

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**AMBIENTE VIRTUAL EDUCATIVO BASADO EN OBJETOS DE
APRENDIZAJE Y REPOSITORIOS INTEROPERABLES**

TESIS

que para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS

presenta:

ARACELI CELINA JUSTO LÓPEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. GABRIEL ALEJANDRO LÓPEZ MORTEO

Mexicali, Baja California, 17 de Febrero de 2012

RESUMEN de la Tesis de **Araceli Celina Justo López**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN. Mexicali, Baja California, México. Febrero de 2012.

**Ambiente Virtual de Educativo basado en Objetos de Aprendizaje y
Repositorios Interoperables**

Resumen aprobado por:

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo
Director de tesis

RESUMEN

En este trabajo se presenta el Ambiente de Aprendizaje EDUMAT-LE (por sus siglas en inglés Edumat Learning Environment). Se trata de un portal web que integra los servicios, recursos y funcionalidades de otros Ambientes de Aprendizaje, mismos que fueron desarrollados como parte de proyectos de investigación del grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI). Los ambientes que integra son Supersabios, un sistema que pone a disposición de los usuarios un conjunto de objetos de aprendizaje especializados en temas matemáticos y herramientas para la comunicación; Síndrome, un sistema que calcula el perfil de aprendizaje de sus usuarios y en base al perfil les recomienda objetos de aprendizaje, y el Ambiente q-IUM, el cual permite la interacción con aplicaciones educativas desde dispositivos móviles con tecnología Bluetooth.

La integración de los Ambientes de Aprendizaje se consideró necesaria después de plantear diversos escenarios para su uso durante una sesión de clases. Dichos escenarios reflejaron problemáticas de usabilidad, de administración de la información y de mantenimiento. Con EDUMAT-LE las problemáticas mencionadas se resuelven y así mismo, se ofrece a los usuarios un solo Ambiente de Aprendizaje que cuenta con las características de Supersabios, Síndrome y q-IUM.

Por otra parte, al ambiente EDUMAT-LE se le incorporaron servicios basados en estándares para permitirle interoperar con repositorios de objetos de aprendizaje. Para hacerlo, se implementó la Interfaz de Consulta Simple SQL, la cual es una especificación reconocida internacionalmente en el ámbito de la interoperabilidad entre repositorios.

Con la característica de interoperabilidad que posee EDUMAT-LE, es posible que otros sistemas que implementen la misma especificación se conecten a ésta y puedan intercambiar recursos.

Se realizaron dos evaluaciones al ambiente EDUMAT-LE con el objetivo de verificar que interoperara con algunos repositorios de objetos de aprendizaje y para determinar la percepción de usabilidad que tienen los usuarios. Para la primera evaluación se contactó a la federación de repositorios europeos ARIADNE y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), misma que cuenta con un repositorio conectado a la federación de repositorios latinoamericanos LA FLOR. En ambos casos la evaluación se realizó correctamente y EDUMAT-LE logró intercambiar sus recursos. En la segunda evaluación participaron profesores y estudiantes de universidad y secundaria. Los resultados de esta evaluación reflejaron que EDUMAT-LE es un sistema amigable y que es una opción interesante y diferente para apoyar el aprendizaje. .

Palabras clave: *Ambiente de Aprendizaje, Objeto de Aprendizaje, Repositorio de Objetos de Aprendizaje, Interoperabilidad.*

ABSTRACT of the thesis, presented by **Araceli Celina Justo López** in order to obtain the MASTER of SCIENCE DEGREE in COMPUTER SCIENCE. Mexicali, Baja California, México. February, 2012.

**Educational Virtual Environment based on Learning Object and
Repositories Interoperable**

Approved by:

Dr. Gabriel Alejandro López Morteo
Thesis Advisor

ABSTRACT

This paper presents the Learning Environment EDUMAT-LE (for its acronym of Edumat Learning Environment). EDUMAT-LE is a web portal that integrates services, resources and capabilities from another learning environments, which were developed as part of research projects of the group Mathematics Education with Information Technology (EDUMAT-TI). The learning environments that EDUMAT-LE integrates are Supersabios, which is a system that offers a set of learning objects specialized in math topics and tools for the communication among their users; Syndrome, which is system that calculates the learning profile of its users and based in to the profile recommends learning objects, and the q-IUM Environment, which allows the interaction with educational applications located in mobile devices with Bluetooth technology.

The integration of the learning environments was considered as a necessity after it was reviewed different scenarios using the environments in a session class. These scenarios reflected problems related with usability, information management and maintenance. EDUMAT-LE solves the issues mentioned above and likewise, it offers a single learning environment with the characteristics of Supersabios, Syndrome and q-IUM environments.

On the other hand, EDUMAT-LE incorporates standards and services to enable the interoperability with learning object repositories. In order to do this, the Simple Query Interface SQI was implemented. This interface is an international specification for the interoperability between learning repositories. The EDUMAT-LE interoperability characteristic allows that another systems may connect to it in order to share learning objects.

With the purpose of checking how EDUMAT-LE interoperate with other repositories, as well as, determining usability perception of the users using this environment, two evaluations were made. For the first assessment they were contacted the European ARIADNE repository federation and the Universidad Autonoma de Aguascalientes (UAA), which has a repository connected to the Federación Latino Americana de Repositorios (LA FLOR). In both cases, the results of the evaluation were successful due to EDUMAT-LE exchanged their resources. The second evaluation involved teachers and students of college and high school, the results of this assessment reflected that EDUMAT-LE is a friendly system and also, using it provides an interesting and different way to support learning. .

Keywords : *Learning Environment, Learning Object, Learning Object Repository, Interoperability.*

Dedicatoria

A mi hija Esmeralda, por ser mi motivación y la alegría de mi vida. Te amo chiquita.

A mi esposo David, por su amor, paciencia y apoyo incondicional, gracias por estar a mi lado para compartir y vivir mis alegrías y tristezas.

A mis padres, Diogenes Justo y María del Refugio López, por darme la vida y forjar mi futuro.

A mis hermanos, Janeth, Jaqueline y Ángel, por recordarme el camino que he recorrido para llegar a hoy.

A DIOS, por ser mi protector.

Agradecimientos

Sin lugar a dudas, a mi asesor, Dr. Gabriel López Morteo, por sus consejos tanto para mi vida personal como profesional. Gracias por guiarme a lo largo de mis estudios de maestría, y por la confianza que puso en mí. Sé que tengo a un amigo en usted.

A los miembros de mi comité, M.C Mónica Livier Mendiola Cárdenas, M.C Jorge Eduardo Ibarra Esquer, Dr. Félix Fernando González Navarro y Dr. Jaime Muñoz Arteaga, gracias por sus críticas y comentarios que permitieron mejorar mi trabajo.

Especialmente agradezco a la M.C Mónica Livier Mendiola Cárdenas, por sus dedicadas atenciones al momento de revisar mi trabajo, por sus consejos, por compartir sus experiencias y principalmente por impulsarme a reflexionar en muchos aspectos de la vida.

A mis maestros y asesores, Dra. Marcela Rodríguez, Dr. Laritsa Burtseva y Dr. Oscar Ramírez, por sus enseñanzas en el aula de clases.

Un especial agradecimiento, a M.C Angélica Astorga, por guiarme durante mis estudios de licenciatura y estar al pendiente en mis estudios de maestría.

También agradezco a mis compañeros y amigos de maestría Lorena Castro, René Cruz, Emmanuel Ruelas, Johanna Pamela, Rubén Roa, Edwin García, Salvador Ramírez, Daniel Vidal, Inés, por su compañía y experiencias compartidas como estudiantes de posgrados y amigos de la vida.

Agradezco de manera especial a Lorena Castro, por sus correcciones tempranas a mis escritos, y sobre todo, por la amistad que se formó entre nosotras, gracias por ser alguien en quien puedo confiar y por darme la oportunidad de ser lo mismo para ti.

Agradezco por la beca que me proporcionó el programa 2420 para apoyar mis estudios durante en el periodo de enero a mayo de 2011.

Un gran agradecimiento A CONACYT, por la beca que me fue otorgada durante mis estudios de posgrado.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a que terminara este trabajo de tesis y que no mencioné. Gracias a todos ellos.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	3
1.2. Definición del problema	4
1.2.1. Escenarios de uso de los Ambientes de Aprendizaje de EDUMAT-TI	4
1.2.2. Problemáticas a resolver.	10
1.3. Justificación	11
1.4. Objetivo	13
1.5. Metodología	14
2. Marco teórico	17
2.1. Conceptos	17
2.1.1. Objeto de aprendizaje (OA)	17
2.1.2. Ambiente de aprendizaje	18
2.1.3. Metadatos	19
2.1.4. Repositorio de objetos de aprendizaje (ROA)	19
2.1.5. Interoperabilidad	19
2.1.6. Federación	20
2.1.7. Simple Query Interface (SQI)	21
2.1.8. Arquitectura de software	21
2.1.9. Plataforma Jetspeed	21
2.2. Trabajo previo	23
2.2.1. Ambiente de Aprendizaje basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (AIIDM)	23
2.2.2. Sistema Interactivo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Matemáticos (Síndrome)	24
2.2.3. Ambiente que Integra el Uso de Dispositivos Móviles (Ambiente q-IUM)	25
2.2.4. Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) .	26

2.2.5.	Ambiente de Aprendizaje para nivel secundaria “Los números también cuentan”	27
2.3.	Trabajo relacionado	28
2.3.1.	Objetos de aprendizaje (OA)	28
2.3.1.1.	IIDM	28
2.3.1.2.	OA Placa Base	29
2.3.1.3.	OA Hardware Flash Pro	29
2.3.1.4.	Objetos evaluativos del aprendizaje	29
2.3.1.5.	OA matemáticos basados en juegos digitales	29
2.3.2.	Federaciones de repositorios de objetos de aprendizaje	30
2.3.2.1.	ARIADNE	30
2.3.2.2.	LA FLOR	30
2.3.2.3.	Plataforma de objetos digitales educativos AGREGA	30
2.3.2.4.	Colombia Aprende	30
2.3.2.5.	MERLOT	31
2.3.3.	Repositorios de Objetos de Aprendizaje	31
2.3.3.1.	Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (REDOUAA)	31
2.3.3.2.	Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje (SROA)	31
2.3.3.3.	Colección de Objetos Reusables (COLOR)	31
2.3.3.4.	LRE	32
2.3.3.5.	Espacio de aprendizaje	32
2.3.4.	Ambientes de Aprendizaje	32
2.3.4.1.	Recomendación de objetos de aprendizaje	32
2.3.4.2.	Sistemas que permiten la interacción con dispositivos móviles	33
2.3.4.3.	Administración de cursos	34
2.3.5.	Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS)	34
2.3.5.1.	Moodle	35
2.3.5.2.	Blackboard	35
2.3.5.3.	Claroline	35
2.3.5.4.	Tabla comparativa de características	35
3.	Arquitectura de EDUMAT-LE	37
3.1.	Interacción del usuario con EDUMAT-LE	37
3.2.	Antecedentes arquitectónicos de EDUMAT-LE	42

3.2.1.	Arquitectura de los Ambientes de Aprendizaje del grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI)	42
3.3.	Arquitectura de EDUMAT-LE	44
3.4.	Capa 1: Almacenamiento	47
3.5.	Capa 2: Lógica de aplicaciones	47
3.5.1.	Servicios web	48
3.5.1.1.	Servicios para el soporte a móviles	48
3.5.1.2.	Servicios para la recomendación de OA	49
3.5.1.3.	Servicios para la comunicación con sistemas externos	50
3.5.2.	Componentes	50
3.5.2.1.	Administración del contenido	50
3.5.2.2.	Administración del espacio de trabajo	51
3.5.2.3.	Administración de la membresía	51
3.5.2.4.	Administración de la mensajería.	51
3.5.2.5.	Administración de la membresía ampliada	51
3.6.	Capa 3: Presentación	52
4.	Implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE	55
4.1.	Desarrollo de servicios y componentes adicionales	55
4.1.1.	Búsqueda por metadatos	55
4.1.2.	Búsqueda externa y Sesiones externas	57
4.1.2.1.	Codificación de los métodos de SQI	62
4.1.3.	Desarrollo de un Cliente SQI.	65
4.1.4.	Administración de la membresía ampliada	68
4.2.	Herramientas	69
4.2.1.	Herramientas para la capa de Almacenamiento	70
4.2.2.	Herramientas para la capa de Lógica de Aplicaciones y Presentación	71
4.2.3.	Integración con el uso de Jetspeed	72
4.2.3.1.	Implementación de los elementos de la capa de Presentación	74
4.2.3.2.	Implementación de los elementos de la capa de Lógica de aplicaciones	75
4.2.3.3.	Implementación de los elementos de la capa de Almacenamiento	75

5. Evaluación del Ambiente de Aprendizaje EDUMAT-LE	76
5.1. Evaluación de la interoperabilidad de EDUMAT-LE	76
5.1.1. Proceso de evaluación de la interoperabilidad.	77
5.1.1.1. Caso ARIADNE.	77
5.1.1.2. Caso LA FLOR	79
5.2. Evaluación de la usabilidad de EDUMAT-LE	81
5.3. Descripción de la Evaluación	82
5.3.1. Perfil de los participantes	82
5.3.2. Herramientas utilizadas	85
5.3.3. Proceso de evaluación	85
5.3.4. Resultados	89
5.3.5. Interpretación de resultados	100
6. Conclusiones, Aportaciones y Trabajo futuro	102
6.1. Conclusiones	102
6.2. Aportaciones	105
6.3. Trabajo futuro	106
Bibliografía	107
A. Glosario	113
B. Interfaces de usuario de EDUMAT-LE	116
B.1. Soporte a dispositivos móviles	116
B.1.1. Soporte a la recomendación de objetos de aprendizaje	120
B.1.2. Personalización del espacio de trabajo	121
B.1.3. Mensajería instantánea	123
B.1.4. Disponibilidad de objetos de aprendizaje (OA)	123
B.1.5. Soporte para la comunicación con sistemas externos	123
B.1.6. Administración	126
C. Material utilizado en la evaluación de EDUMAT-LE	129
C.1. Guía de actividades para la evaluación	129
C.2. Objeto de aprendizaje utilizado en la evaluación	138
C.3. Ejercicio realizado en la evaluación	140
C.4. Cuestionarios aplicados en la evaluación de EDUMAT-LE	142

Índice de figuras

1.1. Escenario 1. Registro de estudiantes en los diferentes Ambientes de Aprendizaje.	6
1.2. Escenario 2: Uso de Síndrome, q-IUM y Supersabios	8
1.3. Escenario 3: Uso de PIAC y Supersabios.	9
1.4. Escenario de uso con la integración de Ambientes de Aprendizaje. . . .	12
1.5. Metodología.	14
3.1. Diagrama de casos de uso de EDUMAT-LE	38
3.2. Diagrama de actividades para la autenticación.	39
3.3. Diagrama de actividades para la generación y consulta de perfiles de aprendizaje.	40
3.4. Diagrama de actividades para el registro de dispositivos móviles y envío de aplicaciones.	41
3.5. Arquitectura de Síndrome.	43
3.6. Arquitectura del q-IUM	43
3.7. Módulo de soporte a la aplicación web de Supersabios.	44
3.8. Arquitectura conceptual de EDUMAT-LE.	45
4.1. Diagrama de los elementos relacionados con el servicio de Búsqueda por metadatos.	56
4.2. Portlet de Interfaces Búsqueda de OA por metadatos- Búsqueda	57
4.3. Portlet de Interfaces Búsqueda de OA por metadatos- Catálogo	57
4.4. Arquitectura de SQL. (Simon et al., 2005a).	58
4.5. Ejemplo de sentencia en lenguaje VSQL	59
4.6. Diagrama de clases del servicio “Búsqueda externa”	63
4.7. Diagrama de clases del servicio “Sesiones externas”	63

4.8. Relación de los servicios “Búsqueda externa” y “Sesiones externas” con los elementos de la arquitectura de EDUMAT-LE en una adaptación de la arquitectura de SQL.	64
4.9. Ejemplo de sentencia en lenguaje XPath.	65
4.10. Diagrama de actividades que refleja el flujo de pasos seguidos para la interacción con sistemas externos.	65
4.11. EDUMAT-LE como sistema Fuente	66
4.12. Cliente de los servicios búsquedas y sesiones externas.	66
4.13. Cliente de búsqueda técnica	67
4.14. Cadena XML con resultados de una consulta técnica.	68
4.15. Relación del componente Administración de la membresía ampliada con los demás elementos de la arquitectura.	69
4.16. Diagrama de las herramientas que apoyan a la implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE.	70
4.17. Interfaz del portal Jetspeed	73
5.1. Resultados obtenidos en una búsqueda realizada en ARIADNE.	78
5.2. Resultados de la búsqueda realizada en la aplicación de búsquedas federadas de la UAA.	80
5.3. Cliente de búsquedas federadas de la UAA con resultados pertenecientes a la colección de OA de EDUMAT-LE.	80
5.4. Integración de EDUMAT-LE con LA FLOR a través de la UAA.	81
5.5. Grupo 1.	84
5.6. Grupo 2.	84
5.7. Grupo 3.	84
5.8. Grupo 4.	85
5.9. Actividades realizadas durante la evaluación.	87
5.10. Estudiante interactuando con el OA “Pescando atún en Baja California.”	88
5.11. Estudiantes trabajando en equipos utilizando el OA “Juego del 15” en sus dispositivos móviles.	89
5.12. Ejemplo de escala de puntuación de SUS (Bangor et al., 2008)	90
5.13. Significado de las puntuaciones de SUS (Bangor et al., 2008)	90
5.14. Gráfica comparativa de la percepción de usabilidad para los diferentes participantes en la evaluación de EDUMAT-LE	96
5.15. Ubicación de los resultados obtenidos en la escala de SUS. (Modificada)(Bangor et al., 2008)	96

B.1. Listar dispositivos móviles.	116
B.2. Registro de estudiantes y sus dispositivos móviles.	117
B.3. Desplegar aplicación de configuración.	118
B.4. Completar proceso de registro.	118
B.5. Registro de aplicaciones.	119
B.6. Desplegar aplicaciones.	120
B.7. Cuestionario V.A.R.K.	121
B.8. Perfil de aprendizaje y recomendación de OA.	121
B.9. Catálogo de portlets de EDUMAT-LE.	122
B.10.Ejemplo de personalización del espacio de trabajo.	122
B.11.Mensajero EDUMAT-LE.	123
B.12.Pantalla para el intercambio de mensajes en EDUMAT-LE.	123
B.13.Interfaz de búsqueda por metadatos.	124
B.14.Catálogo de OA por metadatos.	124
B.15.Metadatos de un OA.	125
B.16.Interfaz de búsqueda técnica.	126
B.17.Listado de código xml que muestra los resultados de una consulta con la interfaz de búsqueda técnica.	126
B.18.Registro de escuelas.	127
B.19.Asignación de grupos a la escuela.	127
B.20.Asignación de grupos al profesor.	127
B.21.Gestión de grupos y estudiantes.	128
B.22.Gestión de grupos para estudiantes.	128
C.1. Simulación de la pesca del Barrilete.	140

Índice de Tablas

2.1. Tabla comparativa de LMS y EDUMAT-LE	36
3.1. Componentes y servicios de la arquitectura de EDUMAT-LE y su correspondencia con la arquitectura de Supersabios, Síndrome y Ambiente q-IUM.	46
3.2. Portlets de la capa de presentación de EDUMAT-LE.	53
3.3. Portlets de la capa de presentación de EDUMAT-LE (Continuación). .	54
4.1. Métodos de SQI.	60
4.2. Métodos de SQI (Continuación).	61
4.3. Relación entre las características ofrecidas por Jetspeed y la arquitectura de EDUMAT-LE.	74
5.1. Perfil de los profesores participantes en la evaluación.	83
5.2. Perfil de los estudiantes participantes en la evaluación.	83
5.3. Asignación de profesores y grupos para la evaluación.	83
5.4. Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a profesores a nivel universitario.	92
5.5. Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a profesores a nivel secundaria	93
5.6. Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a estudiantes a nivel universitario	94
5.7. Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a estudiantes a nivel secundaria	95
5.8. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #1 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	97
5.9. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #2 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	97

5.10. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #3 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	97
5.11. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #4 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	98
5.12. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #5 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	98
5.13. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #6 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	98
5.14. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #7 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	99
5.15. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #8 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	99
5.16. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #9 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	99
5.17. Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #10 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.	100

Capítulo 1

Introducción

Hoy en día, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) se ha vuelto parte de la vida de la mayoría de las personas, puesto que están involucradas en muchas de las actividades que realizan. Las TICs son utilizadas como herramientas de trabajo, comunicación y diversión en diversos campos o áreas del conocimiento, como la medicina, los negocios, la educación, entre otras.

Las TICs aplicadas a la educación han permitido enriquecer varios aspectos relacionados con el aprendizaje. Ahora los estudiantes tienen acceso desde Internet a diferentes fuentes de información, y cuentan con diversos medios para cumplir con sus tareas. A continuación se describen brevemente algunas de las aportaciones de las TICs a la educación:

1. Educación a distancia (e-learning): Es el proceso de enseñar a través de plataformas educativas y sistemas en línea haciendo uso de las herramientas que estos ofrecen para la colaboración, por ejemplo sistemas de videoconferencia, chat, foros, debates y correo electrónico. Algunos sistemas que apoyan el e-learning y que están disponibles a través de Internet son los sistemas gestores del aprendizaje (LMS por sus siglas en Inglés de Learning Management System) .
2. Aprendizaje móvil (m-learning): Con la tecnología móvil se puede aprovechar el m-learning, que es la habilidad de aprender en cualquier lugar, a cualquier hora, sin permanecer conectados a cables de red, mediante el uso de dispositivos móviles que pueden ser llevados a cualquier lugar: como teléfonos celulares, computadoras de bolsillo, etc. (Georgiev-Tsvetozar et al., 2004).
3. Disponibilidad de objetos de aprendizaje (OA): Internet pone al alcance de todos una amplia diversidad OA que se encuentran organizados y almacenados de manera electrónica en sitios llamados Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA).

Los OA pueden ser presentaciones, páginas web, imágenes, archivos de texto, archivos de audio y/o video. Estos, también conocidos como recursos educativos, pueden ser utilizados por profesores y estudiantes para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje en diversas áreas del conocimiento.

4. Ambientes de aprendizaje: Es un software que permite el acceso a recursos educativos, y además permite el empleo de herramientas para la comunicación y colaboración entre los usuarios.

Apesar de las aportaciones de la tecnología en la educación, éstas no son utilizadas en su totalidad por las instituciones educativas de nuestro país. Es decir, existen escuelas (de cualquier nivel educativo) que trabajan con los métodos tradicionales de enseñanza. Lo anterior no significa que sea incorrecto hacerlo, lo que se trata de hacer evidente es que sí la tecnología está al alcance de todos, y constantemente ofrece innovaciones, por qué no incorporarla a los sistemas de enseñanza para que contribuya al aprovechamiento de los temas por parte de los estudiantes. Por tanto, existen universidades y centros de investigación en México como la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), la Universidad Autónoma de Guadalajara (UDG), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), que cuentan con líneas de investigación relacionadas con el desarrollo de software educativo (SE) y su implementación en las escuelas para fomentar el uso de la tecnología en la educación.

En este trabajo de investigación se presenta un Ambiente de Aprendizaje que engloba servicios que permiten el uso de dispositivos móviles para realizar actividades educativas, la recomendación personalizada de OA y el acceso a los recursos de una red de repositorios de objetos de aprendizaje. Esta última característica es llamada interoperabilidad y significa que el ambiente ofrece acceso a los recursos almacenados en su propio repositorio y también a los que son compartidos en federaciones de OA. Dichas federaciones son la conexión de los ROA de universidades, escuelas o centros de investigación. Algunos ejemplos de federaciones son MERLOT (federación de repositorios estadounidenses), LORNET (federación de repositorios canadienses), ARIADNE (federación de repositorios europeos), LA FLOR (federación de repositorios latinoamericanos) y GLOBE (federación de repositorios en el mundo).

A lo largo del documento se presentarán los antecedentes y fundamentos que desencadenan el principio de este proyecto, así como el proceso seguido para su desarrollo.

1.1. Antecedentes

El Grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) se dedica a la investigación y desarrollo de modelos de aprendizaje educativos para las matemáticas empleando las TICs. Sus proyectos están enfocados a proporcionar herramientas que faciliten el aprendizaje y motiven a los estudiantes a estudiar matemáticas. Una de las líneas de investigación que sigue es la del desarrollo de Ambientes de Aprendizaje. A continuación se describen brevemente algunos de estos, en la sección 2.1 se describirán más a detalle:

- Supersabios: Software educativo que expone a los Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (IIDM). López-Morteo (2005) define a los IIDM como componentes de software educativo especializado en conceptos matemáticos que se presenta a través de matemáticas recreativas, con el cuál uno o varios individuos interactúan.
- Síndrome: Sistema de búsqueda y recuperación de metadatos (descripciones acerca de los datos) de OA, así como de recomendación de dichos objetos en base al perfil de aprendizaje del usuario (López-Morteo et al., 2007).
- Ambiente q-IUM: Provee servicios para la realización de actividades colaborativas utilizando dispositivos móviles con tecnología bluetooth y computadoras de escritorio (Ruelas-Gómez y López-Morteo, 2009).
- Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC): Integra contenidos matemáticos para la materia de cálculo a nivel universitario (Andrade-Aréchiga, 2009).
- Los números también cuentan: Sistema para la administración de OA interactivos para las matemáticas de nivel secundaria (Lamarque-Ruvalcaba, 2009).

Los ambientes descritos anteriormente son portales web que fueron desarrollados de manera independiente y en distintos periodos de tiempo, pero cuentan con características en común. Entre estas características se encuentra el empleo de una misma plataforma de desarrollo (Jetspeed¹) y un diseño arquitectónico similar. Éste último se encuentra en algunos casos organizado en capas y está orientado a componentes que incorporan servicios web para realizar funcionalidades específicas. Así mismo, es importante destacar que estos Ambientes de Aprendizaje fueron desarrollados con el fin de proponer

¹Jetspeed: <http://portals.apache.org/jetspeed-2/>

tecnología para la educación en el futuro, por lo que en caso de implementar su uso en las aulas de clases de la actualidad, se requerirá que éstas cuenten con algunos aparatos de tecnología computacional y móvil, así como de profesores capacitados para administrar estas tecnologías.

1.2. Definición del problema

Partiendo de la existencia de los diversos Ambientes de Aprendizaje desarrollados por el grupo EDUMAT-TI y considerando la posibilidad de implementar su uso en una sesión de clases de una escuela, se pensó en diversos escenarios de uso en los cuales se pudiera aprovechar las características de estos sistemas. Sin embargo, al plantear los escenarios se identificaron diversas problemáticas, entre estas la duplicidad de información, el tiempo que implica cambiar entre las pantallas de los diversos sistemas, el tiempo que toma al usuario aprender a utilizarlos, el costo que conllevaría darle mantenimiento a todos, entre otros.

A continuación se presentan los escenarios de uso de los Ambientes de Aprendizaje de EDUMAT-TI partiendo del supuesto de que un grupo real de estudiantes y su profesor utilicen los ambientes durante una sesión de clases en un aula dotada de computadoras y dispositivos móviles con tecnología bluetooth (pueden ser los celulares propiedad de los estudiantes). Los escenarios están dirigidos a grupos de estudiantes de matemáticas a nivel secundaria, puesto que los OA que se utilizan para este ejercicio están enfocados a temas de matemáticas para ese nivel académico. No obstante, las características técnicas de los Ambientes de Aprendizaje permiten la incorporación de material educativo de cualquier materia y para cualquier nivel académico.

1.2.1. Escenarios de uso de los Ambientes de Aprendizaje de EDUMAT-TI

Escenario 1: Registro en los Ambientes de Aprendizaje.

1. Es el primer día de clases en una secundaria, el profesor se presenta con sus estudiantes y les indica que para el curso harán uso de algunos Ambientes de Aprendizaje.
2. El profesor le proporciona a los estudiantes las direcciones web mediante las cuales podrán acceder a cada ambiente.

3. El profesor pide a sus estudiantes que anoten en una hoja sus nombres para registrarlos en los diferentes Ambientes de Aprendizaje.
4. Una vez que el profesor cuenta con los nombres de sus estudiantes, entra a Supersabios, Síndrome, PIAC y Los números también cuentan, y crea un usuario y contraseña en cada ambiente para cada estudiante.
5. El profesor proporciona a sus estudiantes los usuarios y contraseñas, y les pide que entren a cada Ambiente de Aprendizaje para que revisen sus cuentas.
6. Una vez que todos los estudiantes comprobaron que sus cuentas están funcionando correctamente en cada sistema, el profesor indica que ahora registrará los dispositivos móviles que cada estudiante posee. Para esto, el profesor hace uso del Ambiente de Aprendizaje q-IUM.
7. El profesor pide a los estudiantes que activen la función bluetooth en sus celulares para que q-IUM sincronice los dispositivos con el ambiente.
8. Una vez que q-IUM identificó los dispositivos de los estudiantes, el profesor registra sus nombres y el de los dispositivos móviles que cada uno de ellos posee.
9. Una vez que terminó de registrar todos los dispositivos, indica que la clase ha terminado.

La figura 1.1 muestra el primer escenario.

Problemas encontrados en el escenario 1.

Este escenario muestra la interacción que tiene el profesor con los Ambientes de Aprendizaje Supersabios, Síndrome, q-IUM, PIAC y Los números también cuentan para el registro de estudiantes. El profesor registra la información de los estudiantes en los 5 sistemas, esto implica que la información esté almacenada en cinco bases de datos distintas, por lo que cualquier actualización a la información, debe hacerse en las cinco bases de datos. Por otra parte, el profesor y los estudiantes hacen uso de cinco interfaces de usuario distintas para realizar una misma actividad, lo cual implica tiempo y puede ser complejo. Además de lo anterior, es importante considerar que por lo general una sesión de clases dura aproximadamente 1 o 2 horas, por lo que la mayor parte de la clase podría perderse en el registro de estudiantes.

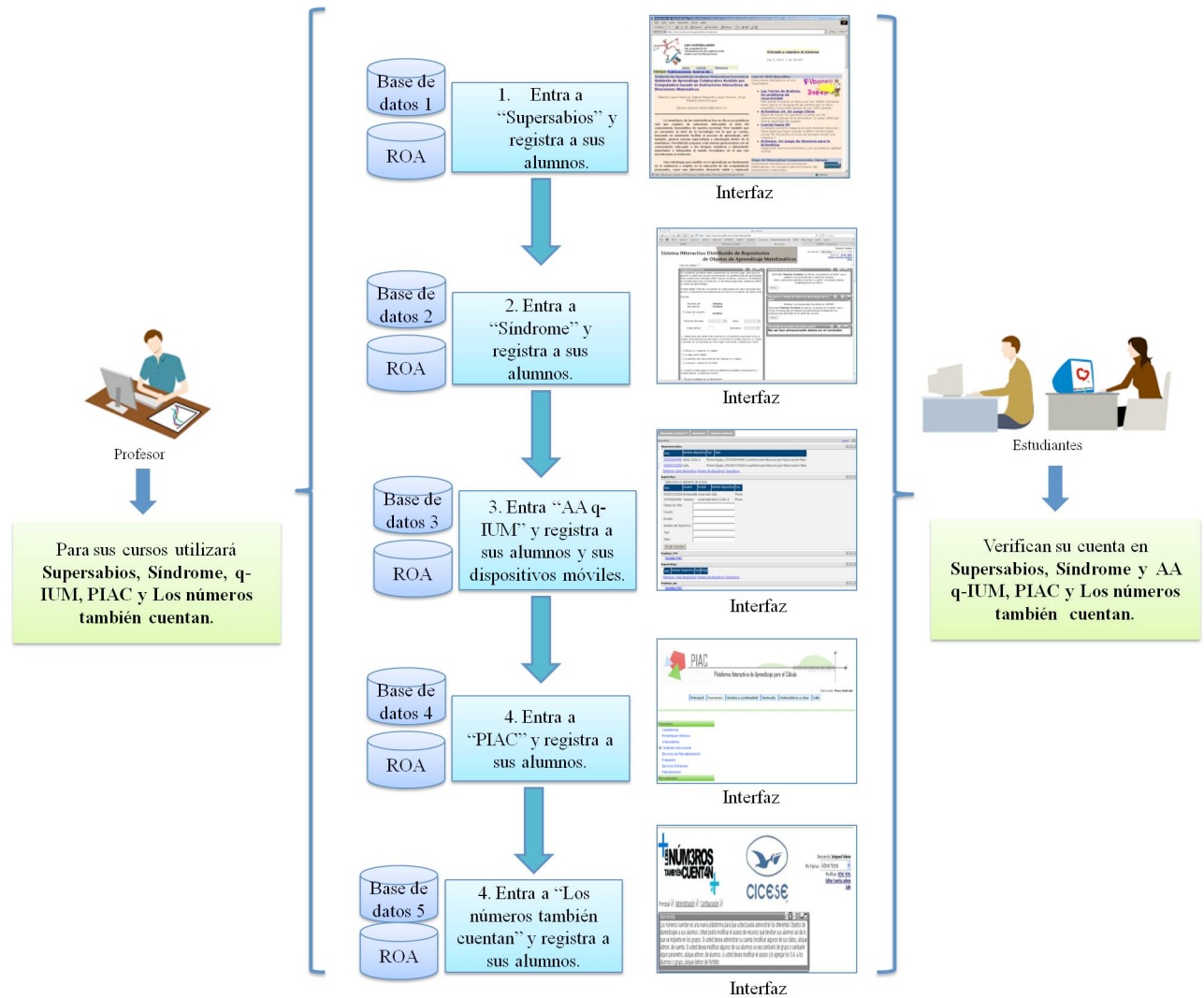


Figura 1.1: Escenario 1. Registro de estudiantes en los diferentes Ambientes de Aprendizaje.

Escenario 2: Uso de Síndrome, q-IUM y Supersabios.

1. El profesor indica a sus estudiantes que el día de hoy tendrán la clase de aritmética y explica el tema.
2. Una vez que el profesor explicó la teoría, ahora quiere que sus estudiantes practiquen los conceptos vistos, por lo que les pide que en sus computadoras entren a Internet y abran la página de Síndrome.
3. El profesor les pide que consulten de manera individual los OA que Síndrome les recomienda y que practiquen con ellos.

4. Una vez que los estudiantes terminan la práctica, el profesor indica que ahora realizarán una actividad educativa con enfoque recreativo, para lo que formarán equipos y utilizarán dispositivos móviles.
5. Para esta actividad, el profesor hace uso del Ambiente de Aprendizaje q-IUM.
6. En este ambiente, el profesor arma los equipos de estudiantes en base a sus dispositivos móviles, los cuales fueron registrados previamente, y el profesor envía a los dispositivos la aplicación a utilizar.
7. Para esta actividad, se utilizará la aplicación el Juego del 15 (Moler, 2011), disponible en el mismo Ambiente de Aprendizaje.
8. Una vez que los estudiantes tienen en sus celulares el juego, comienzan a jugar.
9. El juego del 15 se juega en parejas utilizando celulares, es un juego similar al juego del “gato”, pero en lugar de buscar formar una línea horizontal, vertical o diagonal con “X” ó “O”, se utilizan dígitos para sumar la cantidad 15 en vertical, horizontal o diagonal, y gana el jugador que primero suma la cantidad 15.
10. Al finalizar la actividad termina la clase y el profesor encarga una tarea.
11. El profesor pide a sus estudiantes que entren a la página de Supersabios, y que busquen en el catálogo de OA la aplicación del Memorama.
12. Una vez que los estudiantes localizan el memorama, el profesor les pide que en sus casas utilicen ese OA para que refuercen lo que aprendieron en la clase.

La figura 1.2 muestra el escenario 2.

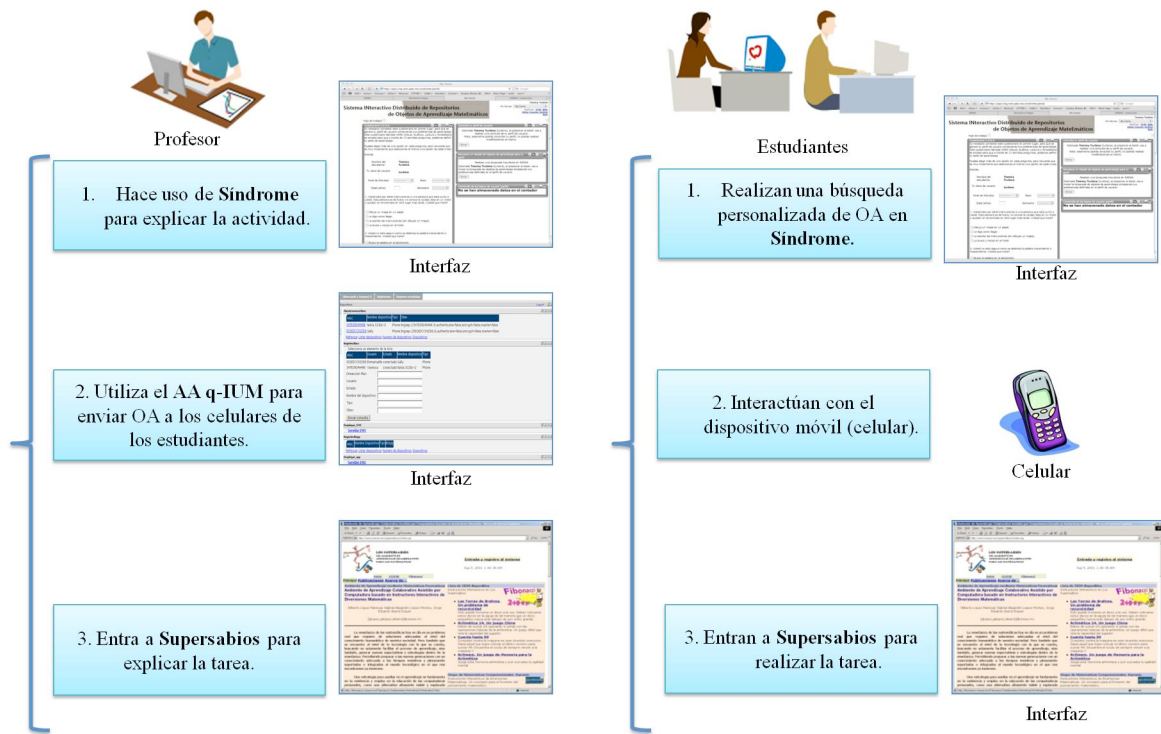


Figura 1.2: Escenario 2: Uso de Síndrome, q-IUM y Supersabios

Problemas encontrados en el escenario 2.

Este escenario muestra la interacción del profesor y los estudiantes con Síndrome, q-IUM y Supersabios para realizar una actividad educativa. Los estudiantes deben consultar su perfil de aprendizaje en Síndrome y posteriormente entrar a Supersabios para utilizar el Memorama, lo más fácil sería consultar el perfil de aprendizaje e interactuar con los objetos desde un mismo sistema, y no consumir tiempo intercambiando entre la interfaz de un ambiente y otro. Por otra parte, el profesor hace uso del ambiente q-IUM además de los dos anteriores para cumplir con la sesión educativa completa. Tanto el profesor como los estudiantes requieren adquirir un dominio sobre el uso de los diferentes sistemas, lo cual no debe convertirse en una preocupación ya que el objetivo del profesor es educar y el del estudiante es aprender.

Escenario 3: Uso de PIAC y Supersabios.

1. El profesor indica a sus estudiantes que el día de hoy tendrán la clase de Funciones.
2. Para explicar la teoría, el profesor hace uso de un OA almacenado en PIAC.
3. El profesor pide a sus estudiantes que en sus computadoras entren a Internet y

abran la página del sistema ya indicado.

4. Después, los estudiantes deben buscar el OA que el profesor les indicó.
5. Una vez que el profesor explicó la teoría de funciones, pide a sus estudiantes que realicen las actividades de retroalimentación propuestas por PIAC.
6. Para hacer la actividad de retroalimentación más interesante, el profesor pide a los estudiantes que entren a la página Supersabios y que hagan uso del mensajero instantáneo para que se comuniquen con sus compañeros en el salón de clases y así compartir ideas y opiniones acerca de la actividad.

La figura 1.3 muestra el escenario 3.

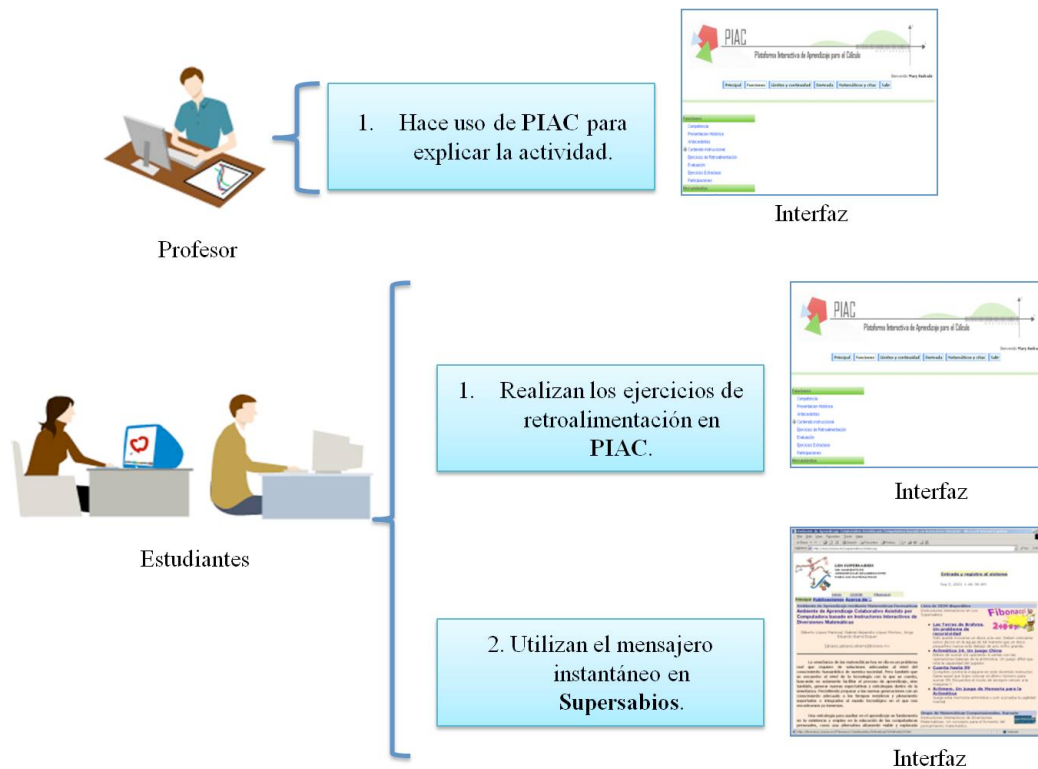


Figura 1.3: Escenario 3: Uso de PIAC y Supersabios.

Problemas encontrados en el escenario 3.

Este escenario muestra la interacción que realiza el profesor y los estudiantes con PIAC y Supersabios. El primer ambiente se está utilizando para explicar la teoría acerca del tema de funciones así como para hacer un ejercicio de retroalimentación. Por otra parte, los estudiantes deben hacer uso de Supersabios para poder utilizar

el mensajero mientras resuelven los ejercicios que están en PIAC. Al igual que los escerarios anteriores, el problema encontrado tiene que ver con el uso de diferentes sistemas, el tiempo que implica cambiar entre sus interfaces y el dominio en su uso. Así mismo, cada ambiente cuenta con su propio ROA, por lo que acceder a un recurso en específico, conlleva utilizar el AA preciso.

1.2.2. Problemáticas a resolver.

De los tres escenarios mostrados anteriormente se pueden resaltar las siguientes problemáticas:

- **Facilidad de uso limitada:** El utilizar diversas aplicaciones implica mayor esfuerzo y tiempo para el usuario, ya que tiene que consultar una aplicación y después moverse a otra(s) para poder realizar sus actividades. Comunmente una clase dura 1 o 2 horas, por lo que ese tiempo debe ser aprovechado para transmitir conocimiento a los estudiantes y no perderse en comprender uno o más sistema. También, el estar utilizando diferentes interfaces no es amigable y puede resultar ser una distracción, que en lugar de apoyar a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje los vuelve más complejos.
- **Mala administración de la información:** Ya que cada sistema posee su propia base de datos y su propio ROA, existe información duplicada por cada sistema, por lo que cualquier cambio o actualización que se requiera hacer en la información o en la estructura de la base de datos y/o repositorios, debe hacerse en todos los Ambientes de Aprendizaje. Adicionalmente, como cada AA tiene su propio ROA, sus recursos educativos solo pueden ser utilizados mediante el AA que los posee.
- **Costos elevados en mantenimiento:** Los sistemas requieren actualización constante para que no se vuelvan obsoletos o para que cumplan con las nuevas necesidades de los usuarios, por lo que dar mantenimiento a varios sistemas es más costoso que mantener un solo sistema. De acuerdo con Pedraza-García (2004), el mantener aplicaciones por separado durante un largo tiempo puede consumir más recursos que si estuvieran integradas. Por tal motivo, si la escuela no cuenta con los suficientes recursos para dar mantenimiento a los sistemas, estos podrían dejar de cumplir eficientemente con sus objetivos y se dejarían de usar, lo cual implicaría la pérdida de un recurso de apoyo sobresaliente.

En conclusión, ya que todos los Ambientes de Aprendizaje están encaminados a apoyar a los estudiantes en el estudio de las matemáticas y están pensados para ser utilizados

en una sesión educativa, se considera preferible contar con un solo sistema que integre y ofrezca los servicios que cada AA proporciona, en lugar de tener que utilizar distintos sistemas.

Por otra parte, un tema de relevancia para este trabajo es el de la interoperabilidad. Este tema no se hizo notar en los escenarios anteriores ya que los Ambientes de Aprendizaje implicados no ofrecen esta característica. No obstante, es importante por las siguientes razones:

EDUMAT-TI ha desarrollado un conjunto de OA del área de matemáticas, específicamente los IIDM, los cuales están disponibles en los repositorios de los Ambientes de Aprendizaje de este grupo. Sin embargo estos recursos no están siendo utilizados porque al igual que los ambientes, fueron desarrollados con fines de investigación. Considerando los escenarios descritos con anterioridad, si los AA se utilizaran en una escuela los OA podrían ser mejor aprovechados, pero con la limitante de solo ser para uso de las personas de tal escuela, ya que para su acceso se requiere de autenticación. Para mejorar esta situación y permitir que más personas puedan utilizar los OA, existe la posibilidad de interoperar con repositorios de OA nacionales e internacionales mediante la conexión con federaciones de ROA. De esta manera los OA de EDUMAT-TI pueden ser compartidos en una federación y cuando los estudiantes de otras instituciones educativas de México, e incluso del mundo la consulten, los encontrarán.

1.3. Justificación

Una forma de dar solución a las problemáticas planteadas en la sección anterior es integrar los servicios ofrecidos por los Ambientes de Aprendizaje de EDUMAT-TI en una sola arquitectura para contar con un solo Ambiente de Aprendizaje. De esa forma, los escenarios podrán llevarse a cabo utilizando un solo sistema, lo cual conllevará a una reducción en las interacciones y en el tiempo que toma al usuario realizar diferentes actividades. Así mismo, se contará con una sola base de datos y un solo ROA donde se almacenará toda la información; y en caso de requerir mantenimiento, será menos costoso y más fácil de satisfacer. Por tal motivo, en este trabajo se integraron en una sola arquitectura computacional los servicios de tres de los Ambientes de Aprendizaje (Supersabios, Síndrome y q-IUM), y se conformó solamente un sistema de nombre EDUMAT-LE (por sus siglas en inglés EDUMAT's Learning Environment) para ofrecer un mejor escenario de uso al usuario. La figura 1.4 muestra el escenario de uso de EDUMAT-LE, en el cual, se hace notar que tanto profesores y estudiantes interactúan con una sola interfaz y se hace uso de solo una base de datos.

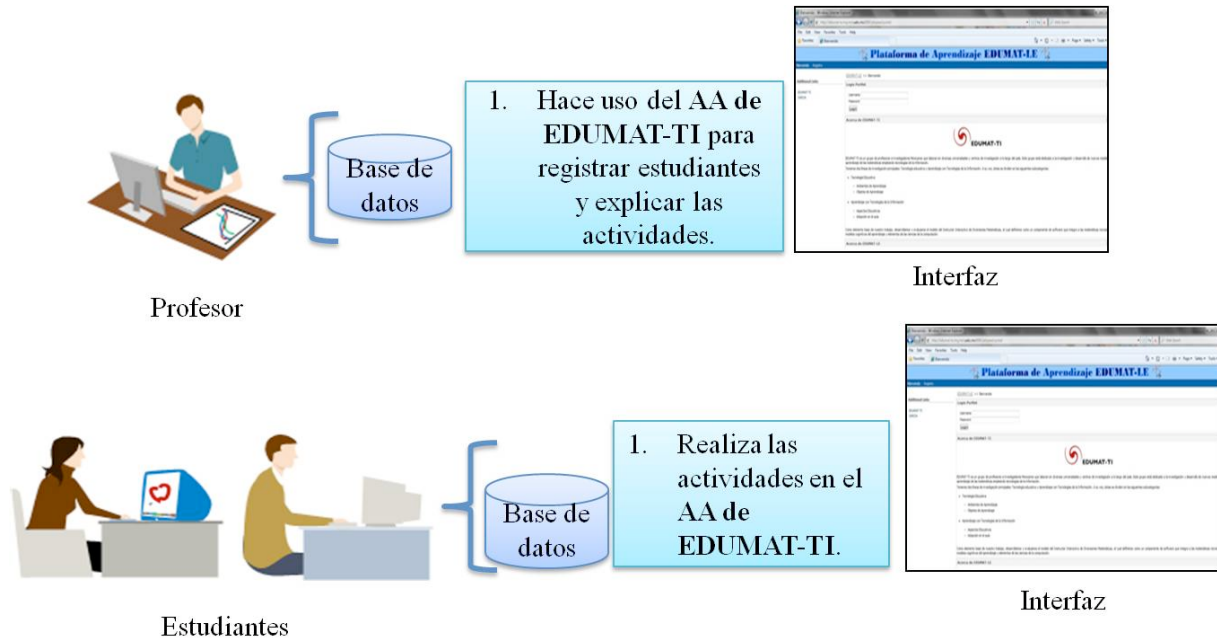


Figura 1.4: Escenario de uso con la integración de Ambientes de Aprendizaje.

Las mejoras que se obtendrán con la existencia de EDUMAT-LE son:

1. Registro y autenticación de usuarios en un solo sistema.
2. Reducción en el tiempo dedicado para el registro de usuarios.
3. No se contará con información duplicada en diversas bases de datos.
4. Adaptación y comprensión del uso de una sola interfaz de usuario.
5. Mejor aprovechamiento del tiempo de una clase para realizar actividades educativas.
6. Reducción en costos de mantenimiento.
7. Acceso desde un solo sistema y una interfaz de usuario unificada y amigable a los siguientes servicios:
 - a) Soporte para actividades administrativas.
 - b) Soporte al aprendizaje móvil.
 - c) Soporte para la interacción con los IIDM.
 - d) Soporte a la recomendación personalizada de objetos de aprendizaje.

8. Realización de un escenario de uso con todas las actividades que se requieren para una sesión educativa, utilizando solamente un Ambiente de Aprendizaje.

Por otra parte, además de integrar los servicios en una sola arquitectura se desarrolló un servicio adicional, mediante el cual el nuevo sistema tiene la capacidad de interoperar y con esto proporcionar los siguientes beneficios:

1. Los OA de EDUMAT-TI estarán disponibles a través de un solo ambiente, para ser utilizados y aprovechados por una comunidad más amplia de usuarios.
2. Acceso a los recursos educativos de una federación de OA para enriquecer el ROA propio.

1.4. Objetivo

El objetivo de esta tesis es desarrollar un Ambiente de Aprendizaje que incorpore las funciones, servicios y recursos con los que cuentan los Ambientes de Aprendizaje desarrollados en el grupo de investigación EDUMAT-TI. Así mismo, incluir mecanismos para interoperar con los sistemas de una federación de ROA a través de estándares internacionales.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes:

1. La integración de los servicios y recursos de Supersabios, Síndrome y el Ambiente q-IUM en una sola arquitectura.
2. Desarrollar los servicios adicionales que se requieren para la administración de contenidos e información:
 - a) Ampliación de funciones administrativas.
 - b) Registro de escuelas,
 - c) Servicios de búsqueda por metadatos.
 - d) Controlar el acceso al Ambiente de Aprendizaje mediante rol de profesor y estudiante.
 - e) Servicio de consulta de OA desde repositorios externos.
 - f) Servicio de búsqueda de OA en repositorios externos.
3. Crear un portal web cuya arquitectura sea la del punto 1 y que tenga las siguientes características:

- a) Soporte para actividades administrativas.
 - b) Soporte al aprendizaje móvil.
 - c) Soporte para la interacción con los IIDM.
 - d) Soporte a la recomendación personalizada de objetos de aprendizaje.
 - e) Soporte para la interoperabilidad.
4. Interoperar con la federación europea ARIADNE y la federación latinoamericana LA FLOR.

1.5. Metodología

La metodología seguida para el desarrollo de EDUMAT-LE consiste en 9 etapas las cuales se presentan en la figura 1.5.

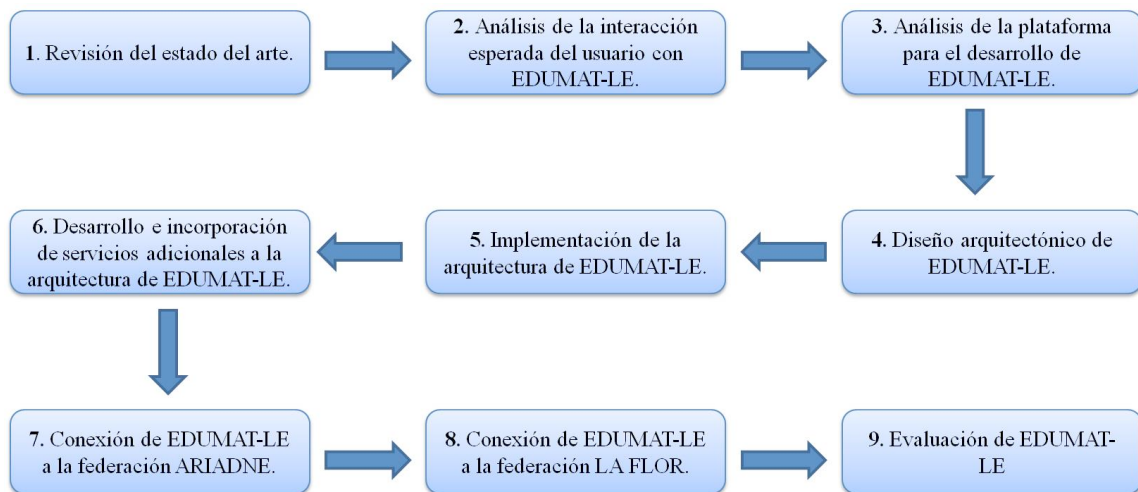


Figura 1.5: Metodología.

1. Revisión del estado del arte: Se buscaron proyectos similares al propuesto en este trabajo, es decir, que ofrezcan la recomendación personalizada de OA, que permitan la interacción con dispositivos móviles y que sean interoperables. De igual forma, se revisaron los artículos y trabajos de tesis relacionados con los Ambientes de Aprendizaje de EDUMAT-TI, con el objetivo de conocer sus características y funciones para posteriormente realizar su integración.
2. Análisis de la interacción esperada del usuario con EDUMAT-LE: Primeramente se analizó la interacción que tiene el usuario con los Ambientes de Aprendizaje

por separado, para así determinar como debería de ser su interacción con el nuevo sistema. Para esto, se instalaron los ambientes en una computadora y se utilizaron sus funciones. Posteriormente se elaboraron algunos diagramas para representar la interacción.

3. Análisis de la plataforma para el desarrollo de EDUMAT-LE: Se estudió la plataforma Jetspeed, ya que bajo ésta se desarrollaron los ambientes que se integraron y es la que se utilizó en EDUMAT-LE. En primer lugar se instaló en una computadora y se usó para familiarizarse con sus funciones. Finalmente se revisaron las diferencias entre la versión 1 y 2, ya que dos de los ambientes (Supersabios y Síndrome) trabajan con la versión 1 mientras que EDUMAT-LE se desarrolló en la 2.
4. Diseño arquitectónico de EDUMAT-LE: Se elaboró un bosquejo que refleja los componentes de las arquitecturas de los Ambientes de Aprendizaje de manera integrada. Para esto, primero se revisaron los diseños arquitectónicos de los ambientes por separado, y después se pensó en cómo podría representarse su integración de manera clara.
5. Implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE: Para la implementación se utilizaron las tecnologías que ya manejaban los ambientes que se integraron, por ejemplo Java como entorno de ejecución, Apache Tomcat para servidor de aplicaciones, Jetspeed como plataforma de portal, MySQL como gestor de bases de datos y Xindice para base de datos de metadatos (éstas tecnologías serán explicadas en capítulos posteriores). Primeramente fue necesario actualizar los servicios y componentes ofrecidos por los Ambientes de Aprendizaje, puesto que algunos no funcionaban correctamente por las diferencias en las versiones de Jetspeed. En seguida, se integraron las bases de datos y posteriormente se procedió a la integración de los servicios y componentes. Para esto último, se tomaron los archivos específicos de código fuente de los diversos ambientes y se pasaron al Jetspeed, el cual permitió organizarlos como parte de una página de portal web. Los detalles de la implementación serán explicados en el capítulo 4.
6. Desarrollo e incorporación de servicios a la arquitectura de EDUMAT-LE: Se desarrollaron algunas aplicaciones adicionales a las que poseen los Ambientes de Aprendizaje que se integraron, con el objetivo de aumentar las funcionalidades de EDUMAT-LE. Entre éstas están el registro de escuelas, cursos, profesores y la gestión de grupos. También se desarrolló un servicio para la búsqueda de OA

en base a metadatos, otro para permitir la consulta en repositorios externos y uno más para permitir que sistemas externos recuperen OA de EDUMAT-LE. Así mismo, se configuró Jetspeed de manera que aceptara el rol de profesor y de estudiante.

7. Conexión de EDUMAT-LE a la federación ARIADNE: Una vez que se contó con un servicio que permitiera realizar consultas desde repositorios externos, se contactó a una persona en la federación de ARIADNE para solicitarle que intentara conectarse con EDUMAT-LE mediante este servicio. Así mismo, se le pidió que permitiera que EDUMAT-LE tuviera acceso a los recursos de ellos mediante el servicio de búsqueda en repositorios externos. Ambos casos se realizaron con éxito, lo cual demostró que el Ambiente de Aprendizaje permitía la interoperabilidad, sin embargo, no fue posible convencer a esta persona de mantener la conexión realizada, puesto que requería la formalización de un compromiso donde se estipulara que el sistema estaría disponible de manera “infinita”, situación que no se podía asegurar en ese momento ya que se encontraba en desarrollo.
8. Conexión de EDUMAT-LE a la federación LA FLOR: Debido a que en la etapa anterior no se pudo adquirir una evidencia formal de que EDUMAT-LE permitía la interoperabilidad, se contactó a la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) en donde tienen un repositorio conectado a LA FLOR. Lo anterior se hizo con la intención de ver si a través de su sistema EDUMAT-LE podía interoperar en esa federación. La institución únicamente solicitó hacer por escrito la petición, y con esto se procedió a comprobar que EDUMAT-LE podía hacer consultas en repositorios externos y estos realizar búsquedas en él.
9. Evaluación de EDUMAT-LE: Consistió en que diferentes grupos de estudiantes y profesores a nivel universitario y secundaria utilizaran el Ambiente de Aprendizaje siguiendo un escenario de uso previamente diseñado para este fin. El escenario involucró las características principales de EDUMAT-LE, con el objetivo de que se interactuara con las diferentes herramientas que se ofrecen. Al final de la actividad, los participantes respondieron una encuesta donde expresaron su opinión con respecto a la usabilidad del software.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Conceptos

2.1.1. Objeto de aprendizaje (OA)

Existen diferentes definiciones en la literatura para un OA. El Comité de Estandarización de Tecnología Educativa del IEEE¹ lo define como una entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada, y referenciada durante el aprendizaje soportado por computadora (LTSC, 2000). Para Polsani (2003) es una unidad didáctica de contenido, independiente y predispuesta para su reutilización en múltiples contextos instruccionales. Una más es la propuesta por Martínez (2008) que los define como entidades digitales computacionales relativamente recientes, que surgen como un concepto dentro de las tecnologías de información y la comunicación para pasar a formar parte del aspecto educativo de estas tecnologías.

Wiley (2005) menciona algunas de las características que definen a los OA.

1. Pueden ser utilizados de manera independiente y en diferentes contextos para múltiples propósitos.
2. Se pueden agrupar en múltiples colecciones para después ser presentados como parte de la estructura de un curso.
3. Tienen asociados metadatos (información acerca del OA), lo cual facilita su reutilización.

Rehak (2003) considera las siguientes características:

¹Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés de Institute of Electrical and Electronics Engineers).

1. Tienen la capacidad de interoperar, es decir, ser utilizados por cualquier persona desde cualquier lugar, independientemente del hardware y sistema de software utilizado.
2. Son portables, esto es, pueden ser movidos y alojados en diferentes sistemas con diferentes plataformas de manera transparente.
3. Son diseñados para utilizarse en diferentes tiempos, sin convertirse en obsoletos, por lo que se requiere su actualización constante.

Algunos ejemplos de OA son: archivos de texto, imágenes, videos, archivos de audio, páginas web, presentaciones, hojas de cálculo y todos aquellos recursos que puedan apoyar al aprendizaje y que posean las características indicadas anteriormente.

2.1.2. Ambiente de aprendizaje

De acuerdo con Andrade-Aréchiga (2009), “es el resultado de la interacción de factores objetivos (físico organizativos, sociales) como de factores subjetivos (perceptuales, cognitivos, culturales); es decir, siempre formamos parte y estamos inmersos en distintos ambientes, los creamos, los generamos y los vivimos”. Duarte (2000) define al Ambiente de Aprendizaje como las dinámicas que constituyen los procesos educativos y que involucran acciones, experiencias y vivencias de cada uno de los participantes, actitudes, condiciones materiales y socio afectivas, múltiples relaciones con el entorno y la infraestructura necesaria para hacer concretos los propósitos culturales que se hacen explícitos en toda propuesta educativa. Desde un punto de vista tecnológico, es un entorno de trabajo, tanto individual como colaborativo, en el cual se integran múltiples aplicaciones, servicios educativos, así como procesos administrativos que se orientan al manejo de la sesión educativa (López-Morteo, 2005).

Puede verse complementado si se incorporan las características de un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés *Learning Management Systems*). Este es un software basado en un servidor web que provee módulos funcionales para los procesos administrativos y de seguimiento que se requieren para un sistema de enseñanza-aprendizaje (López et al., 2010). Las tareas más comunes que permiten realizar son: gestión de cursos, gestión de clases, gestión de contenidos, empleo de herramientas de comunicación, herramientas de evaluación y retroalimentación. Un LMS

comercial común es Blackboard² y algunos libres son Moodle³, Claroline⁴ y Atutor⁵.

2.1.3. Metadatos

Castro-García y López-Morteo (2008) exponen que los metadatos son datos estructurados que proporcionan información descriptiva de un recurso. Son datos que se guardan, intercambian y procesan, y están estructurados de tal forma que permiten identificar, describir, clasificar y localizar el contenido de un documento o recurso, por lo tanto, también sirven para recuperar OA mediante búsquedas basadas en esta información. Deben ser descritos utilizando esquemas estandarizados como el IEEE LOM⁶ para asegurar su fácil localización y compatibilidad con otros esquemas (Castro-García y López-Morteo, 2008) .

2.1.4. Repositorio de objetos de aprendizaje (ROA)

Un sistema de repositorio es la infraestructura para el desarrollo, almacenamiento, administración, localización y recuperación de todo tipo de contenido digital (Looms-Thelma and Christensen-Clark, 2002). Ahora bien, un ROA es el lugar destinado para el almacenamiento y clasificación de OA, para que posteriormente puedan ser localizados y compartidos con otros sistemas (López-Guzmán, 2005). De acuerdo con Downes (2002), se identifican dos tipos de ROA. Al primero pertenecen los que alojan OA y sus respectivos metadatos en un mismo sistema, incluso en un mismo servidor. Al segundo corresponden los que alojan sólo metadatos que describen OA, y los recursos se encuentran en otro sistema o repositorio de objetos.

2.1.5. Interoperabilidad

IEEE (1990) define la interoperabilidad como “la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar su información y posteriormente utilizarla” .

Young (2002), menciona que la interoperabilidad es una aproximación para unir requisitos de sistemas futuros a través de la integración de sistemas, lo que forma un “sistema de sistemas”. La interoperabilidad no es sólo la habilidad que tienen los sistemas para intercambiar información, es también la capacidad de interacción y la

²Blackboard: <http://www.blackboard.com>

³Moodle: <http://moodle.org/>

⁴<http://www.claroline.net/>

⁵<http://atutor.ca/>

⁶IEEE LOM: Learning Object Metadata. Disponible en: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

ejecución de tareas conjuntas (Pitoura, 2004).

La interoperabilidad sólo se logra si los sistemas cuentan con una sintaxis y semántica común para describir, identificar y buscar recursos educativos a compartir Castro-García y López-Morteo (2008). La semántica se refiere a las necesidades de entendimiento entre esquemas de datos mediante equivalencias del significado, mientras que la sintaxis hace referencia a la necesidad de una consistencia sistemática de datos para el procesamiento por máquina, y para el uso e intercambio de metadatos entre múltiples aplicaciones (Rodriguez and Ronda, 2006).

Existen estándares y especificaciones para lograr la interoperabilidad entre ROA. Un ejemplo de estas es Simple Query Interface (SQI) que define los servicios que un repositorio debe tener disponibles para recibir y responder consultas de otros repositorios (SQI, 2005) .

2.1.6. Federación

En el contexto de computación, puede ser comprendida como una integración de sistemas de cómputo heterogéneos y distribuidos, en donde la característica principal es la cooperación entre los sistemas, con el propósito de compartir todos o algunos de los recursos que cada uno posee mediante mecanismos de acceso y recuperación. (Almaraz-Mota, 2008).

Actualmente, existen federaciones de repositorios de OA, donde es posible tener acceso a una amplia variedad de recursos desarrollados por instituciones educativas en todo el mundo. Ejemplos de estas federaciones son: MERLOT⁷ en Estados Unidos, LORNET⁸ en Canadá, ARIADNE⁹ en Europa, LA FLOR¹⁰ en Latinoamérica y GLOBE¹¹ en el mundo.

Mediante la implementación de mecanismos para la interoperabilidad, es posible que un Ambiente de Aprendizaje sea incorporado a una o varias de las federaciones mencionadas, y que los recursos educativos propios de éste, sean visibles a todos los

⁷MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching). Disponible en: <http://www.merlot.org/merlot>

⁸LORNET (Learning Object Repository Networks). Disponible en: <http://www.lornet.ca/>

⁹ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe). Disponible en: <http://www.ariadne-eu.org/>

¹⁰LA FLOR (Latin American Federation of Learning Object Repositories). Disponible en: <http://ariadne.cti.espol.edu.ec/lacloFinder>

¹¹GLOBE (Global Learning Objects Brokering Exchange). Disponible: <http://globe-info.org/>

usuarios de dicha federación.

2.1.7. Simple Query Interface (SQI)

Es una especificación mediante la cual es posible alcanzar la interoperabilidad entre sistemas. Define un estándar y una API para resolver la problemática de las búsquedas de contenidos digitales en entornos heterogéneos como Internet (Simon et al., 2005b). Es neutral en cuanto al formato de resultados y el lenguaje de consulta; y los repositorios conectados vía SQI pueden ser altamente heterogéneos.

2.1.8. Arquitectura de software

De acuerdo con Garlan (2000), la arquitectura de software describe la estructura densa de un sistema, es decir, muestra o ilustra las decisiones de diseño, la interacción de sus componentes, la ubicación de las rutas principales de interacción y las propiedades más importantes o claves de los elementos del sistema. Por otra parte, la define como el conjunto de decisiones significativas sobre la organización del sistema de software, la selección de los elementos estructurales y las interfaces con las que se componen, junto con su comportamiento y la composición de esos elementos estructurales. Para comprender estas definiciones puede compararse a la arquitectura de software con los diseños que realizan los arquitectos para la construcción de edificios. La arquitectura plasma la estructura que tendrá el sistema en su interior, es decir, los servicios, componentes, interfaces y la interacción que se da entre estos. Su diseño debe hacerse pensando en que ésta debe apoyar a satisfacer los requerimientos de un sistema, tanto los que tienen que ver con su funcionalidad como los que se relacionan con rendimiento, seguridad, portabilidad, disponibilidad, entre otros.

2.1.9. Plataforma Jetspeed

De acuerdo a lo publicado en la página oficial de Jetspeed¹², esta es una plataforma para el desarrollo de portales, completamente en código abierto basado en J2EE, bajo la licencia de la fundación de software Apache¹³, escrito en Java y XML y se ejecuta sobre el servidor de aplicaciones Apache Tomcat. Provee un contenedor de portlets y un API para el desarrollo de portlets personalizados. Algunas definiciones importantes alrededor de la plataforma Jetspeed se presentan a continuación:

¹²Jetspeed: <http://portals.apache.org/jetspeed-2/>

¹³Apache, disponible en: <http://www.apache.org/>

1. Portal web: es aquel que proporciona una solución para agregar contenido y aplicaciones de varios sistemas para la presentación al usuario final (Linwood, 2004). Apache Portals¹⁴ define a un portal web como aquel que permite gestionar información de una manera cohesiva y estructurada al proporcionar un único punto de entrada a una variedad de aplicaciones, además, permite el acceso transparente a servicios desde cualquier ubicación. Generalmente, el portal tiene integrada una interfaz de usuario y sistemas de seguridad.
2. Portlet: es una aplicación que proporciona una pieza específica de contenido (información o servicios) para ser incluidos como parte de una página de portal. Es gestionado por un contenedor de portlets, que procesa peticiones y genera contenido dinámico. Son utilizados en portales como componentes de interfaz de usuario (Hepper-Stefan, 2008). Funciona como contenedor de información, la cual puede ser código de aplicaciones HTML, JSP, XML, Applets de Java, etc. Dicho código es interpretado por el navegador web y presentado al usuario final en forma de imágenes, vínculos, formularios, texto, etc.
3. Contenedor de portlets: es aquel que contiene y ejecuta portlets, les proporciona el entorno de ejecución que requieren y gestiona su ciclo de vida.

A continuación se presenta un ejemplo de la interacción que se da entre los elementos anteriores (Hepper-Stefan, 2008):

1. Un cliente (un buscador web) después de autenticarse hace una petición al portal (Jetspeed).
2. La petición es recibida por el portal.
3. Éste determina si la petición contiene una acción dirigida a cualquiera de los portlets del portal.
4. En ese caso, el portal invoca al portlet a través del contenedor para obtener fragmentos de contenido que pueden ser incluidos en el resultado de la página del portal.
5. El portal agrega la salida del portlet en la página del portal y la muestra al cliente.

Una característica interesante de Jetspeed son las opciones que presenta al usuario del portal web con respecto a la administración de portlets. El usuario de Jetspeed tiene

¹⁴Apache portals Site: <http://portals.apache.org>

la posibilidad de personalizar su espacio de trabajo agregando los portlets que requiera en el momento en que esté trabajando en determinada actividad, o bien, quitar de su espacio de trabajo los portlets que no requiere en ese momento, sin olvidar que tiene la opción de agregarlos nuevamente en el momento que así lo requiera. Así mismo, el usuario puede mover de ubicación los portlets en la página del portal hacia la izquierda, a la derecha, hacia arriba o hacia abajo, y puede minimizarlos o maximizarlos.

Por otra parte, Jetspeed ofrece un catálogo de portlets predeterminados, entre estos se encuentran: portlets para la administración de usuarios, roles y grupos, para la gestión de permisos de seguridad, para la administración de estadísticas del portal y para la importación y exportación de contenido. Así mismo, permite la incorporación de nuevos portlets al catálogo.

Actualmente existe la versión 2.2.1 de Jetspeed, la cual fue escrita desde cero y no tienen ninguna dependencia con Jetspeed 1. Jetspeed 2 está basado en estándares y tiene una arquitectura orientada a componentes. Esta nueva versión utiliza el estándar para el desarrollo de portlets “Java Portlet 2.0 (JSR-000286)”. Con su uso, es posible que cualquier plataforma para el desarrollo de portales que implemente la especificación, pueda utilizar aquellos que hayan sido desarrollados bajo el estándar. Es decir, Jetspeed permite la incorporación de cualquier portlet que haya sido desarrollado utilizando la especificación JSR-286, y estos pueden ser utilizados sin ningún problema de compatibilidad.

2.2. Trabajo previo

Aquí se describen a detalle los Ambientes de Aprendizaje desarrollados por el grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI), los cuales fueron presentados brevemente en la sección 1.1.

2.2.1. Ambiente de Aprendizaje basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (AIIDM)

Lleva el nombre de “Los Supersabios” en honor al cómic mexicano de ciencia ficción del mismo nombre (publicado por Germán Butze en 1936), se define como un espacio colaborativo de acción para la transmisión de conocimiento matemático (López-Morteo, 2005). Proporciona el espacio para utilizar los OA llamados Instructores Interactivos de

Diversiones Matemáticas (IIDM) en un entorno atractivo que fomenta el uso de los mismos, además de dar soporte a diferentes aspectos del aprendizaje colaborativo asistido por computadora, como la interacción entre grupos o responsabilidades compartidas en las actividades donde se solucionan problemas matemáticos (López-Morteo, 2005).

Las características principales de Supersabios son:

1. Administración de la sesión: Permite la creación, almacenamiento y edición de la información personal del usuario como correo electrónico, nombre de usuario y password. Así mismo, facilita la administración de grupos de usuarios y la administración de los mecanismos de control de acceso a los contenidos.
2. Administración del espacio de trabajo: Los usuarios pueden personalizar su espacio de trabajo de acuerdo a sus preferencias, cambiando el color o esquema de acomodo de los IIDM y agregando nuevos.
3. Administración del contenido: Proporciona un catálogo de contenidos y presenta opciones de importación, exportación y registro de OA en el mismo.
4. Administración de Mensajería: Ofrece servicios de mensajería instantánea y correo electrónico para la interacción de los usuarios registrados dentro del ambiente.

2.2.2. Sistema Interactivo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Matemáticos (Síndrome)

En López-Morteo et al. (2007) se define Síndrome como un sistema de búsqueda y recuperación de metadatos de objetos de aprendizaje, basado en heurísticas para la recomendación de OA que tengan algún grado de asociación a las preferencias técnicas y al estilo de aprendizaje del estudiante.

Ha sido desarrollado pensando en la evolución de Supersabios, ya que éste último proporciona un catálogo estático de OA que solo estarán disponibles si el administrador del sistema los registra; ésta característica obedece a que Supersabios fue planeado para funcionar bajo el modelo de aprendizaje asistido por computadora de forma presencial, dónde el profesor se encarga de guiar la instrucción e indicar a los estudiantes que IIDM utilizar. Con el desarrollo de Síndrome, se considera el estilo individual de aprendizaje del estudiante y su comportamiento ante el uso de los objetos para proporcionar recomendaciones sobre el uso de los mismos López-Morteo et al. (2007). Así mismo,

ofrece la búsqueda de OA a partir de información específica del usuario, tomando en cuenta las preferencias asociadas a su estilo de aprendizaje. Dicho estilo puede ir cambiando y para esto, Síndrome proporciona la posibilidad de mantener un historial de creación y modificación de perfiles. Entre sus funcionalidades principales se encuentran las siguientes:

1. Administración de colecciones: Presenta una colección de metadatos de OA que pueden ser modificados por el administrador del sistema.
2. Generación de perfiles: Permite la generación de perfiles de usuario de acuerdo a las preferencias que éste tenga a la hora del aprendizaje; de acuerdo al perfil, se realiza el proceso de búsqueda de objetos de aprendizaje.
3. Búsqueda y recuperación de metadatos: El usuario puede definir los criterios de búsqueda de los OA de acuerdo a sus metadatos; los resultados son presentados como un listado donde se pueden revisar y recuperar los metadatos, consultar información extra y recuperar el objeto.

2.2.3. Ambiente que Integra el Uso de Dispositivos Móviles (Ambiente q-IUM)

El ambiente q-IUM es una plataforma que provee servicios para la realización de actividades colaborativas utilizando dispositivos móviles con tecnología bluetooth y computadoras de escritorio. Permite el envío de aplicaciones educativas desde la computadora de escritorio hacia el móvil. Además, proporciona opciones de administración de usuarios como el registro de estudiantes y la asignación del dispositivo que usarán para la clase. También, permite la organización de equipos de trabajo y la configuración de aplicaciones que serán utilizadas en actividades colaborativas (Ruelas-Gómez y López-Morteo, 2009).

Entre los servicios ofrecidos en este Ambiente de Aprendizaje se encuentran:

1. Registro: Permite almacenar los datos del estudiante y su dispositivo.
2. Presencia: Se encarga de mostrar un listado de los estudiantes registrados en el sistema y que se encuentran en el aula de clases.
3. Configuración de aplicaciones: Para aquellas que serán enviadas a los dispositivos.

4. Envío de aplicaciones al dispositivo móvil: Como su nombre lo sugiere, se encarga de entregar las aplicaciones pre-configuradas a los dispositivos móviles para dar inicio a la actividad colaborativa.

2.2.4. Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC)

En Andrade-Aréchiga (2009) se expone que la implementación de escenarios basados en tecnología para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es una posible solución para mejorar el proceso de aprendizaje y minimizar la alta reprobación en los cursos de matemáticas. Debido a esto, se desarrolló una plataforma para apoyar el aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario, haciendo uso de OA que corresponden a los conceptos matemáticos de los temarios de licenciaturas en ciencias e ingenierías.

PIAC integra OA con contenidos matemáticos para la materia de cálculo a nivel universitario y proporciona opciones administrativas para controlar las herramientas y estudiantes del sistema. A continuación se presentan las características que cubre el contenido proporcionado por esta plataforma (Andrade-Aréchiga, 2009):

1. Competencia: Para cada tema tratado, se definen las competencias que el estudiante debe poner en acción, actuación y creación, para resolver situaciones y realizar actividades.
2. Presentación histórica: En cada contenido se presentan elementos históricos relacionados a conceptos particulares.
3. Antecedentes: Se incluyen conceptos previos o nociones que requerirá el estudiante para entender mejor el tema.
4. Contenido instruccional: Contiene el desglose de los subtemas que conforman cada tema.
5. Ejercicios de retroalimentación: Para cada tema se presenta una serie de ejercicios los cuales deben ser resueltos por el estudiante para que el sistema los valide y le envíe la valoración.
6. Evaluación: Se presenta una sección de exámenes los cuales pueden ser por tema, subtema y global del curso. Cuando se realiza un examen, el sistema realiza la evaluación inmediatamente, presenta la calificación al estudiante y la almacena en una base de datos para el seguimiento académico.

7. Funciones administrativas: Permite al administrador del sistema el control de los usuarios y sus cuentas de acceso, la administración de contenidos y la administración de permisos para la visualización y edición de las aplicaciones.

2.2.5. Ambiente de Aprendizaje para nivel secundaria “Los números también cuentan”

Lamarque-Ruvalcaba (2009) presenta este Ambiente de Aprendizaje que permite al usuario tener un espacio de trabajo y contar con contenedor de OA, específicamente de los IIDM. Ha sido desarrollado para la administración de OA interactivos para las matemáticas de nivel secundaria. Entre los objetivos de su desarrollo está proporcionar al usuario la posibilidad de interactuar con diferentes fuentes de información, aplicaciones, personas y darle la oportunidad de modificar su interfaz de usuario. “Los números también cuentan” incorpora funcionalidades que permiten al profesor crear grupos, roles y asignar permisos a los estudiantes sobre el uso de alguna aplicación. A continuación se presentan las funcionalidades que ofrece éste Ambiente de Aprendizaje (Lamarque-Ruvalcaba, 2009):

1. Creación de contenidos: Permite que el profesor se centre en la calidad de los contenidos, ya que el portal se encarga de administrar el contenido.
2. Gestión de contenidos: Permite el registro, eliminación, búsqueda y recuperación de todos los contenidos disponibles en el portal.
3. Publicación de contenidos: Ofrece plantillas para la visualización de las páginas, lo cual evita que los contenidos se vean afectados por los cambios en la visualización del sistema.
4. Presentación de contenidos: Hace posible transformar los contenidos en documentos con formato HTML para garantizar la compatibilidad con navegadores web y otras plataformas.
5. Funciones administrativas: Permite que profesores y estudiantes administren su propia cuenta, se inscriban a grupos y cambien de rol. Además, ofrece opciones de seguridad, donde se puede controlar o restringir el acceso a las aplicaciones, de acuerdo al rol o grupo al que pertenecen los usuarios.

2.3. Trabajo relacionado

Antes de comenzar con el trabajo relacionado, es importante mencionar que para lograr describir esta sección, primeramente se buscaron trabajos referentes al desarrollo de Ambientes de Aprendizaje que tuvieran las características de EDUMAT-LE (EDUMAT's Learning Environmet). Es decir, se buscó algún sistema que tuviera soporte para el empleo de dispositivos móviles, que ofreciera la recomendación personalizada de OA, que contara con recursos educativos del área de matemáticas, que proporcionara funcionalidades administrativas y que además permitiera la interoperabilidad. Sin embargo, solamente se encontraron sistemas que contaban con algunas de las características. Por tal motivo, se planteó otra estrategia para realizar la búsqueda del trabajo relacionado, la cual consistió en separar en diferentes rubros los aspectos de este trabajo, los cuales son: OA, federaciones de ROA, Ambientes de Aprendizaje y LMS.

En el primer rubro, se encuentra la descripción de algunos trabajos donde se han desarrollado OA en diferentes tópicos de interés; se considera importante mencionarlos, ya que EDUMAT-LE tiene soporte para la presentación de diferentes OA. En la parte de federaciones de ROA, se presentan algunas instituciones que comparte los OA almacenados en sus repositorios. Otro de los rubros es el de Ambientes de Aprendizaje, donde se presentan algunos proyectos con características similares a las de éste. Finalmente se presentan algunos LMS con el objetivo de comparar las características que éstos poseen en relación a las del sistema realizado.

2.3.1. Objetos de aprendizaje (OA)

2.3.1.1. IIDM

De acuerdo con lo expuesto en López-Morteo (2005), los Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (IIDM) son un componente de software educativo especializado en conceptos matemáticos que se presentan a través de matemáticas recreativas. Están diseñados con el propósito de generar un pensamiento matemático y aumentar el interés del usuario por este tipo de material, y a la vez, generar una actitud positiva hacia las matemáticas. Cada IIDM es un elemento independiente, por lo que pueden existir por sí mismos sin el soporte de un sistema computacional especializado o la conciencia de un ambiente. Puede ser presentado como una página web que contiene texto, imágenes, video, elementos dinámicos interactivos o aplicaciones de Java incrustadas.

2.3.1.2. OA Placa Base

En Juárez and Reyes (2008) se presenta el OA “Placa Base” como una alternativa para el estudio en materias de nivel universitario. Está orientado a materias que requieren auto aprendizaje, prácticas visuales de laboratorio y retroalimentación. Cuenta con recursos multimedia, enlaces a foros y artículos relacionados; además, contiene actividades integradoras, basadas en acciones de relacionar, completar, clasificar, ordenar y seleccionar información. Otra de sus características es que cuenta con un menú interactivo basado en mapas mentales, lo cual es considerado por los autores como una manera de facilitar la interpretación del contenido.

2.3.1.3. OA Hardware Flash Pro

Está dirigido a estudiantes de educación universitaria. Hace referencia a los componentes básicos del hardware externo de un equipo de cómputo, y su contenido está conformado por recursos multimedia como videos, audio e imágenes (Martínez et al., 2008).

2.3.1.4. Objetos evaluativos del aprendizaje

Gómez (2008) los define como una especialización de un OA cuya función principal es evaluar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas alrededor de una temática determinada sin importar como el estudiante haya realizado su proceso de aprendizaje. Puede ser una entidad digital independiente o ser un componente de un OA encargado en forma exclusiva de la evaluación. Su estructura está conformada por un motor generador de problemas o preguntas y un motor de evaluación de competencias.

2.3.1.5. OA matemáticos basados en juegos digitales

Silveira et al. (2008) describe un conjunto de OA matemáticos como videos para la televisión, simulaciones de software, radio y juegos digitales. Con su desarrollo se busca proporcionar experiencias de aprendizaje significativas para los estudiantes. Cuentan con un elemento de software llamado Framework de Individualización de Personajes, el cual permite al estudiante configurar un personaje virtual de acuerdo a sus preferencias personales. Cuando el personaje es creado, éste se integra a todos los OA, por lo que el estudiante se percibe como coautor de los demás objetos y hace que tenga un sentimiento de control y responsabilidad por su propio proceso de aprendizaje.

2.3.2. Federaciones de repositorios de objetos de aprendizaje

2.3.2.1. ARIADNE

Por sus siglas en inglés Alliance for Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe, se trata de un repositorio de la comunidad Europea, destinado a la creación de metodologías e instrumentos para la producción y gestión de material didáctico electrónico. Su principal ventaja es que permite la realización de búsquedas en repositorios externos. Para realizar estas búsquedas utiliza el protocolo de interfaz de consulta simple SQI (especificación enmarcada en el ámbito de los ROA) que le permite lograr la interoperabilidad de sus repositorios (ARIADNE, 2006).

2.3.2.2. LA FLOR

El proyecto Repositorio Latinoamericano de Objetos de Aprendizaje (LA FLOR, por Latin American Federation of Learning Object Repositories) tiene como objetivo dar acceso a profesores y estudiantes de Latinoamérica a una mayor cantidad de OA generados en la región y fuera de ella por medio de la creación de un ROA federado basado en estándares para la comunicación y operación conjunta de ROA en América Latina. Actualmente se está trabajando en el diseño de una nueva arquitectura para su motor de búsquedas (Morales et al., 2009).

2.3.2.3. Plataforma de objetos digitales educativos AGREGA

Se trata de una federación de repositorios digitales en España. En cada uno de sus repositorios se encuentran almacenados objetos de aprendizaje etiquetados con metadatos. Así mismo, los sistemas de la federación ofrecen servicios para la búsqueda, visualización o creación de recursos educativos. AGRAGA utiliza la interfaz SQI para la búsqueda y obtención de objetos de aprendizaje en repositorios externos, con lo que tiene la posibilidad de unirse a otras federaciones de repositorios educativos (Sarasa, 2008).

2.3.2.4. Colombia Aprende

Es un portal educativo que pertenece al Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia y tiene por objetivo que las instituciones de educación superior organicen y compartan material educativo. Colombia Aprende está integrado a la Federación LA FLOR (MENRC, 2012).

2.3.2.5. MERLOT

Por sus siglas en inglés Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. Es un repositorio de objetos de aprendizaje del Sistema Universitario de California. Fue diseñado con el objetivo de permitir a las Universidades buscar, evaluar y compartir objetos de aprendizaje (SUC, 2012).

2.3.3. Repositorios de Objetos de Aprendizaje

2.3.3.1. Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (REDOUAA)

En Muñoz et al. (2007) se expone que la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) ha desarrollado un ROA que cuenta con 150 objetos del área de estructura de datos, ingeniería de software y de morfología. Así mismo, permite a los usuarios la visualización y almacenamiento de OA y ofrece servicios en línea para facilitar la colaboración entre usuarios como pueden ser foros, chats y editores colaborativos. No obstante, el número de recursos educativos cubre sólo una mínima parte de los cursos que ofrece esta universidad. Para dar solución a la situación anterior, la UAA y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) de Ecuador han interconectado sus ROA en forma distribuida utilizando SQI. De esta manera, REDOUAA tiene acceso a los recursos de una red de repositorios distribuidos, la cual está conectada al repositorio de ARIADNE.

2.3.3.2. Sistema de Reutilización de Objetos de Aprendizaje (SROA)

Es un sistema que tiene como objetivo conseguir la reutilización de sus OA mediante la interoperabilidad de sus repositorios. Por otra parte, permite el registro de cualquier sistema e-learning que quiera hacer accesible su contenido a través de SROA (Olón-Tortosa et al., 2007). El sistema se ha construido utilizando una arquitectura basada en servicios web de Java. El sistema ofrece el acceso transparente a objetos distribuidos en repositorios basados en diferentes tecnologías de almacenamiento y de metadatos, permitiendo así, su reutilización y accesibilidad independientemente de su ubicación física.

2.3.3.3. Colección de Objetos Reusables (COLOR)

Es un prototipo funcional de un repositorio de objetos de aprendizaje desarrollado por la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA) de la Uni-

versidad Nacional Autónoma de México (UNAM). COLOR permite reunir y consultar objetos de aprendizaje, así como generar e incorporar sus metadatos y los archivos específicos que los describen (Enríquez, 2008).

2.3.3.4. LRE

Por sus siglas en inglés Learning Resource Exchange. Es un espacio web para el intercambio de recursos de aprendizaje que permite a las escuelas buscar contenido educativo de diferentes países de Europa. Fue desarrollado con el objetivo de proporcionar a los profesores acceso a una red de repositorios y contenidos de aprendizaje, para que puedan intercambiar fácilmente recursos de calidad (Schoolnet, 2011).

2.3.3.5. Espacio de aprendizaje

OP (2011) presenta un sitio web que provee acceso libre y gratuito a los materiales de los cursos de la Universidad Abierta de Reino Unido (OP por sus siglas en inglés Open University).

2.3.4. Ambientes de Aprendizaje

Dentro de esta clasificación, se encuentran los sistemas que ofrecen la recomendación de objetos de aprendizaje, los que permiten la interacción con dispositivos móviles y los sistemas que ofrecen la administración de cursos. A continuación se describen algunos trabajos relacionados con el tema.

2.3.4.1. Recomendación de objetos de aprendizaje

1. Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje En Casali et al. (2010) se presenta un sistema con una arquitectura basada en agentes que permite la recuperación de recursos educativos desde una federación de repositorios, con el fin de asistir a un estudiante o a un docente a elegir objetos educativos acordes a sus características personales y preferencias. La búsqueda es realizada en distintos ROA, donde cada objeto tiene metadatos descriptivos. Estos metadatos son utilizados para recuperar aquellos objetos que satisfagan tanto el tema de consulta como el perfil del usuario.

La plataforma incluye varios tipos de agentes de acuerdo a sus distintas funcionalidades, entre éstos se encuentran: el Agente Interfaz, que se encarga de capturar los datos ingresados por el usuario; el Agente Refinador Semántico, cuyo objetivo es producir la estrategia de búsqueda asociada al interés del usuario; el Agente Perfil de Usuario,

tiene la tarea de definir el perfil de usuario; los Agentes Buscadores, se encargan de encontrar los OA que satisfagan la temática y las restricciones de interés del usuario en los distintos repositorios; el Agente Mediador, integra lo encontrado por cada Agente Buscador y soluciona conflictos, y por último el Agente Recomendador, cuyo objetivo es seleccionar los mejores objetos de acuerdo al perfil del usuario.

2. Sistema educacional recomendador Deco et al. (2008) describe el diseño de un sistema recomendador para personalizar la recuperación de recursos educativos aplicados a cursos virtuales. Tiene por objetivo proporcionar al estudiante la posibilidad de realizar búsquedas de OA donde los resultados encontrados estén acorde a sus características y necesidades. Cuenta con una arquitectura basada en los siguientes agentes: el Agente Refinador Semántico, el Agente Perfil de Usuario y el Agente Buscador de Recursos Educativos. El primero se encarga de producir búsquedas en base a un conjunto de conceptos que son ingresados por el estudiante, los cuales describen el tema que se requiere encontrar. El segundo define el perfil del estudiante a partir de sus datos personales, los cuales son obtenidos de un conjunto de preguntas dirigidas por una ontología. Finalmente, el tercer agente se encarga de buscar los diferentes recursos que satisfagan el tema de consulta y las preferencias del estudiante, proporcionando una lista ordenada de recursos educativos de acuerdo sus intereses, preferencias y aspectos culturales.

2.3.4.2. Sistemas que permiten la interacción con dispositivos móviles

1. Entorno de aprendizaje móvil adaptativo En Ortigosa et al. (2010) se expone el ambiente de aprendizaje COMOLE (Context-based adaptative Mobile Learning Environments). Es un sistema que da soporte a la recomendación y realización de actividades desde distintos dispositivos (ordenador personal, ordenador portátil, teléfono móvil) a través de navegadores web, considerando las necesidades del usuario, las acciones que éste realiza mientras interactúa con el sistema y el contexto en el cual se encuentra mientras lo utiliza. Para poder recomendar actividades, se requiere contar con la siguiente información: número de veces que el estudiante ha cursado la materia, nivel de conocimiento previo, dimensiones de su estilo de aprendizaje, el porcentaje de aciertos en los ejercicios realizados hasta el momento, el lugar donde se encuentra, el dispositivo utilizado y el tiempo disponible para realizar la actividad.

2. Sistema en base a dispositivos móviles para LA FLOR Muñoz et al. (2008) propone el uso de la tecnología de dispositivos móviles para mejorar el acceso que

tienen los estudiantes de la UAA a los recursos de la federación LA FLOR. Para lograr lo anterior, se ha propuesto una arquitectura para el REDOUAA que facilite el acceso en cualquier momento y lugar a los OA de la federación desde distintos medios, por ejemplo computadoras de escritorio, laptops y dispositivos móviles.

La arquitectura propuesta consta de las siguientes capas: Sistemas Gestores de Contenidos en Línea, Servicios, ROA y Dispositivos Móviles. La primera capa, como su nombre lo indica, es la capa donde se encuentran algunos sistemas gestores de contenidos también conocidos con sistemas gestores del aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés de Learning Management System). La capa de Servicios está conformada por un conjunto de servicios web tales como servicios de búsqueda, visualización, descarga de OA y comunicación entre usuarios y dispositivos móviles. La capa de ROA, es donde se encuentran los repositorios de las instituciones participantes de la federación LA FLOR. Finalmente la capa de Dispositivos Móviles, corresponde a la tecnología que puede ser utilizada para hacer uso de los contenidos provenientes de los repositorios de LA FLOR.

2.3.4.3. Administración de cursos

1. Ambiente Virtual para la Educación Superior En Salas et al. (2008) se presenta este sistema como una plataforma basada en el uso de estándares internacionales de la IEEE, y conformada por un conjunto de sistemas, relacionados con la planificación, comunicación, evaluación, seguimiento y gestión de contenidos. Entre sus funcionalidades principales se encuentra el seguimiento a la interacción entre docentes, estudiantes y el sistema; manejo de perfiles de usuario, control de agendas, proyectos de aula, bibliotecas digitales y cursos. Los cursos son el eje central del aula virtual y disponen de herramientas de comunicación entre el estudiante y el docente. Soporta la autenticación de usuarios administrativos, cuyas tareas se relacionan con la gestión de noticias, administración de encuestas, acceso a sistemas de comunicación y estadísticas del sistema.

2.3.5. Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS)

En las siguientes secciones se presenta una tabla con las características de algunos LMS utilizados en el ámbito educativo, y se hace una comparación con las características del sistema desarrollado para este trabajo.

2.3.5.1. Moodle

Es un sistema de gestión de cursos de código abierto, conocido también como entorno de aprendizaje virtual. Es una aplicación web gratuita que los educadores pueden utilizar para crear sitios de aprendizaje en línea (Moodle, 2011).

2.3.5.2. Blackboard

Es un software comercial que proporciona a las instituciones educativas herramientas para alcanzar sus objetivos de enseñanza en línea. Es reconocido por su facilidad de utilización y su escalabilidad institucional. Tiene un ambiente abierto de desarrollo y cumple con normas de interoperabilidad de la industria, lo que permite a las instituciones que lo utilizan ampliar y personalizar sus capacidades para satisfacer necesidades particulares (Blackboard, 2011).

2.3.5.3. Claroline

Es una plataforma de aprendizaje y trabajo virtual de código abierto y software libre que permite a los formadores construir cursos en línea y gestionar las actividades de aprendizaje y colaboración en la web (Claroline, 2011).

2.3.5.4. Tabla comparativa de características

En la tabla 2.1 se presenta las funcionalidades principales de los LMS descritos anteriormente y las características con las que cuenta EDUMAT-LE, con el objetivo de hacer notar las similitudes y diferencias entre estos. EDUMAT-LE cuenta con algunas características de LMS como es el registro de usuarios, la creación de grupos, la mensajería instantánea y la importación y exportación de contenido. Así mismo, cuenta con características que el LMS no posee, como es la interoperabilidad, el soporte a móviles y la recomendación de OA.

Tabla 2.1: Tabla comparativa de LMS y EDUMAT-LE

Característica	Moodle	Blackboard	Claroline	EDUMAT-LE
Creación y diseño de cursos	X	X	X	
Registro de usuarios	X	X	X	X
Creación de grupos	X	X	X	X
Gestión de tareas	X	X	X	
Gestión de evaluaciones	X	X	X	
Foros	X	X	X	
Mensajería instantánea	X	X	X	X
Respaldo	X	X		
Restauración	X			
Importación	X	X	X	X
Exportación	X	X	X	X
Interoperabilidad				X
Soporte a móviles				X
Recomendación de OA				X

Capítulo 3

Arquitectura de EDUMAT-LE

Como se describió en el capítulo 2, la arquitectura es la representación de los elementos que conforman a un sistema y la relación que existe entre dichos elementos. Es la base del funcionamiento de un software y por tanto, su diseño y estructuración deben hacerse considerando los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema a desarrollar.

EDUMAT-LE (EDUMAT's Learning Environment) es un Ambiente de Aprendizaje tipo portal web cuya arquitectura está integrada de los servicios, componentes y recursos que ofrecen las arquitecturas de los Ambientes de Aprendizaje Supersabios, Síndrome y q-IUM, los cuales fueron explicados en la sección 2.2. No obstante, es importante aclarar que inicialmente se tenía contemplado hacer también la integración de las arquitecturas de la Plataforma Interactiva de Aprendizaje para el Cálculo (PIAC) y Los números también cuentan (ver sección 2.2), pero no se logró contactar a las personas responsables de su desarrollo.

En las siguientes secciones se presentan los pasos que llevaron al diseño arquitectónico de EDUMAT-LE. En primer lugar, se presentan unos diagramas que permitieron definir como debería ser la interacción del usuario con el software. En seguida se presentan los diseños arquitectónicos de los Ambientes de Aprendizaje. Posteriormente se presenta el bosquejo arquitectónico de EDUMAT-LE, y finalmente se describe la incorporación de servicios adicionales a la nueva arquitectura.

3.1. Interacción del usuario con EDUMAT-LE

Los requerimientos que debe cumplir EDUMAT-LE se relacionan con las funcionalidades que ofrecen los Ambientes de Aprendizaje que se integraron, es decir, debe permitir el envío de aplicaciones a dispositivos móviles, la generación y consulta de

perfiles de aprendizaje y la personalización del espacio de trabajo. Así mismo, debe permitir la búsqueda de material educativo en repositorios externos. Con el objetivo de ilustrar sus funcionalidades, se diseñó un diagrama donde se representan los diferentes casos de uso que deben poder realizar los usuarios (ver figura 3.1). Un profesor debe ser capaz de registrar dispositivos móviles, enviar aplicaciones a los dispositivos, utilizar la mensajería instantánea, realizar búsquedas de objetos de aprendizaje (OA) en repositorios externos, importar y exportar contenido, administrar información de estudiantes y de grupos, personalizar su espacio de trabajo dentro del portal, autenticarse e interactuar con OA dentro del portal y a través de dispositivos móviles. Por su parte, el estudiante debe ser capaz de generar y consultar su perfil de aprendizaje, y al igual que el profesor, autenticarse e interactuar con OA dentro del portal y en dispositivos móviles como celulares.

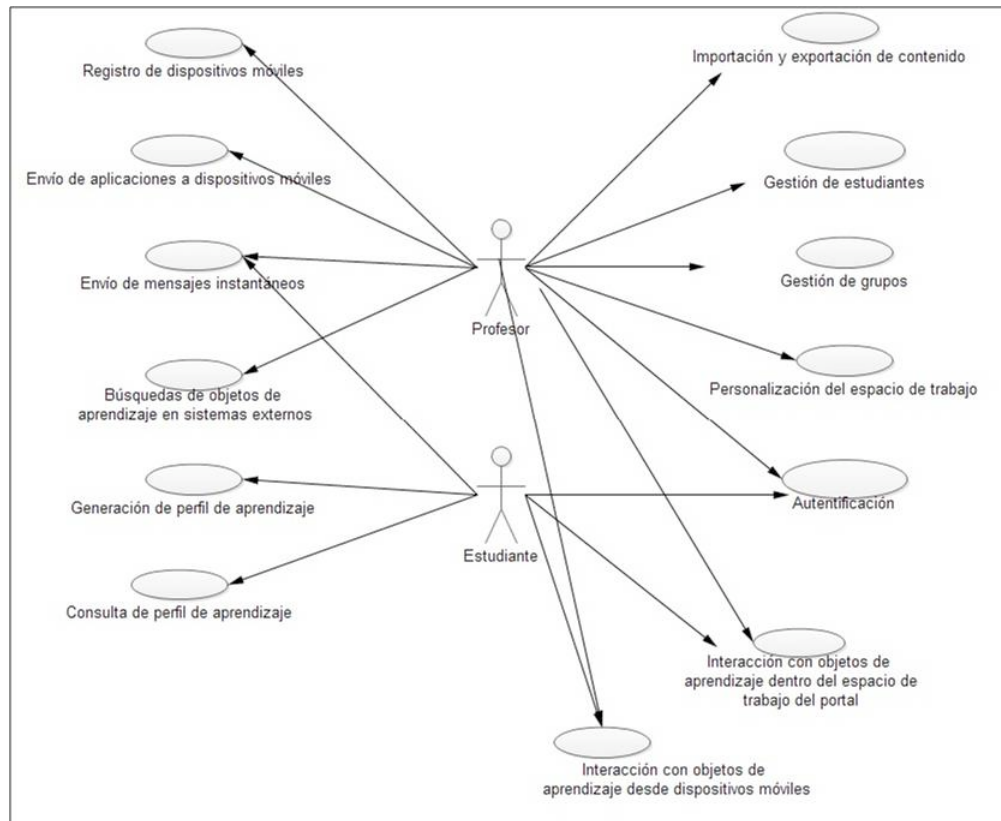


Figura 3.1: Diagrama de casos de uso de EDUMAT-LE

Posteriormente, para comprender algunos de los casos de uso fue necesario elaborar diagramas de actividades para representar la interacción con el usuario y EDUMAT-LE (ver figuras 3.12, 3.3 y 3.4).

El caso de autenticación es el más sencillo de todos, únicamente se trata de solicitar

un nombre de usuario y una contraseña para validar la identidad de quién intenta entrar al sistema, y en caso de ser Profesor, presentarle las opciones para la gestión de estudiantes y grupos.

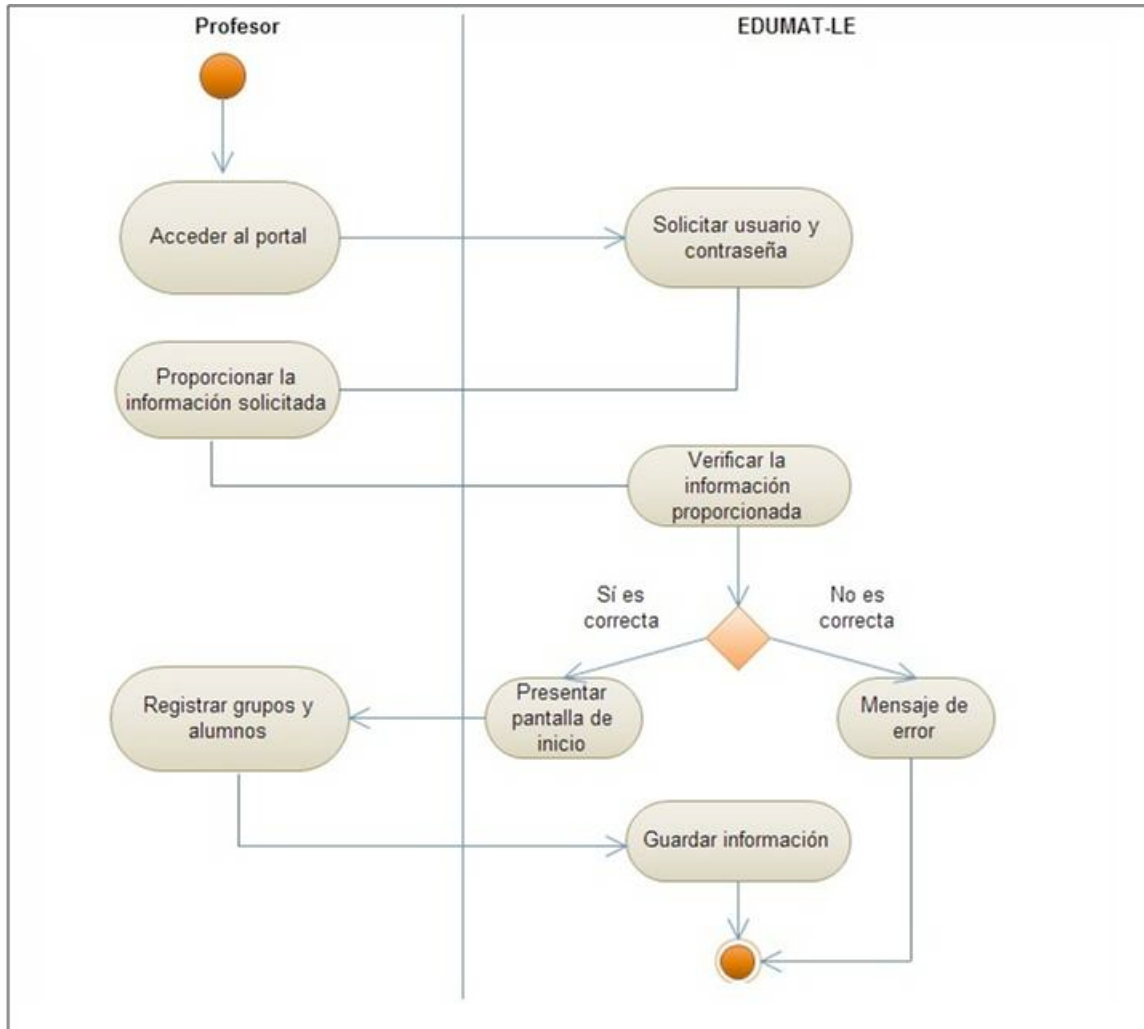


Figura 3.2: Diagrama de actividades para la autenticación.

En los casos de generación y consulta de perfiles de aprendizaje, el sistema presenta un cuestionario que debe responder el estudiante. En base a sus respuestas se genera su perfil. Con este perfil, el sistema puede recomendar al estudiante algún OA que le ayude a comprender mejor un tema. El estudiante puede acceder y utilizar los OA que se le recomienden.

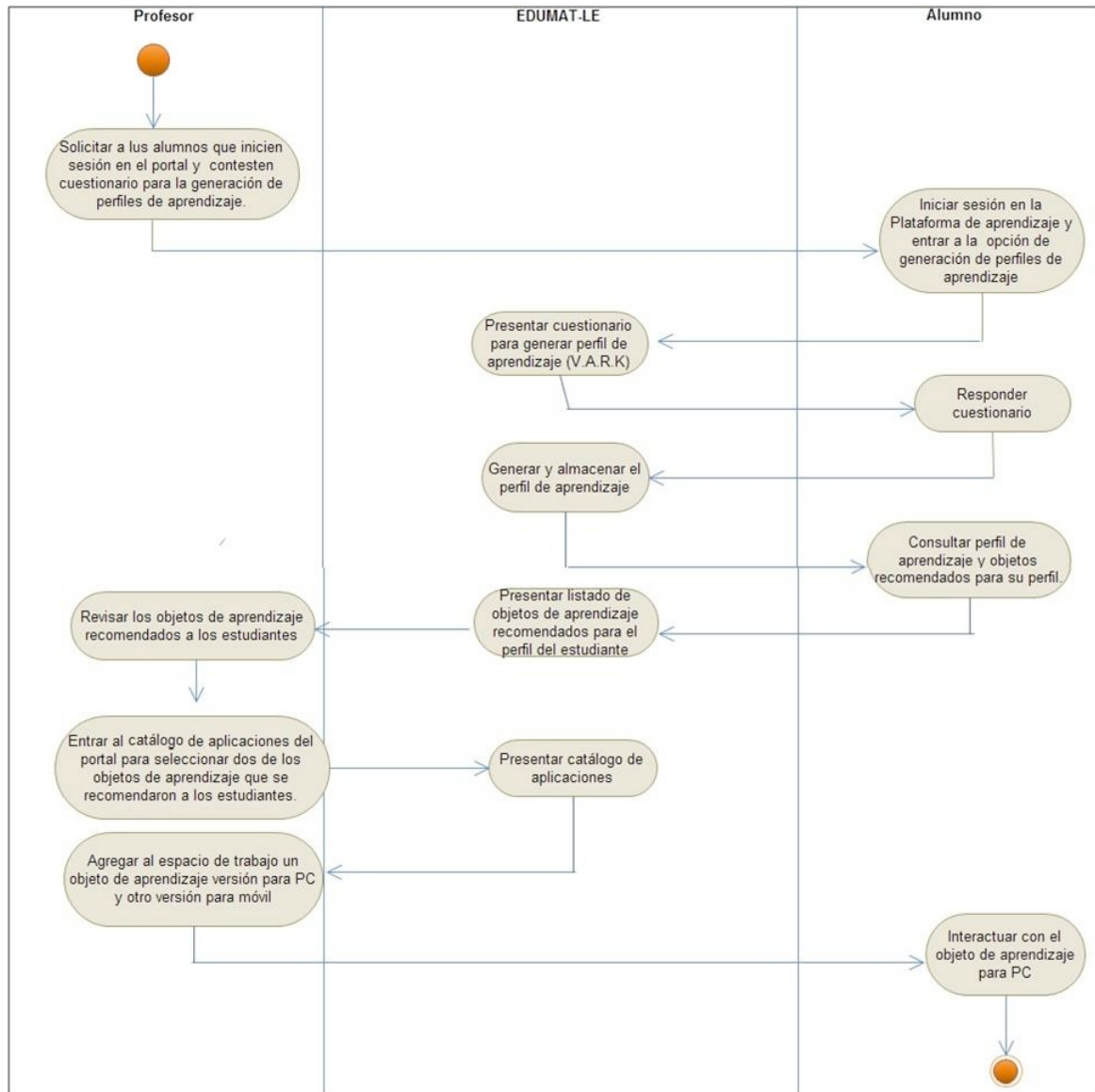


Figura 3.3: Diagrama de actividades para la generación y consulta de perfiles de aprendizaje.

Los casos de registro de dispositivos móviles y envío de aplicaciones a éstos, son los más complejos, ya que involucra una serie de configuraciones en el portal y en los dispositivos para que se logre que éstos interactúen. Primeramente el profesor debe registrar los dispositivos de los estudiantes, para esto, se requiere que los dispositivos (pueden ser celulares) cuenten con la interfaz de comunicación Bluetooth, que es la utilizada por el ambiente q-IUM. Una vez realizado el registro, el profesor puede enviar a los estudiantes aplicaciones para que trabajen con ellas en sus dispositivos móviles.

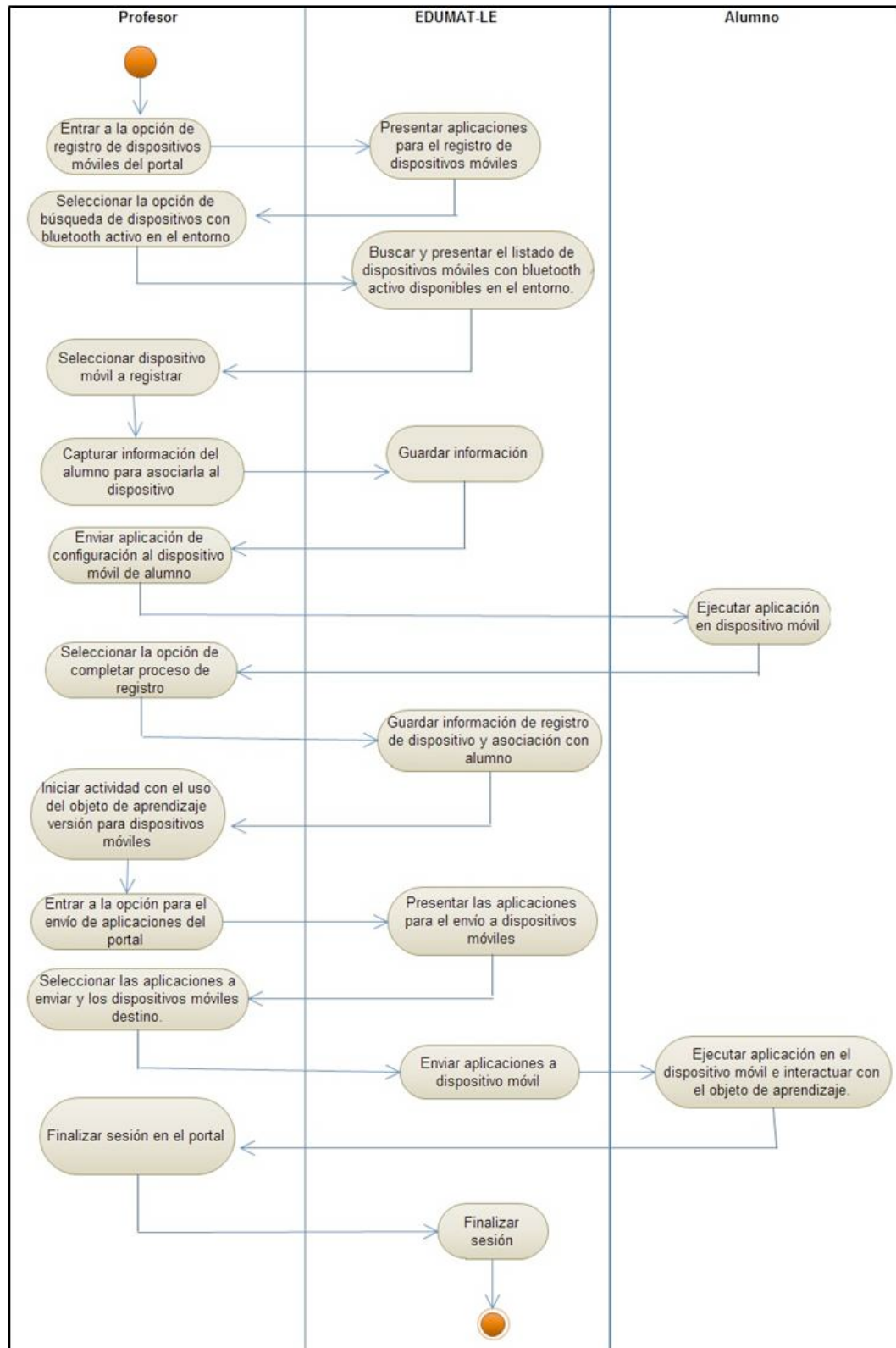


Figura 3.4: Diagrama de actividades para el registro de dispositivos móviles y envío de aplicaciones.

3.2. Antecedentes arquitectónicos de EDUMAT-LE

La arquitectura de EDUMAT-LE está conformada de los servicios, componentes y recursos ofrecidos por las arquitecturas de Síndrome, Supersabios y q-IUM, así como de algunos servicios adicionales. Se debe aclarar que los Ambientes de Aprendizaje mencionados pueden funcionar de manera individual, pero no existe una dependencia entre éstos y el nuevo portal. En las siguientes secciones se explican las arquitecturas integradas.

3.2.1. Arquitectura de los Ambientes de Aprendizaje del grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI)

Las arquitecturas de Síndrome y q-IUM están estructuradas en capas y utilizan servicios web. Las figuras 3.5 y 3.6 muestran el diagrama arquitectónico de ambas.

Síndrome ofrece servicios para la generación y almacenamiento de perfiles de aprendizaje, así como la administración de metadatos de objetos de aprendizaje (OA). Por su lado, el Ambiente q-IUM provee servicios para el registro de dispositivos móviles, así como el listado y envío de aplicaciones.

Por su parte, Supersabios posee una arquitectura modular, basada en componentes con un esquema cliente-servidor. El componente que interesa para este trabajo es el que provee el soporte para Supersabios sea ejecutado como una aplicación web. La figura 3.7 muestra los módulos de este componente. Cada uno provee una serie de servicios, entre estos se encuentra la gestión de contenidos, gestión de sesión, personalización del espacio de trabajo y mensajería instantánea. El principal contenido de este ambiente son los Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (IIDM), que son componentes de software educativo especializados en conceptos matemáticos con un enfoque recreativo (López-Morteo, 2005).

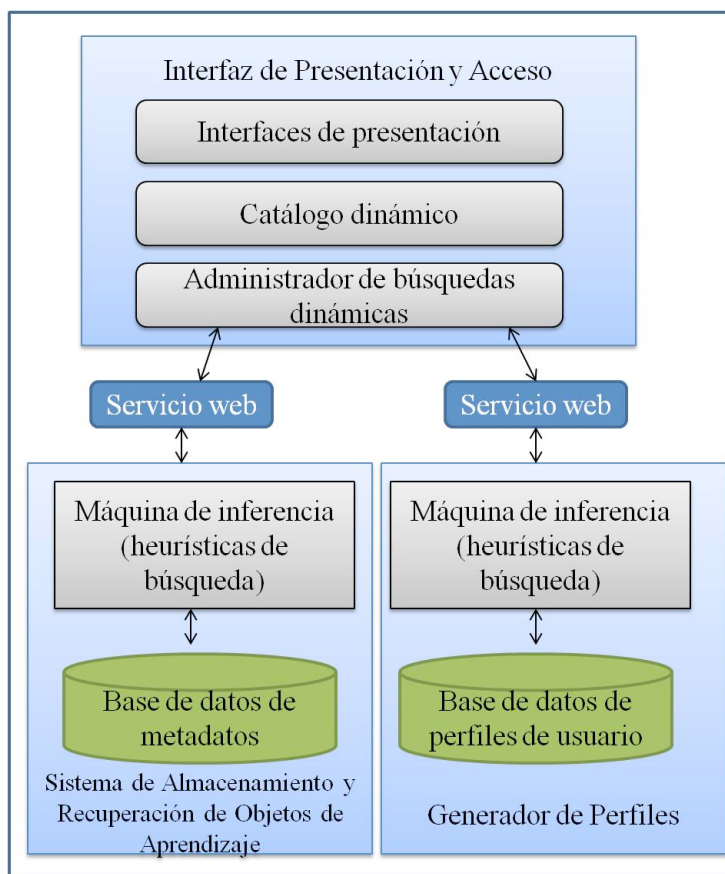


Figura 3.5: Arquitectura de Síndrome.

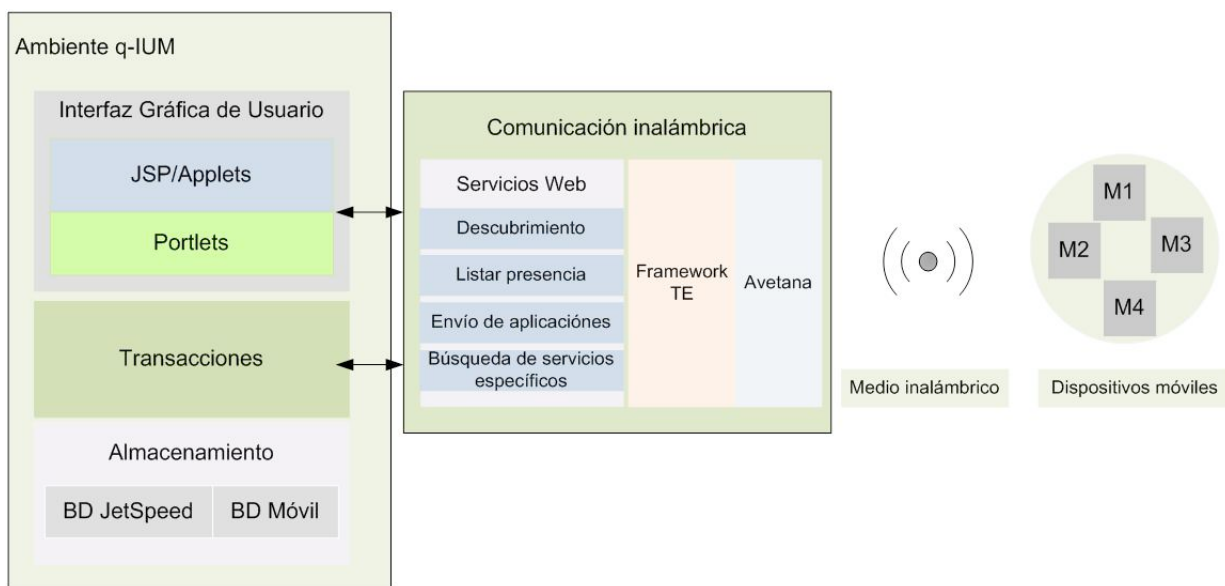


Figura 3.6: Arquitectura del q-IUM

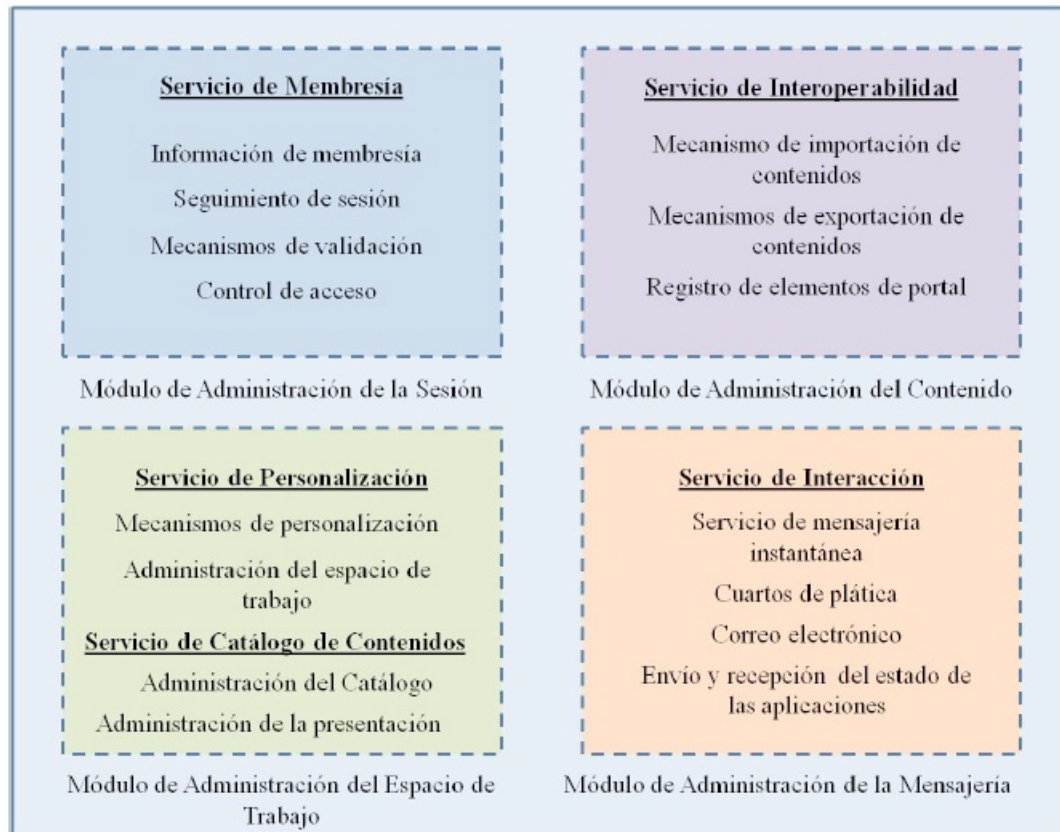


Figura 3.7: Módulo de soporte a la aplicación web de Supersabios.

3.3. Arquitectura de EDUMAT-LE

Con la finalidad de contar con una sola arquitectura, se diseñó y se implementó una nueva, en el cual se encuentran integrados cada uno de los servicios y componentes que conforman a las arquitecturas presentadas en la sección 3.2. Además, se desarrollaron algunos servicios adicionales así como sus interfaces de usuario con la finalidad de extender la funcionalidad del portal. Se desarrolló el componente de administración de la membresía ampliada para extender las funciones administrativas, y se desarrollaron tres servicios web: el servicio de catálogo de metadatos, el servicio de búsqueda en repositorios externos y el servicio de consulta interna desde repositorios externos. La figura 3.8 muestra el diseño arquitectónico conceptual de integración.

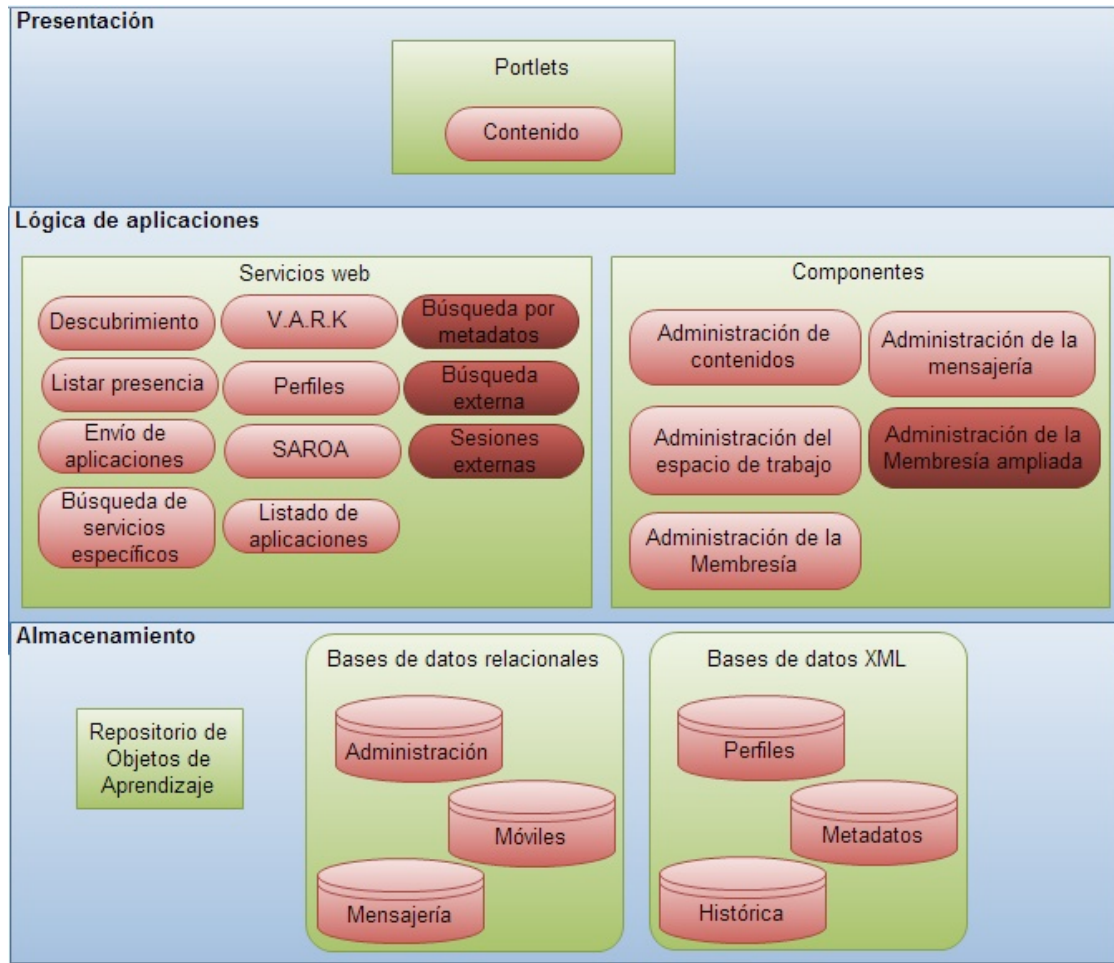


Figura 3.8: Arquitectura conceptual de EDUMAT-LE.

La arquitectura sigue un modelo en capas y está orientada a servicios web y componentes. La capa más baja corresponde al almacenamiento; en ésta se encuentran dos tipos de bases de datos para guardar información, una relacional y otra de archivos en Lenguaje de Etiquetado Extensible (XML por sus siglas en inglés Extensible Markup Language), además de contar con un repositorio para el almacenamiento de OA. La capa intermedia corresponde a la lógica de aplicaciones; aquí se encuentran tanto los servicios web como los componentes que proporcionan la funcionalidad principal del sistema. El nivel más alto corresponde a la presentación; en él se encuentran los componentes (portlets) con los que el usuario interactúa para la búsqueda y recuperación de información.

La tabla 3.1 muestra a qué Ambiente de Aprendizaje pertenecen originalmente los servicios y componentes de la arquitectura de EDUMAT-LE. Los casos marcados con N/A se refieren a los servicios que se desarrollaron para EDUMAT-LE y que no se encuentran en los otros sistemas.

Tabla 3.1: Componentes y servicios de la arquitectura de EDUMAT-LE y su correspondencia con la arquitectura de Supersabios, Síndrome y Ambiente q-IUM.

	EDUMAT-LE	Supersabios	Síndrome	q-IUM
Almacenamiento	Base de datos Administración	X	X	X
	Base de datos Móviles			X
	Base de datos XML	X		
	Base de datos Mensajería	X		
	Repositorio de Objetos de Aprendizaje	X		
Lógica de aplicaciones	Servicio de Descubrimiento			X
	Servicio de Listar presencia			X
	Servicio de Envío de aplicaciones			X
	Servicio de Búsqueda de servicios específicos			X
	Servicio de Listado de aplicaciones			X
	Servicio de cuestionario V.A.R.K		X	
	Servicio de Perfiles		X	
	Servicio de SAROA		X	
	Servicio de Catálogo de metadatos	N/A	N/A	N/A
	Servicio de Búsqueda externa	N/A	N/A	N/A
	Servicio de Consulta externa	N/A	N/A	N/A
	Componente de Administración de contenidos	X		
	Componente de Administración del espacio de trabajo	X		
	Componente de Administración de la membresía	X		
	Componente de Administración de la mensajería	X		
	Componente de Administración de la membresía ampliada	N/A	N/A	N/A
Presentación	Portlets	X	X	X
	Contenido: JSP	X	X	X
	Contenido: Applets	X		X
	Contenido: HTML	X		
	Contenido: XML	X		

En las siguientes secciones se describen cada uno de los elementos que integran a las capas de la arquitectura propuesta.

3.4. Capa 1: Almacenamiento

Como su nombre lo indica, se encarga del almacenamiento de la información del sistema así como del acceso a ella. Recibe solicitudes de almacenamiento y recuperación de información desde la capa de Lógica de aplicaciones. En ella se encuentran las bases de datos relacionales, las XML y el repositorio de objetos de aprendizaje (ROA), a continuación se describen.

Administración: Es una base de datos utilizada para el almacenamiento de información relacionada con la administración de usuarios, grupos, roles, dispositivos móviles, aplicaciones, sesiones, permisos y estadísticas. Como se observa en la tabla 3.1, Supersabios, Síndrome y q-IUM, cuentan con su propia base de datos Administración, no obstante, q-IUM adicionalmente incorpora una tabla para el almacenamiento de información sobre dispositivos móviles.

Móviles: Es utilizada para almacenar la información del usuario y su dispositivo móvil, así como para el almacenamiento de aplicaciones educativas y datos referentes a ellas. Esta base de datos originalmente pertenece al q-IUM.

XML: Cuenta con las siguientes bases de datos de archivos XML: “Perfiles”, para el almacenamiento de la información referente a las preferencias de aprendizaje de cada usuario, “Metadatos” para el resguardo de los metadatos correspondientes a los OA registrados en el sistema e “Histórica” para el almacenamiento de la información de creación y modificación en “Perfiles”. Estas bases de datos fueron tomadas de Síndrome.

Mensajería: Guarda información relacionada con el envío de mensajes instantáneos entre los usuarios. Pertenece a Supersabios.

ROA: Corresponde al almacenamiento de los OA como es el caso de los Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (IIDM) o de cualquier otro. El almacenamiento es realizado en una carpeta ubicada en el servidor de aplicaciones. En un principio el ROA pertenecía a Supersabios.

3.5. Capa 2: Lógica de aplicaciones

Es en la capa intermedia de la arquitectura donde se llevan a cabo las principales funciones de EDUMAT-LE. Se encarga de recibir peticiones del usuario desde la capa de presentación, de realizar procesos en base a las peticiones y de proporcionar resultados

tras ejecutar los procesos. Aquí se encuentran los servicios que fueron tomados de la arquitectura individual de cada Ambiente de Aprendizaje integrado. Ha sido dividida en tres tipos de componentes: servicios web, componentes internos y componentes externos, mismos que serán explicados a continuación.

3.5.1. Servicios web

Un servicio web es definido por el World Wide Web Consortium¹ (W3C) como un sistema de software cuyas interfaces se pueden definir, describir y descubrir mediante documentos XML. Permite la interacción máquina a máquina en una red a través de la aplicación de estándares y protocolos. Para que pueda ser utilizado requiere ser descrito utilizando un lenguaje estandarizado. Su descripción debe ir en un documento llamado WSDL (por sus siglas en inglés Web Services Description Language) el cual es sugerido por la W3C y se trata de un formato XML donde se definen los métodos, mensajes y protocolos utilizados por el servicio. Dicho documento debe estar disponible a través de una red como Internet. Los servicios web son invocados por aplicaciones conocidas como sus clientes.

Algunos de los servicios web representados en la capa de lógica de aplicaciones de la figura 3.8, han sido tomados de la arquitectura individual del Ambiente Síndrome y del Ambiente q-IUM (véase tabla 3.1). Así mismo, se encuentran los servicios adicionales Catálogo de Metadatos, Búsqueda Externa y Consulta Externa. Para explicar cada uno de los servicios web que componen a la arquitectura, se han agrupado de acuerdo a la funcionalidad que proveen en: servicios para el soporte a móviles, servicios para la recomendación de OA y servicios para la comunicación con sistemas externos. En las siguientes subsecciones se describe cada uno de los grupos.

3.5.1.1. Servicios para el soporte a móviles

Los servicios que a continuación se describen son los que fueron tomados de la arquitectura Ambiente de Aprendizaje q-IUM (Ruelas-Gómez y López-Morteo, 2009).

- Descubrimiento: Es utilizado para obtener una lista de los dispositivos móviles que tienen activada alguna interfaz de comunicación (por ejemplo Bluetooth) y que fueron encontrados en el medio ambiente o contexto. Inclusive, permite el registro de los dispositivos móviles en la plataforma de aprendizaje.

¹W3C disponible en: <http://www.w3.org/>

- Listar presencia: Permite obtener una lista a partir de los dispositivos móviles de los estudiantes encontrados dentro del contexto y que hayan sido previamente registrados en la plataforma de aprendizaje.
- Envío de aplicaciones: Se encarga de enviar aplicaciones al conjunto de dispositivos móviles de los estudiantes previamente designados.
- Búsqueda de servicios específicos: Se encarga de buscar en el contexto un servicio específico, mismo que se refiere a los servicios ofertados por los dispositivos que cuentan con conectividad Bluetooth.
- Listar aplicaciones almacenadas: Permite obtener una lista de las aplicaciones educativas almacenadas en la base de datos Móviles.

3.5.1.2. Servicios para la recomendación de OA

Estos servicios fueron tomados de la arquitectura de Síndrome (López-Morteo et al., 2007).

- V.A.R.K: Se encarga de la generación de perfiles de acuerdo al estilo de aprendizaje de los estudiantes. Para hacerlo, se apoya en el uso del cuestionario V.A.R.K, un instrumento que apoya a determinar las preferencias de modalidad sensorial (Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic) de una persona a la hora de procesar información. Por tanto, cuando un usuario responde el cuestionario, en base a sus respuestas se le asignan diferentes puntuaciones que permiten determinar que tan visual, auditivo, kinestésico u orientado a la lectura y escritura es su estilo particular de aprendizaje.
- Perfiles: Almacena para cada estudiante un perfil que está formado por datos generales (edad, sexo, grado de estudio, tema, etc.), más los valores resultantes del cálculo del cuestionario V.A.R.K. Sus funciones principales son: validación dentro del proceso de registro, recuperación del perfil de usuario consultando a la base de datos, estructuración del perfil para mostrarlo en la interfaz de usuario, y almacenamiento y/o borrado de perfiles dentro del proceso de actualización. Adicionalmente, mantiene el historial de creación y modificación de los registros de los perfiles.
- SAROA: Se encarga de dos funcionalidades principales, la primera corresponde a la administración de colecciones. Ésta permite al administrador navegar a través de una la lista de colecciones de metadatos de OA almacenados en la base de

datos XML. Así mismo, permite la creación, edición en línea, y eliminación de metadatos para algún OA. La segunda funcionalidad corresponde a la Máquina de inferencia. Ésta define algoritmos basados en heurísticas para la búsqueda en la base de datos metadatos a partir de información enviada desde la interfaz de usuario.

3.5.1.3. Servicios para la comunicación con sistemas externos

Estos son precisamente los servicios adicionales que se desarrollaron para EDUMAT-LE. Por tanto, se dedica una sección del capítulo 4 para presentar el detalle de su desarrollo. A continuación se describen brevemente los servicios:

- Catálogo de metadatos: Permite la búsqueda de metadatos de OA en la base de datos “Metadatos” mediante la especificación de diferentes parámetros, y los resultados los presenta en un catálogo donde el usuario tiene acceso a visualizar el OA y sus correspondientes metadatos.
- Búsqueda externa: Admite que sistemas externos se comuniquen con EDUMAT-LE para realizar búsquedas en el ROA de la capa de Almacenamiento.
- Sesiones externas: Se encarga de gestionar el inicio y fin de las sesiones de búsquedas iniciadas por sistemas externos.

3.5.2. Componentes

De acuerdo con Szyperski-Clemens (1998) un componente “es una unidad de composición de aplicaciones software, que posee un conjunto de interfaces y un conjunto de requisitos, y que ha de poder ser desarrollado, adquirido, incorporado al sistema y compuesto con otros componentes de forma independiente, en tiempo y espacio”.

A continuación se describen los componentes de la arquitectura, los cuales permiten la administración del contenido, espacio de trabajo, membresía y mensajería.

3.5.2.1. Administración del contenido

Se encarga de la exportación, importación y registro de los contenidos en el catálogo de contenidos del sistema. También, se encarga de proveer el contenido al espacio de trabajo, poniendo a disposición el cuerpo de los OA en formato HTML. A través de este componente, se podrían incorporar portlets para visualizar cualquier tipo de OA, ya sea relacionados con temas de matemáticas, física, química u otras, y también

para cualquier nivel educativo como primaria, secundaria, preparatoria, licenciatura y posgrado, incluso se podrían incorporar portlets de cualquier tema, no necesariamente OA.

3.5.2.2. Administración del espacio de trabajo

Se encarga de generar el espacio de trabajo y de proveer los mecanismos necesarios para su personalización, entre los que se encuentra la elección del esquema de acomodo del contenido y el esquema de colores de la interfaz de usuario. Adicionalmente, contiene los mecanismos para buscar, agregar y eliminar contenidos en el espacio de trabajo.

3.5.2.3. Administración de la membresía

Tiene la función de proveer los mecanismos para el manejo de la sesión de usuario. Provee la interfaz para crear, almacenar, editar y acceder a la información personal del usuario, incluyendo su clave de acceso y la contraseña, su correo electrónico y la actividad de la sesión. Administra los grupos de usuarios, sus roles y los mecanismos de control de acceso al contenido. Los roles de los usuarios pueden ser de tipo administrador, usuario e invitado.

3.5.2.4. Administración de la mensajería.

Se encarga de la administración de mensajes entre los usuarios y entre las aplicaciones multiusuario provistas por específicos OA. Provee el soporte para el envío y recepción de mensajes instantáneos y correo electrónico, para permitir la interacción dentro del sistema y solamente entre usuarios registrados.

3.5.2.5. Administración de la membresía ampliada

Proporciona un conjunto aplicaciones que permiten extender las características de la administración de la membresía. Es un componente adicional, por tal motivo se explicará a detalle en la sección 4.1 del capítulo 4. En seguida se describen sus características principales:

- Rol de maestro y estudiante: Esta característica permite el registro de usuarios en la plataforma con el rol de profesor o estudiante ya que los Ambientes de Aprendizaje que se integraron solo aceptan el rol de usuario, administrador e invitado. El rol de profesor tiene acceso a todas las funciones administrativas del portal, las cuales solo podían ser utilizadas por usuarios con rol de administrador.

- Administración para profesores y estudiantes. Se desarrolló un conjunto de aplicaciones para uso restringido de profesores, mediante las cuales éste puede llevar un control de escuelas, grupos y estudiantes. Adicionalmente, se desarrolló una aplicación administrativa para uso de estudiantes, mediante la cual tienen acceso a información de los grupos en los que están inscritos.

3.6. Capa 3: Presentación

En la capa de presentación se encuentran los elementos con los que el usuario interactúa directamente para tener acceso a las funcionalidades de la Capa Lógica de aplicaciones. Está conformada por portlets, los cuales son aplicaciones que proporcionan servicios e información para ser presentados en la página de un portal web (ver sección 2.1.9). A través de los portlets, se presenta al usuario la información proveniente de archivos HTML, XML, JSP o Applets de Java traídas de los Ambientes de Aprendizaje integrados y de interfaces que se desarrollaron para interactuar con los servicios y componentes adicionales. Así mismo, el usuario puede acceder a las funcionalidades de los servicios web y componentes interactuando con los portlets. En las tablas 3.2 y 3.3 se presenta la descripción de los portlets que forman parte de la capa de presentación y su correspondencia con los Ambientes de Aprendizaje que se integraron. Se indica qué tipo de archivos son y a qué funcionalidad apoyan. Los que están marcados con N/A no existían y se desarrollaron, y los que están marcados con A, se actualizaron para su integración. En el apéndice B se pueden visualizar las imágenes correspondientes.

Tabla 3.2: Portlets de la capa de presentación de EDUMAT-LE.

Característica	Portlets en EDUMAT-LE	Descripción	Tipo	Supersabios	Síndrome	q-IUM
Soporte al uso de dispositivos móviles	1. Listado de dispositivos móviles.	Permite iniciar una búsqueda de dispositivos móviles en el entorno y presentar un listado de los dispositivos que han sido encontrados.	Portlet JSP			A
	2. Registro de estudiantes y sus dispositivos móviles.	Posibilita el registro de dispositivos móviles de manera parcial, ya que se requiere de otras aplicaciones para que se complete.	Portlet JSP			A
	3. Desplegar servidor de configuración.	Se utiliza para enviar a los dispositivos registrados de manera parcial, una aplicación que los configura para que posteriormete se facilite su registro total.	Portlet JSP			A
	4. Completar proceso de registro.	Obtiene información de los dispositivos móviles que recibieron la aplicación de configuración, así como completar el proceso de registro.	Portlet JSP			A
	5. Registro de aplicaciones.	Se usa para el registro en la base de datos aplicaciones que pueden ser enviadas y utilizadas en dispositivos móviles.	Portlet JSP			A
	6. Desplegar aplicaciones.	Admite el envío de aplicaciones a los dispositivos móviles.	Portlet JSP			A
Soporte a la recomendación de OA.	7. Cuestionario V.A.R.K.	Presenta un cuestionario con 13 preguntas que el usuario debe responder para que se genere su perfil de aprendizaje.	Portlet JSP		X	
	8. Perfil de aprendizaje.	Permite al usuario consultar su perfil de aprendizaje y que se le recomiende un OA.	Portlet JSP		A	
Personalización del espacio de trabajo	9. Catálogo de portlets.	Muestra un listado de portlets de entre los cuales el usuario puede seleccionar aquellos que desee agregar a su espacio de trabajo.	Portlet JSP	A		

Tabla 3.3: Portlets de la capa de presentación de EDUMAT-LE (Continuación).

Característica	Portlets en EDUMAT-LE	Descripción	Tipo	Supersabios	Síndrome	q-IUM
Mensajería instantánea	10. Mensajero.	Facilita el intercambio de mensajes entre los usuarios del portal web.	Portlet Applet	A		
Disponibilidad de objetos de aprendizaje	11. Conjunto 1 de IIDM.	Presenta cuatro OA del área de matemáticas que utilizan Applets de Java para simular alguna situación en particular.	Portlet Applet	A		
	12. Conjunto 2 de IIDM.	Contiene 3 OA del área de matemáticas que utilizan archivos en HTML para presentar información sobre algún tema en particular.	Portlet HTML	A		
	13. Conjunto 3 de IIDM.	Tiene 6 OA del área de matemáticas que utilizan archivos en XML para presentar información sobre algún tema en particular.	Portlet XML	A		
Soporte a la comunicación con sistemas externos.	14. Búsqueda por metadatos (Búsqueda, catálogo y detalle de metadatos)	Permite utilizar metadatos como términos para buscar OA en el repositorio de la capa de almacenamiento y presentarlos en un catálogo.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A
	15. Búsqueda federada (Búsqueda, catálogo y detalle de metadatos, búsqueda técnica, resultados técnicos).	Diseñado para utilizar metadatos como términos para buscar OA en repositorios externos. Es un cliente del servicio web de algún repositorio que admita consultas externas. Son iguales a las del punto anterior y además agrega dos interfaces más: búsqueda y resultados técnicos.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A
Administración	16. Registro de escuelas.	Se aplica para el registro de escuelas en el portal web.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A
	17. Asignación de grupos a la escuela.	Utilizado para la asignación entre escuelas y grupos.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A
	18. Asignación de grupos al profesor.	Usado en la asignación entre grupos y profesores.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A
	19. Gestión de grupos.	Facilita registro y gestión de los estudiantes de un grupo.	Portlet JSP	N/A	N/A	N/A

Capítulo 4

Implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE

En este capítulo se describe al detalle la implementación de la arquitectura del portal web EDUMAT-LE (EDUMAT's Learning Enviroment), misma que integra los servicios, recursos y componentes de las arquitecturas de los Ambientes de Aprendizaje Supersabios, Síndrome y q-IUM descritos en el capítulo 3. En primer lugar, se presenta la descripción de algunos servicios y componentes que se desarrollaron para ampliar la arquitectura y las funcionalidades del portal, y posteriormente se describen las herramientas que dan soporte a su implementación.

4.1. Desarrollo de servicios y componentes adicionales

Se desarrollaron algunas aplicaciones adicionales, con el objetivo de que a partir de ellas, se pueda ofrecer al usuario un mayor número de opciones que apoyen al manejo de una sesión educativa. En esta sección se presenta al detalle los servicios y componentes que se desarrollaron para ampliar las funcionalidades de EDUMAT-LE.

4.1.1. Búsqueda por metadatos

Se trata de un servicio web mediante el cual es posible efectuar una búsqueda en la base de datos “Metadatos” para posteriormente recuperar un objeto de aprendizaje (OA). Se relaciona con portlets de la capa de presentación, el servicio web SAROA y la capa de almacenamiento (véase figura 4.1). Para cumplir con su funcionalidad, el servicio recoge un conjunto de parámetros (corresponden a los metadatos que describen al objeto) que son enviados por el usuario desde la capa de Presentación a través

del portlet de Búsquedas por metadatos (ver figura 4.2), mismo que es un cliente del servicio web. En base a los metadatos, el servicio arma una sentencia de consulta apoyándose con la clase “ProcesamientoBúsqueda” y posteriormente realiza una conexión al servicio web SAROA para enviarle dicha sentencia. SAROA se encarga de recuperar la información correspondiente en la base de datos “Metadatos” y de regresarla al servicio web para que éste la interprete y presente al usuario en forma de catálogo (ver figura 4.3). Posteriormente el usuario puede acceder al OA desde el metadato que describe la ruta donde está ubicado el recurso.

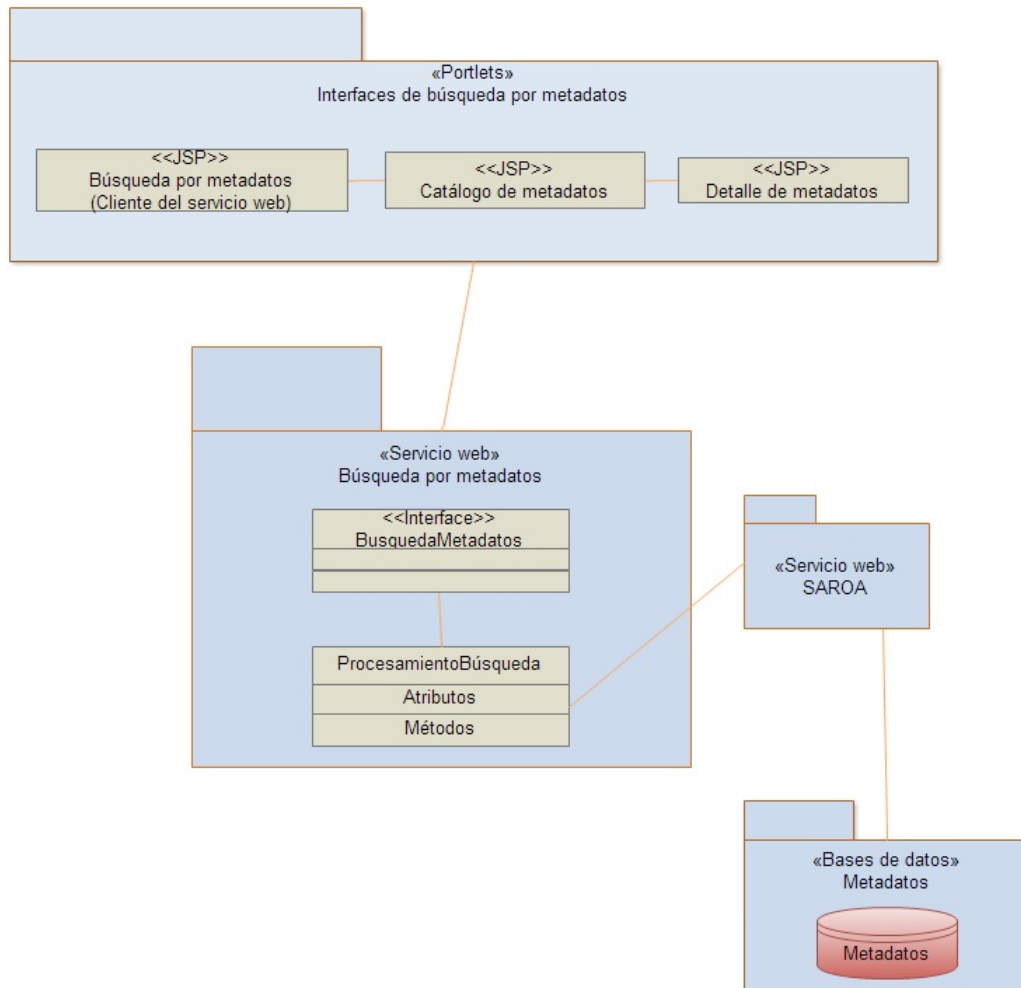


Figura 4.1: Diagrama de los elementos relacionados con el servicio de Búsqueda por metadatos.

OA en EDUMAT-LE

BÚSQUEDA DE OBJETOS DE APRENDIZAJE
[Regresar](#)

General		Ciclo de Vida	
Título:		Estado:	Seleccione una opción
Palabras clave:			
Idioma:	es-Spanish		
Meta-Metadatos		Tecnológica	
Especificación:		Formato del OA:	.htm .html
Idioma:	es-Spanish		
Educativa		Derechos	
Tipo de interactividad:	Seleccione una opción	Costo (Sí, No):	
Tipo de recurso:	Seleccione una opción		
Nivel de interactividad:	Seleccione una opción		
Típico rango de edad:	Inicio: Fin:		
Enviar consulta			

Figura 4.2: Portlet de Interfaces Búsqueda de OA por metadatos- Búsqueda

OA en EDUMAT-LE

OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EDUMAT-LE
[Regresar a la búsqueda](#)

	Título	Tipo de recurso	Formato	Metadatos
1	Conjetura de Polya	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
2	Dinero Facil y los Numeros de Fibonacci	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
3	El Cociente Dorado	Ejercicio	text/html	Ver metadatos
4	El Gran Juego de la CATAFIXIA	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
5	El Rey Shirham y el Ajedrez	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
6	El Teorema de Pitagoras	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
7	En la Búsqueda	Cuestionario	text/html	Ver metadatos

Figura 4.3: Portlet de Interfaces Búsqueda de OA por metadatos- Catálogo

Para realizar la búsqueda, el usuario puede especificar el título del objeto, el idioma, el tipo de recurso, entre otros metadatos (ver figura 4.2). El catálogo con los resultados (ver figura 4.3) enlista el título del o los OA encontrados, el tipo, su formato, así como una liga para acceder a la descripción completa de sus metadatos. Mediante el título se puede acceder a la ubicación del objeto.

4.1.2. Búsqueda externa y Sesiones externas

La funcionalidad de estos dos servicios está enfocada a la interoperabilidad de EDUMAT-LE, es decir, a permitir su comunicación con sistemas externos de manera que puedan intercambiar sus recursos. Por tanto, para su desarrollo se hizo uso de

la especificación SQI (Simple Query Interface), la cual provee un mecanismo para la interoperabilidad que ya ha sido probado por instituciones en el mundo que comparten recursos de aprendizaje almacenados en los repositorios de sus sistemas de software. Ejemplos de estas instituciones son las federaciones ARIADNE y LA FLOR (ver sección 2.3.2). Es necesario hacer esta mención, ya que uno de los objetivos de este trabajo es interoperar con las federaciones mencionadas, por lo que emplear la misma especificación lo facilitó.

La especificación define un estándar y proporciona un API (por sus siglas en inglés Application Programming Interface), los cuales fueron utilizados para desarrollar los servicios web. A continuación se presenta el funcionamiento de SQI para posteriormente describir cómo se implementó en la arquitectura.

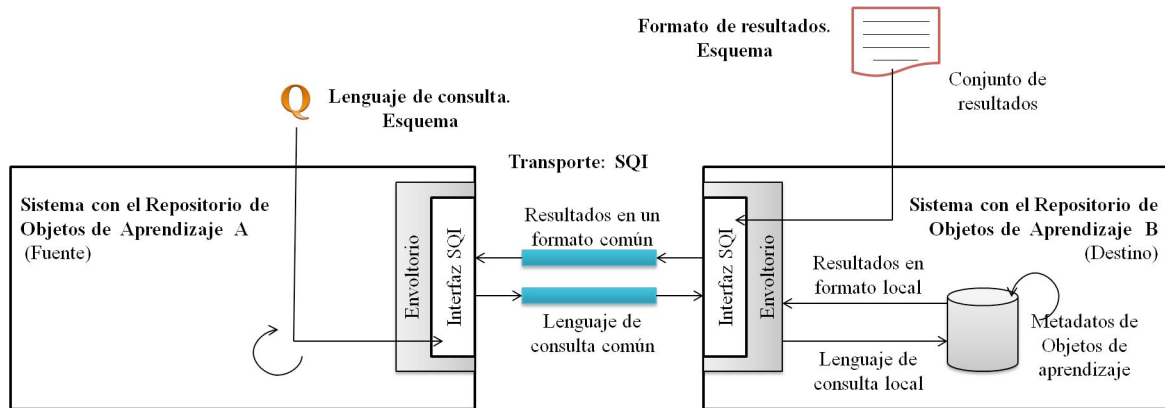


Figura 4.4: Arquitectura de SQI. (Simon et al., 2005a).

SQI involucra distintos elementos para su funcionamiento (ver figura 4.4), entre estos se encuentran:

1. **Interfaz SQI:** Define un conjunto de métodos (abstractos) que deben ser conocidos por el sistema Fuente y el Destino. El API de SQI proporciona los archivos descriptores (WSDL) de dos servicios web con la definición de los métodos (ver tablas 4.1 y 4.2) que deben ser conocidos por ambos repositorios. Dichos métodos deben ser desarrollados (implementados) en un servicio web de acuerdo a las necesidades particulares de cada sistema. Uno de los servicios proporciona los métodos para la gestión de sesiones, y el otro para la gestión de consultas.
2. **Sistema con el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Fuente:** Se denota con la letra “A” en la figura 4.4. Se encarga de solicitar una búsqueda de OA en un Sistema Destino mediante la llamada a los métodos de la interfaz SQI codificados en un servicio web de dicho sistema.

3. Sistema con el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Destino: Mostrado en la figura 4.4 con la letra “B”. Recibe las solicitudes de búsqueda hechas por un sistema Fuente, realiza la búsqueda correspondiente y le devuelve al solicitante los resultados encontrados.
4. Metadatos de Objetos de Aprendizaje: Base de datos que contiene el registro de los metadatos de los OA del repositorio del sistema Fuente.
5. Lenguaje de consulta: El sistema Destino debe utilizar algún lenguaje de consulta interno (local) para realizar búsquedas en la base de datos donde están almacenados los metadatos de sus objetos. No obstante, para que el repositorio Fuente y el Destino se puedan comunicar deben utilizar un lenguaje de consulta estandarizado. El más utilizado es VSQL (Very Simple Query Language) pero SQI es neutral en cuanto al lenguaje utilizado. La figura 4.5 muestra el ejemplo de una sentencia en éste lenguaje. Se utilizan las etiquetas `<simpleQuery>` `</simpleQuery>` para encerrar los términos de búsqueda que a su vez son encerrados en las etiquetas `<term>` `</term>`.
6. Formato de resultados. Al igual que el lenguaje de consulta, el sistema Destino debe utilizar algún formato interno (local) para presentar los resultados encontrados tras hacer una búsqueda. Así mismo, para que los resultados puedan ser interpretados por el sistema Fuente, éstos deben estar en algún formato estandarizado para la definición de metadatos como el IEEE LOM¹. De igual manera, se debe utilizar un esquema estándar para proporcionar los resultados. SQI es neutral en cuanto al esquema y formato.

```
<simpleQuery>
  <term>learning object</term>
  <term>dog</term>
</simpleQuery>
```

Figura 4.5: Ejemplo de sentencia en lenguaje VSQL

¹IEEE Learning Object Metadata, disponible en: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>

Tabla 4.1: Métodos de SQL.

Servicio web	Función	Método	Descripción
Gestión de sesiones	Administrar la sesión	createSession	Se utiliza para autenticar a un sistema externo (Fuente) que intenta conectarse a otro (Destino) mediante un nombre de usuario y contraseña.
		createAnonymousSession	Permite autenticar a un sistema externo (Fuente) que intenta conectarse a otro (Destino) de manera anónima.
		destroySession	Utilizado para destruir la sesión iniciada por el sistema externo.
Gestión de consultas	Configuración de parámetros de consulta	setResultsFormat (String targetSessionID, String resultsFormat)	Admite que el sistema externo indique al Destino el formato en el que se deben producir los resultados. Recibe como parámetros la clave de la sesión actual y el nombre del formato.
		setMaxQueryResults (String targetSessionID, Integer maxQueryResults)	A través de este método el sistema externo indica al Destino la cantidad de resultados que debe generar una búsqueda. Recibe como parámetros la clave de la sesión actual y el número que delimita los resultados.
		setMaxDuration (String targetSessionID, Integer maxDuration)	Posibilita que el sistema externo indique al Destino el tiempo que debe durar una búsqueda en ejecución. Recibe como parámetros la clave de la sesión y el tiempo.
	Consulta síncrona	synchronousQuery (String targetSessionID, String queryStatement)	Se encarga de procesar una solicitud de consulta en base a los valores indicados a través de los métodos de “configuración de parámetros de consulta”. Se le llama síncrono, ya que los resultados de una búsqueda son regresados al Fuente inmediatamente después de hacer la solicitud. Recibe como parámetros la clave de la sesión actual y la sentencia de búsqueda, y regresa los resultados.
		setResultsSetSize (String targetSessionID, Integer resultsSetSize)	Permite que el Fuente indique al Destino el número de resultados que se le deben entregar. Recibe como parámetros la clave de la sesión actual y el número que delimita los resultados.
		getTotalResultCount (String targetSessionID)	Se encarga de contar el número de resultados generados e informarle al repositorio Fuente. Recibe como parámetros la clave de la sesión actual.

Tabla 4.2: Métodos de SQI (Continuación).

Servicio web	Función	Método	Descripción
Gestión de consultas	Consulta asíncrona	asynchronousQuery(String targetSessionID, String queryStatement, String queryID)	Se encarga de procesar una solicitud de consulta en base a los valores indicados a través de los métodos de “configuración de parámetros de consulta”. Se le llama asíncrono, ya que permite que las búsquedas se realicen en diferentes ocasiones, y cada vez que se encuentren nuevos resultados serán regresados al Fuente. Recibe como parámetros la clave de la sesión, la sentencia de búsqueda y una clave para dicha sentencia.
		setSourceLocation (String targetSessionID, String sourceLocation)	Este método permite que el sistema Fuente indique la localización a donde deben ser enviados los resultados de una consulta con el método asynchronousQuery. Recibe como parámetros la clave de la sesión y la localización. Este método debe ser llamado antes que el asynchronousQuery, para que éste conozca a dónde tiene que enviar los resultados.
		queryResultsListener (String queryID, String queryResults)	Facilita que el Fuente reciba e interprete los resultados de una consulta hecha con el método asynchronousQuery. Recibe como parámetros la clave de la sentencia de consulta, y el conjunto de resultados.

Las tablas 4.1 y 4.2 describen los métodos definidos por el API de SQI. Todos éstos deben ser implementados por el sistema que contiene al repositorio Destino y llamados por el Sistema que contiene al repositorio Fuente, salvo en el caso del método “queryResultsListener” que debe ser implementado en el Fuente y llamado por el Destino.

Una vez descrita la funcionalidad de SQI se procederá a describir la metodología seguida para su incorporación a la arquitectura de EDUMAT-LE.

1. Estudio de la especificación SQI: Primeramente, se leyó la especificación de SQI (Simon et al., 2005b) y se buscó información para facilitar su comprensión.
2. Descarga del API de SQI: En seguida se procedió a buscar el API en Internet. Lo que se encontró fueron los archivos WSDL de los servicios web de gestión de consultas y gestión de sesiones.
3. Codificación de los métodos de SQI: Posteriormente se procedió a realizar dos servicios web, el “Búsqueda externa” y “Sesiones externas” utilizando los WSDL

proporcionados por el API. En el primero, se codificaron algunos de los metodos definidos por la interfaz SQI para la gestión de consultas y en el segundo los métodos para la gestión de sesiones (ver tablas 4.1 y 4.2). Los únicos que no se codificaron por cuestiones de tiempo fueron el de “createSession” y los de “consulta asíncrona”. Por tanto, EDUMAT-LE sólo acepta consultas en modo síncrono y en sesiones anónimas. Las figuras 4.6 y 4.7 muestran los diagramas de la clases relacionadas en los servicios desarrollados.

4. Desarrollo de un cliente de SQI: Finalmente, se realizó un cliente (aplicación) que invoca a ambos servicios web, el cual está ubicado en la capa de presentación como un portlet que es llamado “Búsquedas federadas” (véase las tabla 3.2 y 3.3 del capítulo 3) y cuya interfaz tiene la apariencia de las interfaces presentadas en la sección 4.1.1. Mediante este cliente, es posible utilizar la interfaz SQI para solicitar una búsqueda por metadatos en la base de datos “Metadatos” de la capa de Almacenamiento. En primera instancia, se pensará ¿qué utilidad tiene buscar en el repositorio local vía SQI?, no obstante, dicha acción ayudó a validar la funcionalidad de los servicios implementados. Posteriormente se adaptó el cliente para que en lugar de solicitar búsquedas al repositorio local lo hiciera hacia un repositorio externo. Esto se detallará más adelante.

A continuación se describen al detalle los pasos 3 y 4 de la metodología anterior.

4.1.2.1. Codificación de los métodos de SQI

Las clases presentadas en las figuras 4.6 y 4.7 a excepción de “Ticket” y “Busqueda-Métadatos” son las que proporciona el API de SQI para el establecimiento de sesiones y generación de consultas. En el servicio de búsqueda externa se utilizó la clase “Sqi-Target” y “SqiTargetImplementation” para codificar los métodos de “Configuración de parámetros” y “Consulta síncrona” mismos que fueron presentados en la tabla 4.1. Adicionalmente se agregó la clase “BúsquedaMetadatos” para apoyar al procesamiento de consultas y la recuperación de resultados. Por otra parte, en el servicio de sesiones, se utilizó “SqiSessionManagement” y “SqiSessionManagementImplementation” para implementar los métodos de “Gestión de sesiones” (ver tabla 4.1). De igual forma, se agregó la clase “Ticket” para la generación de claves de sesión. El resto de las clases en los diagramas vienen implementadas por defecto y son transparentes para el programador.

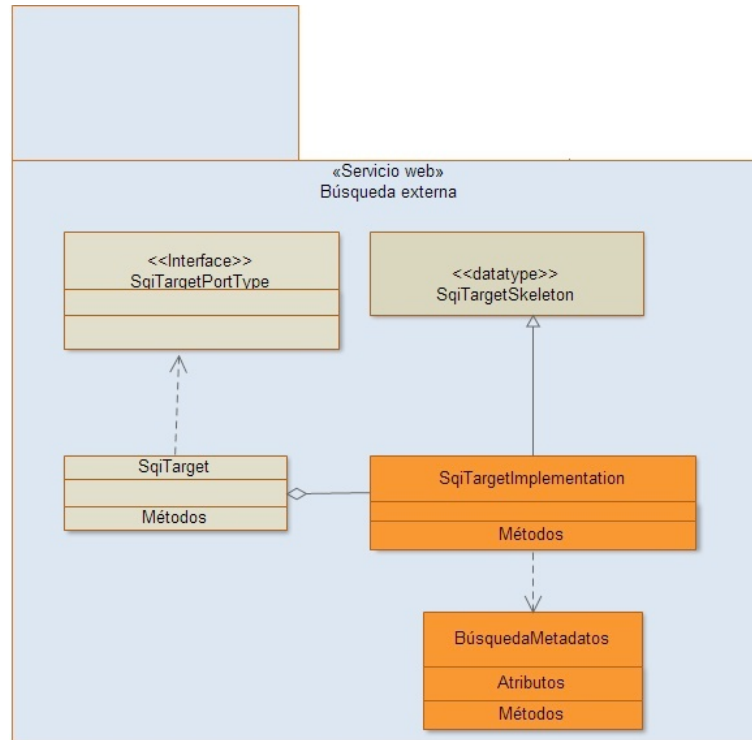


Figura 4.6: Diagrama de clases del servicio “Búsqueda externa”

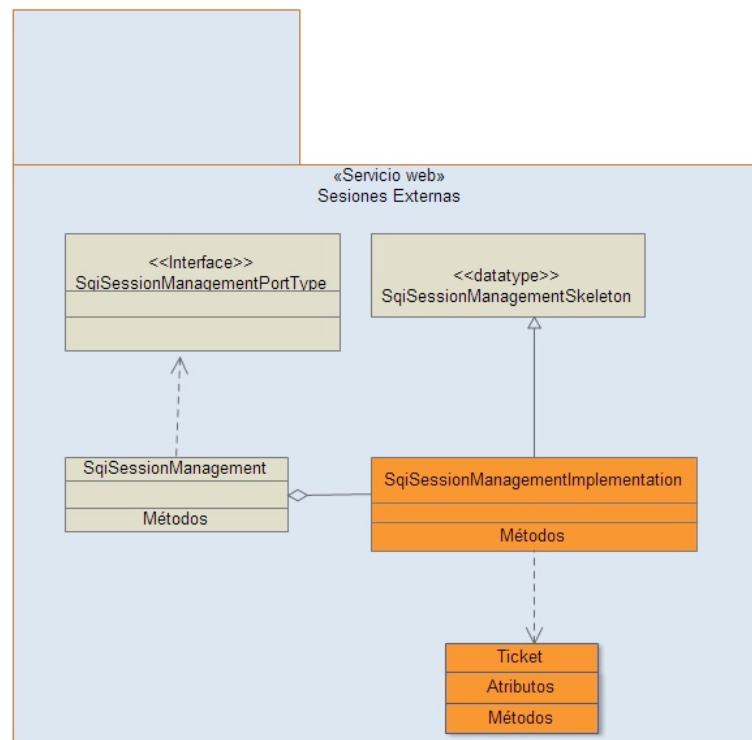


Figura 4.7: Diagrama de clases del servicio “Sesiones externas”

En la figura 4.8 se muestra la adaptación de la arquitectura de SQI para representar la interacción de los servicios desarrollados con los demás elementos de la arquitectura de EDUMAT-LE.

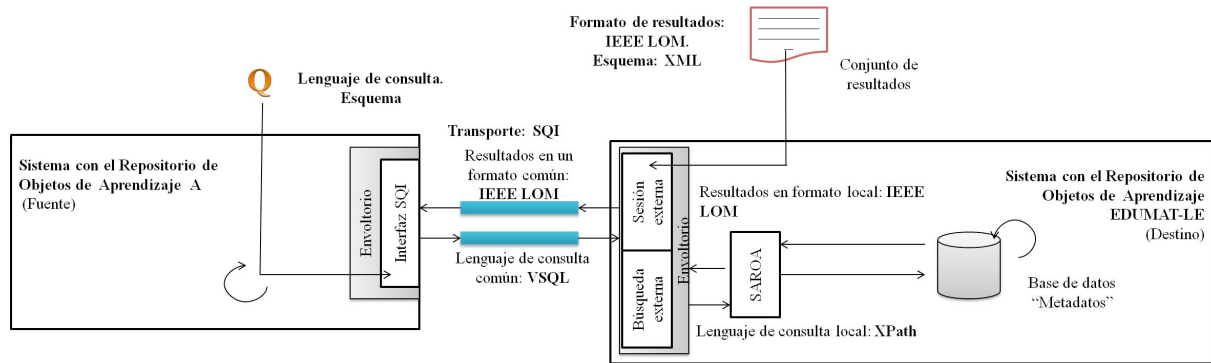


Figura 4.8: Relación de los servicios “Búsqueda externa” y “Sesiones externas” con los elementos de la arquitectura de EDUMAT-LE en una adaptación de la arquitectura de SQI.

Como se observa en la figura 4.8, EDUMAT-LE juega el papel de Sistema Destino. Así mismo, se aprecia que los servicios desarrollados interpretan el formato de resultados de IEEE LOM y el lenguaje de consulta VSQL. A continuación se describe la interacción entre los elementos (ver figura 4.10):

1. Un sistema Fuente debe autenticarse para poder realizar una consulta. Dicha actividad es gestionada por el servicio de Sesión externa a través del método “createAnonymousSession”.
2. Una vez establecida la sesión, el servicio de búsqueda externa recibe llamadas a sus métodos así como parámetros que incluyen las sentencias de consulta en lenguaje VSQL.
3. Posteriormente, convierte la sentencia de búsqueda proveniente en VSQL al lenguaje que interpreta SAROA: XPath, otro lenguaje para interpretar documentos XML (ver figura 4.9).
4. En seguida, se conecta con el servicio web SAROA.
5. SAROA realiza la búsqueda en la base de datos “Metadatos” de la capa de Almacenamiento y regresa los resultados al servicio utilizando el formato de la IEEE LOM con un esquema XML.
6. El servicio de búsqueda externa recibe los resultados y los regresa al sistema Fuente utilizando el mismo formato y esquema anteriores.

7. Éste los recibe y los interpreta.

```
//capitulo[parrafo/*[@href]][@public='si']
```

Figura 4.9: Ejemplo de sentencia en lenguaje XPath.

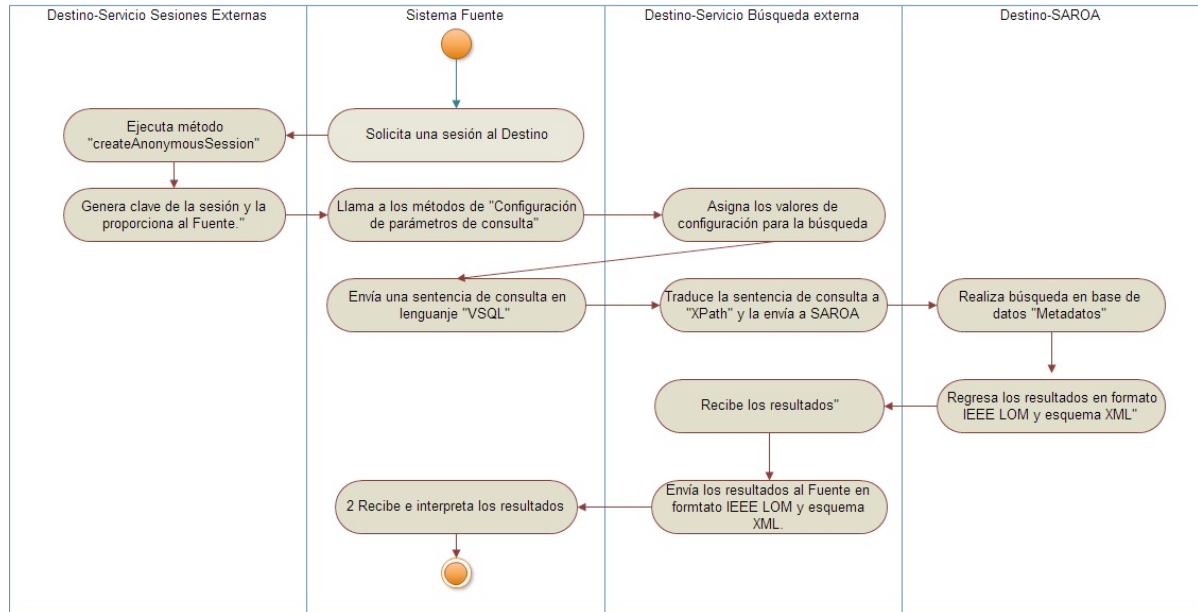


Figura 4.10: Diagrama de actividades que refleja el flujo de pasos seguidos para la interacción con sistemas externos.

4.1.3. Desarrollo de un Cliente SQL.

Para probar el funcionamiento de los servicios web desarrollados, se creó un cliente para consumir ambos servicios y realizar búsquedas en el repositorio de objetos de aprendizaje (local). Posteriormente se adaptó para consumir los servicios web que ofrecen algunas federaciones de repositorios de objetos de aprendizaje (ROA), pero esto será presentado en el capítulo 5.

Para crear el cliente se utilizaron los archivos WSDL de los servicios de búsqueda y sesiones externas, ya que describen los métodos que deben ser llamados para comunicarse con dichos servicios web. Posteriormente se desarrollaron las interfaces de usuario a través de las cuales se pueden hacer las llamadas a los métodos de los servicios de manera gráfica.

Con el desarrollo de este cliente, ahora EDUMAT-LE se convierte en un sistema Fuente, es decir, puede iniciar una consulta en un repositorio externo (ver figura 4.11)

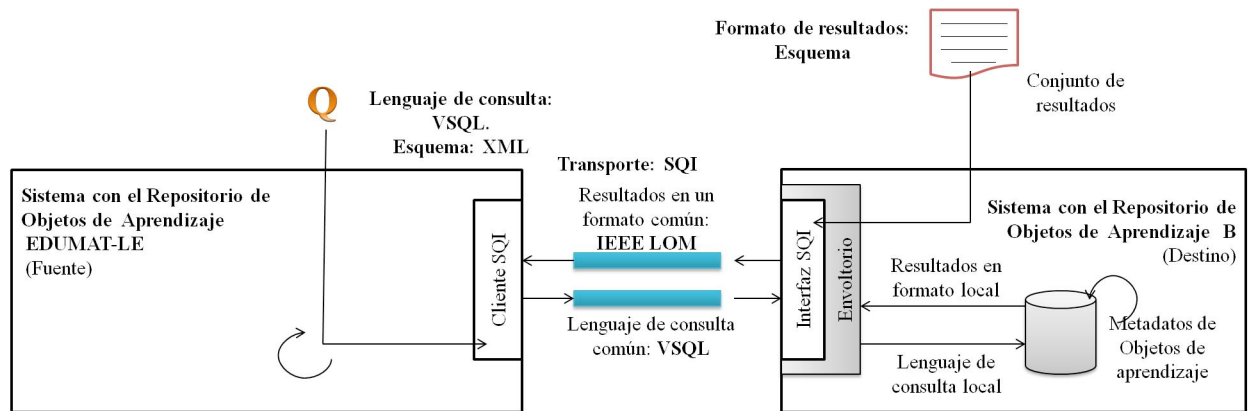


Figura 4.11: EDUMAT-LE como sistema Fuente

Las interfaces del cliente son similares a las presentadas en la sección 4.1.1, con la diferencia de que se les agregó la opción de realizar la búsqueda de manera local o federada (ver figura 4.12). De igual forma, se permite especificar diferentes parámetros de búsqueda y los resultados son presentados en un catálogo como el de la figura 4.2 de la sección anterior.

OA en EDUMAT-LE													
BÚSQUEDA DE OBJETOS DE APRENDIZAJE													
Regresar													
☒ Buscar en el repositorio local ☐ Búsqueda federada													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Título:</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Palabras clave:</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Idioma:</td> <td>es-Spanish v </td> </tr> </tbody> </table>	General		Título:		Palabras clave:		Idioma:	es-Spanish v	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ciclo de Vida</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado: Seleccione una opción </td> </tr> </tbody> </table>	Ciclo de Vida	Estado: Seleccione una opción		
General													
Título:													
Palabras clave:													
Idioma:	es-Spanish v												
Ciclo de Vida													
Estado: Seleccione una opción													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Meta-Metadatos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Especificación:</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Idioma:</td> <td>es-Spanish v </td> </tr> </tbody> </table>	Meta-Metadatos		Especificación:		Idioma:	es-Spanish v	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tecnológica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Formato del OA: .htm .html </td> </tr> </tbody> </table>	Tecnológica	Formato del OA: .htm .html				
Meta-Metadatos													
Especificación:													
Idioma:	es-Spanish v												
Tecnológica													
Formato del OA: .htm .html													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Educativa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de interactividad:</td> <td> Seleccione una opción </td> </tr> <tr> <td>Tipo de recurso:</td> <td> Seleccione una opción </td> </tr> <tr> <td>Nivel de interactividad:</td> <td> Seleccione una opción </td> </tr> <tr> <td>Típico rango de edad:</td> <td>Inicio: Fin: </td> </tr> </tbody> </table>	Educativa		Tipo de interactividad:	Seleccione una opción	Tipo de recurso:	Seleccione una opción	Nivel de interactividad:	Seleccione una opción	Típico rango de edad:	Inicio: Fin:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Derechos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo (Sí, No): </td> </tr> </tbody> </table>	Derechos	Costo (Sí, No):
Educativa													
Tipo de interactividad:	Seleccione una opción												
Tipo de recurso:	Seleccione una opción												
Nivel de interactividad:	Seleccione una opción												
Típico rango de edad:	Inicio: Fin:												
Derechos													
Costo (Sí, No):													
Enviar consulta													

Figura 4.12: Cliente de los servicios búsquedas y sesiones externas.

Cuando se hace una petición de búsqueda a un sistema externo, se hace de manera anónima y síncrona llamando a los siguientes métodos:

1. createAnonymousSession: Inicia al sistema Destino que iniciará una sesión anónima, y éste le regresa una clave de sesión (targetSessionID).

2. `setResultsFormat` (`targetSessionID` “LOM”): Se indica la clave de la sesión que previamente generó el sistema Fuente, el formato en el que se espera recibir los resultados por parte del sistema, actualmente el formato aceptado es el de la IEEE LOM.
3. `setMaxQueryResults` (`targetSessionID` , 100): Se indica clave y número de resultados que espera que genere el Destino, por ejemplo 100.
4. `synchronousQuery` (`targetSessionID`, `query`): Se envía clave y la sentencia de consulta (`query`). Por ejemplo : “<simpleQuery><term>Matemáticas</term><term>español</term><term>jpg</term></simpleQuery>”. Esta sentencia significa que se está solicitando un OA de título “Matemáticas”, idioma “español” y formato “jpg”.
5. `setResultsSetSize` (`targetSessionID`, 20): Se indica clave y número de resultados que espera recibir del Destino, por ejemplo 20.
6. `destroySession`: Destruye la sesión iniciada.

A excepción de los datos enviados por el `synchronousQuery`, los demás datos enviados están asignados por defecto en el cliente, es decir, el usuario no los puede modificar. No obstante, se desarrolló una interfaz que permite la modificación de estos parámetros (ver figura 4.13)

Búsqueda de OA en EDUMAT-LE (Búsqueda federada)
BÚSQUEDA DE OA POR METADATOS VÍA SQI
[Regresar](#)

Lenguaje de consulta: VSQL

Formato de resultados: LOM

Máximo número de resultados de la consulta: 100

Tamaño del conjunto de resultados: 25

Punto de inicio: 1

Buscar en el repositorio local ☐ Búsqueda federada ☒

Escribir consulta:
<simpleQuery><term>Calculo</term><term>es</term></simpleQuery>

Enviar

Figura 4.13: Cliente de búsqueda técnica

Al igual que el cliente anterior, se permite indicar si la búsqueda será local o federada. Además se solicita el lenguaje de consulta, el formato de resultados, el máximo número de resultados que se espera genere el Destino, y el número de resultados que se espera recibir. Adicionalmente, se permite escribir la sentencia de consulta utilizando el

lenguaje VSQL. Cuando la búsqueda se realiza utilizando esta interfaz, los resultados no son presentados en un catálogo ya que no se procesan, se presentan tal y como los proporciona el Destino, por ejemplo como una cadena XML. La figura 4.14 muestra un ejemplo que trae como resultado un objeto de título “El cociente dorado”.

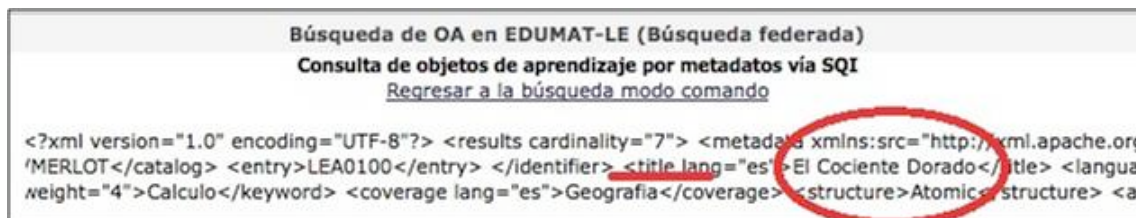


Figura 4.14: Cadena XML con resultados de una consulta técnica.

4.1.4. Administración de la membresía ampliada

El objetivo de este componente es la incorporación de características administrativas con las que no cuentan los Ambientes de Aprendizaje integrados. Entre éstas se encuentra el registro de escuelas, el registro de estudiantes y la creación y gestión de grupos. Su relación con los demás elementos de la arquitectura se muestra en la figura 4.15.

Para acceder a las funcionalidades del componente, éste debe ser utilizado a través de alguno de sus portlets específicos. Estos están indicados en la figura 4.15 como : “Registro de escuelas”, “Asignación de grupos a la escuela”, “Asignación de grupos al profesor”, “Gestión de grupos para el profesor”, “Gestión de grupos para estudiantes”, mismos que fueron descritos en la sección 3.6 del capítulo 3. Posteriormente, las clases del componente se encargan de producir la funcionalidad requerida, para lo cual se conectan con el componente “Administración de la membresía” que les permite obtener información de los usuarios, y con la base de datos “Administración” para realizar acciones de almacenamiento y consulta.

Para el desarrollo de los portlets se siguió el estándar “Java Portlet 2.0 (JSR-000286)”, el cual está acompañado de un API, que proporciona un conjunto de librerías que facilitan el desarrollo de portlets. Con su aplicación, es posible que los portlets de la arquitectura sean incorporados a cualquier plataforma de portales que siga el estándar, por ejemplo Jetspeed.

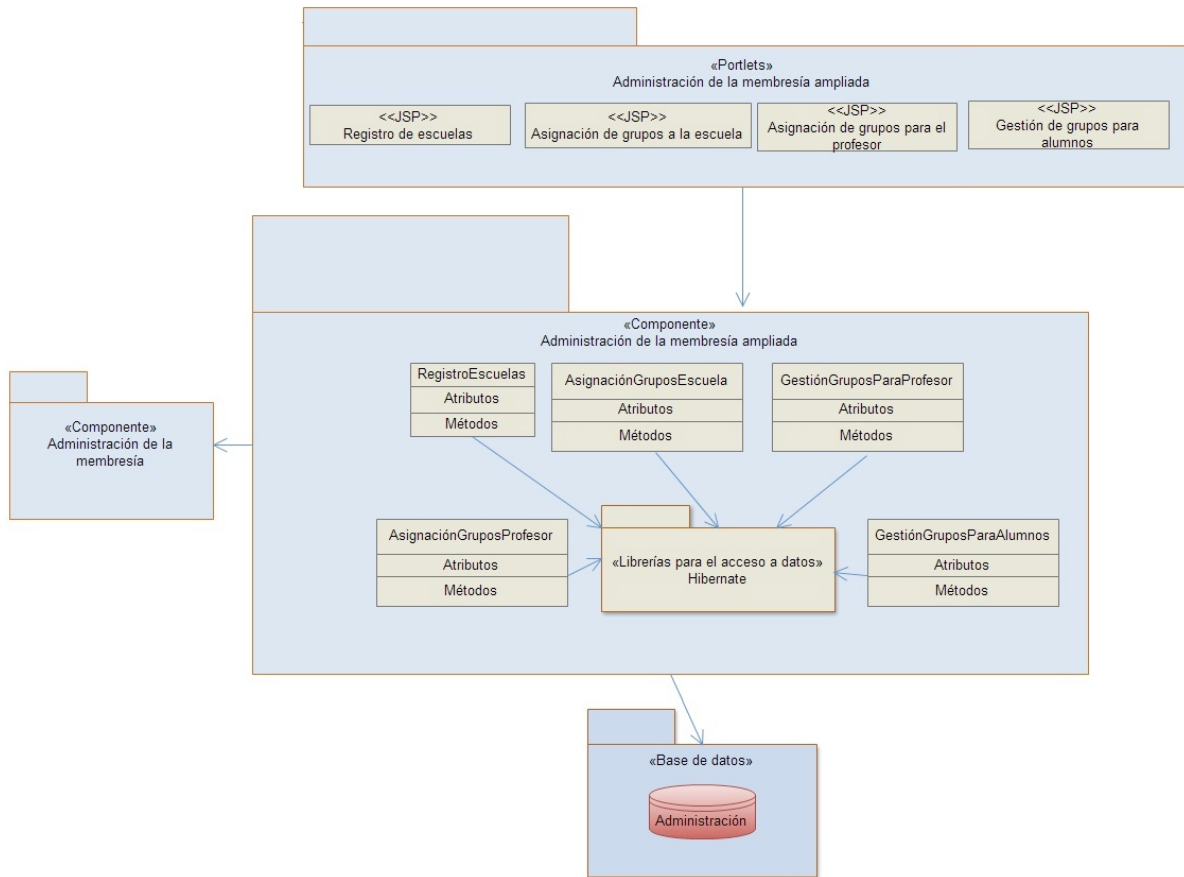


Figura 4.15: Relación del componente Administración de la membresía ampliada con los demás elementos de la arquitectura.

4.2. Herramientas

En esta sección se describen las herramientas utilizadas para dar soporte a la ejecución de las diferentes funcionalidades de la arquitectura. Fueron las mismas que ya usaban los Ambientes de Aprendizaje integrados (Supersabios, Síndrome y q-IUM) con el objetivo de no dificultar la implementación, debido a que ya se contaba con el antecedente de su uso y funcionamiento. Así mismo, se explica como las herramientas apoyan en la realización de diferentes escenarios.

La figura 4.16 muestra un diagrama con las herramientas involucradas en la implementación de la arquitectura. Para su explicación, se dividieron de acuerdo a su participación en las diferentes capas de la misma. A continuación se presentan sus descripciones.

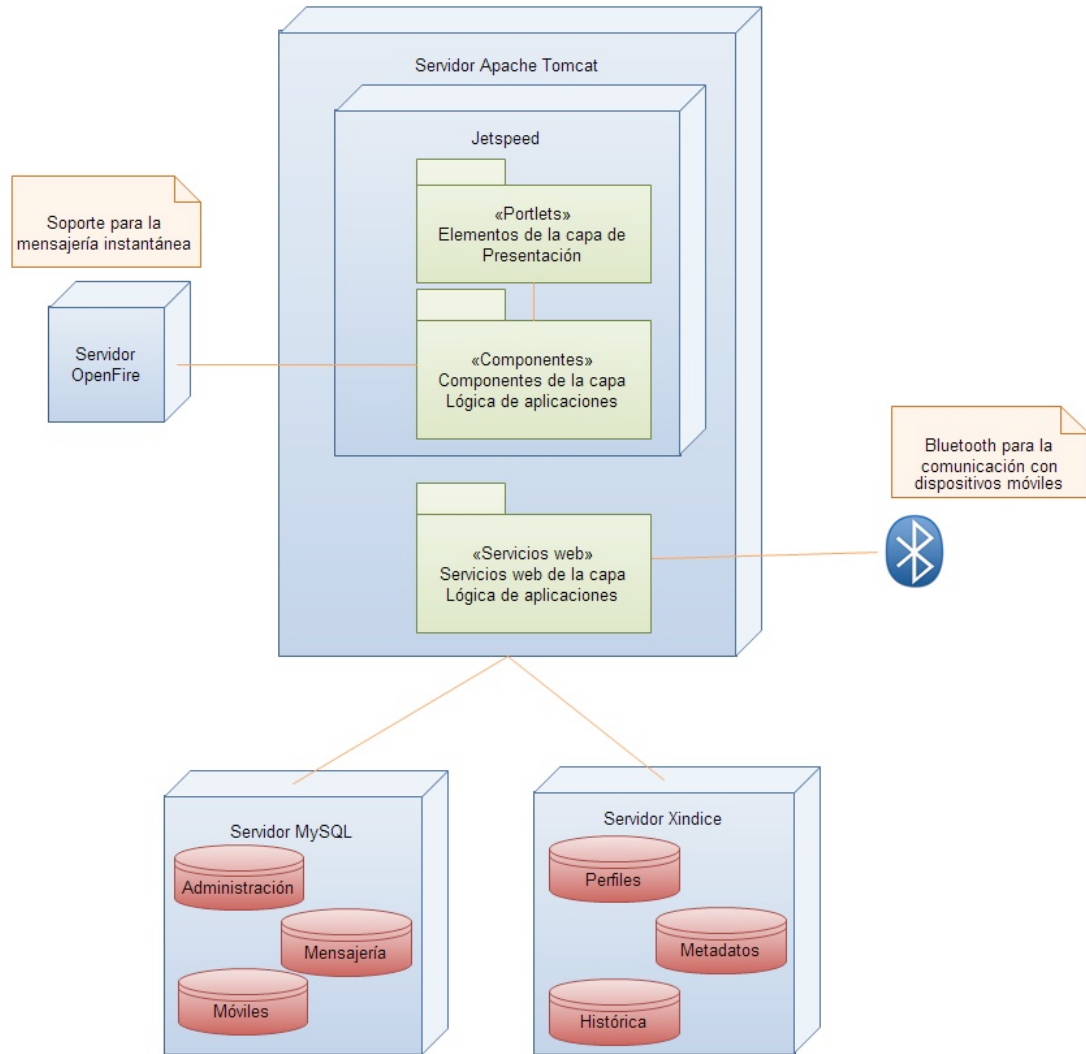


Figura 4.16: Diagrama de las herramientas que apoyan a la implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE.

4.2.1. Herramientas para la capa de Almacenamiento

Para proporcionar el soporte al almacenamiento de información se utilizó el servidor MySQL² y Xindice³ (ver figura 4.16).

- **Servidor MySQL:** Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (los datos se estructuran en tablas). Es de código abierto y está disponible bajo Licencia Pública General (GPL por sus siglas en inglés General Public License). Proporciona el soporte para el almacenamiento y administración de la información de las bases de datos “Administración”, “Móviles” y “Mensajería”.

²MySQL: <http://www.mysql.com/products/community/>

³Xindice: <http://xml.apache.org/xindice/>

- Servidor Xindice: Es una base de datos que ofrece gratuitamente Apache⁴ y está diseñada para almacenar archivos XML. En la arquitectura, apoya proporcionando el soporte para el almacenamiento de la información de las bases de datos Perfiles, Metadatos e Histórica.

4.2.2. Herramientas para la capa de Lógica de Aplicaciones y Presentación

Jetspeed⁵ y Apache Tomcat⁶ proporcionan el soporte para la capa de Presentación y Lógica de aplicaciones, ésta última adicionalmente utiliza el servidor OpenFire⁷ y la tecnología Bluetooth⁸ para cumplir con funciones específicas (ver figura 4.16).

- Apache Tomcat: Es una distribución de código abierto proporcionada por Apache, que proporciona el espacio de ejecución de aplicaciones web desarrolladas en Java⁹. En la arquitectura, proporciona el soporte para la ejecución de los servicios web y componentes de la capa Lógica de aplicaciones, y de los portlets de la capa de Presentación. Así mismo, permite la ejecución de la plataforma Jetspeed.
- Jetspeed: Es una plataforma para el desarrollo de portales, de código abierto y distribuido por Apache. Permite la incorporación de portlets desarrollados siguiendo el estándar JSR-286. Es fundamental el apoyo que ofrece a la implementación de la arquitectura, por tal motivo se explica en la sección 4.2 .3 de este capítulo.
- OpenFire: Es un servidor para mensajería instantánea que utiliza el protocolo abierto XMPP también conocido como Jabber. Este último está basado en el lenguaje XML y permite el intercambio de mensajes y presencia en tiempo real entre dos puntos en Internet(Jabber, 2011). Apoya al componente de Administración de la mensajería proporcionando el soporte para la comunicación y envío de mensajes a través de una red. Así mismo, el hecho de que utilice el protocolo Jabber, permitirá que cualquier cliente de mensajería instantánea que use el mismo protocolo pueda ser utilizado como cliente para el intercambio de mensajes entre los usuarios de EDUMAT-LE. Algunos ejemplos de clientes disponibles

⁴<http://www.apache.org/>

⁵Jetspeed, <http://portals.apache.org/jetspeed-2/>

⁶Apache Tomcat: <http://tomcat.apache.org/>

⁷OpenFire: <http://www.igniterealtime.org/projects/openfire/>

⁸Bluetooth, disponible en: <http://www.bluetooth.com/>

⁹Java, disponible en: <http://java.com/es/>

gratuitamente en la web son: iChat¹⁰, Adium¹¹, Goober¹², etc.

- Bluetooth: Se trata de un sistema de comunicaciones inalámbricas, que elimina la necesidad de utilizar cables para comunicar dispositivos como los celulares. Esta tecnología la utiliza el ambiente q-IUM para comunicarse con dispositivos móviles, por lo que también se utilizó en EDUMAT-LE.

4.2.3. Integración con el uso de Jetspeed

Para implementar la arquitectura de EDUMAT-LE, se utilizó Jetspeed como soporte para las características de portal web.

Jetspeed es un portal web que a su vez ofrece soporte para la creación de otros portales. Un portal web puede ser considerado como un espacio de trabajo en el cual están disponibles un conjunto de aplicaciones desde una misma interfaz de usuario, con el objetivo de ofrecer un único punto de acceso a una variedad de funcionalidades. Las aplicaciones que integran las páginas de un portal son llamadas portlets y son presentadas como pequeñas interfaces que realizan tareas específicas, de manera que un portal puede tener varios portlets en su espacio de trabajo. La figura 4.17 muestra un ejemplo del portal Jetspeed. Este tiene diferentes portlets en su página principal, uno llamada “Locale Selector” utilizado para configurar el lenguaje del portal, otro llamado “Login Portlet” para la autenticación de usuarios, el “Forgotten Password” para la recuperación de contraseñas, el “Welcome to Jetpeed” para ofrecer una bienvenida a los usuarios y el “About Jetpseed” para proporcionar información.

Jetspeed puede ser modificado para adaptarlo a las necesidades particulares de quien lo vaya a utilizar, para eso su código está disponible de manera abierta. Además de los portlets que se aprecian en la figura 4.17, cuenta con otros para administración del portal y de los usuarios, así como de la seguridad. Así mismo, facilita la incorporación de nuevos portlets o la eliminación de los ya existentes.

¹⁰iChat: <http://www.apple.com/macosex/apps/all.html>

¹¹Adium: <http://adium.im/>

¹²Goober: <http://www.goober.com/>

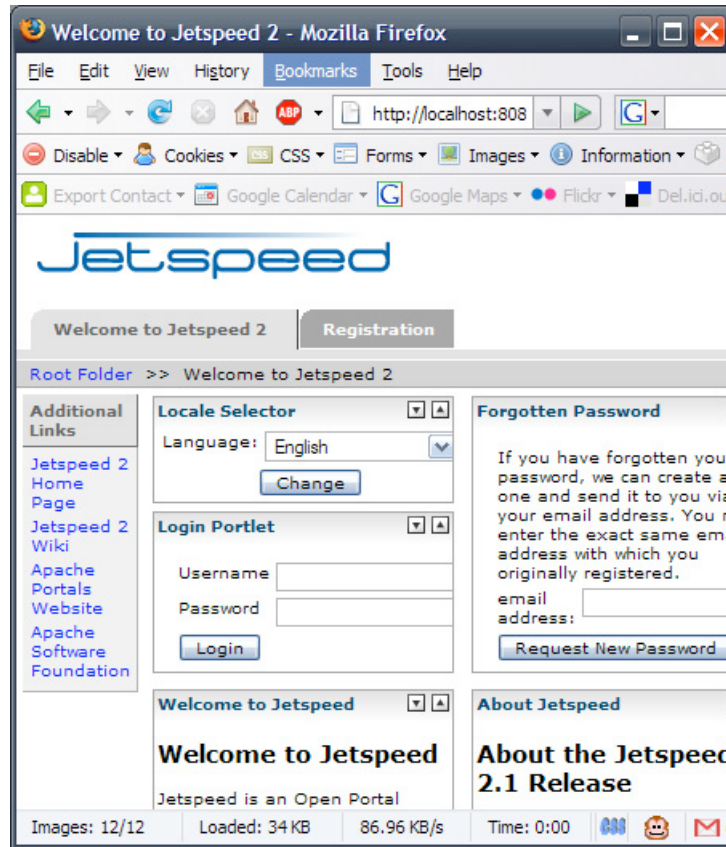


Figura 4.17: Interfaz del portal Jetspeed

Fue utilizado para la integración de las arquitecturas de los Ambientes de Aprendizaje Supersabios, Síndrome y q-IUM por las siguientes razones:

1. En primer lugar, porque estos sistemas fueron desarrollados utilizando Jetspeed, siendo esto un antecedente sobre su uso y funcionamiento.
2. En segundo lugar, porque algunas de sus características ofrecen las funcionalidades de algunos componentes de la arquitectura y por tal motivo no es necesario su desarrollo. Éste también fue el motivo por el cual se utilizó cuando se desarrollaron los Ambientes de Aprendizaje integrados. La tabla 4.3 muestra la correspondencia entre las características que ofrece Jetspeed en común con las de los componentes de la arquitectura de EDUMAT-LE.

Por otra parte, está el tema de las versiones de Jetspeed. Supersabios y Síndrome trabajan con la versión 1 y q-IUM con la 2. EDUMAT-LE utiliza la 2.2.1 que es la más reciente. La principal diferencia entre ambas versiones es el uso de la especificación JSR-000286 para el desarrollo de portlets, además de estar mejor estructurado y organizado arquitectónicamente. La versión 1 es compatible con la primera versión de la

especificación mientras que a partir de la 2 se utiliza la segunda versión. Más adelante se explicará el impacto de las versiones para la implementación.

Tabla 4.3: Relación entre las características ofrecidas por Jetspeed y la arquitectura de EDUMAT-LE.

Funcionalidades de Jetspeed	Descripción	Componente en EDUMAT-LE que realiza la misma funcionalidad
Gestión de usuarios y permisos	Proporciona un conjunto de portlets que permiten la creación, modificación y eliminación de usuarios, así como la asignación de rol dentro del portal (usuario, administrador, invitado). También, controla el acceso que tienen los usuarios a las diferentes funcionalidades de la plataforma de acuerdo a su rol.	Administración de la membresía
Gestión de portlets	Permite la adición de nuevos portlets al portal, así como la presentación de contenido a través de los mismos.	Administración de contenidos
Gestión de espacios	Admite la modificación de la apariencia del portal. Es decir, se puede cambiar de color y de estilo. También, facilita que los portlets puedan ser acomodados en la página del usuario (espacio de trabajo) de diferentes formas tales como arriba, abajo, a la izquierda, a la derecha, y que se eliminen o se agreguen nuevos.	Administración del espacio de trabajo.

En seguida se describen los pasos para la implementación de la arquitectura con el apoyo de Jetspeed.

4.2.3.1. Implementación de los elementos de la capa de Presentación

La capa de Presentación de la arquitectura está conformada por un conjunto de portlets (véanse tablas 3.2 y 3.3 del capítulo 3), entre estos algunos son provenientes de Síndrome, Supersabios y q-IUM. Para su implementación en el portal web de EDUMAT-LE a través de Jetspeed se siguieron los siguientes pasos.

1. Migración de portlets: Fue necesario cambiar la versión de todos los portlets de Síndrome y Supersabios a la versión 2 de la JSR-000286, para que pudieran ser incorporados a la versión utilizada de Jetspeed ya que sólo acepta portlets desarrollados con dicha especificación (ver tablas 3.2 y 3.3 del capítulo 3).
2. Despliegue: Una vez actualizados, se agregaron a Jetspeed haciendo uso de su funcionalidad de Gestión de portlets. Así mismo, se agregaron los portlets del ambiente q-IUM y los desarrollados de manera adicional, con los cuales no hubo

necesidad de migración puesto que ya trabajaban con la versión 2 de la especificación.

4.2.3.2. Implementación de los elementos de la capa de Lógica de aplicaciones

Esta capa cuenta con un conjunto de servicios y componentes. Jetspeed proporcionó el soporte para los componentes de “Administración de la membresía” , “Administración de contenidos” y “Administración del espacio de trabajo”. Como ya contaba con componentes que proveían esta funcionalidad, no hizo falta su desarrollo.

4.2.3.3. Implementación de los elementos de la capa de Almacenamiento

Jetspeed proporciona una base de datos para la administración de información relacionada con usuarios, roles, portlets, permisos, entre otra. Es la base de datos que se utiliza para operar como portal web. Por tanto, esta base de datos se utilizó para implementar la base de datos “Administración” representada en la capa de Almacenamiento de la arquitectura. La única diferencia es que se le adicionaron tablas para almacenar información relacionada con dispositivos móviles, así como para el registro de escuelas y la gestión de sus grupos.

Capítulo 5

Evaluación del Ambiente de Aprendizaje EDUMAT-LE

Se realizaron dos evaluaciones al portal web EDUMAT-LE (EDUMAT's Learning Environment), la primera para probar la funcionalidad de interoperabilidad, y la segunda para evaluar la usabilidad. En las siguientes secciones se describen ambas evaluaciones.

5.1. Evaluación de la interoperabilidad de EDUMAT-LE

En el capítulo 4 se describió la implementación de la arquitectura de EDUMAT-LE, así como el desarrollo de diversos servicios. Entre estos los de “búsqueda y sesiones externas” creados con el objetivo de lograr la interoperabilidad con otros sistemas, es decir, de permitir la comunicación con sistemas externos así como el intercambio y utilización de recursos entre ambos sistemas. Por tal motivo, se realizó la presente evaluación, para determinar la correcta funcionalidad de dichos servicios. Para hacerlo, fue necesario solicitar a una federación de repositorios de objetos de aprendizaje (conjunto de sistemas de software capaces de comunicarse e intercambiar recursos), permiso para comunicar EDUMAT-LE con sus repositorios. El requisito principal para seleccionar alguna federación, es que ésta utilice la misma especificación que utiliza EDUMAT-LE para comunicarse con sistemas externos, es decir Simple Query Interfaz (SQI). A continuación se presenta el proceso seguido para realizar la evaluación.

5.1.1.1. Proceso de evaluación de la interoperabilidad.

Dos fueron las federaciones contactadas para evaluar la interoperabilidad del sistema. En seguida se describe la evaluación con el caso de ARIADNE¹ y con LA FLOR.²

5.1.1.1.1. Caso ARIADNE.

En primer lugar se seleccionó a la federación a la que se invitaría a participar en la evaluación. En primera instancia se pensó en la federación ARIADNE, una federación europea reconocida por contar con un gran número de repositorios interoperando. Para esto, se estableció comunicación vía correo electrónico con una persona colaboradora en la Fundación ARIADNE, específicamente en el Centro de Desarrollo y Soporte de Leuven Bélgica. Esta persona, de nombre Gonzálo Parra, accedió a apoyar en las pruebas de interoperabilidad.

Antes de explicar la metodología seguida para la evaluación con ARIADNE, es necesario recordar el concepto de servicio web, el cual es definido por el World Wide Web Consortium³ (W3C) como un sistema de software cuyas interfaces se pueden definir, describir y descubrir mediante documentos XML. Permite la interacción máquina a máquina en una red a través de la aplicación de estándares y protocolos. Para que pueda ser utilizado requiere ser descrito utilizando un lenguaje estandarizado. Su descripción debe ir en un documento llamado WSDL (por sus siglas en inglés Web Services Description Language) el cual es sugerido por la W3C y se trata de un formato XML donde se definen los métodos, mensajes y protocolos utilizados por el servicio. Dicho documento debe estar disponible a través de una red como Internet. Los servicios web son referenciados por aplicaciones conocidas como sus clientes.

Una vez recordado el concepto, se procede a la descripción de la metodología de la evaluación.

1. Evaluación se servicios “Consulta externa”, “Sesiones externas”.

Estos servicios cuentan con su correspondiente archivo descriptor o WSDL, en el que se definen los métodos proporcionados por cada uno. Estos archivos deben ser conocidos por el sistema que se vaya a comunicar a través de los métodos de los servicios. Por tanto, se proporcionaron al contacto en ARIADNE para que intentara conectar alguno de sus sistemas con el servicio. La prueba realizada resultó favorable, es decir,

¹ARIADNE, <http://www.ariadne-eu.org/>

²LA FLOR, <http://ariadne.cti.espol.edu.ec/lacloFinder>

³W3C disponible en: <http://www.w3.org/>

el sistema de ARIADNE logró obtener resultados desde EDUMAT-LE. No obstante, estos resultados no se pudieron evidenciar de manera formal, debido a que ARIADNE no aceptó mantener la comunicación lograda, ya que requería del establecimiento de un compromiso donde se estipulara que el EDUMAT-LE estaría disponible de manera “infinita” para su consulta, situación que no se podía asegurar en ese momento ya que se encontraba en proceso de desarrollo y por tanto, estaría en constante modificación.

2. Evaluación del cliente SQI “Búsqueda federada”

En el capítulo anterior se describió el desarrollo de un cliente para el consumo de los servicios web ya mencionados (ver sección 4.1.3 del capítulo 4). No obstante, hacía falta probar su funcionamiento con sistemas externos. Por tanto, se pidió al contacto en ARIADNE que nos apoyara con estas pruebas. Para esto, nos proporcionó los archivos WSDL correspondientes a los servicios web que ellos ofrecen para el acceso a sus repositorios, dichos servicios siguen la especificación SQI. Posteriormente, se modificó el cliente de búsquedas federadas, de manera que hiciera referencia a los servicios web de ARIADNE. Una vez modificado el cliente, se procedió a enviar una consulta, la cual funcionó exitosamente. La figura 5.1 muestra el conjunto de resultados encontrados en la federación ARIADNE tras lanzar una consulta con el término título = “Matemáticas”. La mayoría de los ejemplos encontrados están en un idioma diferente al español, puesto que no se especificó este dato en la consulta.

OBJETOS DE APRENDIZAJE EN ARIADNE CORRESPONDIENTES AL TEMA: MATEMATICAS			
Regresar a la búsqueda			
Título	Tipo de recurso	Formato	Metadatos
EVALUEREN VAN EEN RECURSIEBETREKKING	narrative text	application/x-java application/zip image/gif text/html	Metadatos
Mon premier document dans ARIADNE	narrative text	application/x-director	Metadatos
Enonced'uneenigme : l'age des trois filles	narrative text	text/html	Metadatos
FOUTEN IN DE NUMERIEKE WISKUNDE	narrative text	application/maple-v-r4 application/x-matlab application/zip image/gif text/html	Metadatos
Enigme&quiz	self assessment	text/html	Metadatos

Figura 5.1: Resultados obtenidos en una búsqueda realizada en ARIADNE.

En conclusión, con el caso ARIADNE se logró comprobar que EDUMAT-LE permite

el acceso a los recursos almacenados en sistemas externos y que permite que otros sistemas pueden acceder a los recursos propios. No obstante, no se cuenta con una evidencia formal de lo anterior, y por tanto se decidió contactar a otra federación con el objeto de adquirir una evidencia formal.

5.1.1.2. Caso LA FLOR

LA FLOR es una federación de repositorios de objetos de aprendizaje Latinoamericana, que se encuentra conectada con ARIADNE. Un repositorio que se encuentra interoperando en esta federación es el Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (REDOUAA). Por tal motivo, se contactó a esta universidad a través de su cuerpo académico de Tecnologías de Objetos de Aprendizaje e Ingeniería de Software, para pedirles su apoyo en la incorporación de EDUMAT-LE a LA FLOR. La respuesta que se obtuvo fue que el proceso de interconectar repositorios en una federación, requiere del establecimiento de acuerdos formales entre las instituciones dueñas de los sistemas participantes. Por tanto, la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) no podía apoyar a la incorporación de EDUMAT-LE a la federación, solo podía ofrecer que a través de las búsquedas que se hicieran en el REDOUAA, se tuviera acceso a sus recursos. Lo anterior es una manera de entrar a la federación, pero lo ideal es que los sistemas externos puedan acceder directamente a los recursos de EDUMAT-LE y no a través de otros, puesto que si el REDOUAA no está disponible, tampoco lo estará EDUMAT-LE. Aún así, se aceptó la ayuda ofrecida y se procedió a la interconexión. Para esto, se requirió que se hiciera por escrito la solicitud de conexión al REDOUAA. En seguida se describe el proceso para la evaluación de la interoperabilidad de EDUMAT-LE con LA FLOR.

1. Evaluación de servicios “Consulta externa”, “Sesiones externas”.

Se proporcionó a la UAA las rutas de los archivos descriptores (wsdl) de los servicios web, mismos que agregaron a una aplicación que tienen para realizar búsquedas federadas. Posteriormente, para validar que la UAA tenía acceso a los recursos de EDUMAT-LE, se realizó una consulta a través de dicha aplicación. La prueba realizada resultó favorable ya que se obtuvieron resultados provenientes de EDUMAT-LE así como de la Escuela Politécnica Superior del Litoral en Ecuador (ESPOL). La figura 5.2 muestra la evidencia de las pruebas. Del repositorio de EDUMAT-LE se ofrecieron dos objetos de aprendizaje, “Graniza” y “Números perfectos”, mientras que de ESPOL se encontró uno de “Cálculos básicos de materias primas”.



Figura 5.2: Resultados de la búsqueda realizada en la aplicación de búsquedas federadas de la UAA.

2. Evaluación del cliente SQI “Búsqueda federada”

Para esto, la UAA nos proporcionó los archivos WSDL correspondientes a los servicios web que ellos ofrecen para el acceso al REDOUAA, dichos servicios siguen la especificación SQI. Posteriormente, se modificó el cliente de búsquedas federadas propio, de manera que hiciera referencia a los servicios web de la UAA. Una vez modificado el cliente, se procedió a enviar una consulta, la cual funcionó exitosamente. La figura 5.3 muestra el conjunto de resultados encontrados en la búsqueda, tras lanzar una consulta con el término título = “Matemáticas”. Dicha búsqueda no solo regresó resultados provenientes del REDOUAA, sino que también de otros provenientes de LA FLOR.

OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EDUMAT-LE			
Regresar a la búsqueda			
Título	Tipo de recurso	Formato	Localización
Libro de algebra lineal (Algebra-Line)	presentation	application/pdf	http://ariadne.cti.espol.edu.ec/SIDWeb74&websiteId=1960&folderId=17&docId=205
Folleto de Algebra Lineal de la AEICM (folleto-s)	presentation	application/pdf	http://ariadne.cti.espol.edu.ec/SIDWeb43&websiteId=1970&folderId=17&docId=183
L?gica mixta. Algebra de Boole. (Digitales)	presentation	application/pdf	http://ariadne.cti.espol.edu.ec/SIDWeb211&websiteId=824&folderId=17&docId=197
Problemas Resueltos de Algebra Lineal Ser (Folleto-de-Algebra-2P.pdf)	presentation	application/pdf	http://ariadne.cti.espol.edu.ec/SIDWeb51&websiteId=4203&folderId=17&docId=642

Figura 5.3: Cliente de búsquedas federadas de la UAA con resultados pertenecientes a la colección de OA de EDUMAT-LE.

Con la comunicación establecida entre los dos sistemas, cualquier usuario que realice consultas federadas al repositorio de la UAA, estará también consultando al ROA de EDUMAT-LE. Además, al realizar una consulta en éste, se podrán recuperar OA

provenientes de cualquiera de los repositorios de la federación LA FLOR con los que tenga comunicación el REDOUAA. No obstante, los repositorios de dicha federación no pueden comunicarse directamente con el repositorio de EDUMAT-LE, ya que primero necesitan comunicarse con el REDOUAA para después tener acceso. La figura 5.4 muestra la integración de EDUMAT-LE a LA FLOR.

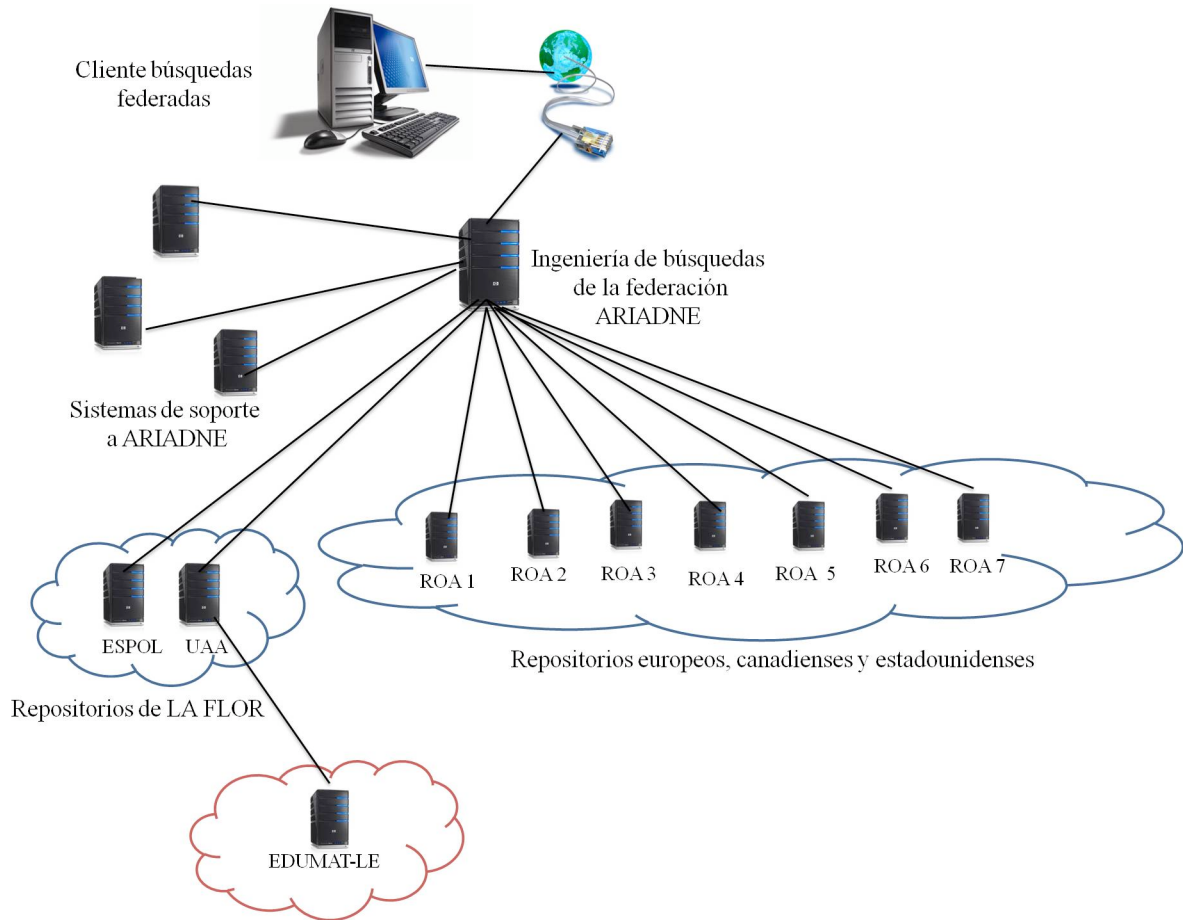


Figura 5.4: Integración de EDUMAT-LE con LA FLOR a través de la UAA.

5.2. Evaluación de la usabilidad de EDUMAT-LE

Se realizó una evaluación para conocer la usabilidad del Ambiente de Aprendizaje desarrollado en este trabajo (EDUMAT-LE por sus siglas en inglés EDUMAT's Learning Enviroment). La norma ISO 9241-11⁴ define a la usabilidad como el nivel en que un producto puede ser usado por personas específicas para lograr resultados específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción, en determinado contexto de uso. Para conocer

⁴ISO 9241-11 disponible en: www.it.uu.se/edu/course/.../ISO9241part11.pdf

la facilidad de uso de EDUMAT-LE, se realizó un experimento en el que participaron profesores y estudiantes de distintos niveles educativos. El experimento consistió en una sesión de entrenamiento con cada uno de los profesores para familiarizarlos acerca del uso del sistema, y una sesión con cada profesor y un grupo de estudiantes donde se utilizó el portal siguiendo un escenario de uso específico. Finalizando la sesión, se aplicó una encuesta basada en el instrumento SUS⁵ (System Usability Scale), el cual permite medir la percepción de facilidad de uso y utilidad de un sistema (Bangor et al., 2008). En la siguiente sección se describe el proceso que se siguió para realizar la evaluación.

5.3. Descripción de la Evaluación

En esta sección se describe el perfil de los participantes en la evaluación, las herramientas utilizadas, así como el proceso y escenario que se siguió para realizarla.

5.3.1. Perfil de los participantes

La evaluación se realizó con 18 personas, de las cuales 3 son profesores y 15 estudiantes. De los 3 profesores 2 son de nivel universitario y 1 es de nivel secundaria. De los 15 estudiantes 7 son de nivel universitario y 8 de nivel secundaria.

La evaluación a nivel universitario se realizó con estudiantes y profesores de la Facultad de Ingeniería campus Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), mientras que la evaluación a nivel secundaria fue con estudiantes y profesores de la escuela secundaria Colegio Morelos en Mexicali.

El perfil de los participantes en la evaluación se describe en las tablas 5.1 y 5.2. La tabla 5.1 presenta el perfil de los profesores y la tabla 5.2 presenta el perfil de los estudiantes.

⁵SUS, disponible en: hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf

Tabla 5.1: Perfil de los profesores participantes en la evaluación.

Profesor	Perfil
Profesor 1	Maestro en Enseñanza de las Matemáticas, imparte la materia de Cálculo Diferencial y Cálculo Multivariable en el área de Tronco Común de la Facultad de Ingeniería campus Mexicali de la UABC.
Profesor 2	Maestro en Ciencias de la Computación, imparte la materia de Cálculo Diferencial en el área de Tronco Común de la Facultad de Ingeniería campus Mexicali de la UABC.
Profesor 3	Ingeniero en Computación, imparte la materia de Matemáticas y Electrónica a nivel secundaria en el Colegio Morelos de Mexicali.

Tabla 5.2: Perfil de los estudiantes participantes en la evaluación.

Grupo	Perfil
Grupo 1	4 estudiantes de Tronco Común de la Facultad de Ingeniería UABC.
Grupo 2	3 estudiantes de Tronco Común de la Facultad de Ingeniería UABC.
Grupo 3	4 estudiantes de tercer grado de secundaria, cursan la materia de Matemáticas y Electrónica en el Colegio Morelos.
Grupo 4	4 estudiantes de tercer grado de secundaria, cursan la materia de Matemáticas y Electrónica en el Colegio Morelos.

Para la evaluación, se asignó a cada grupo presentado en la tabla 5.2 un profesor de la tabla 5.1, la asignación se presenta en la tabla 5.3:

Tabla 5.3: Asignación de profesores y grupos para la evaluación.

Profesor	Grupo
Profesor 1	Grupo 1
Profesor 2	Grupo 2
Profesor 3	Grupo 3 y Grupo 4

Las figuras 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 muestran los diferentes grupos participantes en la evaluación de EDUMAT-LE.

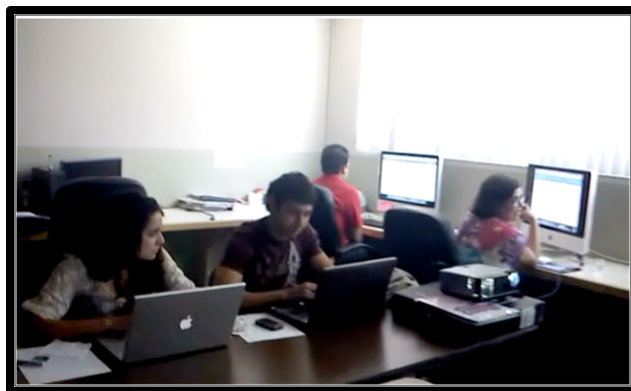


Figura 5.5: Grupo 1.



Figura 5.6: Grupo 2.



Figura 5.7: Grupo 3.



Figura 5.8: Grupo 4.

5.3.2. Herramientas utilizadas

Para realizar la evaluación, se utilizaron las siguientes herramientas:

1. Computadoras: Cada participante utilizó una computadora que le fue proporcionada por el encargado de la evaluación. Para el caso de los estudiantes, fue suficiente con que la computadora contara con acceso a Internet. Para los profesores, además del Internet, utilizaron una computadora con tecnología Bluetooth para el envío de aplicaciones desde el portal hacia un dispositivo móvil. Las computadoras utilizadas tienen sistema operativo Macintosh (MAC) a excepción de una con sistema Windows. Los usuarios no estaban familiarizados con el uso de MAC, por lo que se considera que esa situación influyó en los resultados encontrados en la evaluación.
2. Celulares con tecnología Bluetooth: Únicamente se necesitaron celulares para los estudiantes, por lo que se les pidió que utilizaran los de su propiedad. Algunos celulares presentaron fallas de compatibilidad con las aplicaciones que se les enviaron, principalmente los de marca Samsung, mientras que los Sony Ericson y Nokia funcionaron bien. Para los casos en que existieron fallos, el encargado de la evaluación proporcionó otros celulares a los estudiantes.

5.3.3. Proceso de evaluación

La evaluación se realizó en las instalaciones correspondientes a cada institución educativa participante. Para la evaluación, el portal estaba corriendo en un servidor de la UABC y los usuarios accedieron a ella mediante el uso de Internet.

La evaluación consistió en utilizar EDUMAT-LE siguiendo el escenario de uso que se describe a continuación:

“El profesor quiere que sus estudiantes revisen los objetos de aprendizaje (OA) que EDUMAT-LE les recomienda de acuerdo a sus perfiles de aprendizaje; también requiere hacer una actividad en equipos utilizando celulares para que los estudiantes practiquen el tema visto durante la clase; y finalmente necesita encargar dos trabajos como tarea, uno donde los estudiantes realicen una búsqueda de OA en los repositorios de instituciones externas y otro donde se comuniquen por mensajería instantánea para que intercambien ideas”.

Es importante aclarar que el escenario se diseñó contemplando el uso de todas las funcionalidades de EDUMAT-LE, de manera que tales funcionalidades fueran probadas en la evaluación.

El proceso de evaluación se dividió en dos etapas, la primera de ellas fue una fase de entrenamiento y la segunda fue la fase de evaluación.

La fase de entrenamiento consistió en una sesión de dos horas con cada uno de los 3 profesores de manera individual, ya que no se logró juntar a los tres para tener una sola sesión. Durante el entrenamiento, se le entregó al profesor un documento donde estaba explicado paso a paso cada una de las acciones a realizar en el portal durante la sesión de evaluación para cumplir con el escenario de uso mencionado anteriormente. La figura 5.9 muestra de manera gráfica la información del documento entregado y el Apéndice C.1 muestra en documento original. En las dos horas de entrenamiento el profesor realizó las actividades descritas en el documento, de manera que simuló tener la sesión de clases con los estudiantes, con la ventaja de tener la opción de hacer preguntas al entrenador y resolver dudas sobre el escenario y uso del sistema, ya que la intención de la evaluación era que el profesor no realizara preguntas durante la sesión de evaluación con los estudiantes.

La fase de evaluación consistió en una sesión de dos horas con cada grupo de estudiantes y su correspondiente profesor en un día diferente para cada grupo. Durante la evaluación, el profesor simuló tener una sesión de clases de matemáticas con los estudiantes siguiendo el escenario de uso planteado y los estudiantes siguieron las indicaciones del profesor.

La primer actividad realizada fue el registro. El profesor utilizó las aplicaciones administrativas del Ambiente de Aprendizaje para registrar la escuela en la que imparte clases, crear el grupo de matemáticas y registrar a sus estudiantes. En la segunda, los estudiantes contestaron el cuestionario llamado V.A.R.K, el cual permite al sistema obtener la información necesaria para generar el perfil de aprendizaje del usuario.



Figura 5.9: Actividades realizadas durante la evaluación.

En las actividades 3, 4, 5 y 6 de la figura 5.9 se utilizó un OA titulado “Pescando Atún en Baja California” (ver Apéndice C.2) el cual es un Applet de Java que presenta una simulación de la pesca artesanal e industrial que se realiza en ciudades costeras con peces como el Barrilete (López-Morteo and Rosa, 2008). Para funcionar, el usuario debe especificar diferentes valores como son: número de embarcaciones que realizan la pesca, cantidad de peces que son atrapados, y el número de años que pasan sin que se deje de pescar. Al ejecutar el applet, éste muestra cómo la población del Barrilete va disminuyendo conforme transcurre el tiempo hasta llegar a extinguirse. El objeto tiene una versión para ser ejecutada en celulares y otra para computadoras de escritorio. Durante la sesión de evaluación, los estudiantes interactuaron de manera individual con las dos versiones del objeto de la siguiente manera:

1. Primeramente, el profesor agregó al espacio de trabajo de EDUMAT-LE el OA “Pescando Atún en Baja California” para que los estudiantes lo pudieran ver y utilizar desde sus computadoras.
2. Los estudiantes interactuaron con el applet desde el Ambiente de Aprendizaje

ingresando diferentes valores para ejecutar la simulación.

3. Posteriormente se les envió a sus celulares la versión para móviles.
4. Para la interacción con esta versión se les pidió que resolvieran un ejercicio (ver apéndice C.3), el cual se les entregó por escrito en una hoja.
5. El ejercicio consistió en resolver dos preguntas, donde cada una indicaba diversos valores que debían ser asignados en el applet para simular la pesca del Barrilete y así encontrar cuanto tiempo tenía que transcurrir para que éste se extinguiera.

Dentro de la actividad 6 de la figura 5.9, también se trabajó en equipos con un OA para celular llamado “el Juego del 15”, el cual se explicó en la sección 1.2 de este documento. La figura 5.10. muestra a uno de los estudiantes interactuando con el OA “Pescando atún en Baja California”, y la figura 5.11 muestra a los estudiantes trabajando en equipos con “el Juego del 15”.

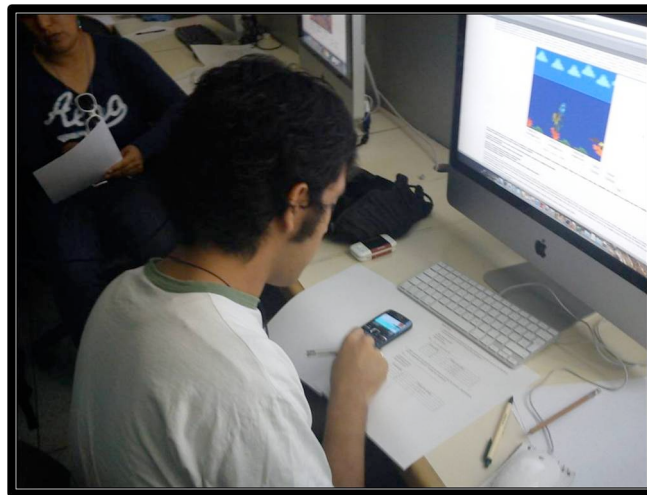


Figura 5.10: Estudiante interactuando con el OA “Pescando atún en Baja California.”

Las actividades 7, 8 y 9 de la figura 5.9 consistieron en resolver la fase de tareas asignadas por el profesor. La tarea individual realizada en la actividad 8, consistió en realizar una búsqueda de OA utilizando la aplicación para búsquedas federadas de EDUMAT-LE; los estudiantes buscaron recursos relacionados con el tema “Cálculo” y visualizaron los resultados de la búsqueda. La actividad 9 consistió en formar equipos de 2 estudiantes para intercambiar ideas utilizando el mensajero; los estudiantes buscaron un OA de su interés en el catálogo de contenidos del portal y lo agregaron al espacio de trabajo, pero para esto, se pusieron de acuerdo utilizando el mensajero.



Figura 5.11: Estudiantes trabajando en equipos utilizando el OA “Juego del 15” en sus dispositivos móviles.

5.3.4. Resultados

Al finalizar la sesión de evaluación, se le entregó a cada uno de los participantes un cuestionario de 10 preguntas basadas en el instrumento SUS (Bangor et al., 2008), las cuales serán presentadas en la tabla 5.4. Las preguntas son calificadas en una escala de 5 puntos: 1. completamente en desacuerdo, 2. en desacuerdo, 3. posición neutra, 4. de acuerdo y 5. completamente de acuerdo. Los resultados finales están en un rango del 0 % al 100 %, donde las puntuaciones más altas indican mejor usabilidad. A continuación se describen los aspectos a considerar para calcular la puntuación del cuestionario:

1. Cada una de las posibles respuestas del usuario tienen un valor. La respuesta “Completamente en desacuerdo”=1, “En desacuerdo”=2, “Posición neutra”=3, “De acuerdo”=4 y “Completamente de acuerdo”=5.
2. Para la pregunta 1,3,5,7 y 9 la puntuación es el valor de la respuesta seleccionada menos 1. Por ejemplo, si se selecciona “En desacuerdo” que tiene el valor 2, la pregunta adquiere el valor de 1.
3. Para las preguntas 2,4,6,8 y 10, la puntuación es 5 menos el valor de la respuesta seleccionada. Por ejemplo, si se selecciona “Posición neutra” que tiene el valor 3, la pregunta tendrá el valor de 2.
4. Cuando se tienen los valores de las 10 preguntas se deben de sumar y el resultado multiplicarlo por 2.5. Lo anterior dará el valor final del cuestionario. Es importante

mencionar que la puntuación obtenida en cada pregunta no es relevante por si sola, lo relevante es el resultado obtenido en el conjunto de las 10 preguntas.

- Una vez que se obtiene el valor final del cuestionario, se debe buscar su significado consultado la figura 5.13. Tal resultado puede ser que el sistema evaluado tiene una usabilidad “Peor de lo imaginable”, “Pobre”, “Bien”, “Muy bien”, “Excelente” y “Mejor de lo imaginable”.

La figura 5.12 muestra un ejemplo de la escala de puntuación para el cuestionario SUS. Para la pregunta 1 la puntuación es 4, ya que por ser la pregunta 1 se restó la posición de la escala seleccionada, en este caso 5, menos 1, teniendo como resultado 4. Para la pregunta 2 se restó 5 menos la posición de la escala seleccionada, en este caso 4, dando como resultado 1. Si se suman las puntuaciones, en este caso $4+1$ y suponiendo que en el resto de las preguntas la puntuación es 0, el resultado es 5, ahora 5 se multiplica por 2.5 y el resultado es 12.5 %. De acuerdo a la figura 5.13, si un sistema obtiene un 12.5 % de usabilidad en un sistema, éste es “No aceptable” y “Peor de lo imaginable”.

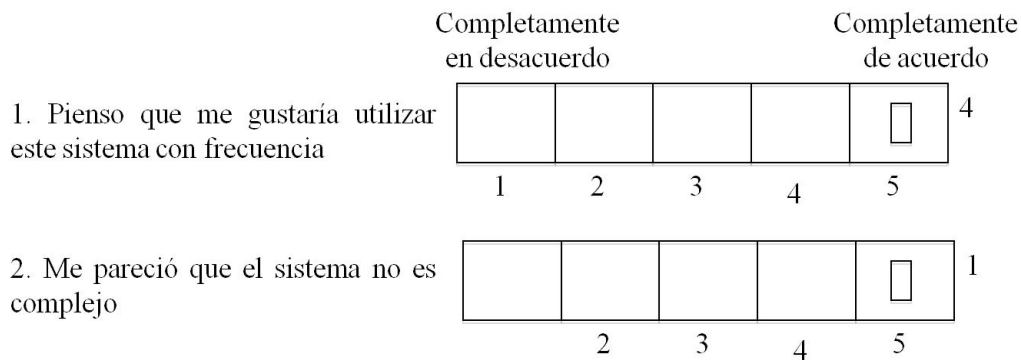


Figura 5.12: Ejemplo de escala de puntuación de SUS (Bangor et al., 2008)

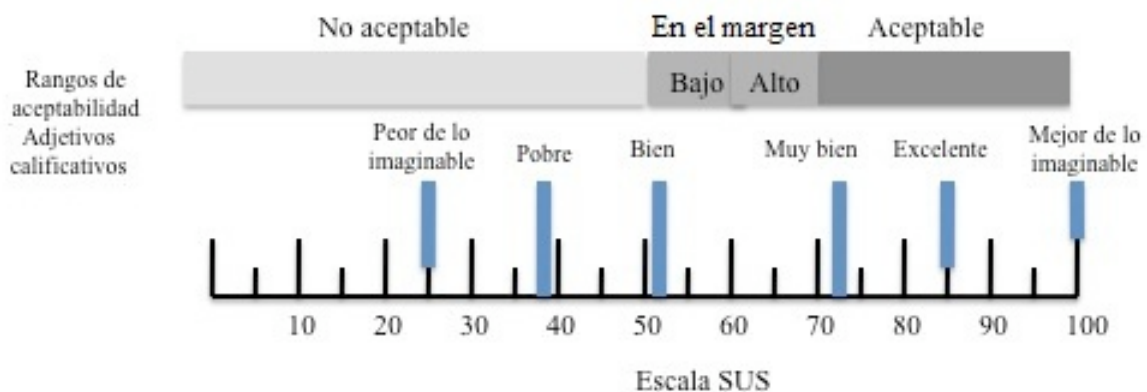


Figura 5.13: Significado de las puntuaciones de SUS (Bangor et al., 2008)

Los resultados obtenidos tras aplicar el cuestionario para la evaluación de EDUMAT-LE se dividieron en 4 tipos de resultados, los cuales son:

- Resultados de la evaluación a profesores de nivel universitario (ver tabla 5.4).
- Resultados de la evaluación a profesores de nivel secundaria (ver tabla 5.5).
- Resultados de la evaluación a estudiantes de nivel universitario (ver tabla 5.6).
- Resultados de la evaluación a estudiantes de nivel secundaria (ver tabla 5.7).

Tabla 5.4: Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a profesores a nivel universitario.

Pregunta	Completamente en desacuerdo	Desacuerdo	Posición neutra	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Promedio
1. Utilizaría este sistema en mis cursos porque las opciones que me presenta son interesantes.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	1 profesor	3.5
2. Considero que es un sistema complejo por todas las opciones que presenta, preferiría utilizar diferentes sistemas.	0 profesores	1 profesor	1 profesor	0 profesores	0 profesores	2.5
3. Me parece que el sistema es fácil de usar.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	2 profesores	0 profesores	3
4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	2 profesores	0 profesores	1
5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar una actividad con todas sus opciones.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	1 profesor	3.5
6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema.	0 profesores	1 profesor	1 profesor	0 profesores	0 profesores	2.5
7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	1 profesor	3.5
8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar.	0 profesores	2 profesores	0 profesores	0 profesores	0 profesores	3
9. Me sentí confiado utilizando el sistema.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	1 profesor	3.5
10. Necesito aprender muchas cosas antes de usar el sistema.	0 profesores	1 profesor	1 profesor	0 profesores	0 profesores	2.5
Total puntuación x 2.5= %usabilidad						28.5 x 2.5= 71.25%

Tabla 5.5: Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a profesores a nivel secundaria

Pregunta	Completamente desacuerdo	Desacuerdo	Posición neutra	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Promedio
1. Utilizaría este sistema en mis cursos por que las opciones que me presenta son interesantes.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	4
2. Considero que es un sistema complejo por todas las opciones que presenta, preferiría utilizar diferentes sistemas.	0 profesores	1 profesor	0 profesores	0 profesores	0 profesores	3
3. Me parece que el sistema es fácil de usar.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	3
4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	1
5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar una actividad con todas sus opciones.	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	0 profesores	2
6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema.	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	0 profesores	2
7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	3
8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar.	1 profesor	0 profesores	0 profesores	0 profesores	0 profesores	4
9. Me sentí confiado utilizando el sistema.	0 profesores	0 profesores	0 profesores	1 profesor	0 profesores	3
10. Necesito aprender muchas cosas antes de usar el sistema.	0 profesores	1 profesor	0 profesores	0 profesores	0 profesores	3
Total puntuación x 2.5= % usabilidad						28 x 2.5=70 %

Tabla 5.6: Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a estudiantes a nivel universitario

Pregunta	Completamente desacuerdo	Desacuerdo	Posición neutra	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Promedio
1. Me gustaría que los profesores utilizaran este sistema en mis cursos.	0 estudiantes	0 estudiantes	1 estudiante	4 estudiantes	2 estudiantes	3.14
2. Considero que es un sistema complejo.	2 estudiantes	3 estudiantes	0 estudiantes	1 estudiante	1 estudiante	2.57
3. Me parece que el sistema es fácil de usar.	1 estudiante	0 estudiantes	0 estudiantes	1 estudiante	5 estudiantes	3.14
4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.	1 estudiante	1 estudiante	2 estudiantes	3 estudiantes	0 estudiantes	2.14
5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar la actividad.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	3 estudiantes	4 estudiantes	3.57
6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema.	2 estudiantes	5 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	3.29
7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	4 estudiantes	3 estudiantes	3.43
8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar.	2 estudiantes	5 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	3.29
9. Me sentí confiado utilizando el sistema.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	4 estudiantes	3 estudiantes	3.43
10. Necesito aprender muchas cosas antes de usar el sistema.	1 estudiante	4 estudiantes	0 estudiantes	2 estudiantes	0 estudiantes	2.57
Total puntuación x 2.5= % usabilidad						30.57x 2.5=76.42 %

Tabla 5.7: Resultados obtenidos en la evaluación aplicada a estudiantes a nivel secundaria

Pregunta	Completamente desacuerdo	Desacuerdo	Posición neutra	De acuerdo	Completamente de acuerdo	Promedio
1. Me gustaría que los profesores utilizaran este sistema en mis cursos.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	7 estudiantes	1 estudiante	3.13
2. Considero que es un sistema complejo.	1 estudiante	1 estudiante	3 estudiantes	2 estudiantes	1 estudiante	1.88
3. Me parece que el sistema es fácil de usar.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	7 estudiantes	1 estudiante	3.13
4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.	0 estudiantes	1 estudiante	3 estudiantes	2 estudiantes	2 estudiantes	1.38
5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar la actividad.	0 estudiantes	1 estudiante	0 estudiantes	6 estudiantes	1 estudiante	2.88
6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema.	0 estudiantes	6 estudiantes	1 estudiante	1 estudiante	0 estudiantes	2.63
7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente.	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	6 estudiantes	2 estudiantes	3.25
8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar.	3 estudiantes	5 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	3.38
9. Me sentí confiado utilizando el sistema.	0 estudiantes	0 estudiantes	3 estudiantes	4 estudiantes	1 estudiante	2.75
10. Necesito aprender muchas cosas antes de usar el sistema.	1 estudiante	3 estudiantes	4 estudiantes	0 estudiantes	0 estudiantes	2.63
Total puntuación x 2.5= % de usabilidad						27.04 x 2.5=67.6 %

Como resumen de los resultados, se tiene que para los profesores a nivel universitario EDUMAT-LE es usable en un 71.25 %. Esto interpretado en la escala SUS, quiere decir que la percepción de usabilidad es "Bien" y "Aceptable". Para el profesor a nivel secundaria, es usable en un 70 %, por lo que tiene la misma percepción que los profesores

universitarios.

Para los estudiantes de nivel universitario, la usabilidad es “Muy bien” y “Aceptable” ya que se obtuvo una puntuación de 76.42 %. Finalmente, para los estudiantes de nivel secundaria es usable en un 67.6 %, lo que significa que la percepción es “Bien” y está en el “Margen alto”. Las figura 5.14 y 5.15 muestran los resultados anteriores.

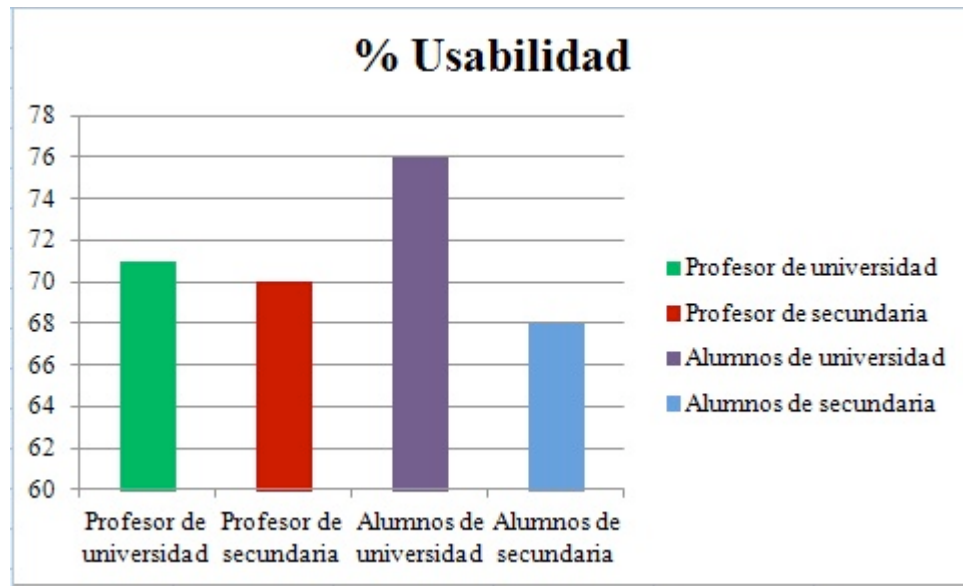


Figura 5.14: Gráfica comparativa de la percepción de usabilidad para los diferentes participantes en la evaluación de EDUMAT-LE

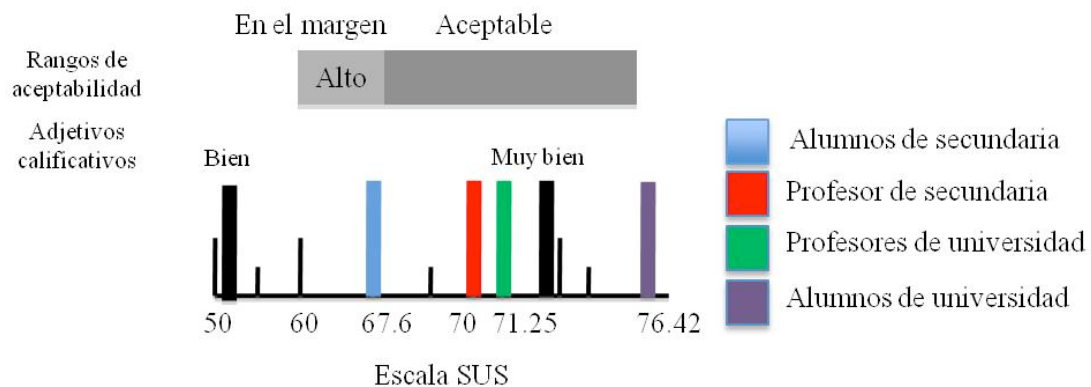


Figura 5.15: Ubicación de los resultados obtenidos en la escala de SUS. (Modificada)(Bangor et al., 2008)

Cada pregunta del cuestionario aplicado a los estudiantes tenía una opción para dejar un comentario. En la tabla 5.8 a la 5.17 se muestran los comentarios hechos por los participantes.

Tabla 5.8: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #1 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

1. Utilización de sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Se requiere capacitación para el maestro.
estudiantes de universidad	Es muy bueno y divertido; las clases con este sistema no serían aburridas; para temas complicados me parecería excelente.
estudiantes de secundaria	Esto ayudaría a entender mejor los temas y a hacer las clases más dinámicas.

Tabla 5.9: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #2 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

2. Considero que es un sistema complejo.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Ningún comentario.
estudiantes de universidad	Tiene todo para que los estudiantes aprendan y se comuniquen entre sí. No es de lo más sencillo pero si es más fácil que entenderle a una clase normal.
estudiantes de secundaria	Algunas cosas están confusas, supongo que te acostumbras con el tiempo.

Tabla 5.10: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #3 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

3. Me parece que el sistema es fácil de usar.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Para mí sí, pero tengo perfil en cómputo.
estudiantes de universidad	No es complicado y es fácil de usar. No hay dificultades al momento de usarlo, es muy entendible.
estudiantes de secundaria	A veces si ocupé de ayuda, pero no es difícil de entender.

Tabla 5.11: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #4 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Al principio si se necesita asistencia, pero con la práctica no se necesitaría.
Profesor de secundaria	Ningún comentario.
estudiantes de universidad	Cualquier persona que haya utilizado una computadora anteriormente tendrá la facilidad de usarla.
estudiantes de secundaria	En un principio es necesaria. Solo la primera vez.

Tabla 5.12: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #5 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

5. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Algunas detallitos de operatividad, pero nada inconsistente.
Profesor de secundaria	Falta ajustar algunos detalles.
estudiantes de universidad	Todo me pareció necesario para desarrollar la actividad adecuadamente.
estudiantes de secundaria	Me parece muy interactivo.

Tabla 5.13: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #6 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

6. Considero que las opciones que presenta están bien integradas.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Ningún comentario.
estudiantes de universidad	Es muy dinámico y eso hace que sea divertido. No batallé nada pero estaría bien poner una opción de instrucciones para aclarar dudas.
estudiantes de secundaria	Ningún comentario.

Tabla 5.14: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #7 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar fácilmente este sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Los estudiantes sí, en el caso de los maestros depende mucho de sus conocimientos básicos en computación.
estudiantes de universidad	Sí, ya que no es complicado el uso del sistema después de haber utilizado una computadora.
estudiantes de secundaria	Ningún comentario.

Tabla 5.15: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #8 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Ningún comentario.
estudiantes de universidad	Solo al principio.
estudiantes de secundaria	Ningún comentario.

Tabla 5.16: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #9 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

9. Me sentí confiado utilizando el sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	Ningún comentario.
Profesor de secundaria	Me faltó practicar antes las opciones del escenario.
estudiantes de universidad	Ningún comentario.
estudiantes de secundaria	Sí, una vez sabiendo como se usa.

Tabla 5.17: Comentarios hechos por los participantes en la pregunta #10 del cuestionario de evaluación de EDUMAT-LE.

10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder usar el sistema.	
Participante	Comentario
Profesores de universidad	No necesariamente, con el manual de usuario se puede usar el sistema.
Profesor de secundaria	Ningún comentario.
estudiantes de universidad	No muchas, en lo personal cosas básicas. Solo la primera vez.
estudiantes de secundaria	Primero debo familiarizarme con el sistema antes de dominarlo.

En el Apéndice C.4 se presentan los cuestionarios aplicados a los participantes en la evaluación.

5.3.5. Interpretación de resultados

El ejercicio realizado para evaluar el Ambiente de Aprendizaje de EDUMAT-LE permitió conocer la percepción de usabilidad que tienen profesores y estudiantes. Considerando las respuestas obtenidas en cada pregunta, los comentarios hechos por los participantes, y las observaciones que se hicieron durante el proceso de evaluación, se tienen los siguientes hallazgos:

- Se encontró que para la mayoría de los estudiantes y profesores participantes, el Ambiente de Aprendizaje presenta características y opciones interesantes y divertidas para llevar a cabo una sesión de clases. Por tal motivo estarían dispuestos a utilizar la plataforma en sus cursos educativos.
- La plataforma de aprendizaje es fácil de utilizar siempre y cuando exista una etapa de entrenamiento previa a su utilización. Esto debido a que el proceso de evaluación fue el primer acercamiento que los estudiantes tuvieron con el portal; y para los profesores, el proceso de evaluación fue la primera vez que lo utilizaron con la menor ayuda del instructor.
- Para los estudiantes de secundaria, la usabilidad fue percibida como menos usable que para los estudiantes universitarios. Esto se atribuye a que los tiempos de respuesta fueron más tardados en las instalaciones de la escuela secundaria que en las instalaciones de la universidad, debido a que la escuela secundaria contaba con una baja señal de Internet.

Los resultados de la evaluación reflejan que los usuarios participantes tuvieron una buena percepción de facilidad de uso del sistema. Lo anterior se puede justificar con los hallazgos encontrados, ya que la plataforma fue de interés para los participantes por ser una manera innovadora de trabajar en un salón de clases, y además, el hecho de estar familiarizados con el uso de la computadora y de internet les ayudó a comprender más fácilmente el uso de la plataforma. Por otra parte, para los profesores y estudiantes EDUMAT-LE es un sistema que requiere de un manual de usuario o de un instructivo, ya que para utilizar alguna de sus funcionalidades, se deben seguir varios pasos que solo se aprenden con el uso constante, por ejemplo, las actividades con dispositivos móviles o las relacionadas con agregar un OA al espacio de trabajo.

Capítulo 6

Conclusiones, Aportaciones y Trabajo futuro

6.1. Conclusiones

En este trabajo se presentó el proceso seguido para el desarrollo de un Ambiente de Aprendizaje perteneciente al grupo de Educación de las Matemáticas con Tecnologías de la Información (EDUMAT-TI). Dicho ambiente lleva el nombre de EDUMAT-LE (por sus siglas en inglés EDUMAT's Learning Enviroment) en honor al mismo grupo. Fue desarrollado mediante la integración de los servicios, recursos y funciones proporcionados por otros Ambientes de Aprendizaje pertenecientes a EDUMAT-TI con el objetivo de contar con un solo sistema que ofrezca las capacidades de los demás. Entre las características de los ambientes integrados (Supersabios, Síndrome y q-IUM), y que ahora son también características de EDUMAT-LE, se encuentran el soporte al aprendizaje mediante el uso de dispositivos móviles, la recomendación personalizada de objetos de aprendizaje (OA), y la disposición de un repositorio de objetos de aprendizaje (ROA) que contiene un conjunto de recursos educativos orientados a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas con enfoque recreativo, específicamente los Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas (IIDM)(López-Morteo, 2005). Así mismo, se desarrollaron e incorporaron algunos servicios para aumentar sus funcionalidades.

Diferentes etapas se siguieron para crear EDUMAT-LE. La primera de ellas fue la comprensión de los Ambientes de Aprendizaje a integrar, ya que era necesario conocer su funcionamiento, para poder determinar cómo se haría su integración. Posteriormente se realizó su diseño arquitectónico, mismo que está organizado en capas y se encuentra conformado en su mayor parte por elementos que fueron traídos de las arquitecturas de los sistemas que se integraron (ver figura 3.8 del capítulo 3). Finalmente, se desarrollaron

e incorporaron algunos servicios para aumentar sus funcionalidades. La principal de éstas es la interoperabilidad, es decir, la capacidad de comunicarse con sistemas externos para intercambiar recursos y utilizarlos con fines educativos. Para lograrlo, fue necesario seguir una especificación utilizada comúnmente en el ámbito de la interoperabilidad de ROA, conocida como interfaz de consulta simple (SQI por sus siglas en inglés Simple Query Interface). Se desarrollaron algunos servicios web siguiendo tal especificación y se incorporaron a la arquitectura de EDUMAT-LE, por lo que cualquier sistema que utilice la misma especificación podrá acceder a los recursos almacenados en su ROA.

Uno de los objetivos de este trabajo es el de compartir los OA disponibles en el repositorio de EDUMAT-LE con una comunidad amplia de usuarios, de manera que sea un gran número de estudiantes los que puedan apoyar su aprendizaje con el potencial que ofrecen estos recursos por sí mismos. Para lograrlo, fue necesario conectar el Ambiente de Aprendizaje con la federación LA FLOR (Latin American Federation of Learning Object Repositories) a través de uno de sus repositorios, el de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA). Por tanto, se tiene que EDUMAT-LE puede ser accedido por los sistemas de LA FLOR que se conecten al repositorio de la UAA y viceversa, EDUMAT-LE tiene acceso a los sistemas de LA FLOR conectados con la UAA.

Para interoperar en una federación es necesario que los sistemas estén desarrollados siguiendo los estándares y especificaciones existentes para este fin, pues de otra manera, no se lograría la interoperabilidad deseada. Así mismo, es necesario el establecimiento de acuerdos formales entre las instituciones cuyos sistemas participarán en la federación. Por ejemplo, en primera instancia se intentó conectar a EDUMAT-LE con la federación europea ARIADNE, no obstante, por la falta de un acuerdo no fue posible interoperar con dicha federación. Caso contrario, con la UAA se estableció un acuerdo, lo que facilitó la conexión y comunicación entre los sistemas.

Por otra parte, se realizó una evaluación con profesores y estudiantes de materias relacionadas con las matemáticas de nivel licenciatura y secundaria, para determinar el nivel de usabilidad de éste sistema. Solo se evaluó en estos niveles por que se tenían conocidos que facilitaron la relación con los participantes, no porque EDUMAT-LE no esté diseñado para ser utilizado en otros niveles, ya que eso depende de la actividad a realizar, de las herramientas con las que estén dotadas las aulas de clases (computadoras, dispositivos móviles), así como del material educativo con el que se cuente en el ROA. Actualmente éste último está cargado con material para la materia de matemáticas a nivel secundaria y licenciatura, pero sus características técnicas permiten la incorporación y uso de material para otras materias y para otros niveles educativos.

En los resultados de la evaluación, se obtuvo que la usabilidad del Ambiente de Aprendizaje es buena, lo cual se puede interpretar en base a los comentarios emitidos por los participantes. Por ejemplo, les gustaría utilizar EDUMAT-LE en sus clases, pero consideran que en un principio requieren de asistencia técnica para familiarizarse con su uso. Así mismo, consideran que haría las clases más divertidas, interesantes y dinámicas, puesto que es algo diferente a lo que están acostumbrados, es diferente al sistema tradicional de enseñanza donde el profesor está frente a un pizarrón y comienza a explicar los temas a un grupo. Para el estudiante es atractivo utilizar este tipo de herramientas tecnológicas durante una clase, ya que él está familiarizado con el uso de tecnología como la computadora, el celular o Internet. El estudiante percibe el uso de estas tecnologías como algo “normal” en su vida y que principalmente utiliza para diversión o para apoyo a sus tareas. Por tal motivo, el empleo de las Tecnologías de la información y Comunicación (TICs) en el aula conlleva al estudiante un sentimiento de empatía, que le permite entusiasmarse al ver que también puede aprender con las tecnologías que comúnmente utiliza. Para él es más interesante practicar un tema utilizando una aplicación con enfoque recreativo, como un juego en el celular o una simulación en el navegador web, que estar resolviendo ejercicios en el cuaderno.

En resumen, EDUMAT-LE ofrece la posibilidad de realizar diferentes actividades educativas que pueden apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los profesores y estudiantes que la utilizan. Entre estas actividades está la utilización de dispositivos móviles para la interacción con OA, de manera que la clase se pueda realizar en cualquier área de la escuela y no solo en el salón de clases. También está la recomendación de OA a los estudiantes considerando su perfil y estilo particular de aprendizaje, de tal suerte que los estudiantes se apoyen sólo en aquellos OA que les serán de mayor utilidad. En adición, el estudiante no está limitado a utilizar sólo los OA disponibles en el repositorio de EDUMAT-LE, ya que gracias a la característica de interoperabilidad, puede tener acceso a OA de otras partes del mundo y así ampliar su visión sobre los temas que esté tratando.

EDUMAT-LE es una alternativa que se puede aprovechar para apoyar la educación en México. No obstante, muchas veces las instituciones educativas en el sector público o privado no cuentan con el recurso económico para implementar este tipo de sistemas de enseñanza, pues se requiere una inversión en la adquisición de equipo de cómputo, tecnología móvil así como en capacitación para profesores y estudiantes, que en ocasiones las escuelas no pueden cubrir. Sin embargo, ya existen escuelas que están trabajando eso, pues es bien sabido por las autoridades educativas que el empleo de las TICs es algo necesario en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, por lo que

esto abre la expectativa de que la implementación de este tipo de sistemas sea apoyada y fomentada en un futuro cercano.

6.2. Aportaciones

Las principales aportaciones de este trabajo son:

- La plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE. Sitio web:
<http://edumat-le.iing.mx1.uabc.mx:8080>.
- Elaboración de un artículo sobre la implementación de la especificación Simple Query Interface (SQI) en el Ambiente de Aprendizaje de EDUMAT-TI: Araceli C. Justo-López, Gabriel López-Morteo, Jaime Muñoz-Arteaga, Edgar Alan Calvillo Moreno, Miguel Ángel Meza. Implementación de SQI en la plataforma de aprendizaje del grupo EDUMAT-TI. Conferencia conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías del Aprendizaje, CcITA 2011, Mérida, Yucatán, México.
- La experiencia de interoperar con el repositorio mexicano de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y con las federaciones ARIADNE y LA FLOR, lo cual trae las siguientes ventajas:
 - La comunicación establecida con ARIADNE y las pruebas técnicas hechas para comunicar su repositorio de búsquedas federadas con EDUMAT-LE, facilitarán que cuando éste último esté en funcionamiento continuo, se pueda establecer un acuerdo formal con dicha institución para integrarlos e interoperar.
 - La interoperabilidad lograda con el repositorio de la UAA, es un punto de referencia para posteriormente solicitar a otras instituciones pertenecientes a la federación LA FLOR, el establecimiento de acuerdos que permitan integrar sus repositorios con EDUMAT-LE.
 - La conexión establecida entre el repositorio de la UAA y EDUMAT-LE, permite que éste último tenga acceso a los recursos educativos de los repositorios conectados a LA FLOR, incluyendo los de la UAA. Por tanto, los usuarios de EDUMAT-LE podrán tener acceso a un gran número de recursos educativos de manera gratuita, de distintos tópicos, y de diferentes países de América Latina, lo cual permitirá tener más objetos de aprendizaje para apoyar los temas educativos que pudieran impartirse por medio de este Ambiente de

Aprendizaje. Así mismo, se está apoyando a la reutilización de los materiales que las instituciones educativas han desarrollado para fines específicos, de manera que sean aprovechados por más usuarios y para diferentes fines instruccionales.

- Como consecuencia del punto anterior, los objetos de aprendizaje de EDUMAT-LE, específicamente los IIDMs, están disponibles para que más usuarios los utilicen y no se encuentren solamente guardados y sin ser conocidos para su aprovechamiento. Esto se considera importante ya que los IIDMs son componentes de software educativo con características que buscan motivar a los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, puesto que es una materia que presenta un alto índice de reprobación en la educación mexicana.

6.3. Trabajo futuro

Se propone establecer acuerdos con universidades nacionales e internacionales pertenecientes a la federación LA FLOR, hasta lograr entrar por completo a esta federación, es decir, que el repositorio de EDUMAT-LE forme parte de las búsquedas federadas que se realicen en cualquiera de los repositorios de la federación, y no solamente en el repositorio de la UAA. También se propone hacer código reutilizable de los servicios web que permiten la interoperabilidad del Ambiente de Aprendizaje, para que esté disponible para ser reutilizado por instituciones educativas que deseen compartir sus recursos educativos en una federación. Por otra parte, una vez que EDUMAT-LE sea un software en funcionamiento, se propone dar seguimiento a la comunicación establecida con la federación ARIADNE, para intentar nuevamente interoperar con sus repositorios.

Bibliografía

- Almaraz-Mota (2008). Búsquedas federadas significativas en repositorios de objetos de aprendizaje. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, México.
- Andrade-Aréchiga (2009). *Desarrollo, Implementación y evaluación de objetos de aprendizaje en cursos formales de matemáticas del nivel superior*. Tesis doctoral, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California México.
- ARIADNE, F. (2006). Ariadne foundation for the european knowledge pool. *Consultado en Abril de 2011, Disponible en: <http://www.ariadne-eu.org>*.
- Bangor, A., Kortum, P. T., y Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, páginas 24:6, 574–594.
- Blackboard (2011). Blackboard. *Consultado en: Abril de 2011, Recuperado de: <http://www.blackboard.com/>*.
- Casali, A., Geling, V., Deco, C., y Bender, C. (2010). Sistema inteligente para recomendación de objetos de aprendizaje. *Revista Generación Digital*, Vol. 9 No. 1 (ISSN 1909-9223).
- Castro-García y López-Morteo, G. (2008). Un análisis de las extensiones realizadas al estándar de metadatos para objetos de aprendizaje ieev lomv1.0. En *Memorias de la 3a Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Objetos de Aprendizaje LACLO 2008*, páginas 33–43.
- Claroline (2011). Claroline. *Consultado en: Abril de 2011, Recuperado de: <http://www.claroline.net/>*.

- Deco, C., Bender, C., y Casali, A. (2008). Design of recommender educational system. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 63–70.
- Downes, S. (2002). Design and reusability of learning objects in an academic context: A new economy of education? *Consultado en Julio de 2010. Recuperado de: <http://www.downes.ca/files/milan.doc>*.
- Duarte (2000). Ambientes de aprendizaje: Una aproximación conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación, OEI*, página 19.
- Enríquez, V. (2008). Color: Repositorio de objetos de aprendizaje al servicio de la academia. *Enterate en línea*, (74).
- Garlan, D. (2000). Software architecture: a roadmap. *In Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering (Limerick, Ireland, June 04 - 11, 2000). ICSE '00. ACM*.
- Georgiev-Tsvetozar, Georgieva-Evgenia, y Smrikarov-Angel (2004). M-learning - a new stage of e-learning. *International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2004*, página 5.
- Gómez, I. R. (2008). Objetos de evaluativos del aprendizaje y su utilización en el área de la seguridad informática. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 87–93.
- Hepper-Stefan (2008). Java portlet specification. *Consultado el: 13 de agosto de 2010. Recuperado de: <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/pfd/jsr286/index.html>*.
- IEEE (1990). *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. IEEE, New York.
- Jabber, i. (2011). El libro de jabber. *Consultado en Julio de 2011, Recuperado en: <http://www.jabberes.org/libro>*.
- Juárez, O. y Reyes, P. (2008). Objetos de aprendizaje como apoyo a la educación y fomento al aprendizaje didáctico. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 353–359.

- Lamarque-Ruvalcaba (2009). Desarrollo de un sistema de administración de objetos de aprendizaje interactivos para las matemáticas de nivel secundario: “los números cuentan”. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE).
- Linwood, M. (2004). *Build Portals with the Java Portlet API*. Number 1-11. Apress.
- Looms-Thelma y Christensen-Clark (2002). Emerging and enabling technologies for the design of learning object repositories report. Reporte técnico, Advanced Distributed Learning Initiative.
- López, G., Castro, L., y Justo, A. (2010). Factibilidad de programas de educación a distancia en baja california para nivel superior: propuesta de adopción de plataformas, estándares y normas. Reporte Técnico 379, Universidad Autónoma de Baja California.
- López-Guzmán (2005). *Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning*. Tesis doctoral, Universidad de Salamanca.
- López-Morteo (2005). *Ambiente de Aprendizaje Basado en Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas*. Tesis doctoral, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, Baja California, México.
- López-Morteo, G., Briseno, J., y Aguilera, G. (2007). Sistema interactivo distribuido de repositorios de objetos de aprendizaje matemáticos (síndrome). En *Quinto taller sobre tecnología de objetos de aprendizaje, Tatoaje 2007*, Morelia. Tatoaje.
- López-Morteo, G. y Rosa, M. L. (2008). Desarrollo de objetos de aprendizaje para la enseñanza de las matemáticas con enfoque recreativo "simulador de pesca". *XIII Verano de la Investigación Científica del Pacífico*.
- LTSC (2000). Learning object metadata working group. draft standard for learning object metadata. Reporte Técnico IEEE p1484.12, IEEE Learning Technology Standards Committee, USA.
- Martínez, M. Á., Reyes, P., y Margain, M. L. (2008). Objetos de aprendizaje con interfaz basada en mapas mentales. *Tercera Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 241–245.
- Martínez, R. (2008). Objetos de aprendizaje: Configuración de una nueva pedagogía de las matemáticas. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, México, D.F.

- MENRC (2012). Colombia aprende: La red del conocimiento. consultado en enero de 2011. disponible en <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/w3-channel.html>.
- Moler, C. (2011). *Experiments with MATLAB*. Math Works, Inc.
- Moodle (2011). Community moodle. *Consultado en Abril de 2011, Recuperado en:* <http://moodle.org>.
- Morales, R., Ochoa, X., Sánchez, V. G., y Ordoñez, V. (2009). La flor - repositorio latinoamericano de objetos de aprendizaje. En de Yucatán, U. A., editor, *Recursos digitales para el aprendizaje*, páginas 308–317.
- Muñoz, J., Calvillo, A., Álvarez, F., y Martínez, F. (2008). Un modelo arquitectónico en base en dispositivos móviles para la federación latinoamericana de objetos de aprendizaje. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 95–99.
- Muñoz, J., Ochoa, X., Calvillo, A., y Parra, G. (2007). Integración de redouaa a la federación latinoamericana de repositorios de objetos de aprendizaje. *2da Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje, LACLO 2007.*, página 6.
- Olón-Tortosa, S., Ortiz-Baillo, A., y Hilera-González, J. (2007). Sroa: Sistema de reutilización de objetos de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*.
- OP (2011). Learning space, disponible en <http://openlearn.open.ac.uk/>, consultado en diciembre de 2011.
- Ortigosa, A., Bravo, J., Carro, R., y Martín, E. (2010). Entornos de aprendizaje móviles adaptativos y evaluación: Comole y geses. *RIED - Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, Volumen 13, No. 2.
- Pedraza-García (2004). Evolución e integración de aplicaciones legadas: Comenzar de nuevo o actualizar. En *III Congreso Colombiano de Computación, Medellín*.
- Pitoura (2004). Providing database interoperability through object-oriented language constructs. *Journal of Systems Integration*, 7(2):99–126.
- Polsani (2003). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*, 3(4).

- Rehak, D. y Mason, R. (2003). Keeping the learning in learning objects. En *En A. Littlejohn (Ed), Reusing Online Resources: A Sustainable Approach to E-learning.*, páginas 20–34, London, Sterling, VA Taylor y Francis.
- Rodriguez, K. y Ronda, R. (2006). El web como sistema de información. *acimed* 2006. Consultado el: 20 de julio de 2010. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci-arttextpid=S1024-94352006000100008>.
- Ruelas-Gómez y López-Morteo, G. (2009). Características y procesos del inicio de interacción en actividades colaborativas para un ambiente de aprendizaje basado en computadora de escritorio auxiliado por dispositivos móviles. *Libro electrónico “Avances en tecnología de información CNCICC 2009*.
- Salas, D., Carrillo, E., y Rodríguez, D. (2008). Diseño e implementación de un ambiente virtual de aprendizaje basado en estándares internacionales. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 331–337.
- Sarasa, Antonio y Canabal, B. (2008). Agrega: Un proyecto de software libre web 2.0 de la administración pública. *III Congreso Internacional de Software Libre y Web 2.0*.
- Schoolnet (2011). Learning resource exchange, disponible en <http://lreforschools.eun.org/web/guest/about>, consultado en diciembre de 2011.
- Silveira, I., Carlos, A., Kasperavicius, L., Veiga, J., Silva, V., Silva, L., Amaral, L., Calejón, L., y Curi, E. (2008). Diseño instructivo de objetos de aprendizaje de matemática basado en juegos digitales: un abordaje integrado a tv y radio. *Tercena Conferencia Latinoamericana de Tecnología de Objetos de Aprendizaje*, páginas 127–132.
- Simon, B., Massart, D., Van, A., Ternier, S., Duval, E., Brantner, S., Olmedilla, D., y Miklos, Z. (2005a). A simple query interface for interoperable learning repositories. *Proceedings of the 1st workshop on interoperability of web-based educational systems*, páginas 11–18.
- Simon, B., Massart, D., Van, Assche, F., Ternier, S., y Duval, E. (2005b). Simple query interface specification. Reporte técnico, <http://www.prolearn-project.org/lori>.
- SQI (2005). Simple query interface specification. Consultado el: 28 de junio de 2010. Recuperado de: <http://www.prolearn-project.org/lori/>.

- SUC (2012). Multimedia educational resource for learning and online teaching, consultado en diciembre de 2011, disponible en <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>.
- Szyperski-Clemens (1998). Component software. beyond object-oriented programming. *Addison-Wesley/ACM Press*, página 411.
- Wiley, D. A. (2005). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. en d. a. wiley (ed.), the instructional use of learning objects: Online version. consultado el: 24 de enero de 2005. recuperado de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- Young, P. E. (2002). *Heterogeneous Software System Interoperability Through Computer-Aided Resolution of Modelling Differences*. Tesis doctoral, Naval Postgraduate School, MONTEREY CA.

Apéndice A

Glosario

- API: Interfaz de Programación de Aplicaciones o API (del inglés Application Programming Interface) es un conjunto de clases predefinidas que se utilizan para generar programas en lenguaje Java.
- Apache: Fundación de software que proporciona apoyo organizacional, legal y financiero para una amplia gama de proyectos de software de código abierto.
- Apache Tomcat: Es una distribución de código abierto proporcionada por Apache, que proporciona el espacio de ejecución de aplicaciones web desarrolladas en lenguaje de programación Java.
- Applet de Java: Es una aplicación escrita en lenguaje de programación Java que puede correr en un navegador web.
- Hipertexto: Es una tecnología que organiza una base de información en bloques distintos de contenidos, conectados a través de una serie de enlaces cuya activación o selección provoca la recuperación de información.
- HTML: HyperText Markup Language. Lenguaje para publicar hipertexto en la World Wide Web (WWW).
- HTTP: HyperText Transfer Protocol. Protocolo de transferencia de hipertextos. Protocolo usado para acceder a la Web (WWW). Se encarga de procesar y dar respuestas a las peticiones para visualizar una página web.
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers: Importante asociación de técnicos y profesionales, con sede en los Estados Unidos. Fue fundada en 1884 y en 1998 tenía aproximadamente 320,000 miembros en 147 países. Favorece la

investigación en campos diversos, como la tecnología aeroespacial, la computación, las comunicaciones y la tecnología biomédica.

- Jabber: Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) (anteriormente conocido como Jabber) es un protocolo extensible, abierto y estándar basado en XML para el intercambio de tiempo real de mensajes y presencia entre dos puntos en Internet.
- Java: Lenguaje de programación creado por Sun Microsystems.
- J2EE: Java Platform, Enterprise Edition o Java EE (anteriormente conocido como Java 2 Platform, Enterprise Edition o J2EE hasta la versión 1.4), es una plataforma de programación—parte de la Plataforma Java—para desarrollar y ejecutar software de aplicaciones en Lenguaje de programación Java con arquitectura de “n” capas distribuidas y que se apoya ampliamente en componentes de software modulares ejecutándose sobre un servidor de aplicaciones.
- Jetspeed: Es una plataforma para el desarrollo de portales, completamente en código abierto basado en J2EE, bajo la licencia de de la fundación de software Apache¹, escrito en Java y XML y se ejecuta sobre el servidor de aplicaciones Apache Tomcat.
- JSP: Java Server Page (Página de Servidor Java). Tecnología orientada a crear páginas web con programación en Java.
- LOM: Learning Object Metadata (Metadatos para Objetos de Aprendizaje. Es un estándar que define la sintáxis y semántica para describir los metadatos de los objetos de aprendizaje.
- Metadatos: Atributos necesarios para describir un objeto de aprendizaje.
- Protocolo: Conjunto de reglas y formatos que gobiernan las comunicaciones entre entidades que ejecutan funciones a un mismo nivel en diferentes sistemas abiertos.
- Servicio web: Es una pieza de software que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones.
- WSDL: Web Services Description Language (Lenguaje de descripción de servicios web). Proporciona una fundamental y más importante abstracción de un servicio

¹Apache, disponible en: <http://www.apache.org/>

web, la interfaz expuesta para otro servicio web y a través de la cual los servicios web son encontrados por programas y sistemas de software.

- Xindice: Es una base de datos que ofrece gratuitamente Apache² y está diseñada para almacenar archivos XML.
- XML: Extensible Markup Language (Lenguaje de marcas extensible). Es un meta-lenguaje que permite definir lenguajes de etiquetado adecuados para usos determinados. Su función principal es describir datos y corresponde a un estándar que permite a diferentes aplicaciones interactuar con facilidad a través de la red.

²<http://www.apache.org/>

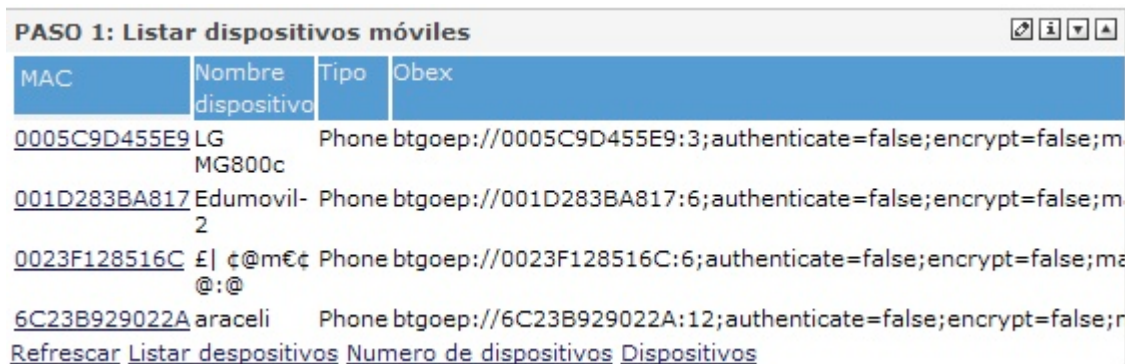
Apéndice B

Interfaces de usuario de EDUMAT-LE

B.1. Soporte a dispositivos móviles

Para apoyar la característica de soporte a dispositivos móviles, se integraron los portlets del Ambiente q-IUM en EDUMAT-LE. Estos portlets presentan las siguientes aplicaciones jsp:

- Listar dispositivos móviles: Aplicación que permite listar los dispositivos móviles con la interfaz bluetooth activa que fueron encontrados en el Ambiente de Aprendizaje (AA) después de realizar una búsqueda. (Ver figura B.1).



MAC	Nombre dispositivo	Tipo	Obex
0005C9D455E9	LG MG800c	Phone	btgoep://0005C9D455E9:3;authenticate=false;encrypt=false;m
001D283BA817	Edumovil-2	Phone	btgoep://001D283BA817:6;authenticate=false;encrypt=false;m
0023F128516C	£ ¢@m€¢@:@	Phone	btgoep://0023F128516C:6;authenticate=false;encrypt=false;m
6C23B929022A	araceli	Phone	btgoep://6C23B929022A:12;authenticate=false;encrypt=false;r

[Refrescar](#) [Listar despositivos](#) [Numero de dispositivos](#) [Dispositivos](#)

Figura B.1: Listar dispositivos móviles.

- Registro de estudiantes y sus dispositivos móviles: A partir de la lista de dispositivos móviles obtenida en la aplicación de la figura B.1, esta aplicación permite registrar en la plataforma todos o algunos de los dispositivos móviles encontrados

y asignarles el nombre de un estudiante. (Ver figura B.2). Es importante mencionar que con el uso de esta aplicación el proceso de registrar el dispositivo móvil no está completo, puesto que hace falta obtener algunos datos de configuración del dispositivo, los cuales pueden ser obtenidos a partir de las aplicaciones que son explicadas más adelante.

PASO 2: Registro de alumnos y sus dispositivos móviles

MAC	Usuario	Estado	Nombre dispositivo	Tipo
Direccion Mac:	6C23B929022A			
Usuario:	justo			
Estado:	conectado			
Nombre del dispositivo:	araceli			
Tipo:	Phone			
Obex:	btgoep://6C23B929022A:12;authe			

Registrar

Figura B.2: Registro de estudiantes y sus dispositivos móviles.

- Desplegar servidor de configuración: Se trata de un Applet de Java que permite enviar a los dispositivos registrados con la aplicación de la figura B.2 una aplicación necesaria para que los dispositivos puedan ser registrados en el sistema. Dicha aplicación debe ser enviada a los dispositivos móviles y el usuario debe ejecutarla para que el dispositivo móvil adquiera un estado de servidor, y de esta manera, se pueda tener acceso a datos de configuración del dispositivo. (Ver figura 4.3).

Distribuidor de Servidor EMO via BT V 1.0

id	Descripcion	Aplicacion
2	sistema	EmoServerME.jar

Paso 1: Elije los dispositivos destino de la lista y presiona el boton "Agregar dispositivo"

Nombre del usuario	Nombre del movil
araceli	Eduovil-2

Paso 2: Presiona el boton "Enviar" para entregar el la aplicación

Equipo	Nombre	Actividad	Estado	Servidor
1	araceli	EmoServerME.jar	enviado	si

Figura B.3: Desplegar aplicación de configuración.

- Completar proceso de registro: Esta aplicación permite obtener la información de configuración de los dispositivos móviles que recibieron y ejecutaron la aplicación de la figura 4.7. Además, permite completar el proceso de registrar al dispositivo móvil en el sistema a partir de la información de configuración proporcionada por esta misma aplicación. (Ver figura B.4).

PASO 4: Completar proceso de registro 🔍 📄 📁 📧

MAC	Nombre Dispositivo	Tipo	Btspp
001D283BA817	Eduovil-2		Phone btspp://001D283BA817:10;authenticate=false;encrypt=false;master=false

[Refrescar](#)
[Listar dispositivos](#)
[Numero de dispositivos](#)
[Dispositivos](#)

Información para el registro de dispositivos moviles

Figura B.4: Completar proceso de registro.

- Registro de aplicaciones: Permite registrar aplicaciones que pueden ser enviadas a dispositivos móviles y posteriormente ser utilizadas en estos dispositivos. (Ver figura B.5).

Id	Nombre	Descripción	Especificación	Parámetro A	Parámetro B
1	BTQuince.jar	BT QUINCE			
2	EmoServerME.jar	sistema	sistema	sistema	sistema
3	KEY80061.JPG				
4	KEY80063.JPG	nueva foto		param a	param b
5	KEY80067.JPG	foto nueva 2	algo	paramA	paramB
6	PescandoBarrilete.jar	Barrilete		param a	param b
7	PescandoBarrilete.jad	Barrilete .jad		param a	param b
8	TestCol.jar	Binomios	ninguna	param a	param b
9	TestEsc.jar	Binomios Test Escritor		param a	param b
10	TestSel.jar	Binomios Test Selector		param a	param b
11	Chat_v3.jar	Chat version 3		param a	param b
12	BTChatSE_v3.jar	CHAT SE		param a	param b
13	Encuesta.jar	Encuesta		param a	param b

Descorta:
 Especificación:
 Parámetros A:
 Parámetros B:
 Archivo: Subir archivo:

Figura B.5: Registro de aplicaciones.

- Desplegar aplicaciones: Esta aplicación se trata de un Applet de Java. Presenta las aplicaciones que pueden ser enviadas a dispositivos móviles y permite su envío a dichos dispositivos. (Ver figura B.6).

Distribuidor de Aplicaciones via BT V...

Paso 1: Elije la aplicación a enviar de la lista y presiona el boton "Esta aplicación"

id	Aplicacion	Descripcion
1	BTQuince.jar	BT QUINCE
2	EmoServerME.jar	sistema
3	KEY80061.JPG	
4	KEY80063.JPG	nueva foto
5	KEY80067.JPG	foto nueva 2
6	PescandoBarrilete.jar	Barrilete
7	PescandoBarrilete.jad	Barrilete .jad

Paso 2: Elije los dispositivos destino de la lista y presiona el boton "Agregar integrante" 

Nombre del usuario	Nombre del movil
araceli	Edumovil-2

Equipo actual: 1

Paso 3: Presiona el boton "Enviar" para entregar la(s) aplicaciones a los usuarios

Equipo	Nombre	Actividad	Estado	Servidor
1	araceli	BTQuince.jar	enviado	

Figura B.6: Desplegar aplicaciones.

B.1.1. Soporte a la recomendación de objetos de aprendizaje

Para apoyar la característica de soporte a la recomendación personalizada de objetos de aprendizaje (OA), se integraron los portlets del ambiente Síndrome a EDUMAT-LE. Estos portlets presentan las siguientes aplicaciones:

- Cuestionario V.A.R.K.: Presenta un cuestionario con 13 preguntas que el usuario debe responder para que el sistema genere su perfil de aprendizaje. (Ver figura B.7).

Cuestionario V.A.R.K. □

Es necesario contestar este cuestionario en primer lugar, para que se genere tu perfil de usuario conteniendo tus preferencias de aprendizaje. Este cuestionario llamado VARK (Visual, Auditivo, Lectura y Kinestésico) se emplea para que a través de 13 sencillas preguntas, podamos definir tu estilo de aprendizaje.

Puedes elegir más de una opción en cada pregunta, pero recuerda que es muy importante que selecciones al menos una opción de cada inciso.

Gracias.

Nombre del estudiante: **galopez**

Tu clave de usuario : **galopez**

Nivel de Estudios Sexo

Edad (años) Semestre

1.-Usted esta por darle instrucciones a una persona que esta junto a usted. Esta persona es de fuera, no conoce la ciudad, esta en un hotel y quedan en encontrarse en otro lugar mas tarde. ¿Usted que haria?

☐ Dibujo un mapa en un papel.

☐ Le digo como llegar.

☐ Le escribo las instrucciones (sin dibujar un mapa).

☐ La busco y recojo en el hotel

2.-Usted no esta seguro como se deletrea la palabra trascendente o trascendente. ¿Usted que haria?

☐ Busco la palabra en el diccionario

☐ Veo la palabra en mi mente y escojo según como la veo.

☐ La repito en mi mente.

☐ Escribo ambas versiones en un papel y escojo una.

Figura B.7: Cuestionario V.A.R.K.

- Perfil de aprendizaje: Presenta el perfil de aprendizaje del estudiante y los OA que le recomienda para su perfil. (Ver figura B.8).

Recupera un listado de objetos de aprendizaje para tu perfil		Objetos de aprendizaje recomendados para su perfil de aprendizaje					
Perfil del alumno y preferencias de aprendizaje		Título	Formato	Imagen	Audio	Texto	Video
Tu ID:	galopez	El Cociente Dorado	text/html	0.7	0.1	0.1	0.1
Tu nombre:	Gabriel Lopez	El Rev Shirham v el Aledrez	text/html	0.7	0.1	0.1	0.1
Tu edad:	34						
Tu sexo:	Masculino						
Tu tipo de interactividad:	0.0						
Tu nivel de interactividad:	0.0						
Tu nivel de dificultad:	0.0						
Tu nivel de escolaridad:	Licenciatura						
Tu año de escolaridad:	Cuarto						
Tu valor de preferencia visual:	0.7						
Tu valor de preferencia auditiva:	0.1						
Tu valor de preferencia textual:	0.1						
Tu valor de preferencia kinestésica:	0.1						
Fecha de creación del perfil:	2007-11-16						
Fecha de la última modificación del perfil:	2007-11-16						

Figura B.8: Perfil de aprendizaje y recomendación de OA.

B.1.2. Personalización del espacio de trabajo

El Ambiente de Aprendizaje proporciona un catálogo de portlets a partir del cual los usuarios pueden seleccionar los portlets que desean agregar a su espacio de trabajo. La figura B.9 muestra el catálogo de portlets de EDUMAT-LE.

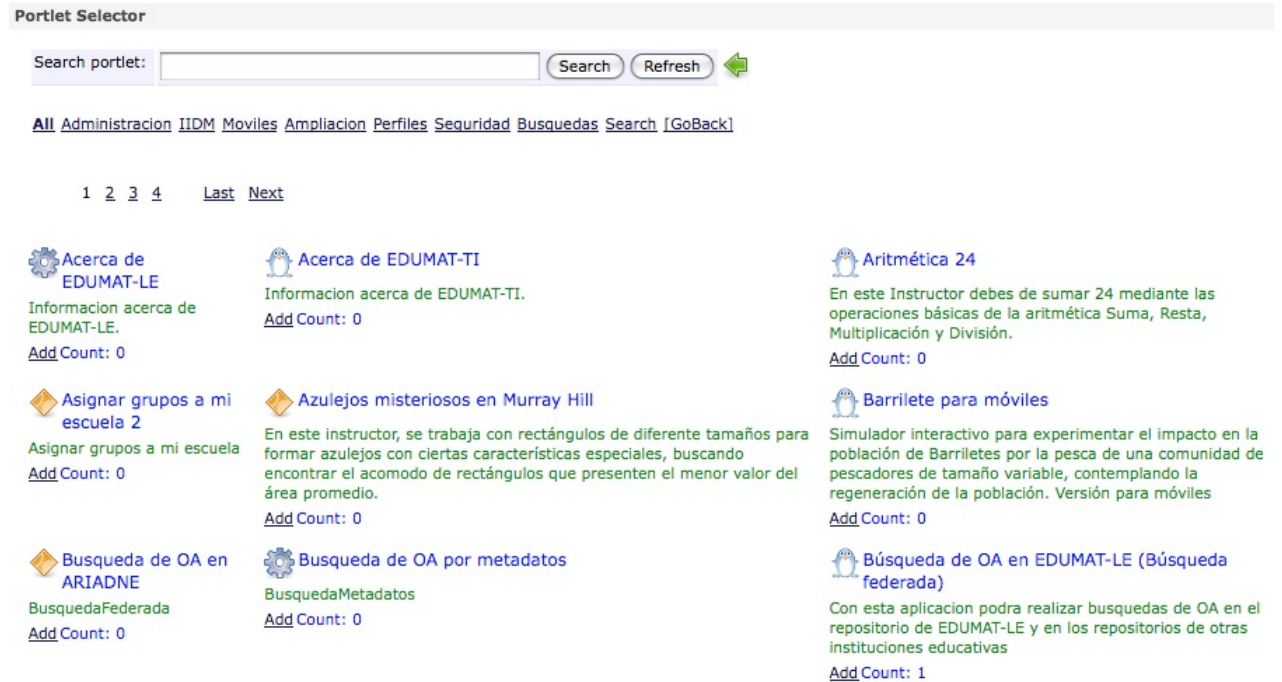


Figura B.9: Catálogo de portlets de EDUMAT-LE.

El usuario puede elegir el esquema de acomodo de los portlets en el espacio de trabajo, y puede agregar y eliminar portlets en el momento en que así lo desee. La figura B.10 muestra un ejemplo de como acomodar los portlets.

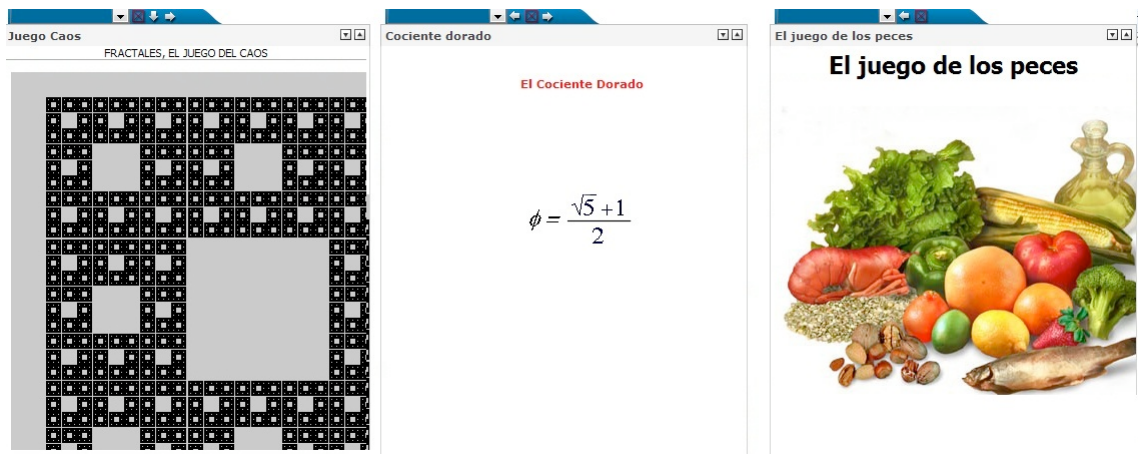


Figura B.10: Ejemplo de personalización del espacio de trabajo.

B.1.3. Mensajería instantánea

El ambiente Supersabios cuenta con Applet de Java que funciona como mensajero, esta aplicación se integró a EDUMAT-LE y permite el intercambio de mensajes entre los usuarios. Las figuras B.11 y B.12 muestran un ejemplo del mensajero.

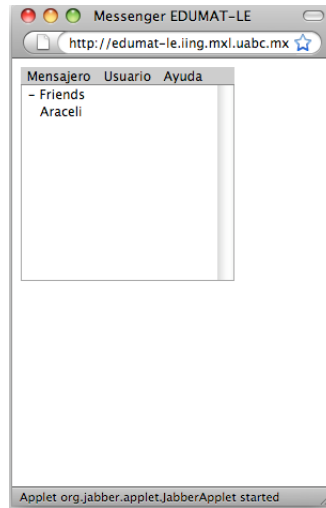


Figura B.11: Mensajero EDUMAT-LE.

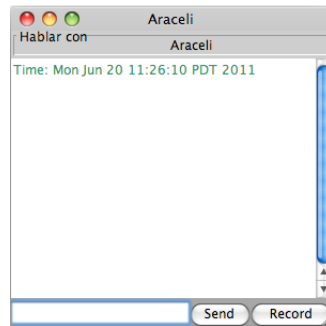


Figura B.12: Pantalla para el intercambio de mensajes en EDUMAT-LE.

B.1.4. Disponibilidad de objetos de aprendizaje (OA)

Algunos OA que se actualizaron y se agregaron a EDUMATA-LE se muestra a continuación:

B.1.5. Soporte para la comunicación con sistemas externos

Se desarrolló un portlet que permite realizar búsquedas federadas y búsquedas en el repositorio local de EDUMAT-LE; estas búsquedas se realizan a través de la inter-

faz de consulta simple SQI (Simple Query Interface). El usuario que interactúa con estos portlets tiene dos opciones para realizar las búsquedas federadas o locales, dichas opciones se describen a continuación:

- Búsqueda por metadatos: Como se observa en la figura B.13, esta opción presenta una interfaz de usuario que acepta términos de búsqueda en base al estándar de metadatos LOM (Learning Object Metadata). Para realizar una consulta, se debe especificar un valor para todos o para alguno de los campos presentes en la interfaz.

Figura B.13: Interfaz de búsqueda por metadatos.

Los resultados obtenidos después de hacer una búsqueda con esta interfaz de usuario, son presentados en un catálogo de metadatos de OA. La figura B.14 lo muestra. El catálogo presenta el título de los OA encontrados, el tipo de recursos, el formato y una opción para ver los metadatos del OA seleccionado. La figura B.15 muestra un ejemplo de metadatos de un OA.

OA en EDUMAT-LE				
OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EDUMAT-LE				
Regresar a la búsqueda				
	Título	Tipo de recurso	Formato	Metadatos
1	Conjetura de Polya	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
2	Dinero Facil y los Numeros de Fibonacci	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
3	El Cociente Dorado	Ejercicio	text/html	Ver metadatos
4	El Gran Juego de la CATAFIXIA	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
5	El Rey Shirham y el Ajedrez	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
6	El Teorema de Pitagoras	Cuestionario	text/html	Ver metadatos
7	En la Búsqueda	Cuestionario	text/html	Ver metadatos

Figura B.14: Catálogo de OA por metadatos.

DETALLE DE METADATOS DEL OA:	
El Teorema de Pitagoras	
GENERAL	
Identificador	Catálogo metadatos/matematicas/EDUMAT
	Entrada LEA0100
Título	El Teorema de Pitagoras
Idioma del recurso digital	es
Descripción del recurso digital	Muestra ejemplos para la demostracion del teorema de Pitagoras
Palabras clave	Trigonometria
Cobertura	Cultura
Estructura	Collection
Nivel de agregación	2
CICLO DE VIDA	
Versión	1.0
Estado	revised
Contribución	author
META-METADATOS	
Identificador	Catálogo ARIADNE
	Entrada KUL532
Idioma del metadato	es
Especificación utilizada para metadatos	LOMv1.0
Contribución	validador
TECNOLOGÍA	
Formato del OA	text/html
Porcentaje de contenido	Imagen 0.1
	Audio 0.7
	Video 0.1
	Texto 0.1
Requerimientos tecnológicos	ms-internet explorer
Instalación	Descripcion de como instalar el OA
Tiempo aproximado de carga	45
Tamaño	Tamaño 4000
	en bytes
	Anchura 500
	Altura 300

Figura B.15: Metadatos de un OA.

- Interfaz de búsqueda técnica: Esta opción, presenta una interfaz de usuario que permite modificar los términos de configuración de SQL. Para realizar una consulta, se deben especificar nuevos valores en los campos presentes en la interfaz o se pueden dejar los valores iniciales; dichos valores corresponden a la configuración default de SQL. El campo disponible para escribir los términos de consulta está inicializado con las etiquetas del lenguaje VSQL, lenguaje interpretado por la mayoría de las implementaciones de SQL. La figura B.16 muestra la interfaz de

búsqueda técnica.

Figura B.16: Interfaz de búsqueda técnica.

Los resultados obtenidos tras lanzar una búsqueda con esta interfaz de usuario, se presentan en un listado de código XML donde están descritos los metadatos de cada OA encontrado (ver figura B.17).

Figura B.17: Listado de código xml que muestra los resultados de una consulta con la interfaz de búsqueda técnica.

B.1.6. Administración

Para extender las funciones administrativas de la plataforma se desarrollaron los siguientes portlets:

- Registro de escuelas: Se agregó un portlet para registrar los datos de la escuela que trabajará con el Ambiente de Aprendizaje. Este portlet solo está disponible para ser usada por el usuario con rol de profesor. (Ver figura B.18).

EDUMAT-LE >> Administración

Registro Escuela

Registro guardado satisfactoriamente

Nombre: Centro de Estudios Industriales y de Servicios No, 18

Correo electrónico: cetis18@cetis.com.mx

Teléfono (s): 5-67-85-23

Dirección: Calle Lazaro Cardenas Col Nacionalista

GUARDAR

Figura B.18: Registro de escuelas.

- Asignación de grupos a la escuela. El usuario profesor puede utilizar este portlet para asignar a la escuela en la que él imparte clases, el o los grupos de estudiantes con los que trabajará. (Ver figura B.19).

Asignar grupos a mi escuela

NOMBRE DE LA ESCUELA: Centro de Estudios Industriales y de Servicios No, 18

GRUPOS ASIGNADOS A LA ESCUELA

☐ matematicas

Eliminar asignación

GRUPOS REGISTRADOS

☐ matematicas

☐ Mate3

Guardar Asignación

Figura B.19: Asignación de grupos a la escuela.

- Asignación de grupos al profesor: Es un portlet que permite al usuario con rol de profesor asignarse como profesor en los grupos de estudiantes registrados en el sistema. (Ver figura B.20).

Asignación de grupos al profesor

NOMBRE DEL PROFESOR: esmeralda

GRUPOS ASIGNADOS AL PROFESOR

☐ matematicas

Eliminar asignación

GRUPOS REGISTRADOS

☐ matematicas

Guardar Asignación

Figura B.20: Asignación de grupos al profesor.

- Gestión de grupos para profesores. Este portlet permite al usuario profesor registrar estudiantes en los grupos en los que él imparte clases, así como agregar información personal de sus estudiantes. (Ver figura B.21)

Gestión de grupos y usuarios		
NOMBRE DEL GRUPO: matematicas		
Usuario	Rol	Editar
DavidArmenta	alumno	Editar información
OmarDeSantos	alumno	Editar información
MarielaMelo	alumno	Editar información
esmeralda	maestro	Editar información
Agregar nuevo usuario al grupo		Regresar al listado de grupos

Figura B.21: Gestión de grupos y estudiantes.

- Gestión de grupos para estudiantes: Este portlet es para uso de estudiantes. Con este portlet los estudiantes pueden visualizar la información de sus compañeros de grupo así como modificar su propia información personal. (Ver figura B.22)

Mis grupos	
DATOS GENERALES DEL USUARIO	
Nombre:	José Omar
Apellido Paterno:	De Santos
Apellido Materno:	Ruiz
Correo electrónico :	omardsr@hotmail.com
Teléfonos:	5922396
Dirección:	Rio Balsas #2477, Gonzales Ortega
Rol:	Alumno
Regresar al listado de usuarios	

Figura B.22: Gestión de grupos para estudiantes.

Apéndice C

Material utilizado en la evaluación de EDUMAT-LE

El apéndice C presenta el material utilizado durante el proceso de evaluación de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE. Entre el material que se utilizó se encuentra la descripción de actividades a seguir por los participantes utilizando la plataforma, la descripción del objeto de aprendizaje (OA) utilizado para realizar las actividades de evaluación, el ejercicio que los estudiantes resolvieron como parte del proceso de evaluación y finalmente los cuestionarios aplicados a los profesores y estudiantes participantes.

C.1. Guía de actividades para la evaluación

En esta sección se muestra el documento que fue entregado a los profesores para realizar la fase de entrenamiento y evaluación de EDUMAT-LE. El documento describe los pasos seguidos durante la evaluación.

Escenario: Es un día normal de clases, pero el maestro ha decidido utilizar la plataforma EDUMAT-LE para su curso de matemáticas.

1. Lo primero que tiene que hacer es registrar la escuela en la que imparte clases y registrar el grupo MATEMÁTICAS, después tiene que registrar a los estudiantes de su grupo. Ver escenario 1.
2. Los estudiantes deben contestar un cuestionario en la plataforma para que ésta genere el perfil de aprendizaje del estudiante. Ver escenario 2.
3. El profesor debe agregar al espacio de trabajo el Objeto de Aprendizaje (OA) que utilizará para la clase. Ver escenario 3.

4. Como la actividad a realizar en la clase involucra el uso de dispositivos móviles, el profesor debe registrar en la plataforma los dispositivos móviles de sus estudiantes. Ver escenario 4.
5. Una vez registrados los dispositivos móviles de los estudiantes, el profesor debe enviar el OA a utilizar durante la clase a los dispositivos de los estudiantes. Ver escenario 5.
6. Al finalizar la clase, el profesor encarga dos tareas.
 - a) La primera es una actividad individual, ver escenario 6.
 - b) La segunda es una actividad en parejas, ver escenario 7.

Escenario 1: Administración de usuarios y grupos.

El primer día de clases, el profesor debe registrar a sus estudiantes en la plataforma, pero antes de eso, tiene que registrar la escuela en la que imparte clases y crear el grupo de MATEMÁTICAS. Las actividades a realizar se describen a continuación:

1. Acceder al sitio web de EDUMAT-LE: <http://edumat-le.iing.mx1.uabc.mx:8080/>
2. Iniciar sesión con la aplicación LOGIN PORTLET.
3. Entrar a la opción ADMINISTRACIÓN colocada en el menú superior de la pantalla.
4. Utilizando la aplicación REGISTRO ESCUELA, el profesor registra los datos de la escuela en la que impartirá el curso.
 - a) Seleccione el modo EDIT (Lápiz en la esquina superior derecha de la aplicación).
 - b) Proporcione los datos solicitados.
 - c) Seleccione guardar.
 - d) Si la escuela en la que impartirá el curso ya está registrada, únicamente seleccionará esa escuela y presionará el botón ASIGNAR.
5. Una vez registrada la escuela, el profesor crea el grupo de MATEMÁTICAS mediante la aplicación ADMINISTRACIÓN DE GRUPOS. Seleccione la opción New Group.

- a) Proporcione el nombre del grupo.
 - b) Seleccione Add Group.
6. Una vez creado el grupo, lo asigna a su escuela mediante la aplicación ASIGNAR GRUPOS A MI ESCUELA.
 - a) Seleccione el modo EDIT (Lápiz en la esquina superior derecha de la aplicación).
 - b) En el listado de grupos registrados seleccione el grupo MATEMÁTICAS.
 - c) Seleccione la opción Guardar Asignación.
 - d) Ahora el grupo MATEMÁTICAS aparece en el listado de “Grupos asignados a la escuela”.
7. Una vez asignado el grupo de MATEMÁTICAS a su escuela, se registra como profesor del grupo MATEMÁTICAS, mediante la aplicación ASIGNACIÓN DE GRUPOS AL PROFESOR.
 - a) Seleccione el modo EDIT (Lápiz en la esquina superior derecha de la aplicación).
 - b) En el listado de grupos registrados seleccione el grupo MATEMÁTICAS.
 - c) Seleccione la opción Guardar Asignación.
 - d) Ahora el grupo de MATEMÁTICAS aparece en el listado de “Grupos asignados al profesor”.
8. Una vez asignado como profesor al grupo de matemáticas, registrará los estudiantes que tendrá en su grupo utilizando la aplicación ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS.
 - a) Seleccione la opción New User.
 - b) Proporcione Nombre de usuario y password.
 - c) Seleccione la opción Add User.
9. Ahora puede administrar el grupo mediante la aplicación GESTION DE GRUPOS.
 - a) Seleccione el modo EDIT (Lápiz en la esquina superior derecha de la aplicación).

- b) Seleccionar la opción VER USUARIOS del grupo de MATEMÁTICAS.
 - c) En este momento el único usuario registrado es el profesor. Éste edita su información personal mediante la opción EDITAR INFORMACIÓN.
 - d) Selecciona la opción REGRESAR AL LISTADO DE USUARIOS.
 - e) Selecciona la opción ASIGNAR NUEVO USUARIO AL GRUPO.
 - f) Selecciona los usuarios que va asignar al grupo
10. La escuela solo se registra una vez, y puede crear tantos grupos como necesite.

Escenario 2: Cuestionario V.A.R.K y gestión de grupos.

Una vez que todos los estudiantes han sido registrados en la plataforma, debe indicarles cuál es el usuario y password con el que accederán a la plataforma, y debe pedirles que ingresen al sistema.

1. Al entrar al sistema la primera vez, el estudiante debe llenar el cuestionario que permite generar su perfil de aprendizaje, mediante la aplicación CUESTIONARIO V.A.R.K.
2. Una vez llenado y enviado el cuestionario anterior, el estudiante debe consultar su perfil de aprendizaje mediante la aplicación RECUPERAR LISTADO DE OA PARA TU PERFIL.
3. Después de esto, debe pedirles que entren a la opción MI CUENTA, ubicada en el menú de la parte superior del sistema.
4. Debe pedirle a los estudiantes que utilicen la aplicación MIS GRUPOS y realicen las siguientes actividades:
 - a) Seleccionar el icono EDIT (Lápiz).
 - b) Seleccione la opción VER USUARIOS del grupo MATEMÁTICAS.
 - c) Los estudiantes deben editar su información personal mediante la opción VER INFORMACION junto a su respectivo nombre.
 - d) Con esta aplicación los estudiantes pueden ver la información de los estudiantes de su grupo, pero no pueden editar la información de sus compañeros, únicamente la información propia.

5. Las tareas de la A a la D solo se realizan el primer día de clases o la primera vez que se ingresa al sistema.

Escenario 3: Agregar el OA al espacio de trabajo.

Ahora es momento de comenzar la clase, el tema a tratar es “operaciones aritméticas”. Se utilizará el OA “Pescando atún en Baja California”, el cual plantea una problemática sobre la pesca de Barrilete, y presenta una aplicación para simular el comportamiento de la población de Barriletes con determinado número de embarcaciones pescando, y la cantidad de pesca que se realiza. Este OA tiene una versión para dispositivos móviles.

Para la actividad, el profesor proyectará en el pizarrón la simulación del OA y los estudiantes ejecutarán la aplicación en sus dispositivos móviles. Las actividades a realizar son:

1. El profesor agrega un OA en el espacio de trabajo del sitio para que todos lo estudiantes lo puedan ver.
 - a) Entrar a la opción ESPACIO DE TRABAJO ubicada en el menú superior de la plataforma.
 - b) Seleccione el icono EDIT (Lápiz).
 - c) Seleccione el icono Add Portlet(+).
 - d) El sistema presentará un catálogo de aplicaciones con un menú de opciones, seleccionar la opción IIDM (Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas) del menú.
 - e) Seleccionar la opción Add del OA Pescando atún en Baja California.
 - f) Seleccionar el icono Go Back (Flecha verde).
 - g) Seleccionar el icono VIEW (ojo).
 - h) El OA se ha agregado al espacio de trabajo.
 - i) También, pueden eliminar el OA del espacio de trabajo.
 - j) Seleccionar el icono EDIT (Lápiz).
 - k) Seleccionar el icono Remove Portlet (X) del OA que desea quitar del espacio de trabajo.

- l)* Seleccionar el icono VIEW (ojo).
 - m)* El OA ya no aparece en el espacio de trabajo.
2. Las actividades a realizar para la utilización de la versión móvil de OA se describen en el escenario 4.

Escenario 4: Registro de estudiantes y sus dispositivos móviles.

Para enviar un OA a un dispositivo móvil a través de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE, primero debe registrar los dispositivos móviles y sus usuarios.

1. Entrar a la pestaña REGISTRO BLUETOOTH del menú principal.
2. En la aplicación LISTA DE DISPOSITIVOS MÓVILES seleccionar la opción REFRESCAR.
3. Una vez que aparecen los dispositivos encontrados, registrar cada dispositivo uno por uno. El día de la evaluación va a registrar los dispositivos de los estudiantes.
 - a)* Seleccionar el link MAC del dispositivo a registrar.
 - b)* En la aplicación REGISTRO DE ESTUDIANTES Y SUS DISPOSITIVOS MÓVILES, aparecen los datos del dispositivo que acaba de seleccionar.
 - c)* Agregar el nombre del usuario y seleccionar el botón REGISTRAR.
 - d)* El usuario que acaba de registrar ahora aparece en el listado de usuarios registrados de la misma aplicación.
 - e)* En la aplicación DESPLEGAR SERVIDOR EMO, seleccionar el link ENVIAR SERVIDOR EMO.
 - f)* Ahora se abre otra pantalla. Seleccionar el renglón donde está la aplicación EmoServer.jar.
 - g)* En el paso 1 seleccionar el renglón o los renglones con los nombres de los estudiantes.
 - h)* Seleccionar el botón AGREGAR DISPOSITIVO.
 - i)* En el paso 2 seleccione los renglones con los nombres de los estudiantes.
 - j)* Seleccione el botón ENVIAR para enviar la aplicación EMO al dispositivo de los usuarios.

- k)* Pedirle a los usuarios que ejecuten el servidor EMO.
 - l)* Ahora cierre la pantalla, y regrese a la pestaña REGISTRO BLUETOOTH de la plataforma.
 - m)* En la aplicación COMPLETAR PROCESO DE REGISTRO, seleccionar el link REFRESCAR.
 - n)* Ahora aparecen los nombres de los dispositivos móviles que están ejecutando la aplicación EMO SERVER.
 - ñ)* Ahora seleccione el link MAC de los dispositivos de los usuarios, uno por uno.
 - o)* Ahora el proceso de registro está completo.
4. El proceso de registro se realiza solamente el primer día de clases o la primera vez que se utilicen dispositivos móviles para la clase.

Escenario 5: Envío de aplicaciones a los dispositivos móviles.

Ahora enviará a los estudiantes el OA a utilizar para la clase. Las actividades a realizar son:

1. Entrar a la opción REGISTRO APLICACIÓN del menú superior del sistema.
2. En la aplicación DESPLEGAR APLICACIONES, seleccionar el link Enviar aplicaciones.
3. Ahora se abre otra pantalla.
4. En el paso 1, seleccionar la aplicación PescandoBarrilete.jar.
5. Seleccionar el botón “Esta aplicación”.
6. En el paso 2, seleccionar los renglones con los nombres de los estudiantes.
7. Seleccionar el botón AGREGAR INTEGRANTE.
8. En el paso 3, seleccionar los renglones con los nombres de los estudiantes.
9. Seleccionar la opción SERVIDOR, en el nombre del dispositivo que desee que reciba primero la aplicación.

10. Seleccionar el botón ENVIAR, para enviar el OA.
11. Ahora los estudiantes ya tienen el OA desde su celular.
12. Ejecuta la simulación del OA y la proyecta en el pizarrón.
13. Sus estudiantes observan el comportamiento de la simulación.
14. Les pide que ejecuten la simulación en su celular y que respondan a las preguntas del ejercicio.

Después de concluir con la actividad de la pesca de atún, ahora se realizará otra actividad. Se trabajará en equipos de 2 personas, y se utilizará una aplicación para móviles, el juego del 15. El juego del 15 se juega en parejas utilizando celulares, es un juego similar al juego del “gato”, pero en lugar de buscar formar una línea horizontal, vertical o diagonal, con “X” o “O”, se utilizan dígitos para sumar la actividad 15 en vertical, horizontal o diagonal, y gana el jugador que primero suma la cantidad 15.

Para esta actividad, realizará las actividades del 1 al 10 de este escenario, pero ahora en el paso 4 seleccionará la aplicación: BTQuince.jar y armará equipo de 2 personas.

Escenario 6: Búsquedas federadas.

Ahora es momento de finalizar la clase y el profesor encarga dos tareas. La primera de ellas es una tarea individual, que consiste en que los estudiantes deben realizar una búsqueda de OA en los repositorios de OA de otras instituciones educativas. El OA a buscar debe relacionarse con el tema que se verá en la siguiente clase, el tema es Cálculo. Para que los estudiantes puedan hacer esta tarea, deben agregar al espacio de trabajo la aplicación de Búsquedas FEDERADAS. Para agregar una aplicación al espacio de trabajo, vea el escenario 3.

La aplicación para búsquedas federadas se encuentra en la opción Búsquedas del menú del catálogo de aplicaciones.

Una vez que tiene la aplicación para búsquedas federadas en el ESPACIO DE TRABAJO, se deben seguir los siguientes pasos para realizar una búsqueda.

1. Seleccione la opción MODO GRÁFICO

2. En la interfaz de búsqueda, seleccione el tipo de búsqueda BÚSQUEDA FEDERADA.
3. Puede indicar uno o varios de los datos solicitados en la interfaz. Para este ejercicio escribir “Cálculo” en la opción “Palabra clave”.
4. Una vez indicados los datos de búsqueda, seleccione el botón ENVIAR CONSULTA.
5. El sistema realiza la búsqueda de OA.
6. El sistema le mostrará un catálogo de OA relacionados con los términos de búsqueda que especificó, o en caso de no encontrar OA relacionados, le indicará que no encontró resultados.
7. En caso de que el sistema proporcione resultados, puede abrir el OA seleccionando el título de OA que desea abrir.
8. La segunda tarea se describe en el escenario 7.

Escenario 7: Uso del mensajero

La segunda tarea que va a dejar consiste en lo siguiente: En parejas, los estudiantes deben agregar al ESPACIO DE TRABAJO un OA que les parezca interesante. Para hacerlo, los estudiantes deben ponerse de acuerdo utilizando la herramienta de mensajería instantánea de la plataforma. Debe explicarle al estudiante cómo agregar un OA al espacio de trabajo.

Las actividades a realizar para utilizar el mensajero son:

1. Entrar en la opción MI CUENTA, ubicada en el menú superior del sistema.
2. Utilizar la aplicación MESSENGER EDUMAT-LE, para abrir el sistema de mensajería instantánea.
 - a) Seleccionar la liga Aquí para acceder al mensajero.
3. Se abrirá una ventana con el Messenger EDUMAT-LE y automáticamente se iniciará una sesión con el usuario que está autenticado en la plataforma.
4. Ahora el estudiante debe agregar a sus compañeros para poder conversar con ellos.

- a) Seleccionar el menú USUARIO.
 - b) Seleccionar la opción ADD CONTACT.
 - c) La dirección de sus compañeros es de la siguiente forma: nombreusuario@edumat-le.iing.mx.uabc.mx
 - d) Agregue un apodo para el contacto.
 - e) El sistema enviará una solicitud a sus compañeros.
5. Una vez que ellos lo acepten, podrán comunicarse.

C.2. Objeto de aprendizaje utilizado en la evaluación

Pescando atún en Baja California es un objeto de aprendizaje (OA) que fue utilizado como material de apoyo para la evaluación de EDUMAT-LE. Presenta dos Applets de Java para simular los procesos de pesca artesanal e industrial del pez Barrilete. A continuación se presenta el documento entregado al profesor para la evaluación con la descripción de este OA.

PESCANDO ATÚN EN BAJA CALIFORNIA. Una familia de pescadores

Simulación de la pesca del Barrilete en el caso de la PESCA ARTESANAL

En un punto de la costa, el niño salía de pesca con su padre, le ayudaba a mantener listas y limpias las redes que utilizaban para salir de pesca por las madrugadas. Primero pescaban algunos peces pequeños que, según su padre, servirían para atraer peces de mayor tamaño, principalmente atún. Eran muy felices de pescar cada día 10 Barriletes (un tipo de atún) de 5 kgs en promedio, haciendo un total de 50 kgs por día. El pescador explicaba al niño que en el pueblo alrededor de 100 hombres se dedicaban a la pesca, obteniendo en conjunto una producción de 5,000 kgs por día de pesca (1000 Barriletes), considerando que los pescadores salían al mar todos los días de la semana, incluyendo domingos y días festivos. Contaba a su hijo que por cada Barrilete que ellos sacaban, el mar con su riqueza daba alimento para que naciera otro Barrilete y creciera, reponiendo los que ellos pescaban. Esta reposición natural se había realizado por miles de años, desde que el hombre tiene la necesidad de obtener alimento del océano, también por ello los hombres no tomaban más peces del mar de los que hacía falta para alimentarse.

Simulación de la pesca del Barrilete en el caso de la PESCA INDUSTRIAL

Cierto día el que el pescador y su hijo se preparaban para la faena, observaron en el horizonte una montaña de hierro que se desplazaba lentamente y que iba creciendo con el tiempo, al poco tiempo se divisaban otros puntos que iban creciendo hasta contarse diez. Cuando ya se encontraban suficientemente cerca, se dieron cuenta que eran barcos, aunque algo distintos a los que conocían hasta ahora. Estos tenían una panga más grande que la utilizada por los pescadores locales, esta panga colgaba de la parte trasera del barco, llamada popa; a su vez se enganchaba a una red grandísima que iba soltando el barco.

Es importante mencionar que un barco puede pescar hasta 10 veces más de lo que puede pescarse utilizando una panga. Además de que un barco puede realizar varios lances de red en un solo día ya que trabajan día y noche. Por eso, la cantidad de pesca de un solo barco en un solo lance, puede ser mayor a lo que pesca toda la pequeña comunidad de pescadores en un día. Tal locura de pesca fue entendida por el niño y su padre cuando al cabo de unos meses, el número de peces que sacaban en cada faena comenzó a disminuir hasta que no sacaron ninguno. Como pudiste ver, la situación para los pescadores se volvió difícil.

Instrucciones de uso de los Applets, PESCA ARTESANAL, PESCA INDUSTRIAL

Al iniciar el programa, el usuario deberá especificar ciertos parámetros de la simulación, como lo son: tamaño de la población de pescadores, tamaño de la población de Barriletes, capacidad de pesca por embarcación, variable de tiempo a transcurrir durante la simulación, razón de regeneración de la población. Así, el usuario visualizará como se impacta a la población conforme se está pescando a lo largo del tiempo, y como ésta se regenera hasta llegar a la siguiente temporada de pesca. La figura C. 1 muestra un ejemplo del applet utilizado para simular la pesca del Barrilete.

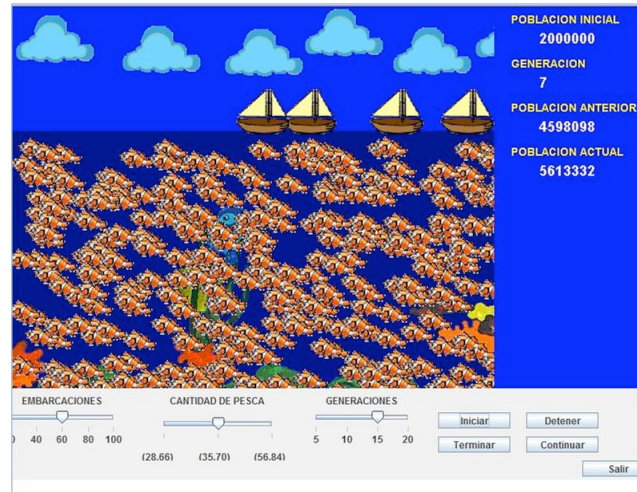


Figura C.1: Simulación de la pesca del Barrilete.

Pero terminemos de contar esta historia. Recordarás que el niño pescador y su padre ya no pescaron más Barrilete después de la visita de los grandes barcos. Lo que sucedió fue que la intensa actividad de pesca no dejó que las poblaciones de Barrilete se mantuvieran creciendo, no se dió tiempo para que los peces que se sacaran fueran sustituidos por otros y que en algunos casos, se pescaran los peces pequeños antes de alcanzar los 5 kgs de peso, lo cual no alcanzaba para alimentar a las familias. El balance entre la pesca y los nacimientos se rompió, de esta forma la administración natural de los recursos que realizaban los pescadores sobre sus recursos manteniéndolo disponible para sus hijos y las generaciones venideras se vió truncado debido a un agente externo como los grandes barcos pesqueros, donde la comunidad de pescadores solía faenar, solo fue un recuerdo.

C.3. Ejercicio realizado en la evaluación

En esta sección se presenta el ejercicio que los estudiantes participantes en la evaluación de EDUMAT-LE realizaron como parte del proceso de evaluación.

EJERCICIOS

1. ¿Qué sucede con la población de Barrilete en el caso de la pesca ARTESANAL con los siguientes valores?
 - a) 100 embarcaciones
 - b) 56-84 peces
 - c) 10 generaciones

R= _____

Tabular los resultados:

Generación	Población actual
2	
4	
6	
8	

2. ¿Qué sucede con la población de Barrilete en el caso de la pesca INDUSTRIAL con los siguientes valores?

- a) 5 embarcaciones
- b) 5600-8400 peces
- c) 10 generaciones

R= _____

Tabular los resultados:

Generación	Población actual
2	
4	
6	
8	

C.4. Cuestionarios aplicados en la evaluación de EDUMAT-LE

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el profesor

Nombre del participante _____

Instrucciones: Seleccione la opción que mejor describa su opinión respecto al punto en cuestión.

1. Utilizaría este sistema en mis cursos por que las opciones que me presenta son interesantes. (Soporte para actividades administrativas, soporte al aprendizaje móvil, IIDMs, Soporte para la recomendación personalizada de OA, interoperabilidad).

A. completamente en desacuerdo B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

2. Considero que es un sistema complejo por todas las opciones que presenta, preferiría utilizar diferentes sistemas.

A. completamente en desacuerdo B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

3. Me parece que el sistema es fácil de usar.

A. completamente en desacuerdo B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el profesor

4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar una actividad con todas sus opciones.

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el profesor

7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

9. Me sentí confiado utilizando el sistema

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder usar el sistema.

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

11. En general, como considera la experiencia de utilizar EDUMAT-LE, en una escala del 1 al 10.

Comentario _____

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el alumno

Nombre del participante _____

Instrucciones: Seleccione la opción que mejor describa su opinión respecto al punto en cuestión.

1. Me gustaría que los profesores utilizaran este sistema en mis cursos

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

2. Considero que es un sistema complejo

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

3. Me parece que el sistema es fácil de usar.

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el alumno

4. Considero que se requiere de asistencia técnica para utilizar este sistema.

A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo

E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

5. Considero que las opciones que presenta están bien integradas, tanto que me fue fácil ejecutar la actividad.

A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo

E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

6. Considero que hay muchas inconsistencias en este sistema

A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo

E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

7. Pienso que las personas pueden aprender a utilizar el sistema muy fácilmente

A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo

E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Ingeniería Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería.

Opinión de la plataforma de aprendizaje EDUMAT-LE
Encuesta para el alumno

8. Encontré al sistema muy complicado de utilizar

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

9. Me sentí confiado utilizando el sistema

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

10. Necesito aprender muchas cosas antes de poder usar el sistema.

- A. completamente en desacuerdo. B. desacuerdo C. posición neutra D. de acuerdo
E. completamente de acuerdo.

Comentario _____

11. En general, como considera la experiencia de utilizar EDUMAT-LE, en una escala del 1 al 10.

Comentario _____