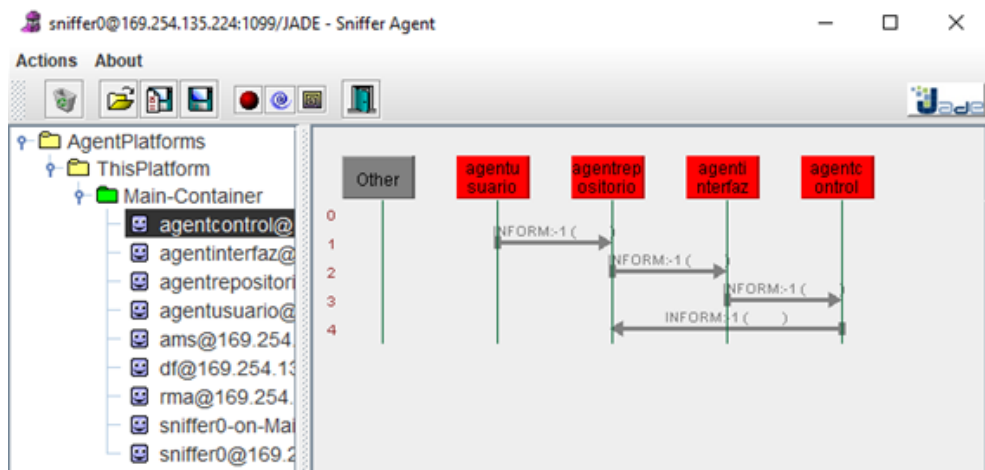


Figura 24: Comunicación Agente Controlador-Repositorio

Cuando se activa el agente repositorio nuevamente, el vuelve a realizar su trabajo para la gestión de los recursos y actividades (ver Fig. 25).

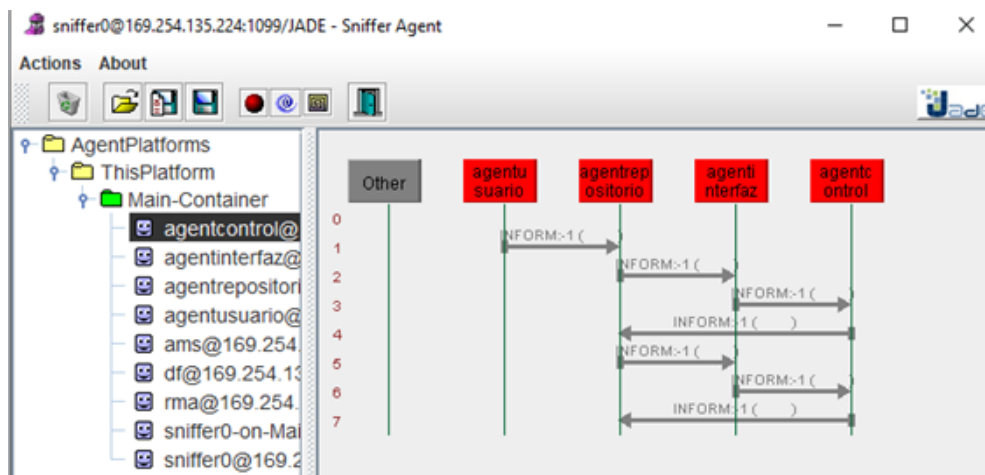


Figura 25: Comunicación Agente Controlador-Repositorio

4.3 Validación de los datos.- para la validación de datos se aplicó el método de la encuesta detallada en [36] la cual se encuentra en el Anexo 8, y sirvió para recoger la evidencia empírica obteniendo los resultados (ver Fig. 26-Fig.31).

1. ¿Se presentó el cuestionario VARK sin ningún problema?

54 respuestas

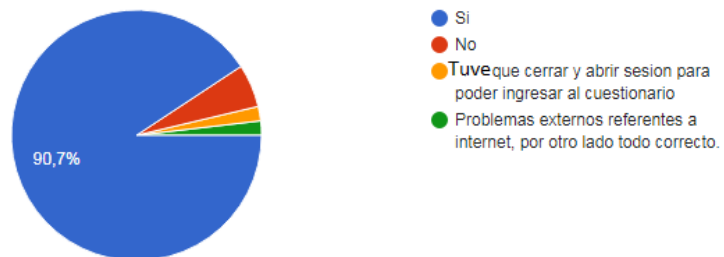


Figura 26: Suscitación de inconveniente

2. ¿Se presentó su estilo de aprendizaje después de haber realizado el test VARK?

54 respuestas

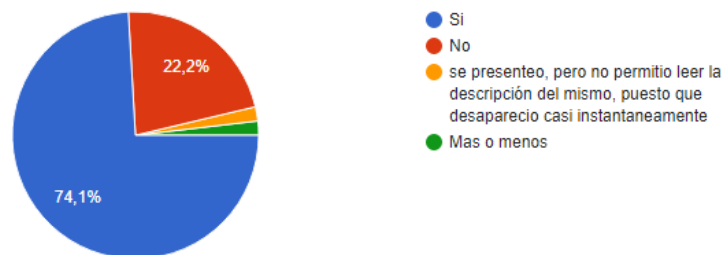


Figura 27: Presentación de EA

3. ¿Se presentó alguna dificultad al resolver el tema presentado en el curso?

54 respuestas

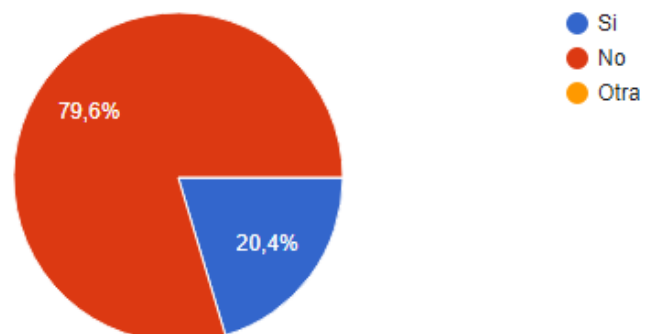


Figura 28: Dificultades presentadas

4. ¿Está de acuerdo con los recursos y actividades presentados en el tema?

54 respuestas

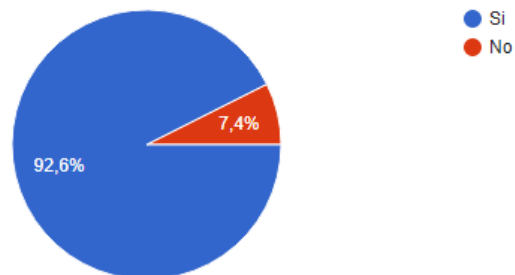


Figura 29: Aceptación de Recursos y Actividades

5. Las tareas asignadas en el tema, le parecieron:

54 respuestas

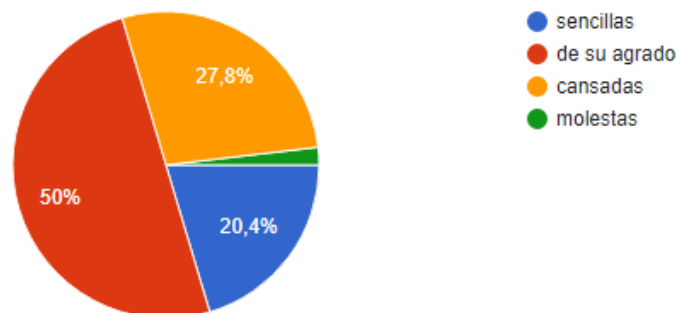


Figura 30: Empleabilidad de tareas

6. En el futuro. ¿Le gustaría utilizar un EVA, que tenga en cuenta su estilo de aprendizaje, para la gestión de recursos y actividades?

54 respuestas

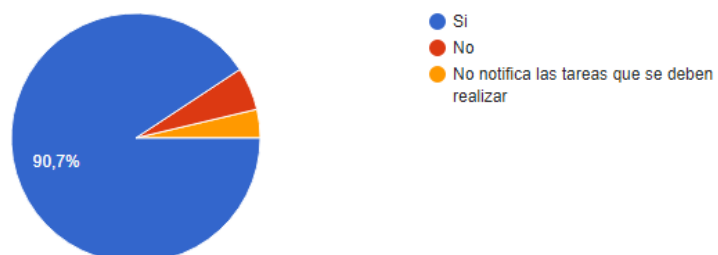


Figura 31: Utilización de EVA adaptativo

5. Análisis e interpretación

La implementación de un test de estilo de aprendizaje (EA) es necesario para la obtención del EA de cada estudiante, considerando lo propuesto en [67], [66], se realiza la implementación del cuestionario VARK luego de iniciar sesión en MOODLE debido a la importancia de obtener el EA para planificar los temas que le corresponden a cada estudiante, por tal razón, se realizó la presentación del cuestionario VARK luego del logueo del estudiante a un 90,7% de los usuarios se les presentó el cuestionario, y de esta manera se obtuvo el EA para gestionar el recurso y actividad respectivo, además en los estudios mencionados se establece la presentación del estilo al estudiante para que tenga conocimiento del mismo, a un 74,1% se les presentó su estilo de aprendizaje.

Al diseñar un tema se debe tomar en cuenta las necesidades del estudiante y se debe apoyar la enseñanza con el uso de nuevos métodos, herramientas y diseños, en [72], [67], [69], recomiendan el uso de diseños instruccionales. En este caso para MOODLE se seleccionó el diseño instruccional ADDIE, el cual apoya la creación del tema tomando en cuenta el análisis, desarrollo, diseño, implementación, y evaluación; de tal manera con el uso del diseño instruccional se puede llegar al estudiante y este puede asimilar con facilidad los temas impartidos, a un 79,6% de los usuarios no se les presentó dificultad al resolver las lecciones presentadas en el tema, las tareas asignadas a un 50% les parecieron fáciles, y de esta manera se obtuvieron resultados positivos.

La gestión de recursos y actividades en un EVA, ayudan al proceso de enseñanza aprendizaje en [74], [65], [52], [16], comentan acerca de integraciones de sistemas inteligentes en un EVA por lo que aportan con una enseñanza personalizada, por lo tanto el SMA GREAC gestionó los recursos y actividades a los usuarios tomando en cuenta su estilo de aprendizaje, de tal manera que un 92,6% estuvieron de acuerdo con los recursos y actividades presentados y se establece que la gestión personalizada es-

tá encima de la media, además al 90,7 % de los usuarios sugieren que se implemente el uso de un SMA dentro de un EVA.

6.3.7. Arquitectura del SMA y MOODLE 3.6

Al culminar la presente sección se desarrolló la arquitectura final de la conexión entre JADE y MOODLE, en la Fig.32 se visualiza la comunicación entre las clases de JADE con la base de datos de MOODLE, la modificación de los archivos nativos de MOODLE para la presentación de los recursos y actividades, además el almacenamiento de la información obtenida mediante el test VARK para luego ser utilizados por las clases creadas en JADE.

Todos los diagramas presentados en la sección se encuentran en el repositorio Lucidchart², el desarrollo del SMA, los archivos modificados de MOODLE y el funcionamiento del SMA se encuentra en el repositorio de la investigadora³

²<https://www.lucidchart.com/invitations/accept/ac54e73e-e749-4645-9347-fdab10527980>

³<https://drive.google.com/drive/folders/1jLbGaygUHFbVRqs5MKda-0-TmYEDLfJQ?usp=sharing>

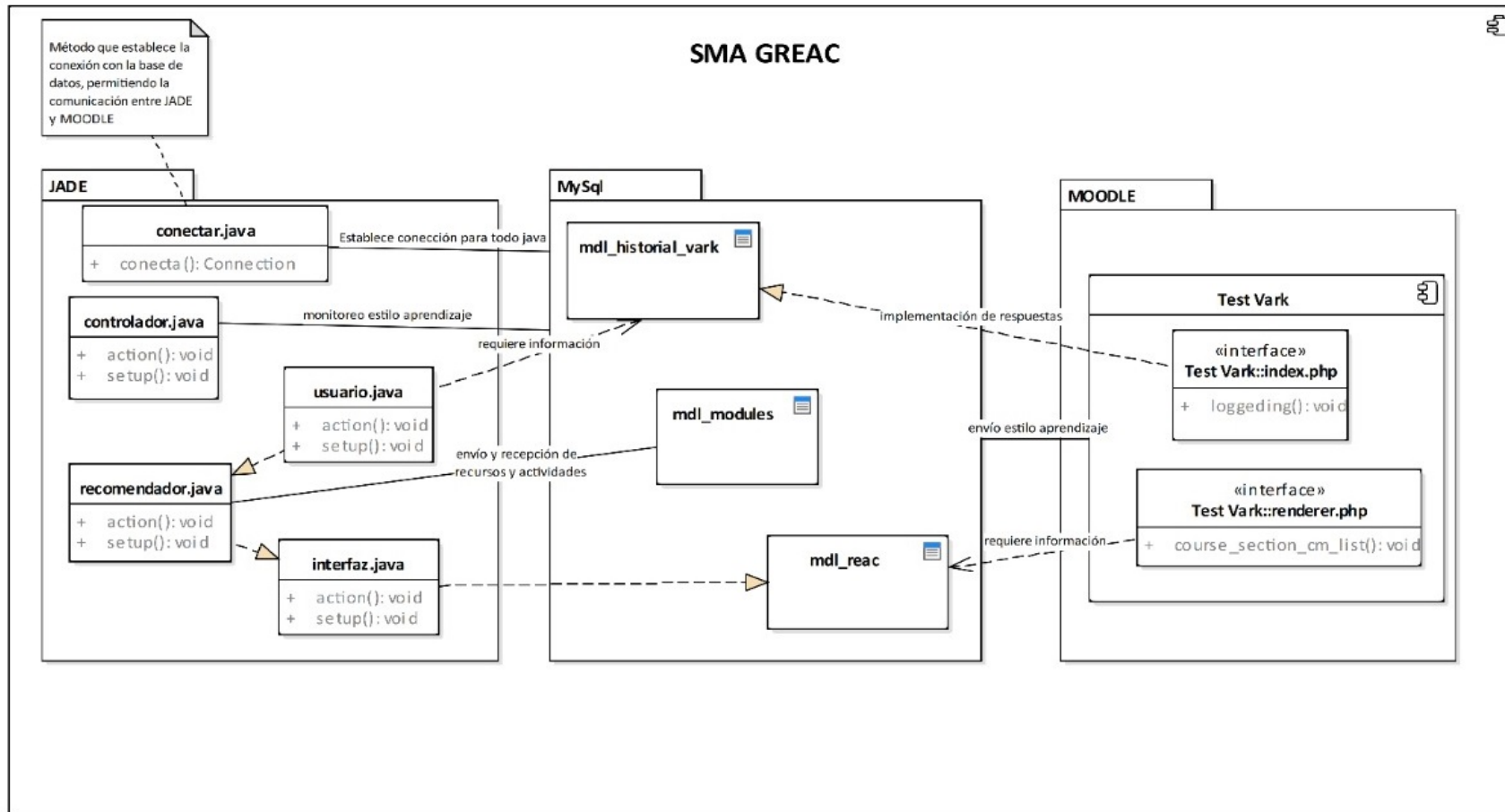


Figura 32: Arquitectura SMA y MOODLE

7. Discusión

En la presente sección se analizan los resultados obtenidos en el TT, en la sección 7.1 se discute los resultados de cada objetivo específico argumentando con algunas fuentes bibliográficas encontradas en el transcurso del desarrollo del TT; en la sección 7.2 se presenta la valoración técnica económica ambiental para el presente TT.

7.1. Desarrollo de la propuesta alternativa

Objetivo Especifico 1.- Identificar los trabajos relacionados sobre sistemas multiagente en entornos virtuales de aprendizaje para conocer el estado actual de estos a nivel de educación superior.

Los resultados de este objetivo permitieron identificar que, dentro del ámbito educativo, los SMA son utilizados en un EVA como en otros entornos destinados ayudar en los procesos educativos, estos resultados son útiles para entender el uso de los SMA en la educación como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, además, de orientar el desarrollo de SMA para trabajos futuros.

Se decidió utilizar una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) debido a que es un método objetivo para recolectar evidencia de fuentes secundarias además cuenta con un protocolo establecido y estandarizado que garantiza la claridad y transparencia en el transcurso de la revisión. Al ejecutar la RSL se identificó 12 trabajos relacionados con el objeto de estudio, cada uno de estos tiene un enfoque diferente pero cumplen con la misma meta, que es el apoyo en el ámbito académico dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, otro campo de aplicación, es el uso de estos sistemas dentro de la educación a distancia, y a la vez son utilizados para apoyar la enseñanza de una materia en específico. Además, la recomendación en un SMA es llevado a cabo utilizando agentes inteligentes o algoritmos de recomendación; al tener esta información se estableció que el desarrollo del SMA se debe realizar en base a agentes, tomando en cuenta los estilos de aprendizaje del estudiante y utilizando los recursos y actividades subidos por el docente en el EVA. Las limitantes que se presentaron en la pre-

sente fase, se dieron dentro de la obtención de información debido a que ciertos trabajos bibliográficos no permitían el libre acceso, por lo que se recurrió a escribir a los autores para obtener el trabajo bibliográfico, además al finalizar la RSL se obtuvo la metodología PROMETHEUS para el desarrollo del diseño del prototipo, el middleware JADE para el desarrollo del prototipo, y el número de agentes que van a constar en el SMA.

Objetivo Especifico 2.- Diseñar la arquitectura del sistema multiagente de tal manera que cumpla las necesidades que se requiere en un entorno virtual de aprendizaje.

Al culminar el presente objetivo, se estableció la arquitectura del SMA, utilizando la metodología PROMETHEUS y cada uno de sus puntos para tener una mejor orientación y percepción de una arquitectura. En [23] describe una orientación para seguir paso a paso esta metodología y se cumplieron los parámetros necesarios para crear un SMA teniendo en cuenta puntos como: los agentes, los actores y los objetivos del por qué se va a crear el SMA, y a la vez se identificó el diseño de una arquitectura para un SMA que trabaja de manera independiente, por lo tanto, tomando en cuenta lo mencionado anteriormente en el presente TT se realizó un SMA que sea implementado en MOODLE.

Después de diseñar la arquitectura del SMA se conoció el entorno en donde va a trabajar el SMA, cuáles serán los sensores y actuadores, sobre todo cual es la medida de rendimiento establecida y posteriormente se desarrolló el REAS del SMA, para mayor detalle ver sección 6.2.2. La realización de la arquitectura permitió establecer las funcionalidades de los agentes, también sus percepciones y el rol que van a cumplir dentro del SMA, toda esta descripción detallada sirve de apoyo al desarrollar el SMA.

Para la realización de diagramas e interacción de agentes, se utilizó los recursos técnicos (ver sección 5) y para la estructura general del sistema la herramienta PROMETHEUS DESIGN TOOL. En un principio, se estableció el uso de tres agentes para el sistema, pero se denotó que era necesario el uso de un cuarto agente y que este se encargue de monitorear si existe un nuevo estilo de aprendizaje, por lo que se realizó una re-ingeniería y la arquitectura obtenida en

un principio se la modificó totalmente acorde al uso del cuarto agente para que cumpla con las funcionalidades establecidas sobre todo que realice la gestión de los recursos y actividades, las limitantes que se presentaron en la presente fase fue al obtener la herramienta PROMETHEUS DESIGN TOOL debido a que existe poca documentación respecto al uso de esta, pero se pudo resolver debido a que se realizaba el diseño a prueba y error.

Objetivo Especifico 3.- Evaluar la arquitectura del sistema multiagente propuesta.

Para cumplir con el presente objetivo se procedió de la siguiente manera: primeramente se agregaron nuevas actividades como el desarrollo del SMA y la modificación del EVA a utilizar; además, se realizó la recolección de datos en base a los cuales se establece los temas a abordar en cada curso disponible en MOODLE, crear el laboratorio local, y finalmente realizar la validación académica la misma que fue tomada del modelo de transferencia de tecnología en ingeniería del software mencionado en [36] en donde se establece que se realizará la validación académica de una solución candidata a un problema en este caso la solución candidata es el prototipo GREAC el cuál apoyará al proceso de enseñanza-aprendizaje en la gestión de recursos y actividades de MOODLE de manera adaptativa, cabe recalcar que la validación académica en un trabajo futuro puede ser realizada de manera profesional en donde el prototipo pueda pasar a producción.

EL método del experimento y la encuesta empírica permitieron realizar la validación académica del sistema en el escenario real con los estudiantes elegidos. Al evaluar la arquitectura del SMA se realizó un manual de pruebas, como se muestra en la sección 6, en donde se observó la interacción del SMA en un EVA con los usuarios; dentro de los trabajos [60], [33], se hace uso de SMA dentro de MOODLE 2.4, pero no utilizan estilos de aprendizaje del estudiante ni hacen uso de diseño instruccional para armar el curso a desarrollar, dentro de los trabajos [65], [16], realizan gestión de contenidos basados en competencias utilizando el estilo de aprendizaje del estudiante pero no lo complementan con el uso de IA; el sistema GREAC tiene la combinación de gestionar los recursos y actividades

en base al perfil de aprendizaje del estudiante, con dicha gestión se obtuvo un resultado positivo, pues al evaluar el SMA el 92,6% de la población encontró que las actividades presentadas eran de su agrado, esto demuestra que el SMA realizó una buena gestión; además, el apoyo de la obtención del EA, conjuntamente con el diseño instruccional que se agregó, fueron fundamentales; de esta manera, concluimos que es importante agregar un SMA dentro de un EVA, para el apoyo del proceso de enseñanza aprendizaje y para la implementación en un salón de clases inteligente (SaCI) tal y como se muestra en [24], las limitantes que se presentaron en la presente fase fueron al vincular JADE con MOODLE, debido a que existen trabajos que lo hacen pero no muestran el debido proceso de como lo han realizado.

7.2. Valoración técnica económica ambiental

El presente Trabajo de Titulación se considera desde el punto de vista técnico como un aporte viable a la educación apoyando el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que permite implementar el prototipo para la gestión de recursos y actividades de MOODLE, la valoración económica del proyecto tiene su base en que el prototipo desarrollado es apto para funcionar en el escenario MOODLE, siendo un software que se ajusta a los intereses de entidades educativas, ya que el prototipo fue desarrollado sin necesidad de un coste en la compra del software, ni pagos por licencias, permitiendo con ello obtener ahorros significativos. Destacando además que el trabajo en estudio no tiene ningún impacto negativo en el ecosistema ya que no existe peligro alguno para el medio ambiente. A continuación se detalla el talento humano, los bienes y servicios utilizados en el TT: El talento humano que participó, está conformado principalmente por la investigadora quien fue la encargada de llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo, el asesor y director, quien fue guía para esquematizar el TT así como para el desarrollo y culminación del mismo.

7.2.1. Talento humano

En la TABLA XXII se detalla un estimado del tiempo y costo asignado al investigador, asesor y director, responsables de la culminación del TT el costo es asumido por la Universidad Nacional de Loja. El tiempo empleado para el desarrollo es de 480 horas.

TABLA XXII: COSTO DE RECURSO HUMANO

RECURSO HU-MANO	NÚMERO DE HORAS	VALOR/HORA	VALOR TOTAL
Director	50	\$12.00	600
Docente	480	\$12.00	4.800,00
Alumna	480	\$5.00	2.000,00
TOTAL (\$)			7.400,00

7.2.2. Bienes

La TABLA XXIII detalla los Recursos Hardware que fueron empleados, siendo una de ellas el servidor local usado para la validación académica del TT, la instalación de MOODLE siendo un escenario para la implementación y validación del prototipo. Otro punto que se da a conocer, es el Recurso Software siendo estos: MOODLE, MySql, eclipse y JADE por tratarse de herramientas libres no poseen costo alguno.

TABLA XXIII: COSTO DE BIENES

RECURSOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	T. VIDA	DEPRECIACIÓN ANUAL	VALOR TOTAL
HARDWARE					
Servidor Local	1	560,00	5	112,00	448,00
Subtotal (\$)					448,00
SOFTWARE					
Jade	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Eclipse	1	0,00	0,00	0,00	0,00
MySql	1	0,00	0,00	0,00	0,00
MOODLE 3.6	1	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal (\$)					0,00
Total(\$)					448,00

7.2.3. Servicios

En la TABLA XXIV se muestra el presupuesto de los servicios utilizados para el presente TT, en este caso el servicio de transporte e internet que fueron necesarios para culminar las tareas que demanda el desarrollo del TT.

TABLA XXIV: COSTO DE SERVICIOS

SERVICIO	CANTIDAD/HORA	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Transporte	150	0,30	45,00
Internet	560	0,70	392,00
		Total (\$)	437,00

7.2.4. Presupuesto general

En definitiva, el presupuesto general se detalla a continuación en la TABLA XXV, además se agregó para imprevistos el costo del 5% del valor total, dicho presupuesto esta establecido para un lapso de 480 horas.

TABLA XXV: PRESUPUESTO GENERAL

Descripción	Total
Recursos Humanos	7.400,00
Bienes	448,00
Servicios	437,00
Subtotal (\$)	8285,00
Imprevistos 5 %	414,25
TOTAL (\$)	8.699,25

8. Conclusiones

En esta sección se presentan las aportaciones principales y otras aportaciones que se obtuvieron al desarrollar el presente TT.

8.1. Aportaciones Principales

A modo de síntesis, por cada objetivo específico planteado se presenta los logros alcanzados.

1. La Revisión sistemática de Literatura es una herramienta objetiva que permite obtener información de fuentes secundarias; por tal motivo se la aplicó para el desarrollo de la primera fase en la cual se realizaron actividades con el fin de delimitar las tres interrogantes planteadas, y de esta manera determinar los criterios de inclusión y exclusión de estudios relacionados al tema de investigación, obteniendo la localización de bibliografías confiables a partir de una variedad de fuentes (Ver Tabla III). El análisis de dichas fuentes permitió extraer datos e información relevante, sintetizarlos e interpretarlos para finalmente obtener las premisas necesarias para establecer la estructura y características que posee el SMA en el entorno de aprendizaje.
2. En base a la metodología PROMETHEUS se determina el diseño del SMA, número de agentes, roles, percepciones y acciones que debe tener el mismo. Como complemento se define el entorno de trabajo del SMA, mismo que está integrado por: Rendimiento, el entorno, actuadores y sensores (de forma abreviada REAS). En cuanto al Rendimiento, al utilizar el SMA el porcentaje de satisfacción se encuentra por encima de la media, por lo que el SMA integra los recursos tecnológicos necesarios para el apoyo del proceso de enseñanza aprendizaje, con el fin de brindar una herramienta óptima que agilice el proceso. En cuanto a los actuadores, existe la recopilación y procesamiento de datos, posteriormente él envió de información al EVA, y el EVA muestra los recursos y actividades. Finalmente los Sensores, cons-

tituidos por el test y la base de datos, a través de los cuales se obtiene la información del usuario y definir su estilo de aprendizaje. Al integrar todos estos criterios se obtiene un diseño que oriente la gestión de recursos y actividades del SMA GREAC en un EVA.

3. El prototipo GREAC se desarrolló utilizando el framework JADE, la comunicación entre los agentes se establecieron mediante el estándar FIPA ACL, el sistema se lo implementó en MOODLE 3.6, además se realizó la validación académica utilizando el método del experimento y el método de la encuesta empírica participando tres paralelos de la carrera de Ingeniería en Sistemas perteneciente a la Universidad Nacional de Loja, en esta evaluación realizada se visualizó el funcionamiento del prototipo GREAC, en donde se comprobó que el uso de un SMA dentro de un EVA apoya al proceso de enseñanza aprendizaje, debido a que existe un nivel alto de satisfacción siendo el 92,6 % en donde los usuarios están de acuerdo que en un EVA se utilice un SMA que tenga en cuenta su estilo de aprendizaje.

8.2. Otras aportaciones

Como otras aportaciones del trabajo de titulación se destaca las siguientes:

1. Para realizar la conexión entre el SMA GREAC y el software MOODLE 3.6, se lo realizó mediante la base de datos de MOODLE, además fue necesario que el SMA tenga un agente que monitoree el ingreso de nueva información en la base de datos para que los agentes se mantengan activos.
2. Para enviar información obtenida de una consulta de base de datos mediante mensajes ACL, es necesario que dicha información obtenida mediante un string sea transformada a un objeto de listas, y de esta manera la configuración de los mensajes ACL permitirá la comunicación entre agentes.
3. El cuestionario VARK, es una herramienta primordial que permite definir el EA del estudiante, el cual debe ingresar al tema o curso creado en MOODLE 3.6. La identificación del EA del estudiante permite gestionar los re-

cursos y actividades adecuadas para cada estilo, ya sea Visual, Auditivo, Leer/Escribir y el Kinestésico.

9. Recomendaciones

Una vez finalizado el Trabajo de Titulación (TT), se describen los trabajos futuros derivados del mismo:

9.1. Trabajos Futuros

1. Implementación de GREAC como Servicio Web, este podrá ser implementado en cualquier EVA que pertenezca a alguna institución educativa y necesite una gestión de recursos y actividades que sea adaptativa y tome en cuenta el estilo de aprendizaje del estudiante.
2. Adaptación del prototipo GREAC en un salón inteligente (SaCI) tomando el rol del EVA que gestiona los recursos y actividades de manera adaptativa, se podrá realizar su implementación debido a que el sistema utiliza el estándar FIPA para la comunicación de los agentes.
3. Utilización del SMA GREAC para la Industria 4.0, el SMA puede ser implementado en un smart-campus, en donde se tome en cuenta el EA del estudiante y se realice la gestión de recursos y actividades de manera adaptativa.
4. Adaptación de MOODLE para diferentes necesidades especiales presentadas en los usuarios (Visuales, Auditivas, Intelectuales), MOODLE obtendrá el perfil del usuario que se encuentra interactuando, de esta manera enviará la información al prototipo GREAC para gestionar los recursos y actividades, previamente el prototipo GREAC deberá estar pre-configurado con los recursos y actividades que van acorde a las necesidades presentadas, siguiendo la guía metodológica para el desarrollo curricular de recursos virtuales accesibles.

10. Bibliografía

Referencias

- [1] T. M. Olivos, “Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje,” *División Científica de la Comunicación y Diseño*, 2016.
- [2] P. M. Dominguez Osuna and M. A. Oliveros Ruiz, Maria Amparo Coronado Ortega, “Casos y retos de la educación 4.0,” *Innovación Educativa*, vol. 19, no. 1665-2673, pp. 1–24, 2019.
- [3] J. Luis Val, “Industria 4.0: La transformación digital de la industria,” 2016.
- [4] S. B. Bressan, “Los procesos educativos en la educación superior dentro del programa Conectar Igualdad . Representaciones sociales de los docentes del nivel superior frente a la incorporación del modelo de distribución 1 a 1 y las aulas digitales móviles en el proceso de,” pp. 87–91, 2015.
- [5] A. B. García Berbén, *Proceso de enseñanza/aprendizaje en Educación Superior*. 2008.
- [6] Olivos Moreno Tiburcio, “Didáctica de la educación superior: nuevos desafíos en el siglo XXI.,” *Didáctica de la Educación Superior: nuevos desafíos en el siglo XXI.*, vol. 50.nº2, no. 0718-9729, p. 29, 2011.
- [7] J. S. Santamaría and S. M. Calvo, “Docencia universitaria con apoyo de entornos virtuales de aprendizaje (EVA) University teaching with the support of Virtual Learning Environments (VLE),” no. 21, pp. 33–46, 2012.
- [8] C. Belloch, “Entornos Virtuales de Aprendizaje,” tech. rep., Universidad de Valencia, 2012.
- [9] A. B. Universidad de Malaga. Grupo de Investigación Innoeduca and P. A. Fernández, *Innoeduca.*, vol. 2. nov 2016.

- [10] A. Sheremetov, Leonid Núñez, Gustavo Guzmán, “Tecnologías de inteligencia artificial y de agentes computacionales en la educación: el proyecto eva..”.
- [11] J. M. Bournissen, *Modelo pedagógico para la facultad de estudios virtuales de la universidad adventista del plata*. PhD thesis, Illes Balears, 2017.
- [12] A. F. Chaux Gutierrez, *Monitoreo de anomalías en máquinas rotativas con agentes inteligentes jade y arduino*. PhD thesis, Universidad Politécnica Gran Colombiano, 2017.
- [13] L. A. R. Franco, “Psicología cognitiva e inteligencia artificial: mitos y verdades,” 2014.
- [14] Y. Ocaña-Fernández, L. A. Valenzuela-Fernández, and L. L. Garro-Aburto, “Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior,” *Propósitos y Representaciones*, vol. 7, pp. 536–568, jan 2019.
- [15] P. Francesc, “Artificial Intelligence in Education: Challenges and opportunities for Sustainable Development,” *Working Papers on Education Policy*, pp. 1–48, 2019.
- [16] L. N. Medina Velandia and L. A. Plazas-Gómez, “Agentes inteligente y modelo VARK, proponen estrategias de aprendizaje según la manera en que asimila un individuo,” *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 13, pp. 11–19, jul 2018.
- [17] C. Soledad González, “Revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales,” tech. rep.
- [18] M. Lobato Báez, “Agentes inteligentes en la educación formativa,”
- [19] R. Peña, Clara Marzo, Jose Fabregat, “Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje,” feb 2014.

- [20] G. Méndez Pozo, "Una arquitectura software basada en agentes y recomendaciones metodológicas para el desarrollo de entornos virtuales de entrenamiento con tutoría inteligente," 2008.
- [21] S. Rodríguez González, J. Manuel Corchado Rodríguez, P. Chamoso Santos, M. Navarro Cáceres, and R. Azambuja Silveira Cecilia Estela Giuffra Palomino, "Sistema adaptativo para ambientes virtuales de aprendizaje," tech. rep., 2016.
- [22] J. J. Gómez Sanz, F. Garijo, M. Juan, and P. Mestras, "Modelado de sistemas multi-agente," tech. rep., Universidad complutense de Madrid, Madrid, 2002.
- [23] D. M. Uez, "Método Prometheus AEOlus," tech. rep., Portugal, 2014.
- [24] J. Aguilar, Jose Sanchez, Manuel Valdivieso Diaz, Priscila Cordero, "Mecanismos de coordinación en un salón inteligente," *Pensamiento Universitario*, no. October, pp. 33–40, 2015.
- [25] A. Cardona Quiceno Autor and B. Daniel Garcia Ospina, "Ensayo agentes inteligentes," feb 2016.
- [26] B. Caro, Manuel Hernandez, Jaime Jiménez, "Diseño de un sistema de recomendación en repositorios de objetos de aprendizaje basado en la percepción del usuario: caso rodas," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, pp. 51–72, 2011.
- [27] P. Biga, Adrián Gerling, Valeria Pilotti, "Sistemas multiagentes y su aplicación en la educación," tech. rep., Universidad Nacional de Rosario, Rosario, 2013.
- [28] C. Casali, Ana Deco, Claudia Bender, "Sistemas de información inteligentes en educación: generación, búsqueda y ensamble de objetos de aprendizaje."
- [29] C. A. Astudillo Mejía and M. S. Díaz Quilachamín, *Desarrollo de simulaciones con sistemas multi-agentes georreferenciados para evidenciar problemas sociales*. PhD thesis, Central del Ecuador, 2019.

- [30] A. M. Rodríguez García, *Análisis de competencias digitales adquiridas en el grado de educación primaria y su adecuación para el desempeño de una labor docente de calidad en andalucía*. PhD thesis, Universidad de Granada, 2019.
- [31] M. E. Jiménez Chávez, *Sistema inteligente para la enseñanza del álgebra lineal*. PhD thesis, Universidad Mayor de San Andrés, 2016.
- [32] B. Hssina, B. Bouikhalene, and A. Merbouha, "Towards an e-learning platform multi-agent based on the e-tutoring for collaborative work," *International Journal of Computer and Information Engineering*, vol. 9, p. 5, 2015.
- [33] S. B. J. Silva, P. Machado, and F. N. C. Araújo, "Sistema tutor Inteligente baseado em agentes na plataforma MOODLE para Apoio as Atividades Pedagógicas da Universidade Aberta do Piauí," tech. rep., Universidad Federal do Piauí, Piauí, 2014.
- [34] "Reglamento de régimen académico del consejo de educación superior," tech. rep., Quito, 2019.
- [35] J. E. Rada Abad, *Análisis de la implementación de un data center con alta disponibilidad el cual permitirá grantizar el servicio del sistema académico de la universidad de guayaquil*. PhD thesis, Universidad de Guayaquil, 2016.
- [36] M. G. Genero Bocco, Marcela Cruz Lemus, José A Piattini Velthuis, *Métodos de investigación en ingeniería del software*. 2014.
- [37] L. M. Monagas, "Métodos de investigación científica y técnica aplicados a ingeniería de telecomunicación Máster en Tecnologías de la Telecomunicación," tech. rep.
- [38] R. Cuaical, *Sistema de auditoría informática para la entidad promotora de salud indígena Mallamas de Cumbal*. PhD thesis, Universidad regional autonoma de los andes, 2014.
- [39] C. Deiana, D. Granados -María, and F. Sardella, "El método científico," tech. rep., Argentina, 2018.

- [40] L. Stott and X. Ramil, "Metodología para el desarrollo de estudios de caso," tech. rep., 2014.
- [41] J. D. Velásquez and J. D. Velásquez, "Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura Parte 1," *DYNA*, vol. 81, pp. 9–10, oct 2014.
- [42] J. D. Velásquez and J. D. Velásquez, "Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura Parte 3," *DYNA*, vol. 82, pp. 9–12, feb 2015.
- [43] J. D. Velásquez Henao and J. D. V. Henao, "Una Guía Corta para Escribir Revisiones Sistemáticas de Literatura. Parte 4," *DYNA*, vol. 82, pp. 9–12, may 2015.
- [44] G. K. Montaña Ortiz, *Desarrollo de una aplicacion web para la gestion de publicaciones de eventos cientificos en la epoch*. PhD thesis, Escuela superior politecnica de Chimborazo, 2018.
- [45] ECSDI, "Diseño de sistemas multiagente," 2017.
- [46] O. M. Salazar-Ospina, P. A. Rodríguez-Marín, D. A. Ovalle-Carranza, N. D. Duque-Méndez, O. M. Salazar-Ospina, P. A. Rodríguez-Marín, D. A. Ovalle-Carranza, and N. D. Duque-Méndez, "Personalized adaptive interfaces for supporting recommendation from learning object repositories," *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 107–118, 2017.
- [47] F. E. Berrú Ramírez, *Agente recomendador para dar soporte al estudiante en el desarrollo de actividades de aprendizaje*. PhD thesis, Universidad Técnica Particular de Loja, 2014.
- [48] C. E. Rojas Pérez, *Definición de un prototipo de un sistema recomendador para las evaluaciones a distancia, en un sistema e-learning*. PhD thesis, Universidad Tecnica Particular de Loja, 2014.
- [49] P. Montuschi, F. Lamberti, V. Gatteschi, and C. Demartini, "A semantic recommender system for adaptive learning." 2016.

- [50] M.-I. Dascalu, C.-N. Bodea, A. Moldoveanu, A. Mohora, M. Lytras, and P. O. de Pablos, "A recommender agent based on learning styles for better virtual collaborative learning experiences," *Computers in Human Behavior*, vol. 45, pp. 243–253, apr 2015.
- [51] V. Gasco Ortiz, *Agente recomendador en jason*. PhD thesis, Polit cnica de Valencia, 2014.
- [52] O. Mauricio and S. Ospina, "Modelo de Sistema Multi-Agente ubicuo, adaptativo y sensible al contexto para ofrecer recomendaciones personalizadas de recursos educativos basado en ontologías," tech. rep., 2014.
- [53] O. M. Salazar, A. Ovalle, and D. Duque, "Sistema Multi-Agente para Recomendación de Recursos Educativos utilizando Servicios de Awareness y Dispositivos Móviles," tech. rep., 2014.
- [54] V. Tabares, J. C. Cortes, and N. Duque, "Sistema multi-agente para la gestión de objetos de aprendizaje en FROAC," p. 13, 2015.
- [55] B. V. Jaramillo Galárraga, *Propuesta de sistema de apoyo al aprendizaje (SAPA) aplicado a las materias de inteligencia artificial y arquitectura de computadores que se dictan en la titulación de ingenieria en informática, en la modalidad de estudios a distancia de la Universidad Técnica Particular de Loja*. PhD thesis, Universidad Técnica Particular de Loja, 2014.
- [56] L. E. Machuca and P. J. Rodríguez, "Arquitectura multiagente para un sistema e-learning centrado en la enseñanza de idiomas," tech. rep.
- [57] R. Angulo, E. Martínez, and T. Fernández, "Sistema multi-agente para el analisis del comportamiento de los usuarios de un sistema e-learning," tech. rep., Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Bolivia, 2015.
- [58] S. J. Russell and P. Norvig, *Inteligencia artificial un enfoque moderno*. segunda ed., 2004.
- [59] D. Camargo Montero, *Sistema de seleccion de personal inspirado en agentes inteligentes*. PhD thesis, Universidad de las Américas Puebla., 2007.

- [60] J. Angulo Raquel, “ Simulación de uso del sistema SMACUS en la UAJMS,” tech. rep., 2016.
- [61] A. Jermakov, *The agent-oriented approach to application development*. PhD thesis, Tallin university of technology, 2015.
- [62] J. Li, L. Ding, L. Pengkun, and P. Li, “A personalized learning platform based on multi-agent and moodle.”
- [63] A. M. Antelm Lanzat, A. J. Gil-López, and M. L. Cacheiro-González, “Análisis del fracaso escolar desde la perspectiva del alumnado y su relación con el estilo de aprendizaje,” *Educación y Educadores*, vol. 18, pp. 471–489, dec 2015.
- [64] A. Yañez, M. Vargas, R. Zapata, U. Arevalo, and R. Moreno, “Estilos de aprendizaje de los estudiantes en la etapa premedia y desempeño académico de los docentes en la asignatura de matemática | Gente Clave ISSN 2521-5795 e-ISSN 2644-3864,” p. 48, dec 2018.
- [65] J. Garc and T. Barrena, *Sistema de planificacion inteligente para la generacion de los contenidos personalizados en el entorno virtual de aprendizaje moodle*. PhD thesis, Universidad politecnica de valencia, 2014.
- [66] D. Laura and C. Reyes, “Instituto Tecnológico de Ciudad Madero,” 2014.
- [67] J. Cortes Garcia, *Sistema de Planificación inteligente para la generación de los contenidos personalizados en el entorno virtual de aprendizaje moodle*. PhD thesis, Politecnica de Valencia, 2014.
- [68] J. R. Consejo Mexicano de Investigacion Educativa., S. Torres Ovalle, F. Morales Rodríguez, A. G. Valdez Menchaca, and A. E. Silva Ávila, *Revista mexicana de investigacion educativa.*, vol. 15. Consejo Mexicano de Investigacion Educativa, 2014.
- [69] N. Vargas and D. Vicente, *Estudio de la importancia de aplicar nuevas tecnologias educativas web 2.0 en la plataforma moodle para medir el rendimiento*

académico de los estudiantes, aplicación práctica de un curso virtual en el colegio instituto tecnológico "Benito Juárez". PhD thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas, 2015.

- [70] C. Eduardo and A. Toledo, *Propuesta Metodológica para la utilización de los "Learning Management Systems.enfocada a la formación de tutores de contenido on-line*. PhD thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
- [71] P. Lorente Vaquero, *Análisis, diseño e implementación un prototipo de aprendizaje en línea para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en el Colegio Vegasur*. PhD thesis, Universidad Abierta de Catalunya, 2013.
- [72] L. Miguel, E. Fuentes, G. G. Díaz, M. D. Jesús, B. Hernández, C. Marcué, I. Tecnológico, D. Estudios, and S. D. Monterrey, "Curso en línea basado en modalidad instruccional ADDIE y Prototipización rápida," *Revista de Investigación Educativa de la Escuela de Graduados en Educación*, no. 2007-3003, 2019.
- [73] M. Reyes, "Objetos de Aprendizaje para Implementar en Moodle," vol. 5, 2018.
- [74] J. Beatriz and V. Ramos, *Entorno de aprendizaje virtual adaptativo soportado por un modelo de usuario integral*.
- [75] P. Brereton, B. Kitchenham, D. Budgen, and Z. Li, "Using a protocol template for case study planning," tech. rep., 2008.

11. Anexos

11.1. Anexo 1: Revisión Sistemática de Literatura

La revisión sistemática de literatura (RSL) nos ayuda con una recopilación de información basada en fuentes científicas, además se resume la información que se encuentre acerca del área o tema que se va a tratar, basándose en un proceso de búsqueda, catalogación, ordenamiento, análisis, crítica y síntesis a la vez nos ayuda a clarificar variables importantes que debemos de tomar en cuenta en nuestra revisión [41]. Para poder cumplir el primer objetivo la RSL nos brindara una ayuda fundamental para tener noción del problema a resolver.

Proceso de la Revisión Sistemática de Literatura

Para poder realizar el proceso de la presente RSL se tomara en cuenta el procesos planteado en [43], [42], adaptando este proceso para la realización del Objetivo 1, dividiéndolo en las siguientes fases:

1. Planteamiento

a Justificación de la RSL

La presente RSL se la realiza con el fin de tener un sólido conocimiento, acerca de los sistemas multiagentes en entornos virtuales de aprendizaje (EVA), de esta manera tener un enriquecimiento literario científico que nos ayude a resolver el problema. Tomando en cuenta fuentes bibliográficas validas con información que apoyen el presente trabajo.

b Formulación de las preguntas de investigación.

La pregunta de investigación nos ayuda a realizar la búsqueda de información y a la vez poder delimitarla.

Se cuenta con las siguientes preguntas:

- ¿El sistema multiagente implementado en un EVA apoya el proceso de enseñanza aprendizaje?
- ¿Qué tipo de agentes inteligentes debe tener un SMA para que apo-

ye el proceso de enseñanza aprendizaje?

- ¿Qué arquitectura debe tener un SMA para gestionar recursos y actividades en un EVA?

c Diseño del protocolo de búsqueda.

i. Estrategias de búsqueda

Para tener una búsqueda exitosa de la RSL se planteara las siguientes restricciones:

- La selección de la literatura, deberá estar dentro del lapso de 5 años atrás a partir del presente año.
- La información utilizada será obtenida exclusivamente de las fuentes bibliográficas detalladas a continuación.
- La búsqueda se basara con palabras clave que tengan relación con las preguntas planteadas, entre estas pueden ser, EVA, SMA, multi-agent system, agentes inteligentes, SMA recomendador, gestión de recursos y actividades, y el proceso de enseñanza aprendizaje.

ii. Fuentes bibliográficas seleccionadas

Las fuentes bibliográficas que se seleccionaron para realizar la presente RSL son:

- Google Scholar: <https://scholar.google.com/>
- Bibliotecas del Ecuador: <http://www.bibliotecasdelecuador.com/>
- Scielo: <http://www.scielo.org>
- Science Direct: <https://www.sciencedirect.com/>
- Research Gate: <https://www.researchgate.net/>

iii. Cadenas de búsqueda

En base a las preguntas planteadas en la RSL y para obtener la literatura pertinente que ayude a solventar las preguntas, se hará el uso de las siguientes cadenas de búsqueda acopladas a cada buscador perteneciente a las fuentes bibliográficas seleccionadas (ver Tabla 3);

TABLA XXVI: .CADENAS DE BÚSQUEDA

Fuente Bibliográfica	Cadena de Búsqueda
Google Scholar	(Sistema Multiagente) AND (Entornos virtuales de aprendizaje) AND (Gestión de recursos) AND (Año de publicación >2013)
Bibliotecas del Ecuador	(Todos los Campos: SMA y la educación) AND (Año de publicación >2013)
Scielo	Sistema multiagente AND year_cluster:(>"2013")

iv. Criterios de inclusión

Para determinar los criterios de inclusión que se aplicara en los documentos obtenidos serán los siguientes:

- Fecha de publicación:** Máximo 5 años atrás.
- **Motores de búsqueda:** Google Scholar, Bibliotecas del Ecuador, Scielo, Science Direct, Research Gate.
- Idioma:** la literatura se puede tomar en cuenta tanto en español como en inglés.
- Tipos de estudio:** Tesis, artículos científicos, libros.

v. Criterios de exclusión

Se excluirán todos los documentos que no aporten a las preguntas de la RSL, y aquellos que no cumplan con los criterios de inclusión.

2. Ejecución

a Búsqueda de documentos

El siguiente paso después de haber establecido los lineamientos de la RSL, se procede a realizar la búsqueda de los documentos, man-

teniendo los criterios de inclusión, y haciendo uso de las cadenas de búsqueda respectivas en cada buscador.

b Selección de documentos

Al culminar la búsqueda, tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, se llegó a un total de 12 documentos, los mismos que responden a las preguntas de la RSL, (ver tabla 4).

TABLA XXVII: .ESTUDIOS PRIMARIOS

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS01	Personalized adaptive interfaces for supporting recommendation from learning object repositories [46].	SMA, System multi-agent.	2017	Scielo
TS02	Agente recomendador para dar soporte al estudiante en el desarrollo de actividades de aprendizaje [47]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.
TS03	Definición de un prototipo de un sistema recomendador para las evaluaciones a distancia, en un sistema e-learning [48]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS04	A semantic recommender system for adaptive learning [49]	multiagent system	2016	Research Gate
TS05	A recommender agent based on learning styles for better virtual collaborative learning experiences [50].	multiagent system	2015	Sciencedirect
TS06	Agente recomendador en jason [51].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar
TS07	Modelo de sistema multi-agente ubicuo, adaptativo y sensible al contexto para ofrecer recomendaciones personalizadas de recursos educativos basado en ontologías [52].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS08	Sistema multi-agente para recomendación de recursos educativos utilizando servicios de awareness y dispositivos móviles [53].	Sistema Multiagente en un EVA	2014	Google Scholar
TS09	Sistema multi-agente para la gestión de objetos de aprendizaje en FROAC [54].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar
TS10	Propuesta de sistema de apoyo al aprendizaje (SAPA) aplicado a las materias de inteligencia artificial y arquitectura de computadores que se dictan en la titulación de ingeniería en informática, en la modalidad de estudios a distancia de la Universidad Técnica Particular de Loja [55]	SMA en la educación.	2014	Bibliotecas del Ecuador.

Continúa en la siguiente página.

Código	Título	Palabras Claves	Año de publicación	Buscador
TS11	Arquitectura multiagente para un sistema e-learning centrado en la enseñanza de idiomas [56].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar
TS12	Sistema multiagente para el análisis del comportamiento de los usuarios de un sistema e-learning [57].	Sistema Multiagente en un EVA	2015	Google Scholar

c Análisis de Literatura

Después de haber encontrado la literatura que responde las preguntas de la RSL, se procede a realizar un análisis de cada una de ellas denotando la importancia de estos con respecto a la resolución de las preguntas. - TS01 nos habla acerca de los recursos educativos que existen, aquellos que permiten buscar y recuperar objetos de aprendizaje, en base a esto se puede tener acceso a millones de recursos educativos, pero se necesita mejorar la presentación y visualización teniendo en cuenta las preferencias y necesidades de los estudiantes, nos habla acerca de una interfaz adaptativa personalizada a un sistema multiagente con el fin de recomendar objetos de aprendizaje desde repositorios, encontrando de esta manera la eficacia y denotando un gran aporte en los entornos virtuales de aprendizaje.

- TS02 nos encontramos sobre la construcción de un sistema reco-

mendador para el EVA de la UTPL, busca con este sistema una mejor adaptabilidad de los sistemas de gestión de aprendizaje, además a las necesidades que tiene el usuario, este sistema recomendador está basado en conocimiento, y teniendo un enfoque el cual es dar soporte al estudiante en sus actividades de aprendizaje, el cual ayudara al estudiante a elegir los recursos adecuados para resolver sus actividades en un determinado curso.

- TS03 establece un prototipo de un sistema recomendador híbrido (basado en contexto y filtrado colaborativo) para las evaluaciones a distancia que deben rendir los estudiantes, el objetivo principal ha sido recomendar objetos de aprendizaje a los estudiantes al momento que realicen la evaluación, además le brindara un objeto de aprendizaje almacenado en la base de datos. El prototipo permitirá apoyar al estudiante en aquellos espacios vacíos donde los estudiantes necesitan mejorar el conocimiento adquirido.

- TS04 se encuentra el sistema de recomendación basado en la semántica de los autores, cruza información heterogénea sobre los antecedentes de los estudiantes y trabajadores, así como los puestos de trabajo anunciados con un catálogo de cursos en línea para identificar los recursos de aprendizaje más apropiados. Nos habla acerca de las observaciones experimentales las cuales han mostrado un buen acuerdo entre las recomendaciones humanas y automáticas, lo que confirma la aplicabilidad de la tecnología semántica emergente a la generación de servicios centrados en el usuario, las mismas pueden adaptarse a las necesidades de aprendizaje de las personas.

- TS 05 realiza un análisis dentro de las aplicaciones de los sistemas de ayuda, sistemas recomendadores, y asistentes personales, los mismos que son base fundamental para presentar la propuesta de un sistema denominado SAPA, que consiste en un sistema recomendador el cual servirá de apoyo para 2 materias en específico dentro de la educación abierta y a distancia en la UTPL, el sistema determina

por medio de un test de Estilo de Aprendizaje, la posible Ruta de e-Aprendizaje personalizada que deberá seguir cada alumno a lo largo de un semestre.

- TS06 analiza sobre la búsqueda de material e información educativa y enfatiza que esta actividad no es una tarea sencilla, concluyen que existe una gran necesidad de materiales de aprendizaje recomendados, de búsqueda especializada en línea y de herramientas de aprendizaje personalizado. Se encuentra como resultado un agente de recomendación de filtrado colaborativo educativo, con un buscador de estilo de aprendizaje integrado. Dicho agente produce dos tipos de recomendaciones, sugerencias y accesos directos para materiales y herramientas de aprendizaje, lo que ayuda al alumno a navegar mejor a través de los recursos educativos.

- TS07 habla acerca de un sistema multi-agente, el mismo que pretende incorporar las bondades de la computación ubicua y los servicios de awareness, cuya finalidad es la recomendación personalizada de recursos educativos para dispositivos móviles, a la vez busca proveer de información útil y personalizada a los estudiantes sobre la planificación de sus cursos virtuales, búsqueda y recuperación de objetos de aprendizaje, recomendación de asistentes especializados, etc. Para el desarrollo del presente SMA se basa en agentes inteligentes los cuales usan mecanismos que permiten búsqueda y recomendación de información a través de un módulo, el mismo adapta el resultado a las preferencias del estudiante.

- TS08 nos enseña acerca de los servicios awareness dentro de los entornos virtuales de aprendizaje ubicuos, ya que sirven para brindar alertas inmediatas al estudiante a través del dispositivo móvil, el mismo que detecta tareas importantes o eventos significativos, para alertar al estudiante, el fin de este trabajo es la implementación de servicios awareness a un sistema multiagente de planificación instruccional y recomendación de recursos educativos desde repositorios locales y

remotos. Para apoyar netamente al proceso de enseñanza aprendizaje, teniendo en cuenta las preferencias, falencias, y necesidades de los estudiantes durante dicho proceso.

- TS09 nos habla acerca de un sistema recomendador que se basa según el entorno social, tomando en cuenta la evolución de las redes sociales que han tenido en la actualidad, partiendo de esta base de las redes sociales, se simula un entorno social en el que una persona realiza una solicitud de recomendación, dicho trabajo se enfoca en un proceso de recomendación sobre recetas culinarias. El entorno le muestra una lista con los resultados que mejor se adaptan a su perfil y a la relación con los amigos que le presentan dichas recomendaciones, el uso de dicho sistema puede extenderse al ámbito académico como simulador de distintas estrategias de recomendación social.

- TS 10 el trabajo presentado en este artículo se enfoca a la administración de los repositorios y federaciones de objetos de aprendizaje mediante una propuesta conceptual y una herramienta que ayuda a la gestión la misma que involucra diferentes dimensiones y visiones, el SMA está orientado a la gestión de objetos de aprendizaje (OA), aprovechando las ventajas que estos presentan, y de esta manera facilita las tareas distribuidas y autónomas.

- TS11 este artículo nos muestra la descripción de una arquitectura para un SMA que está orientado a la enseñanza de idioma, con la finalidad de proveer inteligencia y adaptabilidad, basándose en las necesidades que tienen los estudiantes y el desenvolvimiento en el entorno virtual de aprendizaje, este SMA apoya con recursos que responden a las necesidades específicas de enseñanza y el aprendizaje de idiomas. Da una gran ventaja debido a que existen sitios web o campus virtuales que enseñan idiomas pero carecen de estas características.

- TS12 nos presenta una propuesta de un SMA que se encarga del análisis del comportamiento de los usuarios de un sistema e-learning, dicho sistema es capaz de extraer y analizar información sobre co-

mo utilizan los usuarios el sistema e-learning, todo esto en base a recursos y actividades que proporciona moodle. Una de las funciones de este sistema será, clasificar a los usuarios tomando en cuenta su comportamiento dentro del sistema, para tener el fin de extraer información acerca de cómo interactúan y participan los estudiantes en el sistema.

d Conclusión

Al haber concluido la RSL se llegó a responder todas las preguntas planteadas, dándonos de esta manera un total de 12 artículos con referencia al objeto de estudio. Al realizar la RSL se pudo llegar a tener el conocimiento necesario para conocer con que metodología trabajar, el framework a usar entre otras herramientas, además permitió realizar el cuadro comparativo que se encuentra en Anexo 2.

11.2. Anexo 2: Cuadro Comparativo

En este apartado se realizara una comparativa entre todos los agentes utilizados en los diversos SMA mencionados en cada literatura encontrada de la RSL que se encuentra en Anexo1 , y de esta manera elegir los agentes, la metodología, base de datos, framework que se utilizará en el SMA que gestionará los recursos y actividades en un EVA.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
INTERFAZ TS 01	Adaptación de la interfaz del repositorio	-Comunicación con agente usuario para conocer sus preferencias. Comunicación con el agente coordinador, entrega los OA resultantes después de realizar la búsqueda.	N/A	PostgreSQL	JADE
USUARIO TS 01	Representar al usuario humano dentro del SMA	-Crear y modificar características del usuario y sus preferencias.	N/A	PostgreSQL	JADE
COORDINADOR TS 01	Redirecciona las consultas que hace el usuario al repositorio local y a los remotos	-Enviar cadena de consulta para que el agente coordinador realice la búsqueda y permite evaluar los OA que son recomendados.	N/A	PostgreSQL	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
RESPOSITORIO LOCAL Y RE-POSITORIOS REMOTOS TS01	Buscar en los repositorios de manera local y remota.	-Conocimiento de los OA almacenados en los repositorios. Almacenar la evaluación que se entrega al agente evaluador por cada OA.	N/A	PostgreSQL	JADE
RECOMENDACIÓN TS01	Recomendar sobre los metadatos que describen los OA.	-Buscar OA acordes al perfil del estudiante	N/A	PostgreSQL	JADE
EVALUADOR TS01	Gestionar las evaluaciones que realiza el usuario a algún OA que ha sido explorado.	-Comunicar al agente ROA local para almacenar estas evaluaciones.	N/A	PostgreSQL	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
RECOMENDADOR TS02	Dar soporte a las actividades del estudiante en el EVA	-Realizar anotaciones semánticas de las tareas pendientes del estudiante	N/A	Mysql	KIM
RECOMENDADOR TS05	Ayudar y asistir en forma automatizada a los docentes en cuanto a la gestión y distribución de los recursos.	-Tomar test de estilo de aprendizaje y almacenar la información y alinear con cada OA.	N/A	Mysql	JADE
PLANIFICADOR TS07	Planificar automáticamente los cursos virtuales de aprendizaje CVA.	-Interactuar con el agente recomendador de recursos educativos para recuperar OA referentes a las temáticas del curso.	Prometheus	Mysql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
EVALUADOR TS07	Generar automáticamente evaluaciones en el momento que el usuario finalice un tema.	-Seleccionar preguntas de un banco de preguntas previamente constituido y asociado a cada uno de los temas.	Prometheus	Mysql	JADE
RECOMENDADOR DE ASISTENTES TS07	Encontrar y recomendar asistentes para los estudiantes que presentan problemas en las temáticas abordadas o que solicitan tutorías.	-Conocer áreas del conocimiento requeridas por el estudiante, así como horarios tanto del estudiante como los del asistente.	Prometheus	Mysql	JADE
RECOMENDADOR DE RECURSOS EDUCATIVOS TS07	Recomendar recursos educativos como libros, seminarios, entre otros.	-usar la base de datos del sistema para la recomendación de recursos.	Prometheus	Mysql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
AWARENESS TS07	Ofrecer los diversos servicios de awareness que ofrece el sistema, bien sea por solicitud del usuario o por efectos de proactividad.	-Ofrecer información de las participaciones del estudiante en un CVA, visualizar un grafo de avance, vista histórica de las actividades de aprendizaje, entre otros.	Prometheus	Mysql	JADE
USUARIO TS07	Representa tanto a estudiantes como profesores dentro de la plataforma multi-agente.	-Administrar canales de comunicación con el dispositivo móvil del usuario, jugando el rol de interfaz entre el SMA y el usuario. -Recibe información de utilidad para posteriormente presentarla al usuario.	Prometheus	Mysql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
CLIENTE TS09	Representa al usuario para recibir recomendaciones	-Realizar y guardar la consulta para realizar la recomendación.	N/A	MongoDB	AGENT SPEAK
AMIGOS TS09	Representación de los amigos cercanos del cliente.	-Tener una base de conocimiento con las recetas favoritas.	N/A	MongoDB	AGENT SPEAK
SYSTEM TS09	Inicializa todo, simular el entorno donde se encontraran clientes y amigos.	-Iniciar la base de datos de cada amigo y una vez hechos esto le indica al cliente que puede hacer su solicitud.	N/A	MongoDB	AGENT SPEAK
COORDINADOR TS10	Recibe la información para hacer la evaluación.	-Recibir la información dentro del SMA.	N/A	PostgreSQL	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
COMPLETITUD TS10	Calcular peso de cada metadato	-Para cada metadato se verifica su contenido y se multiplica por un peso asignado.	N/A	PostgreSQL	JADE
MONITOR TS11	Monitorea los movimientos de los usuarios para saber qué está haciendo en determinado momento, en qué lugar se encuentra y de acuerdo a ello poder dar soporte, ya sea de ayuda o a la navegación dentro de un curso	- Capturar las acciones del usuario. -Conocer ubicación del usuario. - Procesar acciones del usuario. -Registrar acciones del Usuario.	N/A	MySql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
VIGILANTE TS11	Encargado de informar al agente controlador sobre qué usuarios están ingresando al sistema llevando una lista de los mismos	- Verificar que usuarios ingresan al sistema	N/A	MySql	JADE
ANUNCIADOR TS11	Está al tanto de los mensajes que se deben enviar a los usuarios, ya sea cuando un usuario ha ingresado al sistema o cuando tenga pendientes por hacer	- Enviar mensaje de llegada de usuario. - Enviar anuncio.	N/A	MySql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
HISTORIAL TS11	Su función es llevar el registro del progreso del estudiante. Este	-Registrar contenido a estudiar	N/A	MySql	JADE
SUPERVISOR TS11	Tienen como objetivo controlar que el docente asigne los porcentajes a las pruebas correctamente, como también indicarle que tiene alguna actividad incompleta que está próxima a publicar.	-Monitorear porcentajes de ejercicios -Monitorear que actividades y ejercicios estén completos antes de la fecha de inicio	N/A	MySql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
AYUDANTE TS11	Es el encargado de dar el acompañamiento al usuario en el desenvolvimiento de la plataforma. Estará disponible para que se le pregunte temas de ayuda sobre el uso de la plataforma, así como para dar sugerencias del desenvolvimiento en algún lugar específico.	<ul style="list-style-type: none"> -Capturar preguntas - Analizar preguntas - Responder preguntas - Procesar acciones de usuario - Desplegar sugerencia - Registrar tema de ayuda 	N/A	MySql	JADE

Continúa en la página siguiente.

AGENTE	FUNCION	CARACTERISTICAS	METODOLOGIA	BD	FRAMEWORK
CONTROLADOR TS11	Con este agente se busca identificar los cursos a los que pertenece el usuario que va ingresando.	-Validar usuarios por curso	N/A	MySql	JADE
MONITOR AGENT TS12	Monitorear cambios	-Monitorear cambios y trabajar conjuntamente con el log.	N/A	MySql	JAVAEE
INTERPRETA INTERACCION TS12	Interpretar interacción	-Interpretar la interacción de un usuario en particular.	N/A	MySql	JAVAEE
TIMELINEUSUARIO TS12	Obtener la interacción del usuario en forma de línea de tiempo	-Interactuar con el agente InterpetalInteraccion.	N/A	MySql	JAVAEE

TABLA XXVIII: .CUADRO COMPARATIVO

11.3. Anexo 3: Instalación de Moodle

En este apartado se muestra la instalación de MOODLE utilizado en este trabajo de titulación, el mismo fue tomado de la guía rápida de MOODLE ⁴.

Requerimientos básicos

- Necesitará un servidor web en funcionamiento (p.ej. Apache), una base de datos (p.ej. MySQL, MariaDB o PostgreSQL) y tener PHP configurado. Vea las [Notas de Moodle 2.7](#) (o vea [Historia de las versiones](#) en otros casos) para los requisitos de *software*.
- Moodle requiere un cierto número de extensiones de PHP. Sin embargo, Moodle lo comprueba pronto durante el proceso de instalación y puedes solucionar el problema y reiniciar el guión de instalación si falta alguna extensión.
- Si quieres que Moodle envíe correo electrónico (probablemente lo quieres), necesitas un Sendmail (Unix/Linux) funcionando en tu servidor o acceder a un servidor de correo SMTP.

Obtención de Moodle

Tiene dos opciones básicamente:

- Descargar la versión que necesitas desde <http://moodle.org/downloads> ... o
- Obtener el código del repositorio Git (recomendado para desarrolladores y además hace las actualizaciones muy simples):

```
git clone -b MOODLE_27_STABLE git://git.moodle.org/moodle.git
```

...esto trae una copia completa del repositorio Moodle y, a continuación, cambia a la rama estable 2.7.

Nota: Descarga Moodle solamente de una de las fuentes de moodle.org. Otras versiones (p.ej. instaladores basados en paneles de control, repositorios de las distribuciones de Linux) pueden no funcionar correctamente, no ser actualizables o no obtener soporte.

Figura 33: Instalación de MOODLE 3.6

Crear una base de datos

- Usando el servidor de bases de datos elegido, crea una nueva base de datos. La codificación por defecto debe ser UTF-8. Por ejemplo, usando MySQL:

```
CREATE DATABASE moodle DEFAULT CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE utf8mb4_unicode_ci;
```

- Crea un usuario y contraseña con los permisos apropiados para la base de datos recién creada. Por ejemplo (con MySQL de nuevo):

```
mysql> GRANT SELECT,INSERT,UPDATE,DELETE,CREATE,CREATE TEMPORARY TABLES,DROP,INDEX,ALTER ON moodle.* TO moodleuser@localhost IDENTIFIED BY 'su_contraseña';
```

Crear el directorio de datos

- Crea un directorio vacío para contener los ficheros de Moodle. **NO debe estar** en el área servida por el servidor web y debe tener los permisos de manera que el usuario del servidor web pueda escribir en él. Típicamente, convierte al usuario de servidor web en su propietario o dale al directorio permisos de escritura para 'todos'.

Figura 34: Instalación de MOODLE 3.6

⁴https://docs.moodle.org/all/es/Guía_rápida_de_instalación

Instala el código de Moodle

- Descomprime y mueve o copia el código de Moodle (obtenido anteriormente) de manera que pueda ser servido por el servidor web (p.ej. en Linux basados en Debian, coloca el código en `/var/www/moodle`)
- Comprueba los permisos y asegúrate de que el servidor web **no** tiene permisos para escribir sobre ninguno de los ficheros en los directorios del código de Moodle (una causa muy común de sitios que han sido pirateados).
- Si lo necesitas, configura tu servidor web para servir Moodle con la URL elegida.

Configura Moodle

- En el directorio de Moodle, encuentra el fichero `config-dist.php` y cópialo sobre un nuevo fichero con el nombre `config.php` (pero lee el siguiente paso, 'Instala Moodle', primero).
- Edita `config.php` con tu editor favorito y cambia los valores apropiados que apuntan a tu sitio, directorios y base de datos. *Nota: el guión de instalación de Moodle creará el fichero `config.php` por tí si no existe pero asegúrate de establecer después los permisos apropiados*

Figura 35: Instalación de MOODLE 3.6

Instala Moodle

- Dirígete a la URL de tu sitio Moodle con un navegador (la instalación se completará automáticamente) o ejecuta la versión de línea de comando (requiere la versión CLI de PHP) en:

```
/usr/bin/php /path/to/moodle/admin/cli/install.php
```

La CLI creará el fichero `config.php` y no se ejecutará si lo creaste en el paso anterior.

- Tras la instalación asegúrate de que los permisos de tus ficheros son los correctos para los ficheros de Moodle (sin permisos de escritura para el servidor web) y el directorio de datos de Moodle (con permisos de escritura para el servidor web).

Figura 36: Instalación de MOODLE 3.6

11.4. Anexo 4: PreguntasVARK.php

El cuestionario VARK ⁵ fue transcrito en un archivo php:

```
<h1> Cuestionario VARK </h1>
<form name="cuestionarioVARK" method="POST" charset=utf-8>
  1. Esta ayudando a una persona que desea ir al aeropuerto, al centro de la ciudad o a la estacion del
  ferrocarril. Ud.: <br><br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">iria con ella.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">le diria como llegar.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">le daria las indicaciones por escrito (sin un mapa).<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">le daria un mapa.<br>
  2. No estas seguro si una palabra se escribe como: trascendente o tracendente. Ud: <br><br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">veria las palabras en tu mente y elegiria
  la que mejor luce.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">pensaria en como suena cada palabra y elegiria la
  que mejor luce.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">la buscaria en un diccionario.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">escribiria ambas palabras y elegiria una.<br>

  3. Esta planeando unas vacaciones para un grupo de personas y desearia la retroalimentacion de ellos
  sobre el plan. Ud.: <br><br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">describiria algunos de los atractivos del viaje.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">utilizaria un mapa o un sitio web para mostrar los lugares.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">les daria una copia del itinerario impreso.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">les llamaria por telefono, les escribiria o
  les enviaria un e-mail.<br>

  4. Va a cocinar algun platillo especial para su familia. Ud.: <br><br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">describiria algunos de los atractivos del viaje.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">utilizaria un mapa o un sitio web para mostrar los
  lugares.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">les daria una copia del itinerario impreso..<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">les llamaria por telefono, les escribiria o les enviaria
  un e-mail.<br>

  5. Un grupo de turistas desea aprender sobre los parques o las reservas de vida salvaje en su area. Ud.: <br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">les daria libros o folletos sobre parques o reservas
  de vida salvaje.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">les mostraria figuras de Internet, fotografias o libros
  con imagenes.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">los llevaria a un parque o reserva y daria una caminata
  con ellos.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">les daria una platica acerca de parques o reservas de
  vida salvaje.<br>

  6. Esta a punto de comprar una camara digital o un telefono movil. ¿Ademas del precio, que mas influye
  en su decision? <br><br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="K">lo utiliza o lo prueba.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="R">la lectura de los detalles acerca de las características de.
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="V">el diseno del aparato es moderno y parece bueno.<br>
  <input type="checkbox" name="resp[]" value="A">los comentarios del vendedor acerca de las características
```

⁵<http://vark-learn.com/el-cuestionario-vark/>

7. Recuerde la vez cuando aprendio como hacer algo nuevo. Evite elegir una destreza fisica, como montar bicicleta.
<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">viendo una demostracion.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">escuchando la explicacion de alguien y haciendo preguntas.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">siguiendo pistas visuales en diagramas y graficas.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">siguiendo instrucciones escritas en un manual o libro de texto.

8. Tiene un problema con su rodilla. Preferiria que el doctor:

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">le diera una direccion web o algo para leer sobre el asunto..

<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">utilizara el modelo plastico de una rodilla para mostrarle que

<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">le describiera que Esta mal.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">le mostrara con un diagrama que es lo que Esta mal.

9. Desea aprender un nuevo programa, habilidad o juego de computadora. Ud. debe:

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">leer las instrucciones escritas que vienen con el programa.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">platicar con personas que conocen el programa.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">utilizar los controles o el teclado.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">seguir los diagramas del libro que vienen con el programa.

10. Le gustan los sitios web que tienen:

<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">cosas que se pueden picar, mover o probar.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">descripciones escritas interesantes, características y explicaciones.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">un diseno interesante y características visuales.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">canales de audio para oír musica, programas o entrevistas.

11. Además del precio, que influiría más en su decisión de comprar un nuevo libro de no ficción

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">la apariencia le resulta atractiva.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">una lectura rápida de algunas partes del libro.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">un amigo le habla del libro y se lo recomienda.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">tiene historias, experiencias y ejemplos de la vida real.

12. Esta utilizando un libro, CD o sitio web para aprender como tomar fotografías con su nueva cámara digital. Le
<input type="checkbox" name="resp[]" value="A">la oportunidad de hacer preguntas y que le hablen sobre la cámara.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="R">instrucciones escritas con claridad, con características y puntos.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="V">diagramas que muestren la cámara y que hace cada una de sus partes.

<input type="checkbox" name="resp[]" value="K">muchos ejemplos de fotografías buenas y malas y como mejorar estas.

13. Prefiere a un profesor o un expositor que utiliza:

demostraciones, modelos o sesiones practicas.

preguntas y respuestas, charlas, grupos de discusion u oradores
folletos, libros o lecturas.

diagramas, esquemas o graficas.

14. Ha acabado una competencia o una prueba y quisiera una retroalimentacion. Quisiera tener la retroalimentacion
utilizando ejemplos de lo que ha hecho.

utilizando una descripcion escrita de sus resultados.

escuchando a alguien haciendo una revision detallada de su desem
utilizando graficas que muestren lo que ha conseguido.

15. Va a elegir sus alimentos en un restaurante o cafe. Ud.:

elegiria algo que ya ha probado en ese lugar.

escucharia al mesero o pediria recomendaciones a sus amigos.

elegiria a partir de las descripciones del menu.

observaria lo que otros Estan comiendo o las fotografias de cada

16. Tiene que hacer un discurso importante para una conferencia o una ocasion especial. Ud.:

elaboraria diagramas o conseguiria graficos que le ayuden a expl
escribiria algunas palabras clave y practica su discurso repetid
escribiria su discurso y se lo aprenderia leyendolo varias veces
conseguiria muchos ejemplos e historias para hacer la charla rea

11.5. Anexo 5: Consentimiento informado



Consentimiento informado

Esta investigación tiene por objetivo “Diseñar una arquitectura de sistema multiagente para la gestión de recursos y actividades en un entorno virtual de aprendizaje.”.

Es sumamente importante que tenga en cuenta que su participación es de carácter voluntaria, por lo que tiene plena facultad de decidir si desea o no participar de este proceso. Además, podrá desvincularse en cualquier momento, sin que ello lo/la perjudique de forma alguna.

Al aceptar participar de esta investigación sólo se le pedirá lo siguiente:

- Ingresar a la dirección presentada.
- Acceder al EVA, el usuario corresponde al correo institucional y la contraseña corresponde al número de cedula de cada estudiante.
- Llenar el cuestionario VARK presentado y acceder al curso matriculado.
- Seguir las instrucciones en el curso y completar las actividades planteadas.

Las respuestas serán resguardadas bajo la más estricta confidencialidad.

Para cualquier información comunicarse con:

Nombre: Adriana Gomez-Jara
Investigadora del presente Trabajo de Titulación
Correo electrónico: acgomezj@unl.edu.ec
Egresada en Ingeniería en Sistema

Nombre: Luis Chamba-Eras
Correo electrónico: lachamba@unl.edu.ec
Docente Tutor del presente Trabajo de Titulación
Carrera de Ingeniería en Sistemas
Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables
Universidad Nacional de Loja


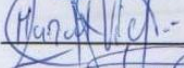
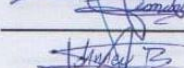
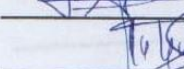
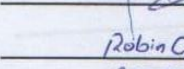
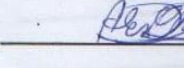
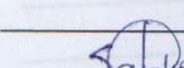
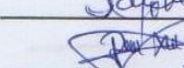
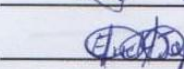
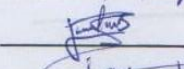
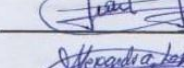
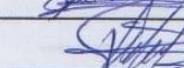
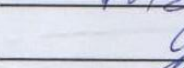
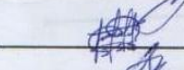
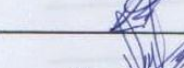

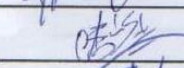
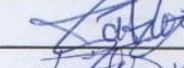
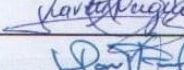
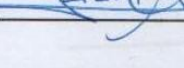
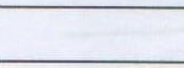
Muchas gracias por su colaboración.



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

- X Sergey Geovanny Vasquez Puglla
- X Manuel Valentino Vicente Perez
- X Jean Carlos Alarcon Ochoa
- X Johnney Javier Bermeo Armijos
- X Brayan Alejandro Cobos Cabrera
- X Robin Lenin Cordova Alvarado
- X Alex John Chamba Macas
- X Ricardo Javier Esparza Torres
- X Samantha Del Cisne Gonzalez Herrera
- X Darío Xavier Gordillo León
- X Erick Joel Jara Vega
- Byron Ronaldo Jiménez Borja
- X Jean Carlos Leon Mejia
- X Alexandra Patricia Lopez Romero
- X Diego Stalin Merino Valverde
- X Anthony Daniel Ortega Maldonado
- X Sisa Ñusta Parra Tene
- X Gerardo Alfonso Ramírez Mejía
- X Pavel Alexander Rivadeneira Cajas
- Darwin Alexander Rogel Rivera
- X Edgar Andres Soto Rodriguez
- X Juan Pablo Torres Calvo
- X Karen Nathali Noguea Gonzales
- X Reinaldo David Prado Sano

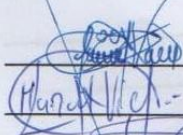
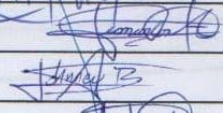
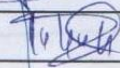
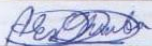
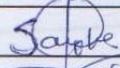
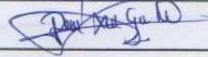
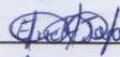

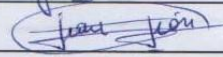
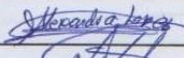
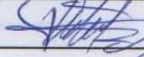
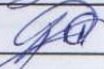





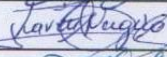
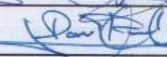






 Robin Cordova





 Byron Ronaldo Jiménez Borja







 Darwin Alexander Rogel Rivera







**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA**

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS

- X Sergey Geovanny Vasquez Puglla
- X Manuel Valentino Vicente Perez
- X Jean Carlos Alarcon Ochoa
- X Johnney Javier Bermeo Armijos
- X Brayán Alejandro Cobos Cabrera
- X Robin Lenin Cordova Alvarado
- X Alex John Chamba Macas
- X Ricardo Javier Esparza Torres
- X Samantha Del Cisne Gonzalez Herrera
- X Darío Xavier Gordillo León
- X Erick Joel Jara Vega
- Byron Ronaldo Jiménez Borja
- X Jean Carlos Leon Mejia
- X Alexandra Patricia Lopez Romero
- X Diego Stalin Merino Valverde
- X Anthony Daniel Ortega Maldonado
- X Sisa Ñusta Parra Tene
- X Gerardo Alfonso Ramírez Mejía
- X Pavel Alexander Rivadeneira Cajas
- Darwin Alexander Rogel Rivera
- X Edgar Andres Soto Rodriguez
- X Juan Pablo Torres Calvo
- X Karen Nathali Noguea Gonzalez
- X Reinaldo David Prado Cano




 Robin Cordova


















11.6. Anexo 6: Estudiantes que participaron en la evaluación del prototipo

En el presente anexo se muestran los estudiantes que participaron en la experimentación.

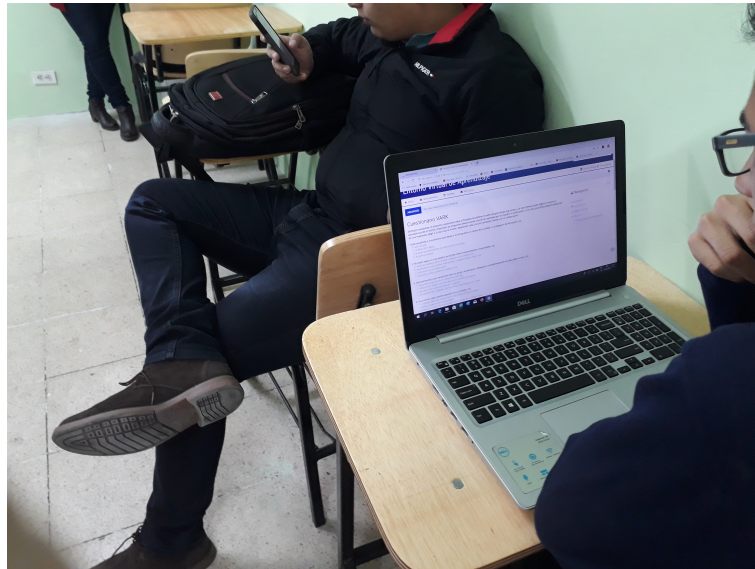


Figura 37: Estudiantes CIS

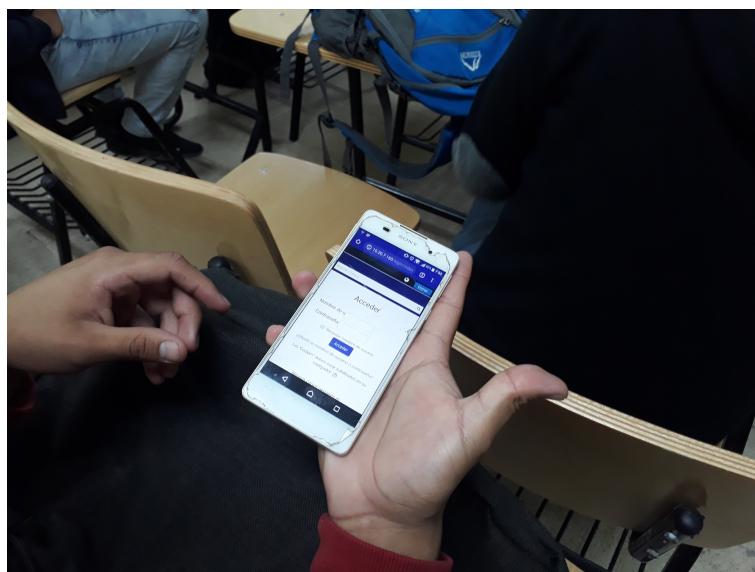


Figura 38: Estudiantes CIS

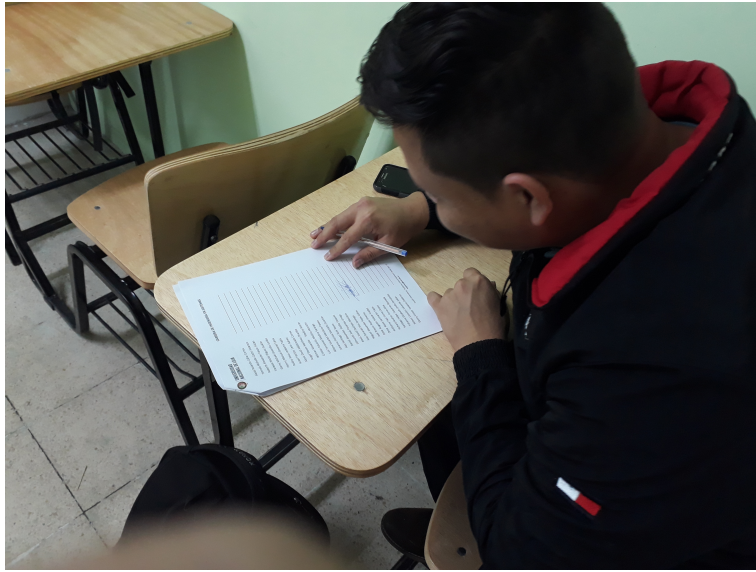


Figura 39: Estudiantes CIS



Figura 40: Estudiantes CIS



Figura 41: Estudiantes CIS

11.7. Anexo 7: Desarrollo de la encuesta

La encuesta ha sido desarrollada en base al proceso propuesto por Kitchenham y Pfleeger en [75]:

11.7.1. Establecer los objetivos de la encuesta

El objetivo principal de la presente encuesta es “Obtener la percepción de los estudiantes acerca del prototipo del SMA GREAC, en la gestión de los recursos y actividades en MOODLE aplicado sobre los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja”. La TABLA XXIX muestra de manera más formal el objetivo de la encuesta en base a la plantilla GQM (Goal-Question-Metric).

TABLA XXIX: .OBJETIVO DE LA ENCUESTA

Objeto de estudio	Sistema multiagente (SMA) para la gestión de recursos y actividades en un EVA.
Propósito	Determinar la efectividad del SMA, en la gestión de recursos y actividades en un EVA, presentación del test VARK a los estudiantes.
Enfoque de calidad	Efectividad del SMA.
Perspectiva	Alumnos de la Carrera de Ingeniería en Sistemas que probaran el prototipo.
Contexto	Este estudio se realiza con estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Nacional de Loja, específicamente los ciclos cuartos y séptimo. En la materia de Metodología de la Investigación y Proyectos Informáticos I respectivamente.

En la TABLA XXX se muestra las características a evaluar, que permitirán alcanzar el objetivo propuesto.

TABLA XXX: .CARACTERÍSTICAS A EVALUAR

Característica	Descripción
Eficiencia de recomendación	Característica que mide los recursos y actividades mostrados en base al perfil del estudiante.
Efectividad al obtener el perfil	Rasgo que mide el nivel de acierto al obtener el perfil inteligente del estudiante, para la gestión del recurso y actividad.

A partir de estas características se plantean como hipótesis de trabajo que el SMA:

H1: Gestiona los recursos y actividades acorde al perfil del estudiante.

H2: Obtiene de manera efectiva el estilo de aprendizaje del estudiante.

11.7.2. Diseñar la encuesta

Se trabaja con una encuesta transversal, realizada de manera online a los estudiantes de cuarto y séptimo ciclo de la carrera de Ingeniería en sistemas en un periodo de una semana, utilizando la herramienta de Google Forms.

11.7.3. Desarrollar el Cuestionario

El desarrollo del cuestionario se ha dado en tres pasos, empezando por la revisión de literatura relevante sobre trabajos relacionados al objeto de estudio, para posteriormente plantear las preguntas del cuestionario, y finalmente definir los tipos de respuestas para cada pregunta

11.8.3.1 Literatura relevante

Se define un cuestionario basándose en el trabajo de [69], en el cual se establece un cuestionario para evaluar un sistema, pero cuyas preguntas han sido modificadas y acopladas para el presente Trabajo de Titulación, las preguntas han sido elaboradas por 3 bloques (ver TABLA XXXI).

TABLA XXXI: .PREGUNTAS SEGÚN ESTUDIO

Estudio	Pregunta(s)
Estudio [69]	¿Existe Relevancia de los contenidos presentados?
	Al culminar la actividad, ¿presentó algún problema?
	Facilidad de uso

11.8.3.2 Diseño de las preguntas

El cuestionario planteado consta de 6 preguntas mostradas en la TABLA XXXII , elaborado por la autora apoyándose en las preguntas expuestas en [69]. Las preguntas han sido elaboradas para cumplir con el objetivo planteado y cubrir las características a evaluar mostradas en la TABLA XXIX.

TABLA XXXII: ..CUESTIONARIO

N	Pregunta	Característica a evaluar
P1	¿Al ingresar al sistema, se le presento algún problema con el cuestionario VARK?	Efectividad al obtener el perfil
P2	¿Se presentó su estilo de aprendizaje después de haber realizado el test VARK?	Efectividad al obtener el perfil
P3	¿Se presentó alguna dificultad al resolver el tema presentado en el curso?	Eficiencia de Recomendación
P4	¿Está de acuerdo con los recursos y actividades presentados en el tema?	Eficiencia de recomendación
P5	Las tareas asignadas en el tema, le parecieron:	Efectividad de recomendación

11.8.3.3 Diseño de las respuestas En la TABLA XXXIII se muestra las respuestas que se han diseñado evitando ambigüedades y dando al encuestado la facilidad para elegir dentro de un rango de respuestas. Se han usado preguntas de SI/NO, Otros.

TABLA XXXIII: ..DISEÑO DE RESPUESTAS

Pregunta	Respuesta
P1, P2,P3,P4,P5,P6	a. Si, b. No c. Otros

Otro aspecto importante es la protección de los datos y la información, a pesar de ser una encuesta anónima, se le da a conocer al encuestado que sus datos serán protegidos y estarán bajo absoluta confidencialidad.

11.7.4. Evaluar y validar el cuestionario

La evaluación y validación del cuestionario se realizó en dos etapas, la primera consistió en una revisión por parte del tutor del trabajo de titulación, y la segunda etapa en la aplicación a una muestra muy pequeña de individuos; esto para verificar y validar el cuestionario.

11.7.5. Obtener los datos de la encuesta

Para obtener los datos de la encuesta, se seleccionó la herramienta de Google Forms. Para la selección de los estudiantes se aplicó el método no probabilístico, por conveniencia; debido a que era accesible por la investigadora. Fueron seleccionados tres cursos de la CIS, dos de ellos cursando el cuarto ciclo y uno el séptimo ciclo; se consideró que tres paralelos conforman una muestra bastante representativa de la población. Para una mayor acogida se aplicó el cuestionario online en horario de clases y cuando los estudiantes puedan acceder.

11.7.6. Analizar los datos obtenidos

Como herramienta de cálculo estadístico y procesamiento de datos se utilizó la herramienta de Google Forms la cual otorga el análisis de los datos con sus respectivos gráficos estadísticos. Las (Fig. 42-Fig.47). Muestran la recopilación de los datos, en donde se observa que participaron 57 estudiantes.

1. ¿Se presentó el cuestionario VARK sin ningún problema?

54 respuestas

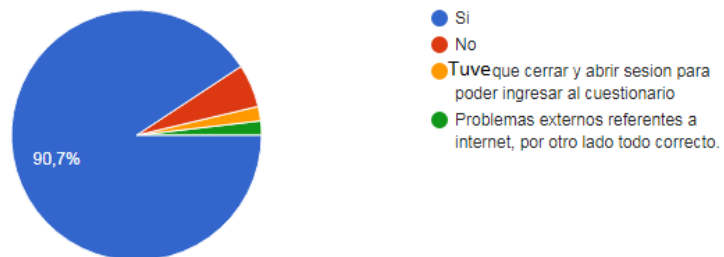


Figura 42: Suscitación de inconvenientes

2. ¿Se presentó su estilo de aprendizaje después de haber realizado el test VARK?

54 respuestas

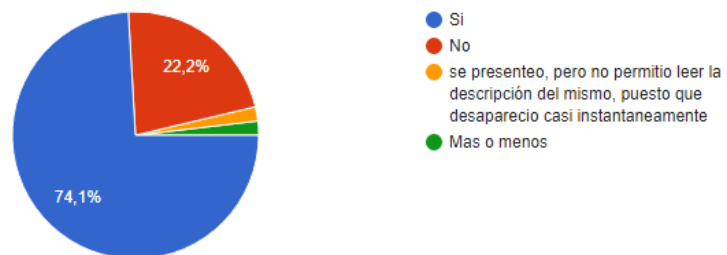


Figura 43: Presentación de EA

3. ¿Se presentó alguna dificultad al resolver el tema presentado en el curso?

54 respuestas

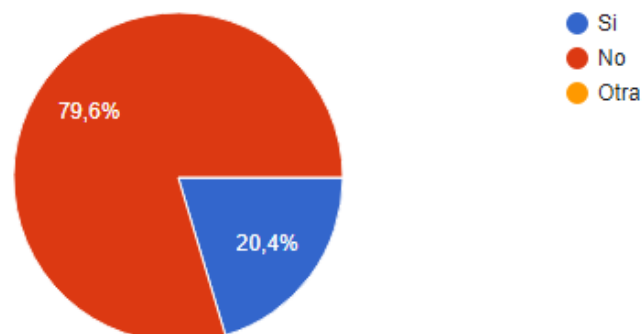


Figura 44: Dificultades presentadas

4. ¿Está de acuerdo con los recursos y actividades presentados en el tema?

54 respuestas

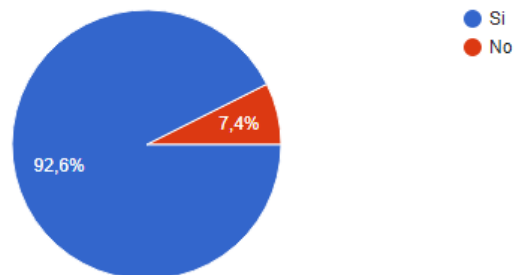


Figura 45: Aceptación de Recursos y Actividades

5. Las tareas asignadas en el tema, le parecieron:

54 respuestas

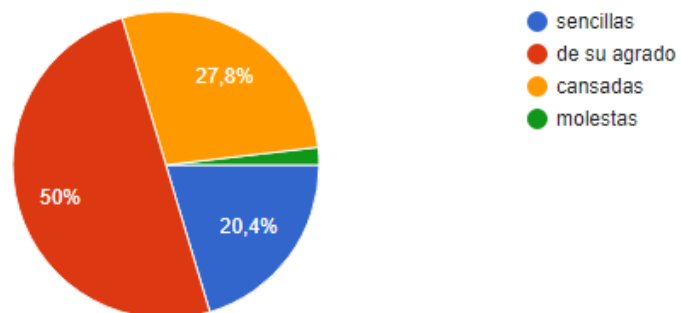


Figura 46: Empleabilidad de tareas

6. En el futuro. ¿Le gustaría utilizar un EVA, que tenga en cuenta su estilo de aprendizaje, para la gestión de recursos y actividades?

54 respuestas




Figura 47: Utilización de EVA adaptativo

11.7.7. Validación de las hipótesis

La primera hipótesis fue validada debido a que el 92,6% de la muestra esta de acuerdo con la gestión de los recursos y actividades, dicha gestión se la realizó en base a su perfil de aprendizaje, por lo tanto se realizó la validación de la segunda hipótesis ya que se realizó una efectiva obtención de estilo de aprendizaje por lo que la hubo una gestión de recursos y actividades eficiente.

11.8. Anexo 8: Reporte Software antiplagio URKUND



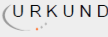
Urkund Analysis Result

Analysed Document: TTprefinal.pdf (D54991826)
 Submitted: 8/24/2019 12:02:00 AM
 Submitted By: lachamba@unl.edu.ec
 Significance: 3 %

Sources included in the report:

tesisultima DEFINITIVA.pdf (D37184838)
 Memoria.pdf (D54965501)
<http://grasia.fdi.ucm.es/jorge/tesis.pdf>
<http://www.redalyc.org/pdf/925/92513102003.pdf>
 e8c3eb82-0cec-4584-84b9-452948becb9c
 ba5fb8f0-fd51-4e3d-b58e-e6f00c8343e3

Instances where selected sources appear:
 16

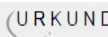


TTprefinal.pdf (D54991826)

Hit and source - focused comparison, Side by Side:
 Left side: As student entered the text in the submitted document.
 Right side: As the text appears in the source.

Instances from: tesisultima DEFINITIVA.pdf

7	96%	7: tesisultima DEFINITIVA.pdf	96%
con un número pequeño o grande de usuarios). 4.2.1.4 Estandarización.- posibilidad de importar y exportar cursos		con un número pequeño o grande de usuarios. 4) Estandarización, esta posibilidad de importar y exportar cursos	



TTprefinal.pdf (D54991826)

Instances from: <http://grasia.fdi.ucm.es/jorge/tesis.pdf>

8	92%	8: http://grasia.fdi.ucm.es/jorge/tesis.pdf	92%
análisis del dominio, diseño de los agentes, realización de los agentes y el soporte en tiempo de ejecución.		análisis del dominio, el diseño de los agentes, la realización de los agentes y el soporte en tiempo de ejecución.	
11	84%	11: http://grasia.fdi.ucm.es/jorge/tesis.pdf	84%
JADE.- tiene la implementación oficial del estándar FIPA, y soporta todos los servicios		JADE es la implementación oficial del estándar FIPA [FIPA 95], y soporta todos los servicios	

11.9. Anexo 9: Manual de conexión entre el SMA GREAC y MOODLE 3.6

El presente manual explica la integración entre el middleware JADE y MOODLE3.6. Se ha dividido en dos partes la primera se explica acerca de la modificación de la base de datos del entorno MOODLE 3.6, y la segunda acerca de los archivos nativos que se encuentran en MOODLE 3.6.

a) Configuración de las tablas en la base de datos de MOODLE v.3.6

a. Tabla mdl_reac

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id_reac	int(10)	NO	PRI	NULL	
id_user	int(10)	NO		NULL	
id_module	varchar(60)	YES		NULL	

Fig. 1 Estructura de la tabla mdl_reac (recursos y actividades)

En la presente tabla se almacenará la información clasificada, dicha información contiene los recursos y actividades que le pertenecen al estudiante, la tabla será leída por la función de MOODLE para que los recursos y actividades sean presentados.

id_reac	id_user	id_module
0	11	assign
97	11	choice
156	11	data
215	11	feedback
274	11	folder
351	11	imscp
410	11	label
488	11	lti
547	11	page
606	11	quiz
665	11	resource
688	11	scorm
747	11	survey
806	11	url
865	11	wiki

id_reac	id_user	id_module
53	22	assign
150	22	choice
209	22	data
268	22	feedback
326	22	forum
404	22	imscp
463	22	label
541	22	lti
600	22	page
659	22	quiz
741	22	scorm
800	22	survey
859	22	url

Fig. 2 Asignación personalizada del recurso y actividad a cada estudiante

En la Fig.2 se realiza la presentación de los datos almacenados en la tabla, estos datos son otorgados por el SMA y leídos por MOODLE.

b. Tabla mdl_historial_vark

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
id	int(10) unsigned	NO	PRI	NULL	auto_increment
userid	int(10) unsigned	NO		NULL	
respuestas	varchar(200)	NO		NULL	

Fig. 3 Estructura de la tabla mdl_historial_vark

En la Fig.3 se almacenan los resultados de los estudiantes al culminar el test VARK, estos resultados posteriormente serán tomados en cuenta al momento de logueo en MOODLE, si el estudiante ya tiene registrados sus resultados se re direccionará a la página principal caso contrario se le presentara la página para resolver el cuestionario.

id	userid	respuestas
2	25	LeerEscribir
4	23	Auditivo
8	11	Visual
12	34	Kinestesico

Fig. 4 Información almacenada en mdl_historial_vark

En la Fig. 4 se muestra la información almacenada luego de haber llenado el test, a continuación el SMA obtendrá esta información para proceder a realizar la gestión. Finalmente se modificó la estructura principal de la base de datos de MOODLE agregando las tablas anteriormente descritas.

b) Configuración de los archivos.

a. Login

Debido a que el cuestionario VARK se debe aplicar una sola vez, fue necesario detectar en el código de MOODLE el punto donde se valida el inicio de sesión

del alumno, para que se realice la presentación del cuestionario, el archivo que se modificó se encuentra en *MOODLE/login/index.php*,

```
$table = 'role_assignments';
$select = "userid = $USER->id AND roleid=5 ";
$result = $DB->get_records_select($table,$select);
    if(!empty($result)){
        $table = 'historial_vark';
        $select = "userid = $USER->id AND (respuestas='Visual' OR respuestas='Auditivo' OR
respuestas='LeerEscribir' OR respuestas='Kinestesico') ";
        $result = $DB->get_records_select($table,$select);
        if (empty($result))
            redirect(new moodle_url('/my/preguntasVARK.php'));
        else {redirect($urltogo);}
    }else{ unset($SESSION->wantsurl);
        redirect($urltogo);}
```

Fig. 5 Archivo *index.php*

En la Fig.5 se muestra la primera línea de código en donde se realiza una consulta a la tabla *role_assignments* la cual contiene por defecto los distintos roles de MOODLE (rol administrador, rol estudiante, entre otros), luego se selecciona el rol al que pertenece el estudiante, en este caso el *id = 5*, luego se realiza una consulta a la base de datos con dos parámetros (*\$table*, *\$select*), si el resultado de esta consulta nos arroja un resultado nos mostrara la página principal de MOODLE o la página para resolver el test VARK.

b. Test VARK

Cuando el alumno ingrese por primera vez a la plataforma MOODLE. El archivo *index.php* ubicado en la carpeta *MOODLE/login*, es el que se encarga de validar el inicio de sesión de los usuarios para su ingreso a MOODLE. Por lo que se agregó codificación en dicho archivo para consultar los valores de los campos personalizados: Visual, Auditivo, LeerEscribir y Kinestésico.

Los cuales, de encontrarse vacíos, indicarían que no ha sido aplicado el cuestionario VARK y sería mostrada la página de inicio de MOODLE que contiene el test VARK. A continuación se presenta el código

```
if (empty($result))
    redirect(new moodle_url('/my/preguntasVARK.php'));
else {redirect($urltogo);}
```

Fig. 6 Sentencia para redireccionar al test VARK

Cuando los valores de los campos personalizados del alumno estén vacíos, se ejecutará la línea: `redirect(new MOODLE_url('/my/preguntasVARK.php'))`; la cual redirecciona al cuestionario VARK, de lo contrario no será mostrado.

Implementación de las preguntas y respuestas del cuestionario

Para integrar el cuestionario VARK, se incorporó en MOODLE el siguiente archivo: `preguntasVARK.php`, el cual fue ubicado en la carpeta **MOODLEVogin**.

El archivo `preguntasVARK.php` se encarga de la evaluación del cuestionario y de guardar la información en los campos personalizados en la tabla `mdl_historial_vark`.



Fig. 7 Test VARK presentado en MOODLE

c) Presentación

Para presentar los recursos y actividades personalizadas en MOODLE 3.6 se modificó el archivo `renderer.php` que se encuentra en la dirección `MOODLE\serverMOODLE\course\renderer.php`, dentro de la función `public function course_section_cm_list`, después de la salida `$output .=`

`html_writer::tag('ul', $sectionoutput, array('class' => 'section img-text'))`; ubicado dicha modificación se realiza de la siguiente manera:

```

$table = 'role_assignments'; //tabla de moodle en donde se encuentra el rol de los usuarios
$select = "userid = $USER->id AND roleid=5 "; //se establece que solo se trabaje con los que
//tienen el rol de estudiante
$result = $DB->get_records_select($table,$select); //se ejecuta la sentencia establecida
if(!empty($result)){//si se ejecuta la sentencia ingresa al condicional
    $length = strlen($output); //se recorre la salida que se mostrara al estudiante
    //Variables que almacenaran cadenas de texto
    $x1="";
    $x2="";
    $x3=true;
    $x4=true;
    for ($i=0; $i<$length; $i++) {
        //Condicionales en donde inicia la comparación del texto plano
        if ($output[$i]=="<")
            if ($output[$i+1]==="1")
                if ($output[$i+2]==="i")
                    $x3=false;
        if ($output[$i]==">")
            if ($output[$i-1]==="i")
                if ($output[$i-2]==="1")
                    if ($output[$i-3]==="/")
                        $x4=false;

        $x3=true;
        $x4=true;
        $result = $DB->get_records("reac", array()); // obtiene todos los datos de la tabla reac
    foreach($result as $record){
        $variable=$record->id_module;
        $aux1=$record->id_user;
        $aux2=$USER->id;
        $table = 'reac';
        $select = "id_user = $USER->id ";
        $res = $DB->get_records_select($table,$select);
        //recorre y oculta los recursos y actividades que no se encuentran en la tabla
        if(strpos($aux1, $aux2)!=false){
            if (strpos($x2, '<li class='activity '.$variable) != false) {
                $x1.=$x2;
            }
        }
        $x2="";
    }
    if ($x3===false)
        $x2.=$output[$i];
    }
    $output=$x1;
}
}

```

Fig. 8 Presentación de recursos y actividades personalizadas