



---

*Módulo de intercambio de metadatos y  
búsquedas federadas para la Plataforma  
Educativa ZERA 2.0*

---

*Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas*



***Autores:***

*David Nazario Díaz*

*Johan Santallana Chirino*

***Tutores:***

*Ing. Yandris Mata Cabrera*

*Ing. Yelaine Sánchez Oliü*

**La Habana, 4 de julio de 2017**

**“Año 59 de la Revolución”**

## *Declaración de autoría*

Declaramos ser los únicos autores de este trabajo de diploma, y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo, en su beneficio, con carácter exclusivo.

Para que así conste firmamos la presente a los días \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año\_\_\_\_\_.

### **Autores**

---

David Nazario Díaz

---

Johan Santallana Chirino

### **Tutores**

---

Ing. Yandris Mata Cabrera

---

Ing. Yelaine Sánchez Oliü

*Frase*

*"No me sé el camino, solo tiran de mí, los  
anhelos de posibles maravillas"*

*Israel Rojas Fiel*



## *Dedicatoria*

*De David:*

*A mi mamá, el verdadero motivo de lo que soy y seré.*

*De Johan:*

*A mi abuelo por ser el pilar de mi familia y mi ejemplo a seguir.*

## *Agradecimientos*

*De David:*

*A la Revolución y a ese gigante que es Fidel por permitirme estudiar y formarme como un profesional, y esté donde esté, espero que se sienta orgulloso de uno de sus jóvenes, uno que intentará no fallar.*

*A mi mamá por su inmenso cariño, sacrificio, apoyo incondicional, por estar constantemente alentándome a salir a delante, por estar siempre ahí para mí, por quitarse lo poco que ha tenido para dármelo, por ser la luchadora más grande.*

*A mis abuelos Marcia y Pedro por educarme con tanto amor a pesar de las dificultades.*

*A mis tíos por adoptarme como su hijo y por transmitirme tantas enseñanzas.*

*A mis hermanos Daniel y Dariel, que constantemente intenté ser un ejemplo para ellos, aunque se hayan empeñado en hacer siempre su voluntad. Aunque no pierdo la fe en ti Dariel, espero verte dentro de unos años dando este tipo de agradecimientos.*

*A René por ser un padre con quien pude contar en todo momento y gracias por la familia tan maravillosa que nos ha dado, mi abuela Norka, mi hermana Aliannis, mi sobrinita Eliané y mi tía Dania.*

*A Lisset por sus consejos de madre y por confiar en mí en los momentos que ni yo mismo creía poder.*

*A mis hermanos de ayer, hoy y siempre Oriensiel, Raydel, Lester y Alexis, los quiero mi sangre, ustedes saben los motivos.*

*A Yaritza, mi mejor amiga y peor cocinera, te quiero me negrita linda.*

*A mi gente de estos años Frank, Oreste, el Guille, Henry, Daimel, Danilo, Leslie, Raciél, el Leo, Danger, la rubia.*

*A mi compañero de tesis a quien le confié mi carrera y más importante aún, la felicidad de mi mamá.*

*A Wendys por sus buenos consejos y ser tan buena amiga.*

*A mis tutores Yelaine y Yandris, gracias por la paciencia y por tener un tiempo siempre para atenderme.*

*Al tribunal, que gracias a sus exigencias el trabajo quedó lo mejor posible.*

*A los profesores que en estos años me han formado: Yordankis, Karenia, Yinimary, Rafael,  
Irán, Yirka.*

*A mis tías del docente, en especial a Marilyn que fue como una madre en la escuela, te  
quiero mi viejuca.*

*Un agradecimiento especial a la profe Lesyanis Pompa por sus enseñanzas y consejos tan  
geniales que cambiaron muchas cosas en mí.*

*A la nuestra decana Dunia y Luis Manuel por confiar en mí y darme la oportunidad de  
quedarme en la UCI, haré todo lo posible por no decepcionarlos.*

*A la UCI por cambiar tantos aspectos de mí y por ser el lugar que pasé los mejores años de  
mi vida.*

## De Johan:

*A mi abuelo por todas las cosas que me enseñó, dentro de ellas a amar y cuidar a mi familia, pero sobre todo a respetarla, la vida no quiso que compartiéramos este momento juntos y te arrebató de mis manos, donde sea que estés pipo, gracias por todo.*

*A mi mamá que nunca se ha separado de mí, por su amor y su cariño incondicional, por darme todo incluso cuando no ha tenido nada, por darme ánimos y fuerzas para continuar con esto, eres mi bendición, y te amo con la vida.*

*A mi papá que tantos consejos me ha dado, por estar ahí cuando lo necesito, por confiar en mí sobre todo y por quererme tanto, en fin, a mis padres, ustedes son mi razón de ser.*

*A mi hermano, que en estos últimos tiempos te has vuelto mi hijo, la persona en la que más confío en este mundo, que incluso siendo menor ya te ganas la vida y te vales por ti mismo, eres el mejor hermano del mundo y además mi ídolo, te quiero muchísimo Ale.*

*A mi hermana y a mis sobrinas, por preocuparse por mí también y por quererme tanto, las adoro de verdad que sí.*

*A mi abuela por todo su cariño, a mis tíos Nico y Cari, por ayudarme tanto, a mis primos Noel y Niki, a mi prima Male por todas esas veces que me ahorraste un viaje a San Cristóbal y hasta la ropa me lavaban entre tú y tía, a Ariel por ser tan elegante conmigo, a Rogelia por todo lo que hizo por mi cambio de dirección, aunque no se concretó, en fin, a toda mi familia.*

*Al Yuri, por siempre estar ahí también y contar con él como un padre más, por todos tus consejos y enseñanzas, parte de lo que soy hoy en día te lo debo a ti también.*

*A mi novia porque desde que te conocí me has cuidado y me has enseñado tanto, que no hay favor ni me alcanza el tiempo para devolverte esa paciencia y esa dedicación que solo tú me has sabido brindar.*

*A la pandilla Bisturí, que siempre están unidos, ayudándose como hermanos, Javier, el Lachy, Emilio, el Rambo, Jorgito, María Paula y Daniela, me gustó formar parte de esa familia, ustedes son especiales, nunca se separen, eso es lo que los hace únicos, los quiero también.*

*A Mariana y a Anaibis que hoy no pudo estar aquí, gracias por ser mis hermanas para toda la vida, gracias por todo lo que hicieron por mí, yo les debo mucho a ustedes, sepan que pueden contar conmigo para lo que sea.*

*A mis amistades del barrio, a todas que son un millón, especialmente a Nelson que tan bien se ha portado conmigo, es increíble como las personas que menos tienen son las que más comparten, y a Antoni por ser lo más noble que existe en persona, gracias a todos.*

*A mi otra familia, a Grisel, al Dibu y especialmente a Oneill, brother, la diferencia entre tú y mi hermano es que no nos parió la misma madre, la vida no me alcanza para agradecerte todo lo que has hecho por mí, los quiero mucho.*

*A todos mis colegas de la UCI que son mis hermanos también y a mi profesora de 1ro Lesyanis, que más que eso fue mi madre, en fin, a las personas que de una u otra forma influyeron en mi vida de forma positiva, a los que al menos me preguntaron una vez, "Johan cómo va la tesis".*

*Y, por último, pero no menos importante, a todos los profesores que me formaron, a mis tutores, especialmente a ti Yandris, a la Revolución, a Fidel y a la UCI.*

## **Resumen**

La incorporación de las plataformas e-learning al proceso enseñanza-aprendizaje ha dado muestra de incuestionable eficiencia en la mayoría de las instituciones en que han sido implementadas. Para lograr el máximo aprovechamiento de las capacidades educativas de estas plataformas es indispensable que sean capaces de interoperar a fin de compartir sus recursos educativos. Como ejemplo del esfuerzo de Cuba país en el proceso de informatización de la sociedad, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) desarrolló la Plataforma Educativa ZERA. Utilizando esta, los estudiantes cuentan con la posibilidad de ver vídeos educativos, realizar cuestionarios y tareas, consultar bibliografías, conectarse con otros estudiantes y profesores mediante los foros, etc. A pesar de los múltiples beneficios aportados por ZERA, no permite disponer de los metadatos de recursos educativos almacenados en sistemas externos. De igual forma, estos sistemas no pueden consultar los metadatos almacenados en la propia plataforma, impidiendo el intercambio de información entre la plataforma y sistemas externos. El presente trabajo de diploma tiene como objetivo implementar un módulo que sea capaz de brindar servicios y proveer metadatos utilizando los estándares OAI-PMH y SQI, posibilitando la interoperabilidad entre la plataforma y repositorios externos. Para ello se utilizó como metodología de desarrollo AUP variante UCI en su cuarto escenario, Symfony como framework y NetBeans como Entorno de Desarrollo Integrado.

**Palabras clave:** interoperabilidad, repositorio digital, metadato, recurso educativo, recolección de metadatos, OAI-PMH, SQI, búsqueda federada, estándar, proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Índice de contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>6</b>
INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 E-LEARNING .....	6
1.1.1 PLATAFORMAS E-LEARNING EN CUBA .....	7
1.1.2 VENTAJAS DEL USO DE ESTÁNDARES EN LAS PLATAFORMAS E-LEARNING.....	8
1.2 INTEROPERABILIDAD .....	9
1.3 REPOSITORIO DIGITAL (RD).....	10
1.3.1 RECURSO EDUCATIVO.....	11
1.3.2 REPOSITORIO DE RECURSOS EDUCATIVOS (RRE) .....	11
1.4 METADATOS .....	13
1.5 RECOLECCIÓN DE METADATOS.....	13
1.5.1 PROTOCOLO OAI-PMH.....	13
1.5.2 FUNCIONAMIENTO DE OAI-PMH.....	14
1.5.3 SISTEMAS QUE UTILIZAN OAI-PMH.....	16
1.6 BÚSQUEDA FEDERADA.....	17
1.6.1 PROTOCOLO SQI .....	18
1.6.2 FUNCIONAMIENTO DE SQI .....	18
1.7 CATALOGACIÓN DE METADATOS .....	23
1.7.1 DUBLIN CORE (DC) .....	23
1.7.2 LOM .....	25
1.8 SERVICIOS WEB .....	26
1.9 SOLUCIONES SIMILARES .....	27
1.9.1 DSPACE .....	27
1.9.2 EPRINTS.....	28
1.9.3 AGREGA .....	28
1.9.4 ARIADNE.....	29
1.9.5 BASE.....	30
1.9.6 RHODA .....	30
1.10 ANÁLISIS DE SOLUCIONES SIMILARES .....	30
1.11 CONTEXTUALIZACIÓN DEL SISTEMA .....	31
1.12 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	32
<b>CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>	<b>33</b>
INTRODUCCIÓN .....	33
2.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	33
2.1.1 PROPUESTA PARA OAI-PMH .....	33
2.1.2 PROPUESTA PARA SQI.....	36
2.2 MODELO DE DOMINIO .....	37
2.3 REQUISITOS.....	39
2.4 HISTORIAS DE USUARIO .....	46
2.5 PATRÓN ARQUITECTÓNICO MODELO-VISTA-CONTROLADOR.....	52
2.6 PATRONES DE DISEÑO .....	52
2.6.1 PATRONES GRASP.....	52
2.7 MODELO DE DISEÑO .....	53
2.7.1 DIAGRAMA DE CLASE DEL DISEÑO .....	53
2.8 DIAGRAMA DE SECUENCIA .....	55
2.9 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	57
2.10 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	61

# Índice

<b>CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>62</b>
INTRODUCCIÓN .....	62
<b>3.1 DIAGRAMA DE COMPONENTES .....</b>	<b>62</b>
<b>3.2 ESTÁNDARES DE CODIFICACIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>3.3 DIAGRAMA DE DESPLIEGUE .....</b>	<b>64</b>
<b>3.4 PRUEBAS DE SOFTWARE.....</b>	<b>64</b>
<b>3.4.1 PRUEBAS REALIZADAS .....</b>	<b>66</b>
<b>3.5 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>71</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Repositorios que utilizan OAI-PMH .....	17
<b>Tabla 2:</b> Errores de SQI .....	22
<b>Tabla 3:</b> Parámetros de Dublin Core .....	23
<b>Tabla 4:</b> Requisitos funcionales.....	39
<b>Tabla 5</b> Requisitos no funcionales .....	45
<b>Tabla 6:</b> Descripción de los actores del sistema.....	46
<b>Tabla 7:</b> HU Incluir Repositorio OAI-PMH.....	47
<b>Tabla 8:</b> HU Recolectar metadatos de repositorios externos .....	49
<b>Tabla 9:</b> HU Realizar búsquedas a metadatos recolectados.....	50
<b>Tabla 10:</b> Repositorio OAI-PMH .....	58
<b>Tabla 11:</b> Repositorio SQI .....	58
<b>Tabla 12:</b> Metadatos recolectados .....	59
<b>Tabla 13:</b> Metadatos generados.....	60
<b>Tabla 14:</b> Caso de Prueba Recolectar metadato de repositorios externos .....	66
<b>Tabla 15:</b> Caso de prueba Incluir Repositorio OAI-PMH.....	68
<b>Tabla 16:</b> CP Realizar búsqueda local en metadatos recolectados .....	70
<b>Tabla 17:</b> Resultados de las pruebas .....	70
<b>Tabla 18:</b> Caso de prueba de Proveer metadato de recurso educativo.....	94
<b>Tabla 19:</b> Caso de prueba Proveer información del repositorio. ....	94
<b>Tabla 20:</b> Caso de prueba Proveer listado de metadatos de los recursos educativos.....	94
<b>Tabla 21:</b> Caso de prueba Proveer listado de los identificadores de recursos educativos.....	94
<b>Tabla 22:</b> Caso de prueba Proveer listado de formatos bibliográficos .....	95
<b>Tabla 23:</b> Caso de prueba Listar repositorios OIA-PMH .....	95
<b>Tabla 24:</b> Caso de prueba Modificar datos del repositorio OAI-PMH.....	96
<b>Tabla 25:</b> Caso de prueba Mostrar repositorio OAI-PMH .....	98

## Índice de ilustraciones

<b>Ilustración 1:</b> Recolección con OAI-PMH .....	14
<b>Ilustración 2:</b> Solicitud y Respuesta de OAI-PMH.....	15
<b>Ilustración 3:</b> Categorías de LOM.....	26
<b>Ilustración 4:</b> Incluir repositorio OAI-PMH.....	33
<b>Ilustración 5:</b> Listado de repositorios OAI-PMH.....	34
<b>Ilustración 6:</b> Resultado de la búsqueda .....	35
<b>Ilustración 7:</b> Respuesta XML .....	36
<b>Ilustración 8:</b> Búsqueda federada .....	36
<b>Ilustración 9:</b> Modelo de dominio .....	38
<b>Ilustración 10:</b> Diagrama de clases Gestionar Repositorio OAI-PMH.....	54
<b>Ilustración 11:</b> Diagrama de Secuencia Incluir repositorio OAI-PMH .....	55
<b>Ilustración 12:</b> Diagrama de secuencia Recolectar metadatos de repositorios externos..	56
<b>Ilustración 13:</b> Diagrama de secuencia Realizar búsqueda a metadatos recolectados. ..	56
<b>Ilustración 14:</b> Diagrama Entidad-Relación.....	57
<b>Ilustración 15:</b> Diagrama de Componentes.....	62
<b>Ilustración 16:</b> Diagrama de despliegue .....	64
<b>Ilustración 17:</b> Gestionar repositorio OAI-PMH.....	79
<b>Ilustración 18:</b> Gestionar repositorio SQI.....	79
<b>Ilustración 19:</b> Permitir búsqueda federada a la Plataforma Educativa ZERA .....	80
<b>Ilustración 20:</b> Proveer metadatos de recurso educativo.....	80
<b>Ilustración 21:</b> Realizar búsqueda federada a repositorios externos .....	80
<b>Ilustración 22:</b> Realizar búsqueda local en metadatos recolectados .....	81
<b>Ilustración 23:</b> Recolectar metadatos de repositorios externos .....	81
<b>Ilustración 24:</b> Proveer metadatos de recurso educativo .....	82
<b>Ilustración 25:</b> Proveer información del repositorio.....	82
<b>Ilustración 26:</b> Proveer listado de metadatos de los recursos educativos .....	82
<b>Ilustración 27:</b> Proveer listado de los identificadores de los recursos educativos .....	82
<b>Ilustración 28:</b> Proveer listado de formatos bibliográficos .....	82
<b>Ilustración 29:</b> Recolectar metadatos de repositorios externos .....	83
<b>Ilustración 30:</b> Incluir repositorio OAI-PMH .....	83
<b>Ilustración 31:</b> Listar repositorios OAI-PMH.....	83
<b>Ilustración 32:</b> Modificar repositorio OAI-PMH.....	84
<b>Ilustración 33:</b> Mostrar repositorio OAI-PMH .....	84
<b>Ilustración 34:</b> Eliminar repositorio OAI-PMH .....	84
<b>Ilustración 35:</b> Activar repositorio OAI-PMH.....	85
<b>Ilustración 36:</b> Desactivar respositorio OAI-PMH.....	85
<b>Ilustración 37:</b> Incluir respositorio SQI .....	85
<b>Ilustración 38:</b> Listar respositorios SQI .....	86
<b>Ilustración 39:</b> Modificar repositorio SQI.....	86
<b>Ilustración 40:</b> Mostrar repositorio SQI .....	86
<b>Ilustración 41:</b> Eliminar repositorio SQI .....	87
<b>Ilustración 42:</b> Activar repositorio SQI.....	87
<b>Ilustración 43:</b> Desactivar repositorio SQI .....	87
<b>Ilustración 44:</b> Realizar búsqueda local en metadatos recolectados .....	87
<b>Ilustración 45:</b> Realizar búsqueda federada a repositorios externos .....	87
<b>Ilustración 46:</b> Permitir búsqueda federada a la Plataforma Educativa ZERA .....	88

# Índice

<b>Ilustración 47:</b> Proveer metadato de recurso educativo .....	88
<b>Ilustración 48:</b> Proveer información del repositorio .....	88
<b>Ilustración 49:</b> Proveer información del repositorio .....	88
<b>Ilustración 50:</b> Proveer listado de los identificadores de los recursos educativos .....	89
<b>Ilustración 51:</b> Proveer listado de formatos bibliográficos .....	89
<b>Ilustración 52:</b> Recolectar metadatos de repositorios externos .....	89
<b>Ilustración 53:</b> Incluir repositorio OAI-PMH .....	90
<b>Ilustración 54:</b> Listar repositorios OAI-PMH .....	90
<b>Ilustración 55:</b> Modificar datos del repositorio OAI-PMH .....	90
<b>Ilustración 56:</b> Mostrar repositorio OAI-PMH .....	90
<b>Ilustración 57:</b> Eliminar repositorio OAI-PMH .....	91
<b>Ilustración 58:</b> Activar repositorio OAI-PMH .....	91
<b>Ilustración 59:</b> Desactivar repositorio OAI-PMH .....	91
<b>Ilustración 60:</b> Incluir repositorio SQI .....	91
<b>Ilustración 61:</b> Listar repositorios SQI .....	91
<b>Ilustración 62:</b> Modificar datos del repositorio SQI .....	92
<b>Ilustración 63:</b> Mostrar repositorio SQI .....	92
<b>Ilustración 64:</b> Eliminar repositorio SQI .....	92
<b>Ilustración 65:</b> Activar repositorio SQI .....	92
<b>Ilustración 66:</b> Desactivar repositorio SQI .....	93
<b>Ilustración 67:</b> Realizar búsqueda local en metadatos recolectados .....	93
<b>Ilustración 68:</b> Realizar búsqueda federada a repositorios externos .....	93
<b>Ilustración 69:</b> Permitir búsqueda federada a la Plataforma ZERA .....	93

## **Introducción**

Durante los últimos años, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, por sus siglas TIC, han alcanzado un desarrollo significativo a nivel global, dotando de una incuestionable eficiencia a todos aquellos procesos y sistemas donde se han visto implicadas. Muchas esferas de la sociedad han sido testigos del notable avance que conlleva la incorporación de estas, siendo un claro ejemplo la educación, donde se han abierto grandes posibilidades para mejores y más eficientes maneras de enseñar. El uso cada vez más extendido de la educación a distancia, ha logrado revolucionar notablemente la manera de educar, no solo por el hecho de permitir la clase no presencial, sino por las novedosas herramientas que tienen como objetivo el constante aprendizaje y evolución del estudiante. Estas herramientas combinan una serie de estrategias educativas enfocadas al proceso enseñanza-aprendizaje.

Existen diversos tipos de aplicaciones, como los Sistema de Gestión del Aprendizaje del inglés Learning Management System (LMS), las Bibliotecas Digitales (BD), los Sistemas de Gestión Académica (SGA), las Herramienta de Autor (HA), los Repositorios Digitales (RD), entre otros. Estas aplicaciones pueden trabajar independientemente, pero solo cuando entre ellas existe un flujo de información es que alcanzan su verdadero potencial formativo.

Actualmente el desarrollo de estas aplicaciones y soluciones informáticas, dirigidas a este sector mediante el uso de distintas tecnologías y arquitecturas, evidencia en muchos casos incompatibilidades, imposibilitando que se compartan recursos entre la mayoría de los sistemas, inhibiendo así el aprovechamiento de sus máximas capacidades educativas. Sin embargo, existe una condición denominada interoperabilidad gracias a la cual muchos sistemas heterogéneos logran comunicarse entre sí (Sistema de gestión de aprendizaje LMS, 2013).

La interoperabilidad se ha convertido en un elemento esencial para el desarrollo de la propia sociedad de la información. Esta se puede definir como el intercambio y cooperación oportuna, efectiva y automática de datos, documentos y objetos digitales (Eprints, 2013).

Un sistema de gestión de aprendizaje permite administrar, distribuir, monitorear, evaluar y apoyar las diferentes actividades de un proceso de aprendizaje. Estos sistemas pueden utilizarse como núcleo del aprendizaje a distancia o como un complemento del aprendizaje presencial. Además, facilitan el seguimiento del proceso de aprendizaje de cada alumno,

## *Introducción*

realizan evaluaciones, generan informes y ofrecen herramientas de comunicación tales como foros, chats o incluso videoconferencias (García Peñalvo, 2010).

Con el objetivo de estar a tono con las nuevas tecnologías, Cuba ha puesto en marcha un proceso de informatización de la sociedad. La guía fundamental de trabajo para esta etapa de acercamiento a la sociedad de la información, es conocida como el Programa Rector para la Informatización de la Sociedad Cubana. Aunque todavía se está muy lejos de lograr una auténtica revolución digital, se han hecho grandes esfuerzos por lograr este fin. Uno de los sectores que se ha visto inmerso en este proceso es la educación, y prueba de ello son los software educativos empleados en la mayoría de los centros educacionales de nuestro país.

La Universidad de las Ciencias Informáticas cuenta con una plataforma flexible, interactiva y adaptable que reúne características de Sistemas Gestión del Aprendizaje, creada con el fin de enriquecer y guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje en empresas, organizaciones, comunidades e instituciones de cualquier nivel de enseñanza a partir de un conjunto poderoso de herramientas centradas en los aprendices y ambientes de aprendizaje colaborativos (Centro de Tecnologías para la Formación, 2016).

La Plataforma Educativa ZERA es capaz de proporcionar a los profesores y aprendices un sistema integrado en línea único, robusto, seguro y fácil de usar para crear ambientes de aprendizaje personalizados que puedan soportar las necesidades tanto de clases pequeñas, como de grandes organizaciones debido a su flexibilidad y escalabilidad. También aporta a la enseñanza y al aprendizaje tecnología educativa innovadora que ayuda a los profesores a adaptarse a las nuevas normas y personalizar el aprendizaje ofreciendo experiencias nuevas y emocionantes de aprendizaje digital y garantizando que todos los estudiantes tengan la oportunidad de desarrollar todo su potencial (Centro de Tecnologías para la Formación, 2016).

A pesar de que esta plataforma posibilita realizar la gestión de diferentes cursos de aprendizaje, no permite disponer de manera sencilla de un conjunto de metadatos de recursos educativos existentes en repositorios externos ni pone a disposición de estos, sus propios metadatos generados. Por otra parte, no permite que el usuario realice búsquedas federadas sobre otros repositorios externos, y dichos repositorios tampoco pueden consultar los metadatos almacenados en la plataforma. De esta forma se desaprovecha las

## *Introducción*

ventajas de la interoperabilidad, impidiendo el intercambio de información en beneficio mutuo.

A partir de lo antes expuesto se plantea el siguiente **problema de investigación**: ¿cómo contribuir al intercambio de información de la Plataforma Educativa ZERA 2.0 con repositorios externos?

Se define como **objeto de estudio**: intercambio de metadatos y búsquedas federadas.

Enmarcado en el **campo de acción**: intercambio de metadatos y búsquedas federadas en la Plataforma Educativa ZERA 2.0.

Se plantea como **objetivo general**: desarrollar un módulo para el intercambio de metadatos y búsquedas federadas para la Plataforma Educativa ZERA.

### **Objetivos específicos:**

- ✓ Establecer a partir del estudio del marco teórico las principales características de los sistemas que realicen búsquedas federadas y el intercambio de metadatos.
- ✓ Diseñar un módulo informático que se corresponda con las características de un sistema de búsqueda federada e intercambio de metadatos.
- ✓ Implementar el módulo de sistema de búsqueda federada y recolección de metadatos propuesto.
- ✓ Validar los resultados obtenidos mediante pruebas funcionales al sistema.

Se espera como **posible resultado** un módulo de intercambio de metadatos y búsqueda federada, que contribuya a la interoperabilidad de la Plataforma Educativa ZERA con repositorios externos.

Para dar cumplimiento a los objetivos se definen las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Estudio de las principales tendencias nacionales e internacionales de los sistemas que realicen búsquedas federadas y recolección de metadatos.
- ✓ Estudio de normas y estándares que permitan la interoperabilidad entre sistemas de información.
- ✓ Modelación del dominio.
- ✓ Levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales para el módulo a desarrollar.
- ✓ Diseño del módulo propuesto.

# *Introducción*

- ✓ Implementación del módulo propuesto.
- ✓ Ejecución de pruebas de desarrollador.

Para el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta los siguientes métodos científicos:

## **Métodos teóricos:**

**Analítico-sintético:** permitió analizar las principales características de los estándares y especificaciones de interoperabilidad utilizados en sistemas de búsquedas federadas y el intercambio de metadatos.

**Análisis Histórico-Lógico:** permitió estudiar la evolución que han tenido los sistemas que utilizan búsquedas federadas e intercambio de metadatos, así como también sus principales características para una mayor comprensión del sistema a desarrollar.

## **Métodos empíricos:**

**Entrevista:** para la búsqueda de información se hizo necesaria la entrevista, tanto al cliente como al resto del personal implicado en los procesos que se llevan a cabo en la Plataforma Educativa ZERA.

El presente trabajo ha sido estructurado de la siguiente manera:

## **Capítulo 1: Fundamentación teórica**

Se definen los conceptos asociados a los sistemas de búsquedas federadas y recolección de metadatos. Se plasma el resultado del estudio realizado sobre los estándares que permiten la interoperabilidad entre sistemas de información. Se analizan los principales sistemas de búsquedas federadas y recolección de metadatos existentes a nivel mundial. Además, se aborda el estudio de la metodología, herramientas y tecnologías que serán utilizadas para el desarrollo del software.

## **Capítulo 2: Propuesta de solución**

Se realiza la propuesta de solución basada en el estudio de los sistemas de búsquedas federadas y recolección de metadatos definiéndose las características del módulo a desarrollar. Se plasman los principales conceptos relacionados al contexto de este mediante el modelo de dominio a partir del cual se definen los requisitos funcionales y no

## *Introducción*

funcionales. Se realiza el análisis y diseño del módulo, la representación del modelo de datos y se definen los patrones de diseño a utilizar.

### **Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta**

Se describen los elementos necesarios para la implementación del módulo. Se muestra la organización de los componentes y sus relaciones lógicas mediante el diagrama de componentes y se describen las pruebas realizadas al módulo una vez concluido para asegurar la calidad del mismo. Además, se discuten los resultados obtenidos.

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

## **Capítulo 1: Fundamentación teórica**

### **Introducción**

En el presente capítulo se recogen aspectos relacionados con la investigación llevada a cabo, tales como la definición de los conceptos asociados al dominio del problema, el análisis exhaustivo de sistemas informáticos que se encargan de la búsqueda y recolección de metadatos, además de estándares asociados al intercambio de información entre repositorios. Quedará fundamentado el uso de la metodología seleccionada, así como los diferentes lenguajes y herramientas para la implementación del módulo.

### **1.1 E-learning**

El término e-learning, traducido como aprendizaje electrónico, describe a los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo virtualmente a través de una red institucional o a nivel global usando Internet. Existen otros términos, que significan prácticamente lo mismo y a veces se usan como sinónimos, tales como: teleformación, formación online, enseñanza virtual, entre otros. Mediante el uso de herramientas informáticas una plataforma e-learning es capaz de proporcionar al usuario mecanismos eficientes de aprendizaje a distancia de una manera fácil e interactiva (Fernández-Pampillón Cesteros, 2010).

El sitio del Centro de Formación Permanente de la Universidad de Sevilla define el e-learning como los procesos de enseñanza-aprendizaje que se llevan a cabo a través de Internet, caracterizados por una separación física entre profesorado y estudiantes, pero con el predominio de una comunicación tanto síncrona como asíncrona, a través de la cual se lleva a cabo una interacción didáctica continuada. Además, el alumno pasa a ser el centro de la formación, al tener que autogestionar su aprendizaje, con ayuda de tutores y compañeros (Universidad de Sevilla , 2009).

Concretamente se puede decir que una plataforma de e-learning, es un espacio virtual de aprendizaje orientado a facilitar la experiencia de capacitación a distancia.

Este tipo de plataforma permite la creación de "aulas virtuales"; en ellas se produce la interacción entre tutores y alumnos, y entre los mismos alumnos; como también la realización de evaluaciones, el intercambio de archivos, la participación en foros, chats, y una amplia gama de herramientas adicionales (Biscay, 2011).

Entre las características más destacadas de las plataformas e-learning se encuentran (Universidad de Sevilla , 2009):

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

- ✓ Los estudiantes pueden realizar un curso en su casa o lugar de trabajo, estando accesibles los contenidos cualquier día a cualquier hora, pudiendo de esta forma optimizar al máximo el tiempo dedicado a la formación.
- ✓ La diversidad de métodos y recursos empleados, facilita que los sistemas puedan adaptarse a las características y necesidades de los estudiantes.
- ✓ El alumno es el centro de los procesos de enseñanza-aprendizaje y participa de manera activa en la construcción de sus conocimientos, teniendo capacidad para decidir el itinerario formativo más acorde con sus intereses.
- ✓ El profesor, pasa de ser un mero transmisor de contenidos a un tutor que orienta, guía, ayuda y facilita los procesos formativos.
- ✓ Las novedades y recursos relacionados con el tema de estudio se pueden introducir de manera rápida en los contenidos, de forma que las enseñanzas estén totalmente actualizadas.
- ✓ Comunicación constante entre los participantes, gracias a las herramientas que incorporan las plataformas e-learning como foros, chat, correo-e, entre otros.

Actualmente la mayoría de las instituciones encargadas de procesos docentes, tienen de una forma u otra alguna vinculación con este tipo de tecnología. Países tales como Estados Unidos, Reino Unido, Australia, Canadá y España llevan la delantera en el desarrollo de estos sistemas. El Internet, por su parte, ha servido como catalizador para lograr el éxito de estos sistemas a nivel mundial permitiendo la educación a distancia y todas las ventajas que esta implica.

Otro término que es válido mencionar ya que está estrechamente vinculado al e-learning es el b-learning. Este hace referencia a la combinación del trabajo presencial en el aula y el uso de las propias plataformas e-learning (Universidad Tecnología del Centro de Veracruz, 2015).

### **1.1.1 Plataformas e-learning en Cuba**

El desarrollo de las plataformas e-learning en Cuba ha alcanzado un notable ascenso en los últimos años. Actualmente varias universidades utilizan este tipo de plataforma para enriquecer el proceso educacional. Se pueden mencionar varios ejemplos como son el Aula Virtual desarrollada en la Universidad Central Marta Abreu de las Villas<sup>1</sup> y la Plataforma de

<sup>1</sup> <https://moodle.uclv.edu.cu/>

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

Teleformación de la Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca<sup>2</sup> para los procesos de superación profesional y académica.

Específicamente en la Universidad de las Ciencias Informáticas se han desarrollado varios sitios destinados al aprendizaje virtual. En el año 2011, con motivo de un contrato realizado entre la UCI y México, se desarrolló la primera versión de la Plataforma Educativa ZERA<sup>3</sup>. Esta primera versión no se utilizó en Cuba por estar muy enfocada en el sistema educativo mexicano, sin embargo, la versión 1.2 de esta plataforma fue utilizada en varios preuniversitarios con el objetivo de preparar a los estudiantes para la entrada a la enseñanza superior. No fue hasta septiembre de 2016, con la llegada de la versión 2.0, que ZERA comenzó a apoyar el proceso formativo en la UCI.

## **1.1.2 Ventajas del uso de estándares en las plataformas e-learning**

El diccionario de la Real Academia Española define el término estándar como aquello que sirve de modelo, norma, patrón o referencia. Enmarcándolo en un contexto más técnico la estandarización es el proceso por el cual se establecen unas normas comúnmente aceptadas que permiten la cooperación de diferentes empresas o instituciones. Un estándar proporciona ventajas no sólo a las empresas, sino también al usuario, ya que así no ve limitada su capacidad de elección a un determinado proveedor, sino a todos aquellos que cumplen un estándar determinado y que, por tanto, crean productos que son compatibles.

En e-learning, una de las principales funciones de los estándares es servir como facilitadores de la durabilidad y de la reutilización en el tiempo de los contenidos y de la interoperabilidad, facilitando el intercambio de los contenidos entre diversas plataformas y sistemas.

Son múltiples las ventajas de la implementación de estándares en las plataformas educativas, entre ellas cabe mencionar las siguientes (Uso de estándares aplicados a TIC en educación, 2011):

- ✓ **Interoperabilidad:** permite que distintas plataformas puedan comunicarse, intercambiar información e interactuar de forma transparente.

<sup>2</sup> <http://moodle.ceces.upr.edu.cu/>

<sup>3</sup> <https://eva.uci.cu/es/>

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

- ✓ **Reusabilidad:** admite que los objetos de contenido puedan ensamblarse y utilizarse en un contexto distinto a aquel para el que fueron inicialmente diseñados.
- ✓ **Accesibilidad:** facilita que un usuario pueda acceder el contenido apropiado en el momento justo utilizando el dispositivo correcto.
- ✓ **Durabilidad:** posibilita no hacer una inversión significativa para lograr la reutilización o la interoperabilidad.
- ✓ **Escalabilidad:** permite la configuración para aumentar la funcionalidad, de modo que se pueda dar servicio a más usuarios respondiendo a las necesidades de la institución, y que esto no produzca un esfuerzo económico demasiado grande.

## **1.2 Interoperabilidad**

Como se mencionaba en el acápite anterior, la interoperabilidad es una de las múltiples ventajas de la implementación de estándares en sistemas e-learning y a pesar de que existen múltiples definiciones relacionadas con el término, una de las más citadas es la que define la IEEE, conceptualizando a la interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada (IEEE, 2017).

El IDABC (Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations), proyecto europeo para la interoperabilidad, define el término como la habilidad de organizaciones para trabajar juntos eficientemente y beneficiarse mutuamente en fines comunes (González Otero, Begoña, 2013).

Por otra parte, el Vocabulario de Información y Tecnología ISO/IEC 2382 asevera que la interoperabilidad es la capacidad de comunicar, ejecutar programas, o transferir datos entre varias unidades funcionales de forma que el usuario no tenga la necesidad de conocer las características únicas de estas unidades.

Un claro ejemplo de la interoperabilidad en la UCI se puede observar en el intercambio de información existente entre el repositorio de objetos de aprendizaje RHODA<sup>4</sup>, y la herramienta de autor CRODA<sup>5</sup>. El repositorio RHODA es el responsable de almacenar los objetos de aprendizajes creados en CRODA.

<sup>4</sup> <http://roa.uci.cu/roa.php/main/welcome>

<sup>5</sup> <http://croda.uci.cu/>

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

## **1.3 Repositorio digital (RD)**

Debido al gran cúmulo de información digital generado en las últimas décadas, el hombre se ha visto en la necesidad de crear mecanismos de almacenamiento de información virtual. Por este motivo surgieron los repositorios digitales y se definen como un lugar donde se almacena y mantiene la información digital (López, 2005). En estos se depositan materiales derivados de la producción científica o académica de una institución (universidades, centros de investigación).

Los RD son herramientas eficaces para almacenar, organizar y hacer uso eficiente de la información y el conocimiento. Constituyen un sitio centralizado donde se almacena y mantiene información digital, habitualmente bases de datos o archivos informáticos. Los repositorios están preparados para distribuirse habitualmente sirviéndose de una red informática como Internet (G. R., 2011).

Los repositorios digitales son los encargados de facilitar el acceso de la comunidad científica internacional a los resultados de las investigaciones realizadas por sus miembros y aumentar la visibilidad de la producción científica de la institución. Asimismo, contribuyen a la preservación de los documentos digitales allí depositados.

Comúnmente el contenido que en ellos se deposita suelen ser tesis doctorales, artículos de carácter científico, ponencias o comunicaciones a congresos, revistas electrónicas editadas por la institución, materiales docentes, entre otros. (Universidad de León, 2014).

La red mexicana de repositorios institucionales, define cuales son algunos de los objetivos de los repositorios (Remeri, 2015):

- ✓ Favorecer la difusión de los contenidos académicos de la institución o de la temática a la que sirve.
- ✓ Dar visibilidad a la investigación realizada por la institución y facilitar la conservación y preservación de los documentos generados.
- ✓ Acceso libre a la literatura científica y académica.

Con el objetivo de atesorar, divulgar y conservar la memoria científica de la UCI el centro CIGED de la facultad 2 desarrolló el repositorio institucional<sup>6</sup> de la UCI. En este repositorio

<sup>6</sup> [https://repositorio\\_institucional.uci.cu](https://repositorio_institucional.uci.cu)

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

se almacenan las tesis doctorales, de maestría y los trabajos de diplomas generados en la Universidad.

## **1.3.1 Recurso educativo**

Según Jordi Díaz Lucea, los recursos educativos son todo el conjunto de elementos, útiles o estrategias que el profesor utiliza como soporte, complemento o ayuda en su tarea docente. Estos deberán considerarse siempre como un apoyo para el proceso educativo no como un sustituto del profesor (2011).

Los recursos y materiales didácticos no son los protagonistas en el proceso enseñanza-aprendizaje, siendo el profesor el que tiene el papel primordial en la realización de la práctica educativa. Los recursos educativos cumplen una función mediadora entre profesores y estudiantes.

## **1.3.2 Repositorio de Recursos Educativos (RRE)**

Los repositorios de recursos educativos son un tipo particular de repositorio digital, todo el contenido almacenado en estos son recursos educativos. Este tipo de repositorio se puede definir como un catálogo electrónico-digital que facilita las búsquedas en Internet de objetos digitales para el aprendizaje (Griff, 2014).

Otra definición es la que propone la Dra. Roxana Cañizares, definiendo a los RRE como un sistema especializado en el almacenamiento de recursos educativos, accesibles y operables por usuarios a través de la red, con funciones encaminadas a la clasificación, localización, reutilización, recuperación y mantenimiento de los recursos, que permita compartir estos con otras herramientas de un entorno e-learning (2012).

A continuación, se detallan las principales características de los RRE (Fernando, 2012):

- ✓ **Interactividad:** el diseño de recursos interactivos proporciona la base para el desarrollo de experiencias de aprendizaje más enriquecedoras. Se asegura una motivación intrínseca al contemplar la posibilidad de tomar decisiones, realizar acciones y recibir una respuesta más inmediata a las mismas. El desarrollo de itinerarios de aprendizaje individuales a partir de los resultados obtenidos en cada paso favorece una individualización de la enseñanza. La interactividad también tiene una dimensión social que puede facilitar que el estudiante participe en procesos de comunicación y relación social.

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

- ✓ **Multimedia:** los recursos deben aprovechar las prestaciones multimedia disponibles para superar los formatos analógicos. Además del texto y la imagen, el audio, el vídeo y la animación son elementos clave que añaden una dimensión multisensorial a la información aportada pero que también permiten exponerla con una mayor riqueza de matices: descripción gráfica de procesos mediante animaciones, simulación de situaciones experimentales manipulando parámetros.
- ✓ **Accesibilidad:** los contenidos educativos digitales deben ser accesibles. Esta accesibilidad debe garantizarse en sus tres niveles, genérico: que resulte accesible a los alumnos con necesidades educativas especiales; funcional: que la información se presente de forma comprensible y usable por todo el alumnado a que va dirigido; y tecnológico: que no sea necesario disponer de unas condiciones tecnológicas extraordinarias de software, equipos, dispositivos y periféricos que sea accesible desde cualquier sistema.
- ✓ **Flexibilidad:** se refiere a la posibilidad de utilizarlo en múltiples situaciones de aprendizaje: clases ordinarias, apoyos a alumnos con necesidades educativas, en horario lectivo o no lectivo, en un ordenador del aula o de la casa, tanto individualmente como en grupos. Esta flexibilidad también debe aludir a la posibilidad de usarlo con independencia del enfoque metodológico que ponga en práctica el docente.
- ✓ **Modularidad:** el diseño modular de un recurso multimedia debe facilitar la separación de sus objetos y su reutilización en distintos itinerarios de aprendizaje favoreciendo un mayor grado de explotación didáctica. A menudo tenemos experiencia de la existencia de recursos donde una animación concreta resulta interesante en un momento puntual mientras que el resto no tanto. El diseño modular garantizaría un acceso directo a un elemento concreto y ello aumenta sus posibilidades de uso.
- ✓ **Adaptabilidad y reusabilidad:** el diseño de recursos fácilmente personalizables por parte del profesorado permite la adaptación y reutilización en distintas situaciones. Por ejemplo, un cuestionario de preguntas donde sea posible modificar fácilmente las preguntas y respuestas es más reutilizable que un cuestionario cerrado.
- ✓ **Portabilidad:** los recursos digitales educativos deben ser elaborados atendiendo a estándares de desarrollo y empaquetado. De esta forma se incrementará considerablemente su difusión. Se pueden integrar con garantías y plena funcionalidad en distintos sistemas admitiendo también su uso en local.

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

- ✓ **Interoperabilidad:** Los contenidos educativos digitales deben venir acompañados de una ficha de metadatos que recoja todos los detalles de su uso didáctico. Esto facilitará su catalogación en los repositorios colectivos y la posterior búsqueda por parte de terceros.

### **1.4 Metadatos**

Su definición más difundida es que son datos sobre datos o informaciones sobre informaciones. En el ámbito de las ciencias de la información, los metadatos pueden ser identificados como información estructurada sobre un recurso de información soportado en cualquier medio o formato (Biblioteca Nacional de Chile DIBAN, 2006).

Para facilitar la reutilización del contenido en los entornos e-learning, los metadatos son usados para describir cualquier tipo de recurso educativo. De esta forma se logra un modelo de datos estructurado, el cual debe estar estandarizado. Existen varios estándares de catalogación de metadatos, dependiendo del que se use, varía el modo y características que lo describen.

### **1.5 Recolección de metadatos**

Para lograr una elevada eficiencia en el funcionamiento de las plataformas e-learning es indispensable el flujo de información que estas puedan llegar a intercambiar. Para poder acceder a la información con ubicación remota, se cuenta con tres soluciones: indización, recolección y búsqueda federada (Codina, y otros, 2010). La recolección permite que un sistema pueda recolectar información de sistemas externos. En el presente trabajo se utilizará el estándar OAI-PMH para la recolección de metadatos.

#### **1.5.1 Protocolo OAI-PMH**

OAI-PMH es un protocolo que surgió en 1999, usado para la transmisión de datos en Internet. Esta iniciativa se creó con la misión de desarrollar y promover estándares de interoperabilidad para facilitar la difusión eficiente de contenidos en Internet y de esta manera incrementar la disponibilidad de las publicaciones científicas. No obstante, no es solo un proyecto centrado en el tema de las publicaciones científicas, su principal objetivo es la comunicación de metadatos, de manera general, sobre cualquier material almacenado digitalmente.

A pesar de que existen otros protocolos para la transferencia de información, como el Protocolo Simple para la Interoperabilidad de Bibliotecas Digitales para facilitar la interoperabilidad entre bibliotecas digitales, el Protocolo Guildford que se encarga del

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

intercambio de metadatos en la red, o el protocolo Z39.50 que se encarga de la recuperación de información basándose en la arquitectura cliente/servidor para poder acceder a los datos que se encuentra en un servidor Z39.50, todos estos, en la mayoría de los casos, han sido sustituidos por OAI-PMH.

OAI-PMH ofrece una sencilla plataforma que permite difundir cualquier tipo de información. Actualmente es el más utilizado por las instituciones que desean compartir y adquirir información.

### 1.5.2 Funcionamiento de OAI-PMH

El protocolo se puede separar en dos partes: proveedores de datos y proveedores de servicio. Los proveedores de datos son los encargados, usando OAI-PMH, de hacer visible gran cantidad de metadatos, estos deberán estar catalogados usando el estándar Dublin Core, aunque existen repositorios que soportan otros estándares de catalogación. Por otra parte, están los proveedores de servicios, estos recolectan los metadatos y los almacenan en una base de datos con la intención de centralizar la información y acercarla a usuario (OAI, 2010). A continuación, se muestra un diagrama que describe a *grosso modo* el proceso de comunicación entre un proveedor de datos y un proveedor de servicios.

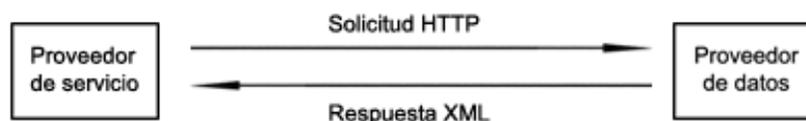


Ilustración 1: Recolección con OAI-PMH

El funcionamiento de este protocolo se basa en un sistema de petición-respuesta. El proveedor de servicio emite una petición mediante el Protocolo de Transferencia de Hipertexto del inglés Hyper Text Transfer Protocol (HTTP), al proveedor de datos (como se muestra en la Ilustración 1), y este a su vez emite una respuesta, este intercambio se realiza utilizando el formato de Lenguaje de Marcas Extensibles del inglés Extensible Markup Language (XML) (A. S., 2013). Las peticiones del proveedor de datos se realizan usando los métodos GET o POST del protocolo HTTP. Para realizar estas peticiones el protocolo OAI-PMH cuenta de seis métodos, denominados verbos:

- ✓ **GetRecord:** utilizado para recuperar un registro concreto. Necesita dos argumentos: identificador del registro pedido y especificación del formato de metadatos en que se debe devolver.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

- ✓ **Identify**: utilizado para recuperar información sobre el repositorio: nombre, versión del protocolo que utiliza, dirección del administrador, entre otras.
- ✓ **ListIdentifiers**: recupera los encabezados de los registros, en lugar de los registros completos.
- ✓ **ListRecords**: recupera los registros completos de un repositorio.
- ✓ **ListSets**: recupera todos los conjuntos de registros que posee el repositorio. Estos conjuntos son creados opcionalmente por el repositorio para facilitar una recuperación selectiva de los registros.
- ✓ **ListMetadataFormats**: devuelve la lista de formatos de metadatos que soporta el repositorio.

A continuación, se muestra en la Ilustración 2 las posibles solicitudes y respuestas entre un proveedor de datos y un proveedor de servicios utilizando los verbos anteriormente explicados y las respuestas que estos generan.

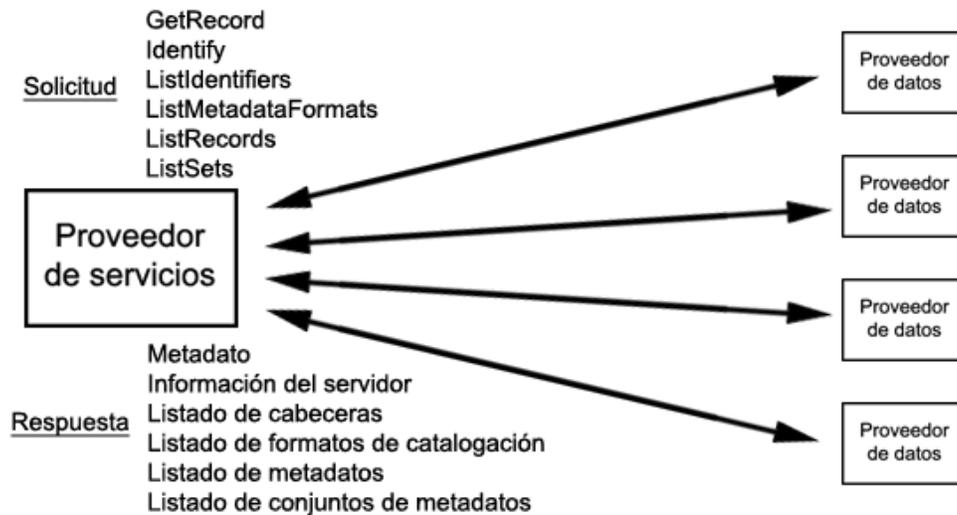


Ilustración 2: Solicitud y Respuesta de OAI-PMH

Este intercambio puede generar errores por lo que el proveedor de datos debe ser capaz de reconocer si una petición es válida y en caso de que no sea correcta se debe entregar un reporte de error codificado también en XML. Entre la lista de posibles códigos de error están: noMetadataFormats, badVerb, idDoesNotExist, badArgument, noRecordsMatch, noSetHierarchy, cannotDisseminateFormat, badResumptionToken, los cuales contemplan errores de sintaxis, nombres inválidos, omisiones o combinaciones inválidas de argumentos (Conexión de repositorios educativos digitales: Educonector.info, 2013).

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

### **1.5.3 Sistemas que utilizan OAI-PMH**

Actualmente no son pocos los sistemas que utilizan el estándar OAI-PMH como medio para lograr una mayor interoperabilidad. Específicamente en Cuba se evidencian sitios que implementan este tipo de tecnología para la gestión de sus repositorios. A continuación, se muestra una relación de repositorios cubanos e internacionales que se encargan de recolectar y/o proveer metadatos mediante OAI-PMH.

La **Revista Cubana de Tecnología de la Salud** surge en el año 2008 como iniciativa de un proyecto de desarrollo informacional para los profesionales de la Facultad de Tecnología de la Salud, con el propósito de facilitar el acceso a la información y el conocimiento, que tributen al incremento gradual y sistemático de la producción científica. Publica números seriados trimestralmente, además de suplementos especiales dedicados a diferentes temas científicos de interés. Esta revista cuenta con un mecanismo que provee sus publicaciones científicas (Facultad de Tecnología de la Salud, 2016).

El sitio **Cuba Arqueológica** tiene como objetivo principal la democratización del conocimiento y la divulgación científica del quehacer arqueológico, antropológico y patrimonial de Cuba y el Caribe antillano (Cuba arqueológica, 2011).

**Alma** es un repositorio Institucional de la Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca que tiene como objetivo reunir, archivar y preservar la producción intelectual resultante de la actividad académica e investigativa en formato digital y ofrecer acceso abierto a dicha producción (Universidad de Pinar del Rio, 2015).

El **Repositorio Institucional de la Universidad de las Ciencias Informáticas** se implementa con el objetivo de atesorar, divulgar y conservar la memoria científica de la UCI. Permite incrementar la visibilidad y el prestigio de la Institución, así como el impacto y el reconocimiento de la producción científica de sus investigadores (Universidad de las Ciencias Informáticas).

El **Repositorio de Tesis Doctorales** posibilita el acceso a un gran volumen de tesis doctorales en Ciencias Biomédicas y de la Salud de Cuba, y de otras ramas afines, que estén relacionadas o respalden las temáticas del Sistema Nacional de Salud, es coordinado con la Comisión Nacional de Grados Científicos y forma parte de la estrategia regional de la Biblioteca Virtual en Salud, para la divulgación de la producción científica cubana. Se incluye en el movimiento internacional conocido como Open Acces Initiative que promueve

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

la iniciativa del acceso libre a la literatura científica, incrementando el impacto de lo publicado por los investigadores, al facilitar la comunicación científica y el acceso al conocimiento. Funciona con la plataforma EPrints 3.

En la tabla que se muestra a continuación se describen algunos sistemas recolectores y/o proveedores de metadatos a nivel internacional, la misma puede servir, en conjunto con las mencionadas anteriormente, de referencia para los administradores de la Plataforma Educativa ZERA a la hora de incluir los repositorios OAI-PMH.

**Tabla 1:** Repositorios que utilizan OAI-PMH

<b>Nombre</b>	<b>URL</b>
Scielo	<a href="http://www.scielo.org.pe/oai/scielo-oai.php?verb=Identify">http://www.scielo.org.pe/oai/scielo-oai.php?verb=Identify</a>
Bibliothèque numérique RERO DOC	<a href="http://doc.rero.ch/oai2d.py/?verb=Identify">http://doc.rero.ch/oai2d.py/?verb=Identify</a>
White Rose Research Online	<a href="http://eprints.whiterose.ac.uk/cgi/oai2?verb=Identify">http://eprints.whiterose.ac.uk/cgi/oai2?verb=Identify</a>
DSpace 6.0 Demo	<a href="http://demo.dspace.org/oai/request?verb=Identify">http://demo.dspace.org/oai/request?verb=Identify</a>
Repositorio Institucional de la Universidad de Laguna	<a href="https://riull.ull.es/oai/request?verb=Identify">https://riull.ull.es/oai/request?verb=Identify</a>

### 1.6 Búsqueda federada

El CEO de Google aseveró que cada segundo se realizan 40 000 búsquedas en Google, posicionando a esta página como la más visitada en todo el mundo. Esto da una medida de la importancia que actualmente se le confiere a la búsqueda de información. De nada vale tener almacenado una ingente cantidad de datos y no contar con un mecanismo que permita encontrar lo que se busca. Por tal motivo la búsqueda de información deviene en tanta importancia.

Como se explicaba en el epígrafe anterior, otras de las soluciones para acceder a información remota es la búsqueda federada, la cual se define como la consulta simultánea en varias fuentes externas con el fin de mostrar en una página en formato XML los resultados obtenidos para su posterior consulta. Una de las ventajas de esta solución es que no requiere descargar ni almacenar el contenido remoto. Mientras que algunos de sus inconvenientes son la posibilidad de devolver resultados duplicados en tiempos de respuesta lentos (Codina, y otros, 2010).

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

## 1.6.1 Protocolo SQI

La Interfaz de Consulta Simple, del inglés Simple Query Interface (SQI), es un estándar para la realización de búsquedas de contenidos digitales en entornos heterogéneos, el establecimiento de sesión y la realización de consultas.

SQI es una Interfaz de Programación de Aplicaciones del inglés Application Programming Interface (API) que permite realizar consultas síncronas y asíncronas a la información almacenada en repositorios. Es una parte vital de los servicios para lograr la interoperabilidad entre plataformas educativas. Este estándar no tiene en cuenta las estructuras de las consultas realizadas a los repositorios, se limita solamente al envío y recepción de las mismas, lo que lo hace sencillo de implementar en una gran variedad de sistemas. Los servicios brindados incluyen servicios de autenticación, gestión de la sesión y servicios de aplicación como gestión de las consultas. Las ventajas de SQI vienen asociadas a que es neutral respecto al lenguaje de consultas utilizado en el manejador de base de datos y en el modelo semántico seguido por el repositorio (Motz, y otros, 2010).

## 1.6.2 Funcionamiento de SQI

Para la realización de consultas SQI sobre un repositorio externo, el que realiza la búsqueda debe establecer primero una conexión con el repositorio a través de una sesión, lo que permitirá la comunicación entre ambos. Las sesiones establecidas pueden ser persistentes y mantenerse indefinidamente, o no persistente y mantenerse en un período de tiempo limitado. Las sesiones que no sean persistentes podrán ser destruidas manualmente o automáticamente. Una vez establecida la conexión el repositorio SQI estará listo para recibir y responder las consultas de los usuarios (A. S., 2013). A continuación, se explica los métodos que implementa el proveedor de datos para responder a las consultas de los usuarios.

### Métodos para el manejo de sesiones:

- ✓ **CreateSession:** permite crear una sesión, para lo cual requiere como parámetros usuario y contraseña. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:
  - WRONG\_CREDENTIALS si se envía un userID o una contraseña inválida.
  - METHOD\_FAILURE es lanzado en caso de que algo no funcione correctamente en el uso del método.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

- ✓ **CreateAnonymousSession:** permite crear una sesión no asociada a un usuario. Este método puede provocar el mensaje de error METHOD\_FAILURE que es mostrado en caso de que algo no funcione correctamente en el uso del método.
- ✓ **DestroySession:** permite a quien inició la búsqueda, finalizar la sesión. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:
  - NO\_SUCH\_SESSION si la sesión a eliminar no existe.
  - METHOD\_FAILURE es lanzado en caso de que algo no funcione correctamente en el uso del método.

### Métodos para el manejo de consultas:

- ✓ **SetQueryLanguage:** permite a la fuente controlar la sintaxis usada en las instrucciones de la consulta por identificación del lenguaje de consulta. Recibe como parámetro un targetSessionID que es un identificador emitido por el destino para identificar al origen, y un queryLanguageID para identificar la sintaxis. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:
  - NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.
  - QUERY\_LANGUAGE\_NOT\_SUPPORTED si el lenguaje de consultas usado en la petición no está soportado por el destino.
  - METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.
- ✓ **SetMaxQueryResults:** define el número máximo de resultados que una consulta puede generar. Recibe como parámetro un targetSessionID y un maxQueryResults que debe ser cero o más grande, de manera que, si se configura a cero, se entiende que la fuente no limita el número de resultados devueltos. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:
  - NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.
  - INVALID\_MAX\_QUERY\_RESULTS si un número inválido es proporcionado como valor del parámetro maxQueryResults, esto puede suceder con números negativos o bien con valores que superan el límite de resultados que es capaz de devolver una fuente.
  - METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

- ✓ **SetMaxDuration:** permite a la fuente configurar un tiempo de espera en caso de que la consulta opere asíncronamente. Recibe como parámetro un targetSessionID y un maxDuration que indica el tiempo máximo en milisegundo que un destino debe retornar los resultados de la consulta. El parámetro maxDuration debe ser cero o más grande. Si toma el valor de cero, se entiende que la fuente delega la gestión del tiempo de espera en el destino. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:

-NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.

-INVALID\_MAX\_DURATION si un número inválido es proporcionado para el parámetro maxDuration.

-METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

- ✓ **SetResultsFormat:** permite a la fuente controlar el formato de los resultados retornados por el destino. Recibe como parámetro un targetSessionID y un resultsFormat enviado a través de la URL que indica el formato en el que se enviarán los resultados de las consultas. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:

-NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.

-RESULTS\_FORMAT\_NOT\_SUPPORTED cuando el formato proporcionado en el parámetro resultsFormat no es soportador por el destino.

-METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

### **Métodos para las consultas síncronas**

- ✓ **SetResultsSetSize:** define el máximo número de resultados, que serán devueltos por un solo conjunto de resultados. Recibe como parámetro un targetSessionID y un resultsSetSize que por defecto toma valor de 25 y controla la cantidad de registros. Si resultsSetSize toma el valor de cero, entonces se entiende que quiere recuperar todos los resultados. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:

-NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

-INVALID\_RESULTS\_SET\_SIZE si un número inválido es provisto para el parámetro resultSetSize.

-QUERY\_MODE\_NOT\_SUPPORTED en caso de que el destino no soporte consultas síncronas.

-METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

- ✓ **SynchronousQuery:** envía una consulta al destino y devuelve como resultado un conjunto de metadatos. El método recibe 3 parámetros, un targetSessionID, un queryStatement que indica la consulta a realizar, y un startResult que identifica el registro de inicio del conjunto de resultado. Dentro de una sesión identificada a través de targetSessionID se pueden enviar múltiples consultas simultáneamente. El número de resultados devueltos es controlado por resultSetSize y su valor predeterminado. Un número válido para startResult puede variar de 1 al número total de resultados. El número total de resultados producidos está limitado por setMaxQueryResults y su valor predeterminado. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:

NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.

-INVALID\_QUERY\_STATEMENT si las instrucciones de la consulta no cumplen con la sintaxis del lenguaje de consultas.

-QUERY\_MODE\_NOT\_SUPPORTED en caso de que el destino no soporte consultas síncronas.

-INVALID\_START\_RESULT si un número inválido es proporcionado por el parámetro startResult.

-NO\_MORE\_RESULTS si el parámetro startResult está configurado a cero y ningún resultado más es proporcionado.

-METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

- ✓ **GetTotalResultsCount:** retorna el número total de resultados existentes de una consulta. Recibe como parámetros un targetSessionID y un queryStatement. Este método puede provocar los siguientes mensajes de errores:

-NO\_SUCH\_SESSION en caso de que el parámetro targetSessionID sea inválido.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

-QUERY\_MODE\_NOT\_SUPPORTED en caso de que el destino no soporte consultas síncronas.

INVALID\_QUERY\_STATEMENT si las instrucciones de la consulta no cumplen con la sintaxis del lenguaje de consultas.

-METHOD\_FAILURE si la operación falla por otras razones.

Por otra parte, cada uno de los mensajes de error que se describieron anteriormente por cada método, forman parte del error que lanza SQI llamado SQIFault, el cual incluye 2 aspectos, el mensaje que describe la razón por la que ocurrió el error y un código de fallo. Estos aspectos son parte de la especificación de estándar SQI. En la tabla que se muestra a continuación se relaciona cada error con su código.

Tabla 2: Errores de SQI

Nombre del error	Código del error
METHOD_FAILURE	SQI-00001
INVALID_START_RESULT	SQI-00003
INVALID_QUERY_STATEMENT	SQI-00004
INVALID_RESULTS_SET_SIZE	SQI-00005
INVALID_MAX_DURATION	SQI-00006
INVALID_MAX_QUERY_RESULTS	SQI-00007
QUERY_MODE_NOT_SUPPORTED	SQI-00009
RESULTS_FORMAT_NOT_SUPPORTED	SQI-00010
QUERY_LANGUAGE_NOT_SUPPORTED	SQI-00011
METHOD_NOT_SUPPORTED	SQI-00012
NO_SUCH_SESSION	SQI-00013
WRONG_CREDENTIALS	SQI-00015
NO_MORE_RESULTS	SQI-00016

# Capítulo 1: *Fundamentación teórica*

Los errores 2, 8 y 14 son lanzados exclusivamente por las consultas asíncronas, las cuales no serán implementadas en el presente trabajo.

## 1.7 Catalogación de metadatos

La catalogación, según la Real Academia Española, es la acción de registrar y clasificar, por tal motivo se le confiere una gran importancia a la hora de organizar los metadatos. Dependiendo del estándar que se utilice estará la manera en que se organicen los metadatos y las etiquetas que se usen para describirlo. En el presente trabajo se utilizará el estándar Dublin Core y LOM con distintos propósitos.

### 1.7.1 Dublin Core (DC)

Para poder hacer visibles mediante OAI-PMH a los motores de búsquedas el contenido almacenado en bibliotecas y repositorios en general, el estándar propone catalogar los metadatos con Dublin Core. Este es un estándar de catalogación que cuenta con elementos estructurales que facilitan la búsqueda y la recolección de recursos en la web. Posee 15 parámetros, estos se ilustran a continuación en la Tabla 1.

Tabla 3: Parámetros de Dublin Core

Etiqueta	Descripción
DC-Title	El nombre dado al material, generalmente por el Creador o Editor.
DC-Creator	La persona u organización principal que es responsable de la creación del contenido intelectual del material. Por ejemplo, los autores en el caso de los documentos escritos, los artistas, fotógrafos, o ilustradores en el caso de los materiales visuales.
DC-Subject	El tema del material. Generalmente, las materias son expresadas a través de las palabras clave o frases que describen el tema o contenido del material. Se recomienda el empleo de vocabularios controlados y de esquemas (schemas) de clasificaciones formales.
DC-Description	Una descripción textual del contenido del material, incluyendo resúmenes en el caso de documentos como objetos, o descripciones de contenido en el caso de materiales visuales.
DC-Publisher	La entidad responsable de que el material esté disponible en su formato actual, tales como una casa editorial, un departamento universitario, o una entidad corporativa.

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

DC-Contributor	Persona u organización que haya tenido una contribución intelectual significativa en la creación del documento, (ejemplo, editor, traductor, ilustrador, etc.)
DC-Date	Una fecha asociada con la creación o disponibilidad del material. Tal fecha no debe confundirse con la correspondiente al elemento Cobertura, el cual debe de estar asociado con el material solo en los casos que el contenido intelectual se refiera a esa fecha. Para determinar la fecha de publicación o de disposición al público se utiliza el formato del Consorcio Web, Data and Time Format (W3CDTF) basado en la norma ISO 8601.
DC-Type	La clase del material, tales como: novela, poema, documento de trabajo, reporte técnico, ensayo, diccionario.
DC-Identifier	Una cadena de signos o números empleados para identificar el material de manera unívoca. Los ejemplos para los materiales existentes en red incluyen los URL y los URN (cuando han sido incorporados). Otros identificadores universalmente unívocos como los números ISBN u otros nombres formales que también son opciones para este elemento.
DC- Source	Información acerca de algún material secundario del cual se deriva el material principal. Puesto que generalmente sólo son recomendados aquellos elementos que contienen información acerca del material principal, este elemento podrá contener la fecha, creador, formato, identificador u otros metadatos del material secundario considerados importantes para la identificación del material principal.
DC-Lenguaje	El idioma del contenido intelectual del material. El contenido de este campo debería coincidir con la norma ISO 639 (RFC 1766).
DC-Relation	Un identificador de un material secundario y su relación con el material principal. Este elemento permite vínculos entre materiales relacionados y las descripciones del material deben de ser indicadas. Los ejemplos incluyen la edición de un trabajo (IsVersionOf), la traducción de un trabajo (IsBasedOn), el capítulo

## Capítulo 1: Fundamentación teórica

	de un libro (IsPartOf) y una transformación mecánica de una serie de datos en imagen (IsFormatOf).
DC-Format	Formato de datos de un documento, usado para identificar el software y, posiblemente también el hardware que se necesita para mostrarlo.
DC-Coverage	Las características espaciales o temporales del contenido intelectual del material. La cobertura espacial se refiere a una región física (por ejemplo, sector celeste); uso de coordenadas (por ejemplo, longitud y latitud), o nombres de lugares que provienen de una lista controlada o escritos en su forma completa. La cobertura temporal se refiere a lo que trata el material, a diferencia de cuando fue creado o puesto a disponibilidad (esto último pertenece al elemento Fecha). Aunque usa el mismo formato ISO 8601/W3CDTF.
DC-Right	Referencia sobre derecho de autor (por ej. URL), bien a un servicio de gestión de derecho o a un servicio que dará información sobre los términos y condiciones de acceso a un recurso electrónico.

Dublin Core está creado para describir recursos y facilitar a los proveedores de datos hacer visibles sus recursos en la web. Los metadatos Dublin Core se han convertido en uno de los estándares más extendidos para la recuperación de información en la World Wide Web transformándose en un vocabulario muy utilizado no sólo en el ámbito bibliotecario y documental, sino en muchos otros sectores (Universidad de León, 2014).

Por otra parte, el estándar es flexible en cuanto a qué parámetros usar, ya que no necesariamente exige el uso de todos, incluso los parámetros pueden repetirse si fuera necesario (Dublin Core Metadata Initiative, 2015). Este estándar se utilizará en el módulo para devolver las peticiones de recolección realizadas mediante el estándar OAI-PMH por sistemas externos, mientras que para retornar los resultados de las consultas SQL a la Plataforma Educativa ZERA se utilizará el estándar de catalogación LOM.

### 1.7.2 LOM

Metadatos para Objetos de Aprendizaje del inglés Learning Object Metadata (LOM) es un estándar de catalogación que junto a DC son los más utilizados para describir metadatos. Al igual que Dublin Core, este define una estructura para describir recursos educativos. El

# Capítulo 1: Fundamentación teórica

modelo de descripción propuesto por LOM se divide en 9 categorías, cada una de las cuales está conformada por varios elementos, estos se ilustran a continuación en la imagen.

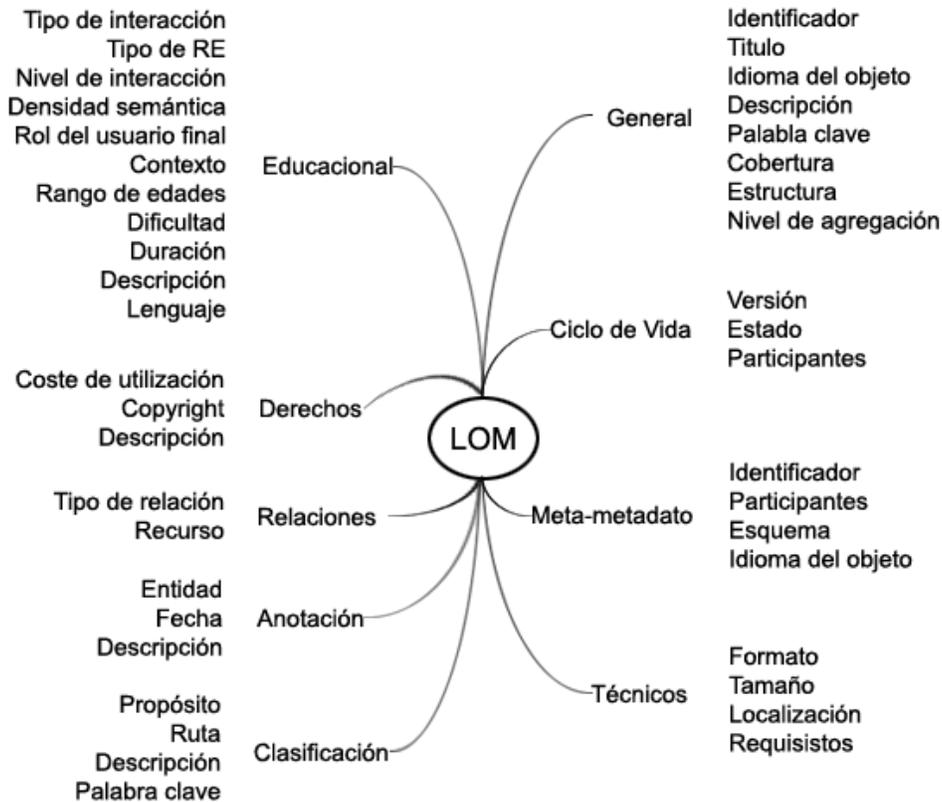


Ilustración 3: Categorías de LOM

## 1.8 Servicios Web

Un servicio web es una colección de protocolos y estándares usados para el intercambio de datos entre aplicaciones o sistemas en la red. Estos aportan interoperabilidad entre aplicaciones de software sin tener en cuenta sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen (IBM, 2015). El módulo de intercambio de metadatos y búsqueda federada brindará dos servicios web: proveer mediante el estándar OAI-PMH los metadatos almacenados en la Plataforma Educativa ZERA y responder las consultas que se realicen mediante SQL.

## SOAP

El Protocolo de Acceso Simple a Objetos del inglés Simple Object Access Protocol (SOAP) permite la comunicación entre aplicaciones a través de Internet basado en XML. Es uno de los protocolos más utilizados en los servicios web. Su ventaja más significativa es la seguridad ya que su implementación se realiza por lo general del lado del servidor. Por otra

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

parte, una vez implementado si se desea cambiar algo en el servidor impacta de forma negativa en los clientes ya que estos tienen que hacer muchas modificaciones al código (DesarrolloWeb, 2010). Posee una interfaz descrita en formato WSDL que puede ser procesado por una máquina. El Lenguaje de Descripción de Servicios Web del inglés Web Services Description Language (WSDL) es un protocolo basado en XML que describe los accesos a los servicios web SOAP. De manera general se puede decir que es el manual de operación del servicio web, porque indica cuales son las interfaces que provee él y los tipos de datos necesarios para la utilización del mismo (DesarrolloWeb, 2010).

El estándar SQI recomienda que sus servicios sean implementados utilizando SOAP, por tal motivo se empleará en la realización del módulo.

### **REST**

La Transferencia de Estado Representacional del inglés Representational State Transfer (REST) es un estilo de arquitectura utilizado en los servicios web. Es más sencillo de utilizar e implementar que SOAP. Además, es flexible en cuanto al tipo de respuesta que se necesita, ya que puede ser XML o JSON (DesarrolloWeb, 2010).

El estándar OAI-PMH recomienda que sus servicios sean implementados utilizando REST, por tal motivo se empleará en la realización del módulo.

### **1.9 Soluciones similares**

Para lograr un mejor entendimiento de cómo funcionan los sistemas que se encargan de la búsqueda y/o la recolección a nivel mundial, los autores del presente trabajo realizaron un estudio de soluciones similares. Las soluciones nacionales e internacionales que a continuación se analizan son sistemas e-learning que brindan servicios y/o datos utilizando los estándares OAI-PMH y SQI.

#### **1.9.1 DSpace**

DSpace es una plataforma de software de gestión de activos digitales de código abierto que permite a las instituciones capturar y describir contenidos digitales. Se ejecuta en una variedad de plataformas de hardware y admite OAI-PMH versión 2.0. Esta plataforma es utilizada por más de 1000 organizaciones e instituciones para proporcionar acceso duradero a los recursos digitales.

DSpace preserva y permite el acceso fácil y abierto a todo tipo de contenido digital, incluyendo texto, imágenes, videos, datos de investigaciones y otras formas de contenido.

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

Está desarrollado en Java. Plataformas como el Repositorio Institucional de la UCI y el repositorio Institucional Alma de la Universidad Hermanos Saíz Montes de Oca anteriormente mencionados, utilizan DSpace como software para gestionar sus contenidos digitales.

### **1.9.2 EPrints**

Es un software de código abierto para la creación y gestión de repositorios digitales de acceso abierto que cumplan con el protocolo OAI-PMH, está desarrollado en el lenguaje de programación Perl. Está basada en una aplicación cliente-servidor que se gestiona mediante internet. Entre sus características fundamentales se encuentran las siguientes: herramienta flexible brindando gran libertad para modificar sus funcionalidades, gestiona gran variedad de objetos digitales, alerta automáticamente sobre el ingreso de posibles datos duplicados entre otras.

### **1.9.3 Agrega**

La federación de repositorios de objetos digitales educativos Agrega es una plataforma basada en un conjunto de servidores interconectados a través de Internet, que configuran un repositorio de recursos educativos. Todos los servidores disponen de un servidor de índices común que facilita la localización de cualquier objeto educativo alojado en Agrega, independientemente del punto de acceso desde dónde se realice la consulta y de dónde se encuentra ubicado el recurso. Los contenidos educativos que se pueden encontrar están organizados de acuerdo al currículo de las enseñanzas de niveles anteriores a la universidad y están preparados para su descarga y uso directo por el profesorado y los alumnos. Utiliza SCORM<sup>7</sup> para empaquetar los contenidos y LOM-ES para etiquetarlos con metadatos. Para distribuir estos metadatos utiliza OAI-PMH y SQL para permitir las búsquedas federadas.

Los recursos educativos se encuentran distribuidos en los distintos servidores que forman el repositorio global de Agrega. Cada uno de ellos almacena contenidos a los que también es posible enlazar directamente a través de su URL.

<sup>7</sup> Conjunto de estándares y especificaciones que permite crear objetos pedagógicos estructurados.

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

Posibilita la descarga y la reutilización de los objetos alojados en la plataforma para la creación de nuevos materiales. Los objetos educativos se pueden integrar en un LMS (Learning Management System o Sistema de Gestión de Aprendizaje).

Las especificaciones y estándares más importantes que se utilizan en Agrega son SCORM 2004 para el empaquetado de los contenidos y LOM-ES para consignar los datos de catalogación de los objetos (Agrega, 2010).

### **1.9.4 ARIADNE**

La Fundación ARIADNE es una asociación sin ánimo de lucro que tiene como objetivo:

- ✓ Realizar investigación básica y aplicada que mejore la creación, el intercambio y la reutilización del conocimiento a través del uso de la tecnología.
- ✓ Desarrollar e implementar metodologías y software que proporcionen acceso flexible, eficaz y eficiente a bases de conocimiento de gran escala.
- ✓ Aplicar los resultados de sus actividades de investigación y desarrollo para ayudar a preservar activos y colecciones de conocimientos multiculturales y multilingües.
- ✓ Explorar cómo estos resultados de investigación y desarrollo pueden ser adoptados y sostenidos para que apoyen a las comunidades educativas y de investigación.

Con el fin de permitir un acceso flexible al contenido, ARIADNE describe sus recursos mediante metadatos, los cuales están catalogados utilizando el estándar IEEE LTSC LOM, aunque permite transformar los formatos de los metadatos. Cuenta con un mecanismo de recolección y distribución de metadatos, mediante el estándar OAI-PMH, que permite copiarlos de un repositorio y guardar esta copia localmente. Además, cuenta con un servicio de búsqueda a los metadatos previamente recolectados.

La infraestructura de ARIADNE proporciona una interfaz de consulta simple (SQI) en la parte superior del repositorio que puede utilizarse para emitir consultas en varios lenguajes de consulta. SQI proporciona interoperabilidad entre las aplicaciones de búsqueda y varios repositorios de objetos de aprendizaje.

Cuenta con un servicio de registro que proporciona información actualizada sobre los repositorios de objetos de aprendizaje. Proporciona la información necesaria para que los sistemas puedan seleccionar los protocolos apropiados tales como OAI-PMH, SQI, SPI, SRU / SRW soportados por un repositorio de objetos de aprendizaje dado (Ariadne Foundation, 2009).

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

### **1.9.5 BASE**

Es uno de los más voluminosos motores de búsqueda dedicado a los recursos web académicos, proporcionando una gran cantidad de documentos de diversas fuentes. Este buscador indexa los metadatos de todo tipo de recursos académicos relevantes que utilicen OAI-PMH para proveer sus contenidos. Se mantiene continuamente integrando fuentes a su índice y cuenta con un mecanismo que permite sugerirle nuevas fuentes. BASE se caracteriza por las siguientes características:

- ✓ Recursos seleccionados intelectualmente.
- ✓ Sólo se incluyen los servidores de documentos que cumplen con los requisitos específicos de calidad académica y relevancia.
- ✓ Corrección, normalización y enriquecimiento de metadatos mediante métodos automatizados.
- ✓ La visualización de los resultados de búsqueda incluye datos bibliográficos precisos.
- ✓ Varias opciones para ordenar la lista de resultados.

### **1.9.6 RHODA**

El repositorio de Objetos de Aprendizaje RHODA fue desarrollado en la UCI en el Centro de Tecnologías para la Formación. Este repositorio se encarga del almacenamiento de objetos de aprendizajes enfocados en el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje de la comunidad universitaria.

RHODA implementa los estándares OAI-PMH y SQI para la recolección de metadatos y la búsqueda federada.

Cuenta con un servidor que almacena sus objetos de aprendizaje y sus respectivos metadatos. Posee un estrecho vínculo con la herramienta de autor CRODA, con quien intercambia información. Cuenta con un mecanismo de búsqueda local y federada, la primera se realiza sobre los metadatos recolectados y almacenados que posee, la búsqueda federada se realiza sobre repositorios externos mediante el estándar SQI. Al mismo tiempo provee sus propios metadatos y permita que estos puedan ser consultados desde otros repositorios posibilitando la reutilización de los mismos (Centro de Tecnologías para la Formación).

### **1.10 Análisis de soluciones similares**

El estudio de las soluciones similares permitió lograr una visión más clara del funcionamiento de plataformas educativas que intercambian y buscan metadatos e

## *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

información en general. De las plataformas, que presentan similitudes con la propuesta de solución del presente trabajo, se tomaron aspectos positivos que contribuyeron a la elaboración de una propuesta de solución más completa.

El estudio realizado arrojó que la solución encontrada en la UCI no puede ser adaptada a la arquitectura de la Plataforma Educativa ZERA por presentar incompatibilidades. La versión de Symfony con la que se desarrolló RHODA no es compatible con la versión actual que se está implementando en ZERA. Por otra parte, las soluciones internacionales encontradas no permiten el acceso a su código fuente imposibilitando la reutilización de sus funcionalidades.

Además, a pesar de que las propuestas analizadas son gratuitas, algunas no utilizan los estándares correspondientes de recolección (OAI-PMH), búsqueda (SQI) y catalogación de metadatos (Dublin Core), los que serán implementados en la propuesta de solución.

Por otra parte, las soluciones analizadas permitieron identificar características esenciales que se pueden emplear en el sistema a desarrollar, las cuales son: la configuración de la búsqueda para que se realice sobre los metadatos recolectados de los repositorios OAI-PMH o directamente en los repositorios SQI mediante las búsquedas federadas, la configuración de la frecuencia de recolección, además las interfaces para realizar las búsqueda sirvieron de referencia para el diseño de las implementadas en el módulo.

Las soluciones similares encontradas no se adaptan a la arquitectura de la plataforma, quedando descartadas como posibles soluciones a utilizar, haciendo necesaria la implementación de un módulo que permita satisfacer los requerimientos de la Plataforma Educativa ZERA 2.0.

### **1.11 Contextualización del sistema**

El éxito de un sistema depende, en gran medida, de una serie de tácticas y estrategias llevadas a cabo en el proceso de desarrollo de software. En esta etapa es fundamental la selección de herramientas y lenguajes que tributen a un software de alta calidad. La UCI como parte del proceso de estandarización llevado a cabo en sus centros productivos ha definido lenguajes, herramientas y su propia metodología de desarrollo.

En el proyecto ZERA se definieron un conjunto de herramientas y lenguajes de programación para el desarrollo de la versión 2.0 de la Plataforma Educativa, por lo cual el módulo de intercambio de metadatos y búsqueda federada a desarrollar para la plataforma

# *Capítulo 1: Fundamentación teórica*

utilizará como metodología de desarrollo el Proceso Unificado Ágil del inglés Agile Unified Process (AUP) en su variante UCI (en lo adelante AUP-UCI) específicamente en el 4 escenario historia de usuario. Como lenguajes del lado del servidor y del cliente se utilizará PHP en su versión 5.4.2 y HTML 5 respectivamente. Para la modelación de la solución se utilizará el Lenguaje de Modelado Unificado del inglés Unified Modeling Language (UML) en su versión 2.0 y Visual Paradigm versión 8.0 como herramienta de modelado. El framework de desarrollo que se empleará es Symfony en su versión 2.7.16 y como Entorno de Desarrollo Integrado, NetBeans en su versión 8.0. Como gestor de base de datos PostgreSQL 9.4, para la administración de la base de datos se contará con la herramienta PgAdmin III y se utilizará la librería Doctrine para facilitar el acceso a la base de datos. Por último, Nginx será el servidor web a utilizar.

## **1.12 Conclusiones del capítulo**

El desarrollo del marco teórico de la investigación para el posterior desarrollo de la solución arrojó los siguientes resultados:

- ✓ El análisis de los principales conceptos asociados al dominio de la investigación relacionados de forma estrecha con el objeto de estudio del presente trabajo de diploma, permitió una mejor comprensión del mismo.
- ✓ El estudio de las soluciones similares arrojó que los estándares más utilizados para la recolección de metadatos, búsquedas federadas y catalogación de metadatos son OAI-PMH, SQI, Dublin Core y LOM respectivamente.
- ✓ En la elaboración del módulo se utilizará: AUP-UCI como metodología de desarrollo, UML como lenguaje de modelado, Visual Paradigm en su versión 8.0 como herramienta CASE, PHP en su versión 5.4.2 como lenguaje de desarrollo y NetBeans en su versión 8.0 como IDE de desarrollo.

# Capítulo 2: Propuesta de solución

## Capítulo 2: Propuesta de solución

### Introducción

Después de haber justificado el uso de las herramientas y tecnologías a utilizar para el desarrollo del módulo se abordarán a continuación las características fundamentales del sistema a implementar. También será representada la descripción general de la propuesta de solución. Además, se relacionarán los requisitos funcionales y no funcionales de la solución y los artefactos de ingeniería de software generados.

### 2.1 Propuesta de solución

La propuesta de solución está enfocada fundamentalmente en facilitar el acceso de los estudiantes y profesores a los metadatos almacenados en repositorios externos. Paralelamente posibilitará el acceso de sistemas externos a los metadatos generados por el módulo, es por ello que este se divide en dos aspectos fundamentales, proveer datos y servicios. A continuación, se explica la propuesta de solución dividida en los estándares que se implementarán (OAI-PMH y SQI).

#### 2.1.1 Propuesta para OAI-PMH

Para que el sistema pueda recolectar a través de OAI-PMH, el administrador primero deberá incluir repositorios proveedores de metadatos mediante este estándar. En la ilustración número 3 se muestra un prototipo de la vista: incluir repositorio OAI-PMH.

El formulario 'Incluir Repositorio OAI-PMH' contiene los siguientes elementos:

- Nombre :** un campo de texto.
- URL :** un campo de texto.
- Descripción :** un campo de texto de mayor tamaño.
- Cantidad de metadatos:** un campo de texto.
- Frecuencia de recolección :** un menú desplegable.
- Activado**
- Botones **Incluir** y **Cancelar**.

Ilustración 4: Incluir repositorio OAI-PMH

## Capítulo 2: Propuesta de solución

La opción de incluir se encontrará en la vista listado de repositorios OAI-PMH.

El módulo permitirá mostrar los repositorios que hayan sido incluidos y listarlos como se muestra en el siguiente prototipo.

**Repositorios OAI-PMH disponibles**

Nombre	URL	Acciones	
Servidor1	http://www.servidor1.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor2	http://www.servidor2.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor3	http://www.servidor3.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor4	http://www.servidor4.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor5	http://www.servidor5.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor6	http://www.servidor6.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado
Servidor7	http://www.servidor7.com	Editar Mostrar Eliminar	<input type="checkbox"/> Activado

**Incluir Servidor OAI-PMH**

**Ilustración 5:** Listado de repositorios OAI-PMH

El listado describirá elementos como el nombre y la URL. Además, el administrador podrá eliminar, editar, ver los detalles de los repositorios, así como activarlos o desactivarlos. Para que comience el proceso de recolección a los repositorios, se debe configurar anteriormente una tarea programada que da inicio al proceso. Esta tarea ejecutará la recolección en un intervalo de tiempo siempre y cuando se cumpla el parámetro frecuencia de recolección (diaria, semanal o mensual). Los metadatos que se recolecten se almacenarán en una tabla en la base de datos. El usuario, por su parte, podrá consultar los metadatos recolectados, seleccionando la opción de realizar búsquedas a metadatos recolectados, que se encontrará en la página principal de la Plataforma Educativa ZERA. Los resultados de las búsquedas se mostrarán como se evidencia en la siguiente ilustración.

## Capítulo 2: Propuesta de solución



**Ilustración 6:** Resultado de la búsqueda

El resultado de la búsqueda mostrará una breve descripción del elemento. Para acceder a toda su información el usuario seleccionará de la lista de resultados el campo deseado.

Por otra parte, la plataforma almacena los metadatos de sus recursos educativos en una tabla, donde se utilizará una clase como apoyo para generar los XML. Dependiendo del verbo del estándar pasado por la URL, esta obtendrá información de dicha tabla y actuará como mecanismo para proveer datos. En el XML generado se mostrarán los datos: identificador, autor, nombre, categoría y descripción.

La URL base del módulo de intercambio de metadatos y búsqueda federada para la Plataforma Educativa ZERA será [http://zera.uci.cu/es/api\\_services/OAIProvider2.0/](http://zera.uci.cu/es/api_services/OAIProvider2.0/) a través de la cual se recibirán peticiones del recolector de metadatos por medio de un verbo que puede contener o no, uno o varios parámetros para indicar la información requerida, por ejemplo:  
[http://zera.uci.cu/es/OAIProvider2.0?verb=ListIdentifiers&metadataPrefix=oai\\_dc](http://zera.uci.cu/es/OAIProvider2.0?verb=ListIdentifiers&metadataPrefix=oai_dc) donde ListIdentifiers es el verbo que devuelve la lista de las cabeceras de los metadatos y metadataPrefix es un parámetro que contiene el formato de catalogación en que se devolverán los metadatos, es este caso Dublin Core (oai\_dc).

Al recibir una petición como la anterior, el módulo deberá dar una respuesta en formato XML como se muestra en la imagen siguiente:

## Capítulo 2: Propuesta de solución

```
-<OAI-PMH xsi:schemaLocation="http://www.openarchives.org/OAI/2.0/ http://www.openarchives.org/OAI/2.0/OAI-PMH.xsd">
  <responseDate>2017-06-14T11:46:37Z</responseDate>
  <request verb="ListIdentifiers" metadataPrefix="oai_dc">zera.uci.cu/es/OAIProvider2.0</request>
  <ListIdentifiers>
    <header>
      <identifier>oai:zera.uci.cu:1</identifier>
      <timestamp>2017-06-13T00:00:00Z</timestamp>
      <setSpec>Audio</setSpec>
    </header>
    <header>
      <identifier>oai:zera.uci.cu:2</identifier>
      <timestamp>2017-06-13T00:00:00Z</timestamp>
      <setSpec>Imagen</setSpec>
    </header>
    <header>
      <identifier>oai:zera.uci.cu:3</identifier>
      <timestamp>2017-06-13T00:00:00Z</timestamp>
      <setSpec>Video</setSpec>
    </header>
  </ListIdentifiers>
</OAI-PMH>
```

Ilustración 7: Respuesta XML

En caso de que la petición de recolección por parte de los sistemas externos contenga alguna irregularidad, se mostrará la correspondiente notificación del error en formato XML.

### 2.1.2 Propuesta para SQI

Para que el usuario pueda realizar las consultas SQI a los repositorios, estos deberán ser incluidos y configurados previamente por el administrador de una forma similar a los del estándar OAI-PMH. En la página principal de la plataforma se podrá seleccionar que tipo de búsqueda se desea realizar. Si se selecciona la opción de búsqueda federada se mostrará una vista semejante a la que se muestra a continuación:



The image shows a search interface with a text input field labeled "Criterio de búsqueda". Below the field are three checkboxes, each followed by a repository name: "Repositorio SQI 1", "Repositorio SQI 2", and "Repositorio SQI 3".

Ilustración 8: Búsqueda federada

El usuario contará con la facilidad de seleccionar en que repositorio quiere que esté enfocada la búsqueda, activando el recuadro de selección correspondiente.

Por otra parte, el módulo brindará servicios web a través del protocolo SOAP de la misma forma que un repositorio SQI, contando con los mecanismos para responder a solicitudes

## *Capítulo 2: Propuesta de solución*

de búsquedas que se realicen de sistemas externos. Estas búsquedas se realizarán sobre los metadatos que describen a los recursos educativos contenidos en la plataforma. Los resultados de las búsquedas se devolverán en formato XML utilizando el estándar de catalogación LOM.

Aunque el estándar permite también la implementación de las consultas asíncronas, el módulo a implementar solo soportará las peticiones de consultas síncronas. Solo 4 de 12 plataformas analizadas implementan consultas asíncronas (Ver Anexo). SQL permite asumir perfiles de aplicación en los que sólo se utiliza un subconjunto de sus métodos. En este caso, los métodos que no estén soportados lanzarán un error SQL del tipo `METHOD_NOT_SUPPORTED`.

Estos servicios web basados en los estándares explicados anteriormente podrán ser consultados con más detalles en la dirección: <http://zera.uci.cu/es/interoperability/Services> que se encontrará en el menú de ayuda.

### **2.2 Modelo de dominio**

Un modelo de dominio es una representación de clases conceptuales del mundo real, que muestra a los modeladores clases conceptuales significativas en un dominio del problema y es representado mediante un conjunto de diagramas utilizando la notación UML (Craig Larman, y otros, 2013).

A continuación, se presenta el modelo de dominio generado a partir del análisis de las principales características de la Plataforma Educativa ZERA.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

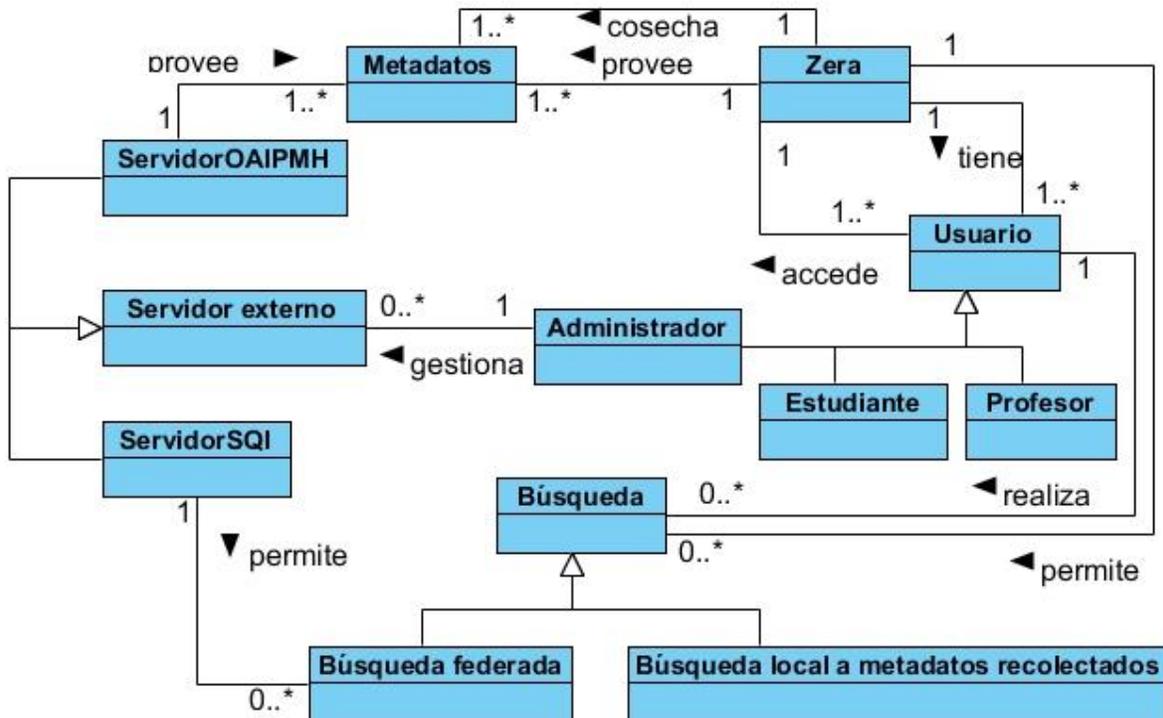


Ilustración 9: Modelo de dominio

### Análisis de los conceptos del dominio

**ZERA:** Plataforma Educativa enfocada al proceso enseñanza-aprendizaje.

**Administrador:** es el único usuario con los permisos de realizar la gestión de los repositorios externos.

**Estudiante:** interactúa con la plataforma consultando los recursos educativos.

**Profesor:** es el que gestiona los cursos de los estudiantes, realiza evaluaciones, etc.

**Búsqueda federada:** búsqueda que se realizará directamente en los repositorios SQL disponibles en la Plataforma ZERA.

**Búsqueda local a metadatos recolectados:** búsqueda que se realizará en la base de datos de ZERA donde se cosecharon los metadatos previamente.

**Metadatos:** es la información que se registra de los recursos educativos, estarán catalogados mediante el estándar Dublin Core.

**Repositorio SQL:** son aquellos repositorios a donde se van a realizar las búsquedas.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

**Repositorio OAI-PMH:** son aquellos repositorios de donde se van a cosechar los metadatos.

### 2.3 Requisitos

Para el levantamiento de información se llevaron a cabo reuniones con el cliente para definir las principales características del sistema a desarrollar. Las entrevistas con el cliente permitieron identificar un total 24 requisitos funcionales y 6 no funcionales. En las siguientes tablas se ilustran cada uno de ellos.

**Tabla 4:** Requisitos funcionales

<b>RF1</b>	<b>Proveer metadato de recurso educativo.</b>
El sistema debe permitir proveer el metadato de un recurso educativo a sistemas externos. Se devolverán los siguientes datos en formato XML: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Identificador.</li><li>✓ Autor.</li><li>✓ Nombre.</li><li>✓ Categoría.</li><li>✓ Descripción.</li></ul>	
<b>RF2</b>	<b>Proveer información del repositorio.</b>
El sistema debe permitir proveer la información del repositorio donde se encuentra la Plataforma Educativa ZERA a sistemas externos. Se devolverán los siguientes datos en formato XML: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Nombre.</li><li>✓ URL.</li><li>✓ Versión del protocolo.</li><li>✓ Correo de contacto.</li><li>✓ Id de la muestra.</li><li>✓ Fecha de registro más antiguo.</li><li>✓ Granularidad de la fecha.</li></ul>	

## Capítulo 2: Propuesta de solución

<b>RF3</b>	<b>Proveer listado de metadatos de los recursos educativos.</b>
<p>El sistema debe permitir proveer el listado de los metadatos de todos los recursos educativos disponibles en la Plataforma Educativa ZERA a sistemas externos. Se devolverán los siguientes datos en formato XML:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Identificador.</li><li>✓ Autor.</li><li>✓ Nombre.</li><li>✓ Categoría.</li><li>✓ Descripción.</li></ul>	
<b>RF4</b>	<b>Proveer listado de los identificadores de los recursos educativos.</b>
<p>El sistema debe permitir proveer el listado de los identificadores de todos los recursos educativos disponibles a sistemas externos. Este listado se devolverá en formato XML.</p>	
<b>RF5</b>	<b>Proveer listado de formatos bibliográficos.</b>
<p>El sistema debe permitir proveer el listado de los formatos bibliográficos que soporta la Plataforma Educativa ZERA a sistemas externos. Este listado se devolverá en formato XML.</p>	
<b>RF6</b>	<b>Proveer listado de categorías.</b>
<p>El sistema debe permitir proveer el listado de las categorías por las que se agrupan los metadatos a sistemas externos. Este listado de categorías se devolverá en formato XML.</p>	
<b>RF7</b>	<b>Recolectar metadatos de repositorios externos.</b>

## Capítulo 2: Propuesta de solución

El sistema debe permitir recolectar los metadatos de sistemas externos y almacenarlos en una base de datos. El lugar donde se efectuará la recolección, la cantidad de metadatos a recolectar, y la frecuencia que tendrá dicha recolección dependerá de los parámetros que incluya el administrador del sitio.

**RF8**

**Incluir repositorio OAI-PMH.**

El sistema debe permitir incluir un repositorio OAI-PMH en el sistema. Se requieren los siguientes parámetros:

- ✓ Nombre del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Dirección URL del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Descripción del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Cantidad de metadatos a recolectar.
- ✓ Frecuencia de recolección.
- ✓ Activado.

**RF9**

**Listar repositorios OAI-PMH.**

El sistema debe permitir listar los repositorios OAI-PMH incluidos por el administrador.

**RF10**

**Modificar datos del repositorio OAI-PMH.**

El sistema debe permitir modificar los datos de un repositorio OAI-PMH en el sistema. Se podrán modificar los siguientes parámetros:

- ✓ Nombre del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Dirección URL del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Descripción del repositorio OAI-PMH.
- ✓ Cantidad de metadatos a recolectar.
- ✓ Frecuencia de recolección.
- ✓ Activado.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

<b>RF11</b>	<b>Mostrar repositorio OAI-PMH.</b>
<p>El sistema debe permitir mostrar la información de uno de los repositorios OAI-PMH incluidos por el administrador. Se mostrarán los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Nombre del repositorio OAI-PMH.</li><li>✓ Dirección URL del repositorio OAI-PMH.</li><li>✓ Descripción del repositorio OAI-PMH.</li><li>✓ Cantidad de metadatos a recolectar.</li><li>✓ Frecuencia de recolección.</li><li>✓ Activado.</li></ul>	
<b>RF12</b>	<b>Eliminar repositorio OAI-PMH.</b>
<p>El sistema debe permitir eliminar un repositorio OAI-PMH incluido por el administrador. Para eliminar un repositorio se seleccionará la opción eliminar correspondiente a ese repositorio, además el sistema permitirá eliminar varios repositorios a la vez, para ello, se marcarán los repositorios en cuestión y posteriormente se seleccionará la opción eliminar.</p>	
<b>RF13</b>	<b>Activar repositorio OAI-PMH.</b>
<p>El sistema debe permitir cambiar a estado activado un repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.</p>	
<b>RF14</b>	<b>Desactivar repositorio OAI-PMH.</b>
<p>El sistema debe permitir cambiar a estado desactivado un repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.</p>	
<b>RF15</b>	<b>Incluir repositorio SQL.</b>

## Capítulo 2: Propuesta de solución

El sistema debe permitir incluir un repositorio SQL en el sistema. Se requieren los siguientes parámetros:

- ✓ Nombre.
- ✓ URL de inicio de sesión.
- ✓ URL de inicio de búsqueda.
- ✓ Descripción.
- ✓ Activado.

<b>RF16</b>	<b>Listar repositorios SQL.</b>
-------------	---------------------------------

El sistema debe permitir listar los repositorios SQL incluidos por el administrador.

<b>RF17</b>	<b>Modificar datos del repositorio SQL.</b>
-------------	---

El sistema debe permitir modificar los datos de un repositorio SQL en el sistema. Se podrán modificar los siguientes parámetros:

- ✓ Nombre.
- ✓ URL de inicio de sesión.
- ✓ URL de inicio de búsqueda.
- ✓ Descripción.
- ✓ Activado.

<b>RF18</b>	<b>Mostrar repositorio SQL.</b>
-------------	---------------------------------

El sistema debe permitir mostrar la información de uno de los repositorios SQL incluidos por el administrador. Se mostrarán los siguientes datos:

- ✓ Nombre.
- ✓ URL de inicio de sesión.
- ✓ URL de inicio de búsqueda.
- ✓ Descripción.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

✓ Activado.	
<b>RF19</b>	<b>Eliminar repositorio SQL.</b>
<p>El sistema debe permitir eliminar un repositorio SQL incluido por el administrador. Para eliminar un repositorio se seleccionará la opción eliminar correspondiente a ese repositorio, además el sistema permitirá eliminar varios repositorios a la vez, para ello, se marcarán los repositorios en cuestión y posteriormente se seleccionará la opción eliminar.</p>	
<b>RF20</b>	<b>Activar repositorio SQL.</b>
<p>El sistema debe permitir cambiar a estado activado un repositorio SQL incluido por el administrador.</p>	
<b>RF21</b>	<b>Desactivar repositorio SQL.</b>
<p>El sistema debe permitir cambiar a estado desactivado un repositorio SQL incluido por el administrador.</p>	
<b>RF22</b>	<b>Realizar búsqueda local en metadatos recolectados.</b>
<p>El sistema debe permitir realizar una búsqueda local a la base de datos donde se encuentran almacenados los metadatos recolectados de los repositorios OAI-PMH. Una vez que los parámetros de búsqueda insertados por el usuario coincidan con al menos un metadato, se mostrarán los campos que contenga dicho elemento.</p>	
<b>RF23</b>	<b>Realizar búsqueda federada a repositorios externos.</b>
<p>El sistema debe permitir realizar una búsqueda externa a los repositorios SQL incluidos por el administrador y que se encuentren en estado activado. Para ello se mostrará, en la página de búsqueda, un listado de los repositorios de manera que el usuario seleccione a qué repositorios desea realizar la búsqueda federada. Una vez que los</p>	

## *Capítulo 2: Propuesta de solución*

parámetros de búsqueda insertados por el usuario coincidan con al menos un metadato, se mostrarán los campos que contenga dicho elemento.	
<b>RF24</b>	<b>Permitir búsqueda federada a la Plataforma Educativa ZERA.</b>
El sistema debe permitir que repositorios externos realicen consultas sobre los metadatos almacenados en la plataforma y devolver en formato XML el resultado de las consultas.	

**Tabla 5** Requisitos no funcionales

<b>Funcionalidad</b>	
<b>RNF1</b>	Garantizar la información de protección de accesos no autorizados.
<b>RNF2</b>	Garantizar el acceso a las funcionalidades definidas para los usuarios de acuerdo a los roles que posean.
<b>RNF3</b>	Mantener el sistema disponible evitando que los mecanismos de seguridad impidan el acceso a la información requerida por los usuarios autorizados.
<b>Usabilidad</b>	
<b>RNF4</b>	Cumplir con las pautas de diseño establecidas en la Estrategia Marcaria de la Universidad.
<b>Eficiencia</b>	
<b>RNF5</b>	Proporcionar tiempos temporales de respuesta máxima de 3 segundos.
<b>Portabilidad</b>	

## Capítulo 2: Propuesta de solución

<b>RNF6</b>	El sistema será accesible desde estaciones de trabajo de escritorio, laptop, tablets y smartphones. Estos deberán contar con un navegador web moderno (Navegadores web: Firefox (v10.x en adelante), Chrome (v20.x en adelante), Opera (v10.x en adelante), navegadores de dispositivos móviles actualizados) para acceder a la aplicación y tener instalado el plugin de Java.
-------------	---

### 2.4 Historias de usuario

El escenario 4 de la metodología AUP-UCI encapsula los requisitos funcionales en historias de usuario. Estas son utilizadas por las metodologías ágiles para la especificación de cada requisito.

#### Descripción de los actores del sistema

En la Tabla 4 se muestra los diferentes actores que interactúan con la Plataforma Educativa ZERA, así como una breve descripción de estos.

**Tabla 6:** Descripción de los actores del sistema

<b>Actor</b>	<b>Descripción</b>
Administrador	Es el actor que tiene como privilegios gestionar los repositorios OAI-PMH, donde se van a recolectar los metadatos, y SQL donde se realizarán las búsquedas.
Estudiante	Son los actores que consultan los metadatos. Pueden configurar la búsqueda para que se realice sobre los metadatos recolectados o directamente en los repositorios SQL incluidos por el administrador.
Profesor	

#### Descripción de Historia de Usuario

A continuación, se muestra en las Historias de Usuario pertenecientes a los requisitos funcionales Incluir repositorio OAI-PMH, Recolectar metadatos de repositorios externos y Realizar búsqueda a metadatos recolectados, las restantes HU podrán ser consultadas en los Anexos.

## *Capítulo 2: Propuesta de solución*

**Tabla 7:** HU Incluir Repositorio OAI-PMH

<b>Número:</b> 8	<b>Nombre del requisito:</b> Incluir repositorio OAI-PMH
<b>Programador:</b> Johan Santallana Chirino	<b>Iteración Asignada:</b> 1era
<b>Prioridad:</b> alta	<b>Tiempo Estimado:</b> 3 días
<b>Riesgo en Desarrollo:-</b>	<b>Tiempo Real:</b> 2 días
<p><b>Descripción:</b></p> <p><b>1- Objetivo:</b></p> <p>Permitir incluir un repositorio OAI-PMH en el sistema.</p>	
<p><b>2- Acciones para lograr el objetivo (precondiciones y datos):</b></p> <p>Para incluir un repositorio OAI-PMH hay que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estar autenticado en el sistema con el rol Administrador.</li> </ul>	
<p><b>3- Comportamientos válidos y no válidos (flujo central y alternos):</b></p> <p>Los campos nombre, dirección URL, cantidad de metadatos a recolectar y frecuencia de recolección son obligatorios.</p> <p>Nombre: contiene el nombre de un repositorio OAI-PMH, este campo de texto admite caracteres alfanuméricos y tiene un máximo de hasta 100 caracteres.</p> <p>Dirección URL: contiene la dirección de un repositorio OIA-PMH, este campo de texto admite caracteres alfanuméricos y especiales, tiene un máximo de hasta 100 caracteres.</p> <p>Descripción: contiene una descripción del repositorio OAI-PMH, este campo admite cualquier carácter.</p>	

## *Capítulo 2: Propuesta de solución*

Cantidad de metadatos: contiene la cantidad de metadatos que se recolectarán en una iteración, este campo solo admite números.

Frecuencia de recolección: contiene la frecuencia con la que se recolectarán los metadatos de los repositorios, este campo es de selección y contiene los valores: diarios, semanales y mensuales.

Activo: contiene si el repositorio que se está incluyendo estará activado o no, para ello cuenta con una casilla de verificación.

#### **4- Flujo de la acción a realizar:**

- El sistema debe permitir incluir y/o seleccionar los datos para incluir un nuevo repositorio.
- Cuando el usuario incluye y/o selecciona correctamente los datos necesarios para incluir un repositorio y selecciona la opción incluir repositorio, se crea un nuevo elemento y el sistema muestra un mensaje de información.
- Si los datos están incompletos o incorrectos se señalarán los campos en cuestión dando la posibilidad al usuario de realizar nuevamente la acción.
- Si selecciona la opción Cancelar regresará a la vista previa mostrando una mensaje de información.

#### **Prototipo de interfaz:**

## Capítulo 2: Propuesta de solución

### Incluir Repositorio OAI-PMH

**Nombre :**

**URL :**

**Descripción :**

**Cantidad de metadatos:**

**Frecuencia de recolección :**   Activado

Tabla 8: HU Recolectar metadatos de repositorios externos

<b>Número:</b> 7	<b>Nombre del requisito:</b> Recolectar metadatos de repositorios externos.
<b>Programador:</b> David Nazario Díaz	<b>Iteración Asignada:</b> 1era
<b>Prioridad:</b> alta	<b>Tiempo Estimado:</b> 3 días
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> alta	<b>Tiempo Real:</b> 2 días
<b>Descripción:</b>	

## Capítulo 2: Propuesta de solución

### 1- Objetivo:

Permitir recolectar los metadatos de sistemas externos y almacenarlos en una base de datos.

### 2- Acciones para lograr el objetivo (precondiciones y datos):

Para recolectar los metadatos:

-Debe existir al menos un repositorio con estado activado en la lista de repositorios OAI-PMH.

-Este proceso se realiza totalmente de forma automática, por lo cual se requiere que la tarea programada sea correctamente configurada.

-Para dar inicio a la recolección el sistema comprueba si del repositorio en cuestión nunca se ha recolectado. De ser así, la acción se iniciará en el tiempo especificado en la expresión CRON de la tarea programada, de lo contrario, el sistema verifica cuál fue la última vez que se recolectó, y calcula los días transcurridos comparándolos con los días registrados en el campo frecuencia de recolección. La recolección comenzará si la cantidad de días transcurridos es mayor o igual que la frecuencia de recolección.

### 3- Flujo de la acción a realizar

Para recolectar los metadatos el sistema debe primero conocer cuáles son los repositorios OAI-PMH que se encuentran en estado activado y la cantidad de metadatos a recolectar por cada repositorio. Cuando se ejecute la tarea los metadatos obtenidos en formato XML se almacenarán en la tabla `tb_metadata_recolected`.

**Tabla 9:** HU Realizar búsquedas a metadatos recolectados

<b>Número:</b> 22	<b>Nombre del requisito:</b> Realizar búsqueda local en metadatos recolectados.
-------------------	---

## Capítulo 2: Propuesta de solución

<b>Programador:</b> Johan Santallana Chirino	<b>Iteración Asignada:</b> 1era
<b>Prioridad:</b> alta	<b>Tiempo Estimado:</b> 3 días
<b>Riesgo en Desarrollo:</b> alta	<b>Tiempo Real:</b> 2 días
<b>Descripción:</b>	
<b>1- Objetivo:</b>  Permitir realizar una búsqueda local en los metadatos recolectados de repositorios OAI-PMH.	
<b>2- Acciones para lograr el objetivo (precondiciones y datos):</b>  Para realizar búsquedas locales en metadatos recolectados:  -Anteriormente se debe haber configurado y ejecutado las tareas programadas de limpiar e indexar los contenidos a través de los cuales se va a realizar la búsqueda.  -El usuario debe escribir un criterio de búsqueda.	
<b>3- Comportamientos válidos y no válidos (flujo central y alternos):</b>  En el campo de búsqueda se permitirá cualquier tipo de caracteres.	
<b>4- Flujo de la acción a realizar:</b>  - Cuando el usuario escriba un criterio de búsqueda que se corresponda con algún valor de los metadatos, se mostrará instantáneamente dicho elemento.  - Si el criterio de búsqueda del usuario no se corresponde con ninguno de los valores almacenados en la tabla tb_metadata_recolected no se mostrará ningún elemento.	

## Capítulo 2: Propuesta de solución

- Los elementos que se correspondan con el criterio introducido por el usuario comenzarán a aparecer después de las 3 primeras letras entradas.

### Prototipo de interfaz:



### 2.5 Patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador

El Modelo-Vista-Controlador es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos.

- ✓ El **Modelo** contiene una representación de los datos que maneja el sistema, su lógica de negocio y sus mecanismos de pertenencia.
- ✓ La **Vista** representa la información que se envía al cliente y los mecanismos de interacción de este.
- ✓ El **Controlador** actúa como intermediario entre el **Modelo** y la **Vista** gestionando el flujo de información entre ellos.

Se decide la utilización de este modelo debido a que el framework Symfony está basado en dicho patrón arquitectónico y la plataforma donde se va a integrar el módulo a desarrollar está implementada con dicho framework (Eguiluz, 2012).

### 2.6 Patrones de diseño

Los patrones de diseño son una descripción de clases y objetos comunicándose entre sí, adaptada para resolver un problema de diseño general en un contexto particular (Reutilización del Software, 2014).

#### 2.6.1 Patrones GRASP

El framework Symfony, empleado para el desarrollo del módulo, utiliza una serie de patrones de diseño que se encuentran incluidos por defecto en su arquitectura, entre los cuales se encuentran los Patrones Generales de Software para Asignar Responsabilidades del inglés General Responsibility Assignment Software Patterns (GRASP). Estos patrones son soluciones a problemas comunes de implementación, que codifican buenos principios

## *Capítulo 2: Propuesta de solución*

y sugerencias relacionadas frecuentemente con la asignación de responsabilidades (M. V., 2014).

**Experto:** es uno de los patrones que más se utiliza cuando se trabaja con Symfony, con la inclusión de la librería Doctrine para mapear la base de datos. En el modelo existen cuatro clases entidades las cuales tienen la responsabilidad de realizar directamente las acciones a la base de datos.

**Creador:** este patrón establece la responsabilidad de quién es el encargado de crear objetos de una clase determinada. Es usado para crear objetos entidades, de formularios y de clases de abstracción a la base de datos.

**Bajo Acoplamiento:** la solución de este patrón consiste en asignar una responsabilidad para mantener el bajo acoplamiento, lo que permite el diseño de clases independientes, y la reutilización de las mismas. Además, mejora la comprensión de las clases aisladas, facilita la reutilización de código y no afecta a los cambios en otros componentes.

**Alta Cohesión:** Symfony permite la organización del trabajo en cuanto a la estructura del proyecto y la asignación de responsabilidades con una alta cohesión. Un ejemplo de ello es la clase Manager, la cual está formada por varias funcionalidades que están estrechamente relacionadas.

**Controlador:** todas las peticiones web son manipuladas por un solo controlador llamado AdminOptionController, que es el punto de entrada único de toda la aplicación en un entorno determinado.

### **2.7 Modelo de diseño**

El modelo de diseño describe la relación física de los requisitos funcionales y no funcionales en una representación de software. El objetivo del diseño es producir un modelo o representación de una entidad que se va a construir posteriormente.

#### **2.7.1 Diagrama de clase del diseño**

El diagrama de clases de diseño modela las clases, interfaces, paquetes del diseño y sus relaciones mostrando de cada clase los métodos y atributos que la componen.

A continuación, se presenta el diagrama de clases del diseño que agrupa los requisitos: incluir repositorio OAI-PMH, modificar datos del repositorio OAI-PMH, listar repositorios OAI-PMH y mostrar repositorio OAI-PMH.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

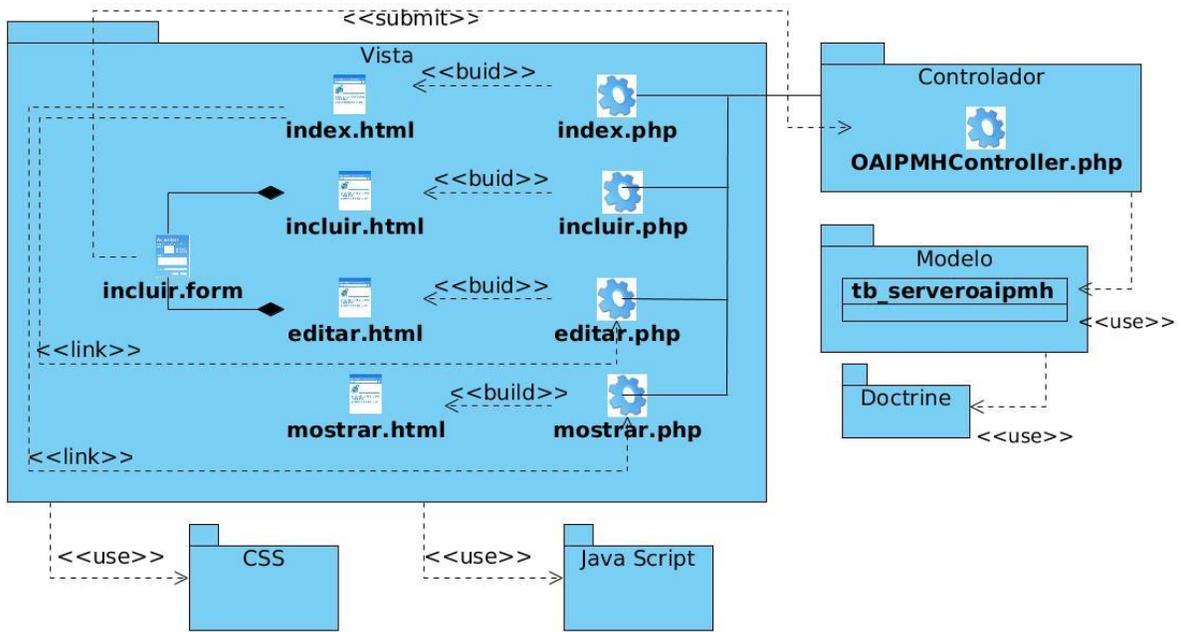


Ilustración 10: Diagrama de clases Gestionar Repositorio OAI-PMH

# Capítulo 2: Propuesta de solución

## 2.8 Diagrama de secuencia

Los diagramas de secuencia se encargan de ilustrar el flujo de acciones necesarias para que se ejecute una determinada tarea, mostrando los objetos como líneas de vida a lo largo de la página y sus interacciones en el tiempo.

A continuación, se muestran los diagramas de secuencia correspondiente a los requisitos incluir repositorio OAI-PMH, recolectar metadatos de repositorios externos y realizar búsqueda local en metadatos recolectados.

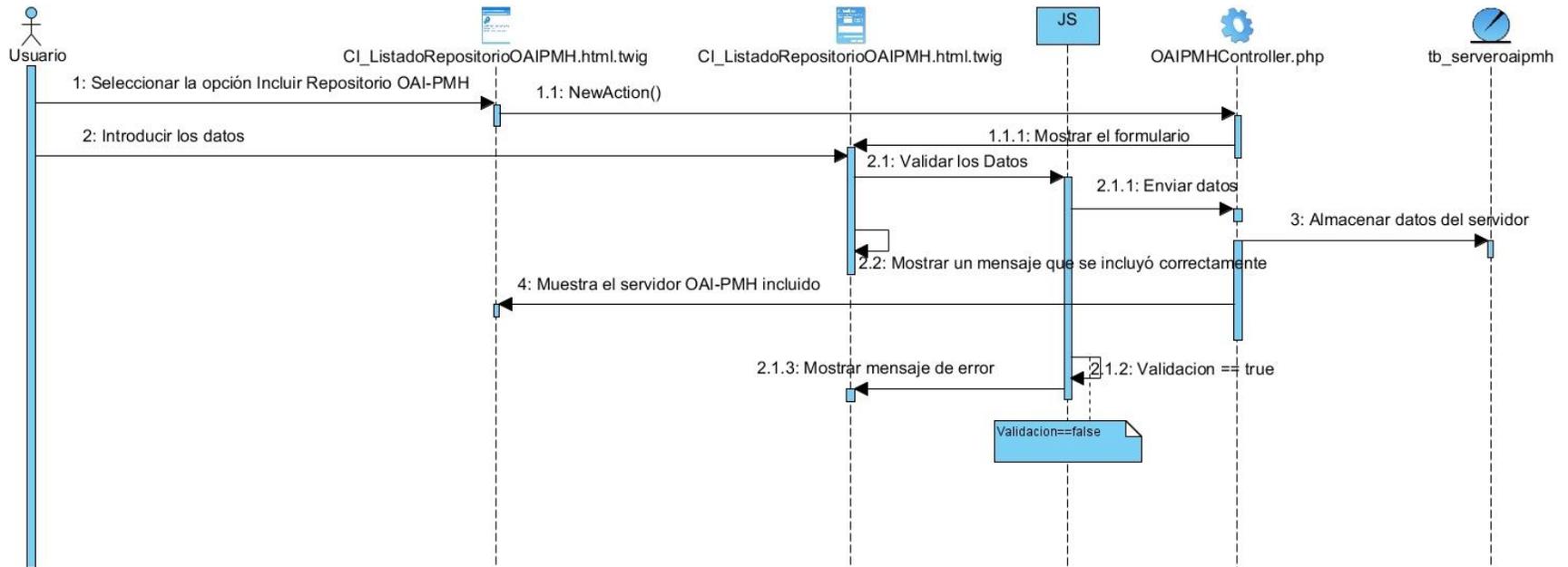


Ilustración 11: Diagrama de Secuencia Incluir repositorio OAI-PMH

## Capítulo 2: Propuesta de solución

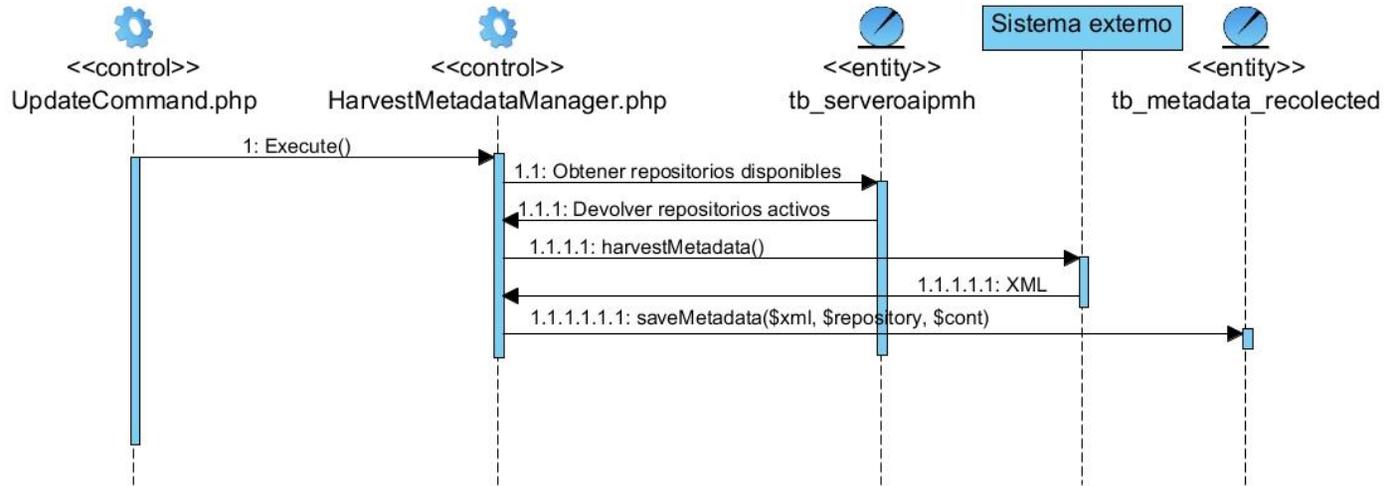


Ilustración 12: Diagrama de secuencia Recolectar metadatos de repositorios externos.

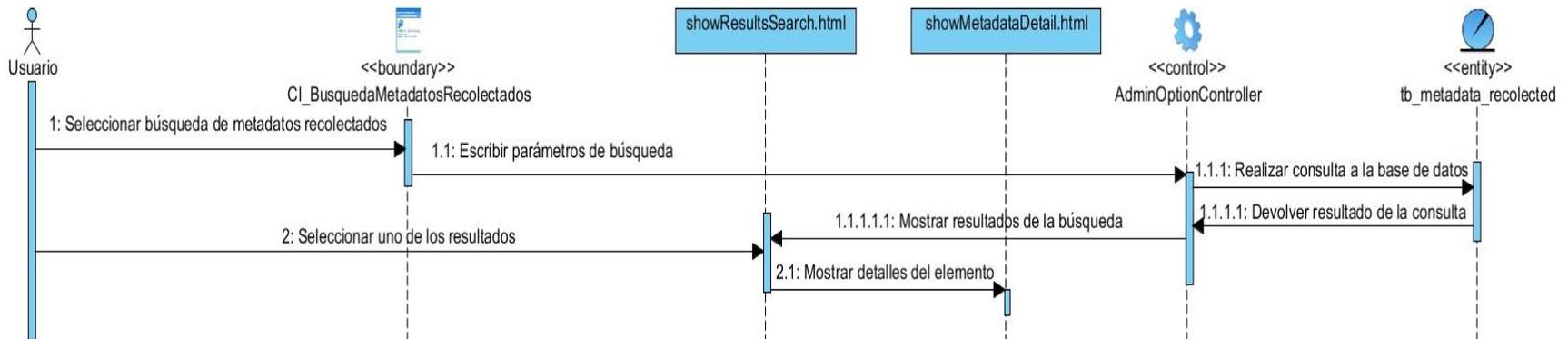


Ilustración 13: Diagrama de secuencia Realizar búsqueda a metadatos recolectados.

# Capítulo 2: Propuesta de solución

## 2.9 Diseño de la base de datos

Los modelos de base de datos determinan la estructura lógica de una base de datos y a su vez el modo de almacenar, organizar y manipular los datos. Estos son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos.

A continuación, se muestra el modelo de datos del sistema a desarrollar donde se definen las tablas con sus respectivas llaves primarias.

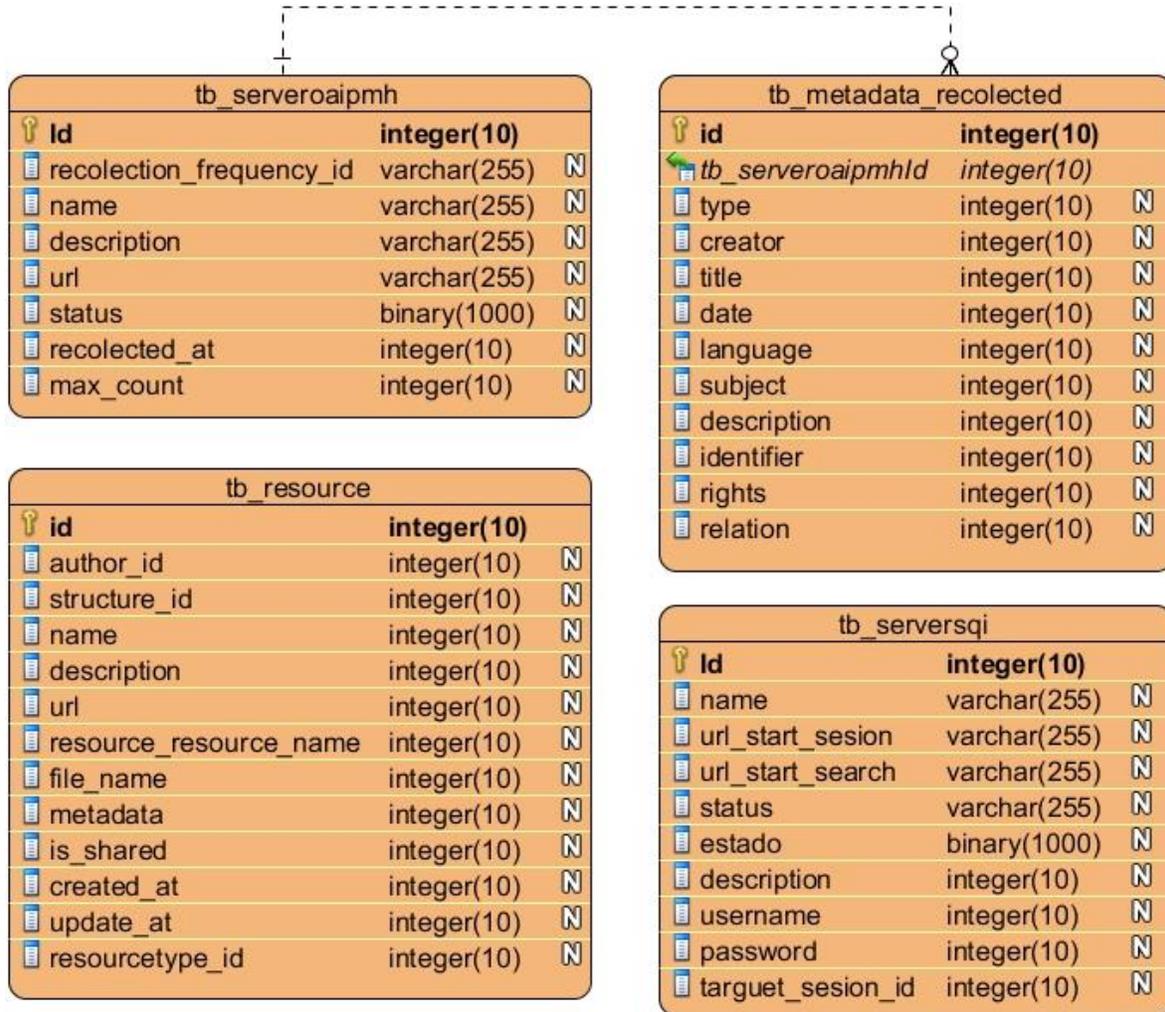


Ilustración 14: Diagrama Entidad-Relación

### Descripción de las tablas

A continuación, se muestra una descripción de cada una de las tablas de la base de datos con el objetivo de ejemplificar su uso en el módulo propuesto.

## Capítulo 2: Propuesta de solución

Tabla 10: Repositorio OAI-PMH

<b>tb_serveroai pmh</b>	
Se almacenarán los atributos de los repositorios OAI-PMH introducidos por el administrador. En estos repositorios es donde se realizará la cosecha de los metadatos.	
<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
Id	Almacena el identificador del repositorio OAI-PMH.
recolection_frequency_id	Almacena la frecuencia con la que se van a cosechar los metadatos en el repositorio OAI-PMH incluido por el administrador. Esta frecuencia puede ser diaria, semanal o mensual.
name	Almacena el nombre del repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.
description	Almacena una descripción del repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.
url	Almacena la URL del repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.
status	Almacena el estado del repositorio OAI-PMH incluido por el administrador. El estado puede ser activado o desactivado.
recolected_at	Almacena la fecha de la última recolección en ese repositorio. En caso de que nunca se haya recolectado toma valor nulo.
max_count	Almacena la cantidad de metadatos a recolectar de un repositorio OAI-PMH.

Tabla 11: Repositorio SQI

<b>tb_serversqi</b>	
Se almacenarán los atributos de los repositorios SQI introducidos por el administrador. En estos repositorios es donde se realizará la búsqueda de los metadatos.	
<b>Nombre del atributo</b>	<b>Descripción</b>

## Capítulo 2: Propuesta de solución

id	Almacena el identificador del repositorio SQL.
name	Almacena el nombre del repositorio SQL incluido por el administrador.
url_start_sesion	Almacena la URL donde el sistema le pedirá al usuario autenticación antes de comenzar la búsqueda.
url_start_search	Almacena la URL donde están disponibles los servicios de búsqueda.
status	Almacena el estado del repositorio SQL incluido por el administrador. El estado puede ser activado o desactivado.
description	Almacena una descripción del repositorio OAI-PMH incluido por el administrador.
username	Almacena el nombre de usuario que se utilizará para establecer la sesión con el repositorio SQL.
password	Almacena la contraseña que se utilizará para establecer la sesión con el repositorio SQL.
targuet_sesion_id	Almacena el <i>token</i> generado a partir del establecimiento de la sesión y que servirá de identificación de la fuente.

**Tabla 12:** Metadatos recolectados

<b>tb_metadata_recolected</b>	
Se almacenarán los atributos de los metadatos recolectados de los repositorios OAI-PMH disponibles.	
<b>Nombre del atributo</b>	<b>Descripción</b>
id	Almacena el identificador del metadato recolectado.
repository_id	Almacena el identificador del repositorio de donde fue recolectado el metadato.
type	

## Capítulo 2: Propuesta de solución

creator	Coincide con la descripción de los atributos de Dublin Core explicados anteriormente.
title	
date	
language	
subject	
description	
identifier	
rights	
relation	

**Tabla 13:** Metadatos generados

<b>tb_resource</b>	
Se almacenarán los atributos de los metadatos generados por los recursos educativos disponibles en la Plataforma Educativa ZERA. De esta tabla solo se proveerán los atributos: identificador, autor, nombre, categoría y descripción.	
<b>Nombre del atributo</b>	<b>Descripción</b>
id	Almacena el identificador del metadato del recurso educativo.
author_id	<i>No se proveerá este dato.</i>
structure_id	<i>No se proveerá este dato.</i>
name	Almacena el nombre del recurso educativo.
description	Almacena una breve descripción del recurso educativo.
url	<i>No se proveerá este dato.</i>
resource_resource_name	<i>No se proveerá este dato.</i>
file_name	<i>No se proveerá este dato.</i>

## Capítulo 2: Propuesta de solución

metadata	<i>No se proveerá este dato.</i>
is_shared	<i>No se proveerá este dato.</i>
created_at	Almacena el creador del recurso educativo.
update_at	<i>No se proveerá este dato.</i>
resourcetype_id	Almacena la categoría del recurso.

### 2.10 Conclusiones del capítulo

El desarrollo del este capítulo permitió arribar a las siguientes conclusiones:

- ✓ La elaboración del modelo conceptual permitió tener una visión más clara de las relaciones entre los principales conceptos del dominio.
- ✓ La obtención de las especificaciones de requisitos del software posibilitó un mejor entendimiento y desglose de las acciones a realizar por el módulo.
- ✓ El desarrollo del flujo de análisis y diseño correspondiente a la metodología seleccionada, identificó los elementos que componen tanto la arquitectura como el diseño de la herramienta a implementar y la generación de los artefactos correspondientes para la posterior implementación.

# Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

## Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

### Introducción

En el presente capítulo se detalla el proceso llevado a cabo durante la implementación de módulo. Se ilustrarán los diagramas de componentes, así como la realización de las pruebas pertinentes al sistema con el fin de detectar las No Conformidades generadas mediante la implementación.

### 3.1 Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes describen la descomposición de los elementos de un sistema y sus relaciones. Poseen los siguientes elementos: componentes, interfaces, relaciones de dependencias, generalización, asociación y realización, además de los paquetes y subsistemas. Estos pueden agruparse en paquetes así como los objetos de las clases y pueden tener entre ellos relaciones (Hernandez Areli, Tapia, 2014).

A continuación, se ilustra el diagrama de componentes diseñado durante el proceso de modelado.

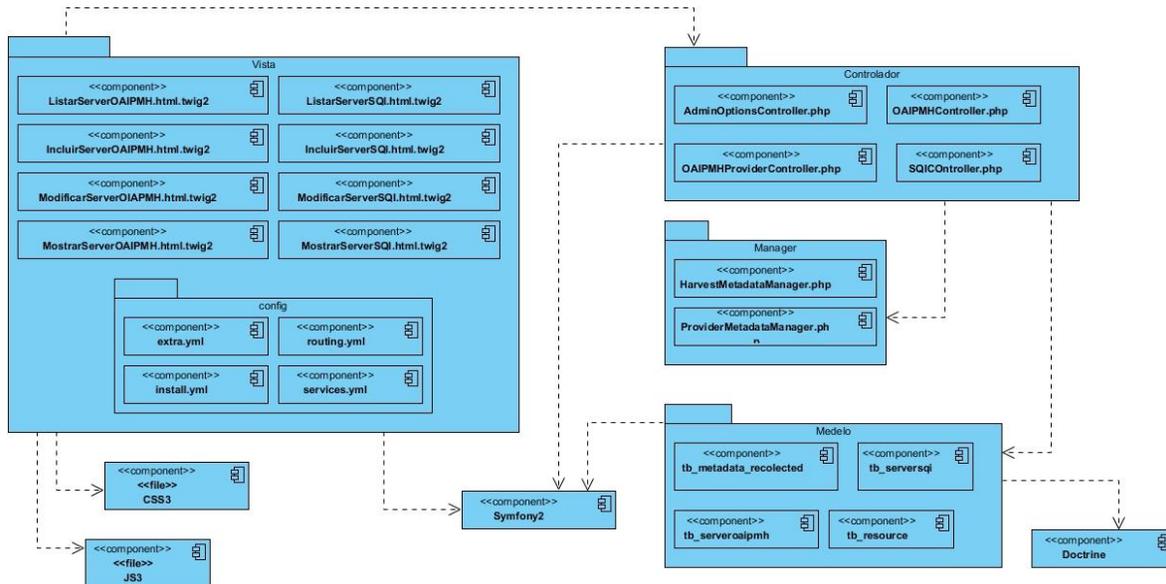


Ilustración 15: Diagrama de Componentes

El paquete **Vista** contiene los componentes relacionados con las vistas como las plantillas y los formularios.

El paquete **Controlador** contiene las clases controladoras encargadas de ejecutar el flujo de acciones.

## Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

El paquete **Modelo** contiene las clases entidades encargadas de almacenar la información.

### 3.2 Estándares de codificación

A la hora de la implementación del módulo, se tuvo en cuenta un conjunto de estándares de codificación propuestos por el propio proyecto a modo de lograr una homogeneidad en el código.

#### Funciones y métodos

Los nombres de funciones empiezan siempre con una letra minúscula. Cuando un nombre de función contiene más de una palabra, la primera letra de cada nueva palabra está en mayúsculas. Esto es llamado comúnmente como formato camelCase. A continuación, se muestran algunos nombres de funciones que evidencian el uso de estos estándares en la implementación del módulo.

```
harvestMetadata()
```

```
dias_transcurridos($fecha_i, $fecha_f)
```

#### Variables

Los nombres de las variables comienzan con minúsculas.

#### If/else

Las sentencias de control basadas en las construcciones *if* y *elseif* tienen un solo espacio en blanco antes del paréntesis de apertura del condicional y un solo espacio en blanco después del paréntesis de cierre. Dentro de las sentencias condicionales, los operadores se separan con espacios para lograr un mejor entendimiento.

La llave de apertura "{" se escribe en la misma línea que la sentencia condicional. La llave de cierre "}" se escribe siempre en su propia línea. Todo el contenido dentro de las llaves se separa con cuatro espacios en blanco. A continuación, se muestra un ejemplo de uso correcto de estas declaraciones.

```
if ($a != 2) {  
    $a = 2;  
}
```

## Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

Para las declaraciones "if" que incluyan "elseif" o "else", el procedimiento seguido fue similar a la construcción "if". El ejemplo siguiente demuestran cómo se:

```
if ($a != 2) {  
    $a = 2;  
} else {  
    $a = 7;  
}
```

### 3.3 Diagrama de despliegue

El diagrama de despliegue grafica la disposición física de los distintos nodos que conforman un sistema, y la manera en que se reparten los diferentes componentes sobre los nodos.

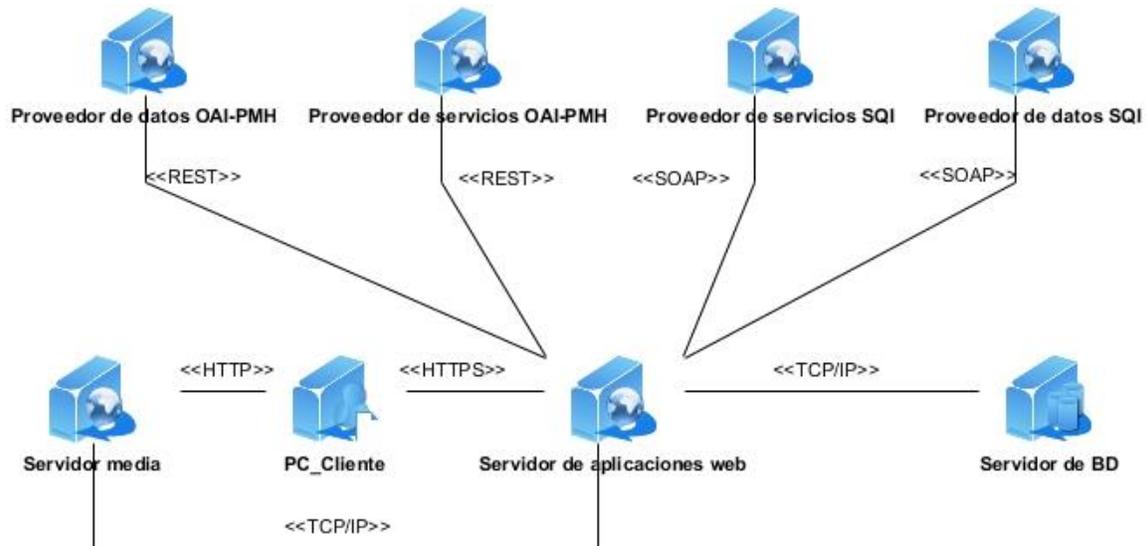


Ilustración 16: Diagrama de despliegue

### 3.4 Pruebas de software

La calidad de los sistemas informáticos se ha convertido en uno de los principales objetivos estratégicos de las organizaciones. Para garantizar este nivel de calidad es de vital importancia la realización de pruebas que justifiquen el correcto funcionamiento del sistema.

Las pruebas de software se realizan para verificar si las funcionalidades implementadas se ajustan a los requisitos y cumplen con las expectativas del cliente. Representan el porcentaje más grande de esfuerzo técnico en el proceso de software. El objetivo de estas

## *Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta*

es descubrir errores en las funcionalidades de los sistemas implementados. Con este fin se realizan una serie de casos de pruebas (Pressman, 2010).

Glenford Meyer afirma que las pruebas de software pueden ser usadas para mostrar la presencia de errores, pero nunca para demostrar la ausencia de estos.

Dentro de los objetivos fundamentales que se persiguen al aplicarle las pruebas a un software se encuentran los siguientes (Testing Annotation, 2013):

- ✓ Descubrir un error que aún no ha sido descubierto.
- ✓ Encontrar el mayor número de errores con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo posibles.
- ✓ Mostrar hasta qué punto las funciones del software operan de acuerdo con las especificaciones y requisitos del cliente.

### **Tipos de pruebas**

Los tipos o niveles de pruebas son diversas maneras de comprobar y validar un producto de software. Este un proceso que conlleva la realización de un conjunto de tareas a lo largo del ciclo de vida del sistema. Según la IEEE se deben desarrollar los siguientes tipos de pruebas:

- ✓ Pruebas unitarias: son las pruebas que se realizan a los elementos más pequeños del componente. Son aplicables a los componentes representados en el modelo de implementación para verificar que los flujos de control y de datos están cubiertos, y que ellos funcionen como se espera. Estas siempre están orientadas al método de caja blanca.
- ✓ Pruebas de integración: se realizan para comprobar el funcionamiento del sistema como un todo.
- ✓ Pruebas del sistema: son las pruebas encargadas de detectar errores en la implementación de requerimientos. Tienen como objetivo probar que los sistemas desarrollados cumplan con las funciones específicas por las cuales fueron creados.
- ✓ Pruebas de rendimiento: este tipo de pruebas son ejecutas con el objetivo de detectar fallos en el comportamiento del sistema cuando es sometido a acciones simultáneas y comprobar los tiempos de respuesta.
- ✓ Pruebas de aceptación: se realizan una vez que el sistema se ha acoplado en su entorno real de funcionamiento, y su objetivo es demostrar al usuario que el sistema satisface sus necesidades.

## Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

### Métodos de prueba

**Caja blanca:** en su libro Ingeniería de software un Enfoque Práctico, Pressman asevera que, las pruebas de caja blanca del software se basan en el examen cercano de los detalles de procedimiento. Estas comprueban los caminos lógicos del software proponiendo casos de prueba que ejerciten conjuntos específicos de condiciones y/o bucles. Permiten verificar si las operaciones internas se realizan de acuerdo con las especificaciones.

**Caja negra:** según Pressman, las pruebas de caja negra o pruebas de funcionamiento se centran en los requisitos funcionales del software. Permiten obtener un conjunto de condiciones de entradas que ejerciten completamente todos los requisitos funcionales de un programa. Estas se refieren a las pruebas que se llevan a cabo en la interfaz del software.

#### 3.4.1 Pruebas realizadas

Para detectar posibles fallos en las funcionalidades implementadas, el módulo fue sometido a pruebas de sistemas empleando el método de caja negra apoyado en los casos de pruebas aplicando la técnica de partición de equivalencia. La herramienta JMeter sirvió de apoyo para la realización de pruebas de rendimiento. El cliente por su parte corroboró el funcionamiento del sistema durante una prueba de aceptación.

#### Diseño de casos de pruebas

El diseño de casos de prueba consiste en probar el sistema, incluyendo los datos de entrada y los resultados esperados. Éstos se derivan de las historias de usuario y su objetivo fundamental es encontrar la mayor cantidad de defectos en las funcionalidades implementadas y mostrar que el sistema satisface las necesidades del cliente (Jacobson, y otros, 2000).

A continuación, se muestra los casos de pruebas aplicados a las funcionalidades incluir repositorio OAI-PMH, recolectar metadatos de repositorios externos y realizar búsqueda local en metadatos recolectados, los casos de pruebas de las restantes funcionalidades podrán ser consultadas en los anexos.

Tabla 14: Caso de Prueba Recolectar metadato de repositorios externos

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Recolectar metadatos.	El sistema debe permitir recolectar	El sistema almacena en la tabla	-

### *Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta*

	metadatos de repositorios externos.	de	tb_metadata_recolected los metadatos recolectados con una frecuencia establecida por el administrador.  Una vez realizada la recolección se actualiza el campo recolected_at con la fecha actual.	
--	-------------------------------------	----	---	--

## *Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta*

**Tabla 15:** Caso de prueba Incluir Repositorio OAI-PMH

Escenario	Descripción	Nombre	URL	Descripción	Frecuencia de recolección	Activado	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Opción Incluir repositorio OAI-PMH.	Selecciona la opción de incluir un nuevo repositorio OAI-PMH.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Brinda la posibilidad de introducir de manera obligatoria los siguientes datos del repositorio OAI-PMH: - Nombre - URL -Descripción -Frecuencia de recolección Y permite: -Guardar - Cancelar	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH
EC 1.2 Opción Guardar los datos.	Introduce y/o selecciona los datos del repositorio OAI-PMH y selecciona la opción Incluir.	V	V	V	V	V	Valida los datos. Crea un repositorio OAI-PMH. Muestra el listado de repositorios y un	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Guardar

### Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

							mensaje de información.	
EC 1.3 Opción de Cancelar.	Selecciona la opción de Cancelar.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Elimina los datos creados. Regresa al listado de servidores OAI-PMH y muestra un mensaje de información.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Cancelar
EC 1.4 Datos incompletos	Existen datos incompletos.	I	V	V	V	N/A	Muestra un mensaje de información.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Guardar
		V	I	V	V	N/A	Muestra un indicador de los campos vacíos.	
		V	V	I	V	N/A	Regresa al EC 1.1.	
EC 1.5 Datos incorrectos	Existen datos incorrectos.	V	I	V	V	N/A	Muestra un mensaje de información. Muestra un indicador sobre los campos incorrectos. Regresa al EC 1.1.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Guardar

## Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta

Tabla 16: CP Realizar búsqueda local en metadatos recolectados

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
EC 1.1 Realizar búsquedas	Permite realizar una búsqueda local en los metadatos recolectados que fueron almacenados en la tabla <code>tb_metadata_recolected</code>	El sistema mostrará instantáneamente los resultados que coincidan con los criterios de búsquedas de los usuarios después de haber escrito las 3 primeras letras.	Principal/Búsqueda/Realizar búsquedas en metadatos recolectados

Durante el desarrollo del software se fueron desarrollando un conjunto de pruebas a las diferentes funcionalidades del sistema con el objetivo de detectar NC y corregirlas para lograr un producto más eficiente.

En las pruebas de funcionalidad al software se realizaron 3 iteraciones probando cada una de las funcionalidades íntegramente. A continuación, se presentan los resultados de las pruebas.

Tabla 17: Resultados de las pruebas

Iteraciones	Cantidad de Casos de Prueba	No conformidades detectadas			
		Alta	Media	Baja	Total
Iteración 1	24	2	4	5	11
Iteración 2	24	1	2	1	4
Iteración 3	24	0	0	0	0

Las NC encontradas en las iteraciones estuvieron relacionadas a faltas de ortografía, campos mal escritos, errores de diseño en las interfaces, errores de validación y funcionalidad.

Como ejemplo de estos errores se evidencia en la funcionalidad mostrar detalles del repositorio OAI-PMH, la cual presentó un error de interfaz al no mostrar el campo Frecuencia de recolección. La funcionalidad recolectar metadatos presentaba dificultades para recolectar algunos campos. Además, se detectaron errores de validación en el campo

## *Capítulo 3: Implementación y validación de la propuesta*

URL de las funcionalidades incluir repositorio OAI-PMH, incluir repositorio SQL, modificar repositorio OIA-PMH y repositorio SQL.

### **Pruebas de aceptación**

Por último, durante una entrevista realizada con el cliente, se comprobaron el funcionamiento de todas las funcionalidades. Los resultados de estas pruebas arrojaron algunos señalamientos que fueron corregidos en los días posteriores, y durante una nueva reunión quedaron suplidas todas las necesidades del cliente.

### **3.5 Conclusiones del capítulo**

En esta etapa del desarrollo quedaron implementadas en su totalidad las funcionalidades definidas al inicio de la investigación. El modelo de implementación, conformado por el diagrama de componente obtenido, describió cómo se organizan y se implementan en términos de componentes los elementos del modelo del diseño. Además, las pruebas efectuadas al producto permitieron corregir errores para mejorar la calidad del software y garantizar la aceptación final por parte del cliente.

# *Conclusiones generales*

## **Conclusiones generales**

Una vez concluida la presente investigación, y después de dar cumplimiento a los objetivos propuestos, el desarrollo del presente trabajo arrojó los siguientes resultados:

- ✓ El estudio de los sistemas informáticos tanto nacionales como internacionales para la búsqueda federada y el intercambio de metadatos permitió identificar las principales características de estos para su aplicación en el sistema desarrollado, destacándose OAI-PMH y SQI como los estándares más utilizados para la recolección y la búsqueda federada respectivamente.
- ✓ La caracterización realizada al sistema proporcionó una vista general para definir la estructura de los elementos de los servicios web, y los parámetros a tener en cuenta para el análisis con vistas a su implementación.
- ✓ La aplicación informática desarrollada facilita la interoperabilidad de la plataforma con repositorios externos al brindar servicios de recolección y búsqueda
- ✓ Las pruebas funcionales realizadas al módulo permitieron detectar y corregir las no conformidades detectadas, lo que trajo consigo un software de mayor calidad.

### **Recomendaciones**

Se recomienda la incorporación a la plataforma de otros estándares de catalogación en su función de proveedor de datos.

Se recomienda al equipo de ZERA estar al tanto de la creación de nuevos atributos que describan a los recursos educativos para que sean provistos por la plataforma mediante el estándar OAI-PMH.

# Referencias bibliográficas

## Bibliografía

1. .LRN. 2013. .LRN. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <http://www.dotlrn.org/about/>.
2. A. S., Cabezuelo. 2013. Diseño de repositorios digitales interoperables. [En línea] 2013. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/5841/3/sarasaTFC0111memoria.pdf>.
3. A.P., Sheth. 2013. CHANGING FOCUS ON INTEROPERABILITY IN INFORMATION SYSTEMS: FROM SYSTEM, SYNTAX, STRUCTURE TO SEMANTICS. [En línea] 2013. <http://lsdis.cs.uga.edu/lib/download/S98-changing.pdf>.
4. ACENS, [prod.]. 2012. *Servidor web Nginx, una clara alternativa a APACHE*. [Documento] 2012.
5. Agrega. 2010. agrega 2. [En línea] 2010. [www.agrega2.es](http://www.agrega2.es).
6. Alvare A., M. 2014. Introducción a PHP 5. [En línea] 2014. [Citado el: 14 de Febrero de 2017.] <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1696.php>.
7. Álvarez, Miguel Ángel. 2010. *Manual de jQuery*. 2010.
8. *Análisis de tecnologías para la automatización de catálogos y creación de bibliotecas digitales*. G. R., Riquene. 2011. 2011.
9. Ariadne Foundation. 2009. Ariadne Foundation. [En línea] 2009. [www.ariadne-eu.org](http://www.ariadne-eu.org).
10. Biblioteca Nacional de Chile DIBAN. 2006. Manual para la creación de metadatos usando Dublin Core. [En línea] 2006. [Citado el: 24 de enero de 2017.] <http://docplayer.es/9764186-Comite-de-metadatos-de-la-biblioteca-nacional-de-chile-manual-para-la-creacion-de-metadatos-usando-dublin-core.html>.
11. Biscay, Carlos. 2011. e-ABC learning. [En línea] 2011. <http://www.e-abclearning.com/queesunaplataformadeelearning>.
12. Cabrejos Ortiz, Julio. 2014. [En línea] 7 de mayo de 2014. [Citado el: 25 de enero de 2017.] <http://www.slideshare.net/juliocabrejos1/repositorios-definicion-caractersticas-y-ejemplos>.
13. Centro de Tecnologías para la Formación. RHODA. [En línea] [roa.uci.cu](http://roa.uci.cu).
14. —. 2016. XAUCE Zera. [En línea] 2016. <https://eva.uci.cu>.
15. Chamilo. 2013. Chamilo. E-learning & Collaboration Software. [En línea] 2013. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <https://chamilo.org/es/por-que-chamilo/>.

# Referencias bibliográficas

16. Codina, Lluís, Abadal, Ernest y Rovira, Cristofol. 2010. Búsqueda federada en el ecosistema de la e-ciencia.: [En línea] 11 de Enero de 2010. [Citado el: 25 de Enero de 2017.]
17. *Conexión de repositorios educativos digitales: Educonector.info*. Mortera Gutiérrez, Fernando Jorge y Ramírez Montoya, María Soledad. 2013. 2013.
18. Craig Larman y Prentice Hall. 2013. [En línea] 2013.
19. Cuba arqueológica. 2011. Cuba arqueológica. [En línea] 2011. [Citado el: 22 de Mayo de 2017.] <http://cubaarqueologica.org/>.
20. De la Torre, Anibal. 2006. adelat. [En línea] 2006. [http://www.adelat.org/media/docum/nuke\\_publico/lenguajes\\_del\\_lado\\_servidor\\_o\\_cliente.html](http://www.adelat.org/media/docum/nuke_publico/lenguajes_del_lado_servidor_o_cliente.html).
21. DesarrolloWeb. 2010. DesarrolloWeb. [En línea] 2010. <https://desarrolloweb.com/manuales/61/>.
22. Docs.kde. 2011. Introducción a UML. [En línea] 2011. <https://docs.kde.org/stable4/es/kdesdk/umbrello/uml-basics.html>.
23. docs.kde.org. [En línea] [Citado el: 23 de Enero de 2016.] <https://docs.kde.org/stable4/es/kdesdk/umbrello/uml-basics.html>.
24. Dublin Core Metadata Initiative. 2015. DCMI. [En línea] 2015. <http://dublincore.org/>.
25. Eguiluz, Javier. 2012. Desarrollo web ágil con Symfony2. [En línea] 12 de Diciembre de 2012. [Citado el: 23 de Mayo de 2017.] <http://symfony.es/libro>.
26. Eprints. 2013. Eprints. [En línea] 2013. [Citado el: 25 de Enero de 2017.] <http://eprints.rclis.org/20280/>.
27. *Extensión de Visual Paradigm for UML para el desarrollo dirigido*. Cabrera González, Lianet y Roberto Pompa Torres, Enrique. 2012. 10, La Lisa : s.n., 15 de 10 de 2012, Serie Científica. Universidad de las Ciencias Informáticas., Vol. 5, pág. 6. ISSN: | RNPS.
28. Facultad de Tecnología de la Salud. 2016. Revista Cubana de Tecnología de la Salud. [En línea] 2016. [Citado el: 23 de Mayo de 2017.] <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec>.
29. Fernández, Lorenzo y Escribano, Pacheco. 2015. *JavaScript. Ejercicios prácticos tutorizados*. s.l. : LULU Press, 2015, 2015. 1409204715, 9781409204718.
30. Fernández-Pampillón Cesteros, Ana . 2010. Eprints. [En línea] 2010. [http://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE\\_learning.pdf](http://eprints.ucm.es/10682/1/capituloE_learning.pdf).
31. Fernando. 2012. CanalTIC. [En línea] 27 de Marzo de 2012. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <http://canaltic.com/blog/?p=889>.

## Referencias bibliográficas

32. García Peñalvo, Francisco José. 2010. Estado actual de los sistemas e-learning. [En línea] 2010.  
[http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev\\_numero\\_06\\_2/n6\\_02\\_art\\_garcia\\_penalvo.htm..](http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm..)
33. Griff, Richards. 2014. The Evolution of Learning Object Repository Technologies: Portals for On-line Objects for Learning. [En línea] 2014.  
[http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172791\\_archivo.pdf..](http://www.colombiaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-172791_archivo.pdf..)
34. Guardado, Iván. 2010. web.ontuts. [En línea] 6 de julio de 2010.  
[http://web.ontuts.com/tutoriales/utilizando-doctrine-como-orm-en-php/.](http://web.ontuts.com/tutoriales/utilizando-doctrine-como-orm-en-php/)
35. Hernandez Areli, Tapia. 2014. Fundamentos de la Ingeniería de Software. *Fundamentos de la Ingeniería de Software*. [En línea] 2 de diciembre de 2014. [Citado el: 27 de abril de 2017.]  
<http://adilennefuentesgutierrez.blogspot.mx/2014/12/53-modelos-de-prueba.html>.
36. *Herramienta de Desarrollo Netbeans*. Mendoza González, Geovanny. 2011. 2011.
37. *Herramientas CASE para ingeniería de Requisitos*. Alarcón, Andrea y Sandoval, Erika. 2008. 6, Boyacá : s.n., 2008.
38. IBM. 2015. IBM developerWorks. [En línea] 2015.  
<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/webservices/newto/service.html>.
39. IEEE. 2017. IEEEExplorer Digital Library. [En línea] 2017.  
[http://ieeexplore.ieee.org/document/182763/?reload=true. .](http://ieeexplore.ieee.org/document/182763/?reload=true.)
40. *Interoperabilidad de los contenidos en las plataformas de e-learning*:. Martínez, José Ángel y Lara, Pablo. 2008. 2008.
41. Jacobson, Ivar y Rumbaugh, James. 2000. *El proceso unificado de desarrollo de software*. Madrid : s.n., 2000.
42. James Gosling, Bill Joy, Guy Steele, Gilad Bracha. 2005. *The Java language specification*. Tercera edición. 2005.
43. López Sanz, Marcos. 2016. Proceso Unificado: Implementación. [En línea] 2016. [Citado el: 2 de Mayo de 2017.]  
[http://www.kybele.etsii.urjc.es/docencia/IS\\_LADE/2010-2011/Material/\[IS-LADE-2010-11\]Tema4g.PUD.Impmlentacion.pdf](http://www.kybele.etsii.urjc.es/docencia/IS_LADE/2010-2011/Material/[IS-LADE-2010-11]Tema4g.PUD.Impmlentacion.pdf).
44. M. V., Astudillo. 2014. Fundamentos de Ingeniería de Software. [En línea] 2014.  
<http://www.inf.utfsm.cl/~visconti/ili236/Documentos/08-Patrones.pdf..>
45. Martínez, Rafael. 2010. postgresql-es. [En línea] 2 de Octubre de 2010.  
[http://www.postgresql.org.es/sobre\\_postgresql](http://www.postgresql.org.es/sobre_postgresql).
46. MERLOT. 1997. Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. [En línea] 1997. [www.merlot.org](http://www.merlot.org).

## Referencias bibliográficas

47. Moodle. 2017. Moodle. [En línea] 6 de Mayo de 2017. [Citado el: 3 de Junio de 2017.] [https://docs.moodle.org/all/es/Acerca\\_de\\_Moodle](https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle).
48. Morales, Ricardo. 2014. Colombia Digital. [En línea] 1 de Septiembre de 2014. [Citado el: 2 de febrero de 2016.] <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/7669-lenguajes-de-programacion-que-son-y-para-que-sirven.html>.
49. Motz, Regina, Saavedra, Rodrigo y Vallespir, Diego. 2010. LOCALIZADOR DE OBJETOS DE APRENDIZAJE. [En línea] 2010. <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/biblio/22680/localizadorobjaprendizajedist r.pdf>.
50. OAI. 2010. Open Archives Initiative. [En línea] 2010. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <https://www.openarchives.org/>.
51. *Open archives initiative. Protocol for metadata harvesting (OAI-PMH): descripción, funciones y aplicaciones de un protocolo*. Coll, José Manuel Barrueco e Imma Subirats. 2003. 2003.
52. pgadmin. [En línea] <http://www.pgadmin.org/features.php>.
53. php. [En línea] <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>.
54. Potencier, Fabien y Zaninotto, Francois. librosweb. [En línea] [http://librosweb.es/libro/symfony\\_1\\_4/](http://librosweb.es/libro/symfony_1_4/).
55. Potencier, Fabien y Zaninotto, François. 2006. *Symfony la guía definitiva*. 2006.
56. Pressman. 2010. *Ingeniería de software un enfoque práctico*. 2010.
57. —. *Ingeniería de software un enfoque práctico*.
58. Prezi. 2015. Prezi. [En línea] 2015. <https://prezi.com/qmyopn0dy6s4/lenguajes-de-programacion-del-lado-del-servidor/>.
59. Remeri. 2015. Remeri. [En línea] 2015. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <http://www.remeri.org.mx/portal/img/documentos/Anexo31.pdf?iframe=true&width=100%&height=100%>.
60. Reutilización del Software. 2014. Reutilización del Software. [En línea] 2014. <http://siul02.si.ehu.es/~alfredo/iso/06Patrones.pdf>.
61. Ruiz, Heredia y Rodríguez Sánchez, Tamara. 2014. Metodología AUP-UCI. [En línea] 2014.
62. Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2014. *The Unified Modeling Language Reference Manual Second Edition*. Boston : Pearson Educatio. [En línea] 2014.

## Referencias bibliográficas

63. Rumbaugh, James, Jacobson, Ivar y Booch, Grady. 2004. *The Unified Modeling Language Reference Manual Second Edition*. Boston : Pearson Education, 2004. ISBN 0-321-24562-8.
64. Sakai. 2014. Sakai Project. [En línea] 2014. [Citado el: 26 de Mayo de 2017.] <https://www.sakaiproject.org/collaboration>.
65. Targetware. 2012. Software. [En línea] 2012. <http://www.software.com.ar/p/visual-paradigm-para-uml>.
66. Tutoriales programacion. 2012. htmlya. [En línea] 2012. <http://www.htmlya.com.ar/temarios/descripcion.php?cod=68&punto=1>.
67. Universidad de las Ciencias Informáticas. Repositorio Institucional de la Universidad de las Ciencias Informáticas. [En línea] [https://repositorio\\_institucional.uci.cu](https://repositorio_institucional.uci.cu).
68. Universidad de León. 2014. Biblioteca universitaria. [En línea] 2014. <http://biblioteca.unileon.es/ayuda-formacion/repositorio-institucional>.
69. Universidad de Pinar del Rio. 2015. Alma. [En línea] 2015. [Citado el: 26 de Junio de 2017.] <http://rc.upr.edu.cu/>.
70. Universidad de Sevilla . 2009. Centro de Formación Permanente. [En línea] 2009. <http://www.cfp.us.es/e-learning-definicion-y-caracteristicas>.
71. Universidad Tecnología del Centro de Veracruz. 2015. UTCV. [En línea] 2015. <http://b-learning.utcv.edu.mx/>.
72. *Uso de estándares aplicados a Tic en educación*. Fernández Manjón, Baltasar, y otros. 2011. España : s.n., 2011.
73. Web, Libros. 2014. Introducción a CSS. [En línea] 2014. [https://librosweb.es/libro/css/capitulo\\_1.html](https://librosweb.es/libro/css/capitulo_1.html). ISBN437758756273955.
74. Wordpress. 2013. fergarcia. [En línea] 25 de Enero de 2013. <https://fergarcia.wordpress.com/2013/01/25/entorno-de-desarrollo-integrado-ide/>.

Anexos

A continuación, se relacionan diagramas y tablas generados durante el desarrollo del módulo.

Diagramas de clases

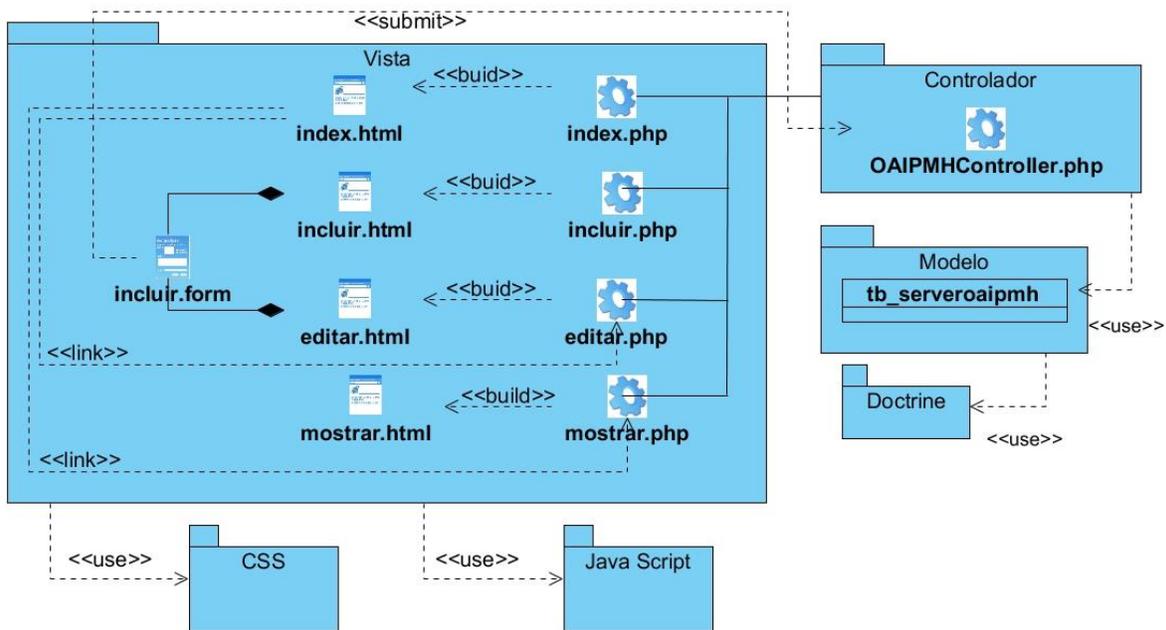


Ilustración 17: Gestionar repositorio OAI-PMH

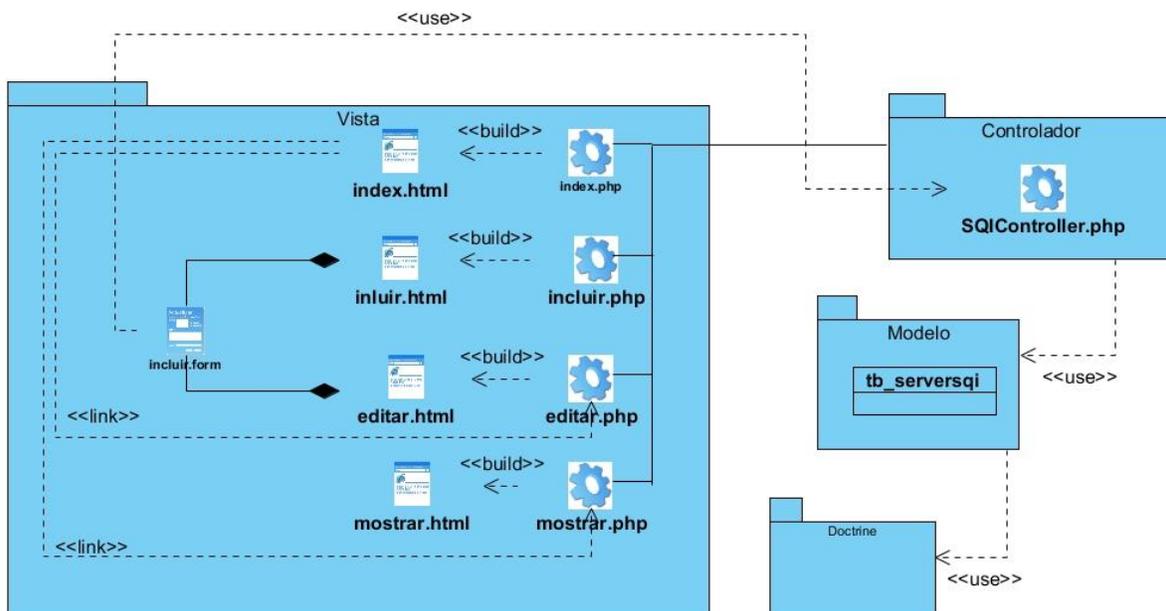


Ilustración 18: Gestionar repositorio SQL

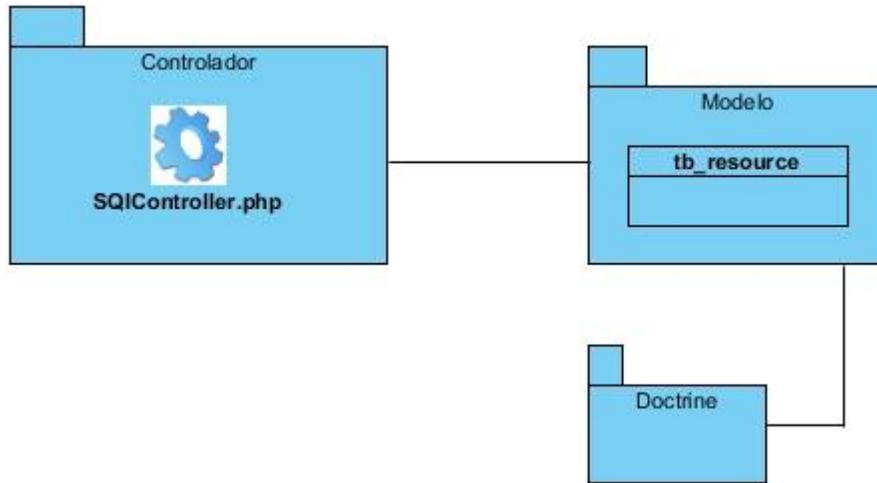


Ilustración 19: Permitir búsqueda federada a la Plataforma Educativa ZERA

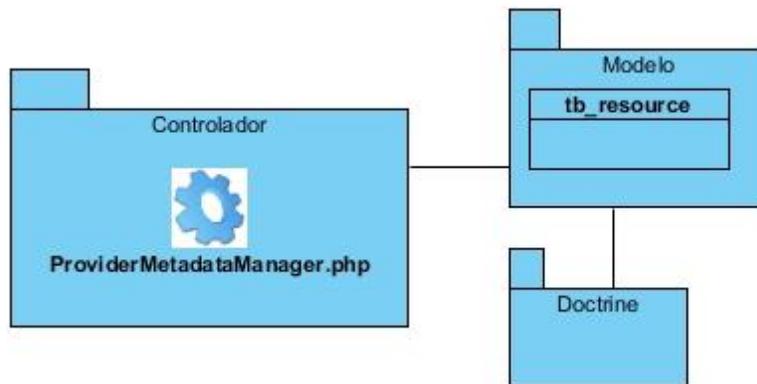


Ilustración 20: Proveer metadatos de recurso educativo

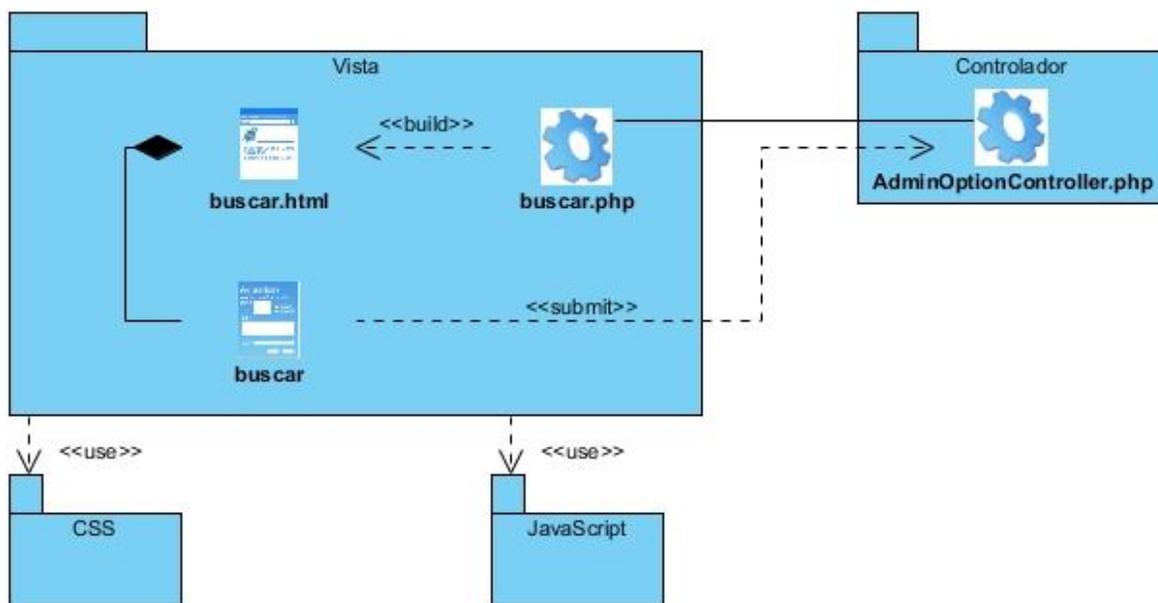


Ilustración 21: Realizar búsqueda federada a repositorios externos

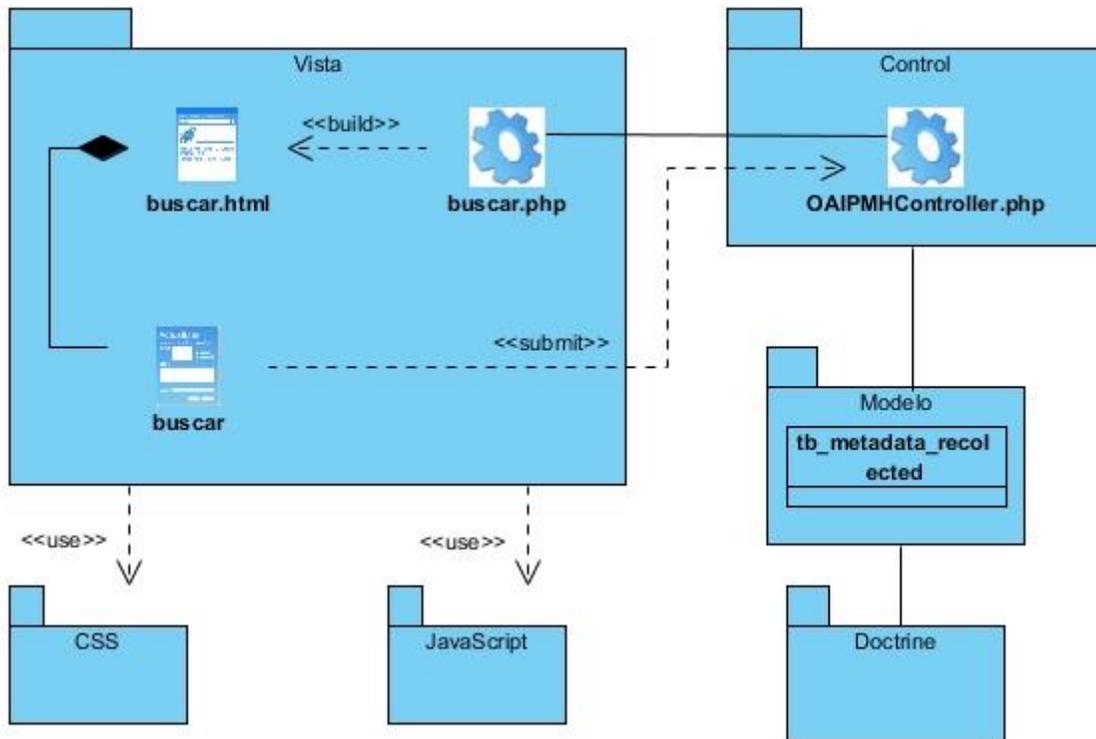


Ilustración 22: Realizar búsqueda local en metadatos recolectados

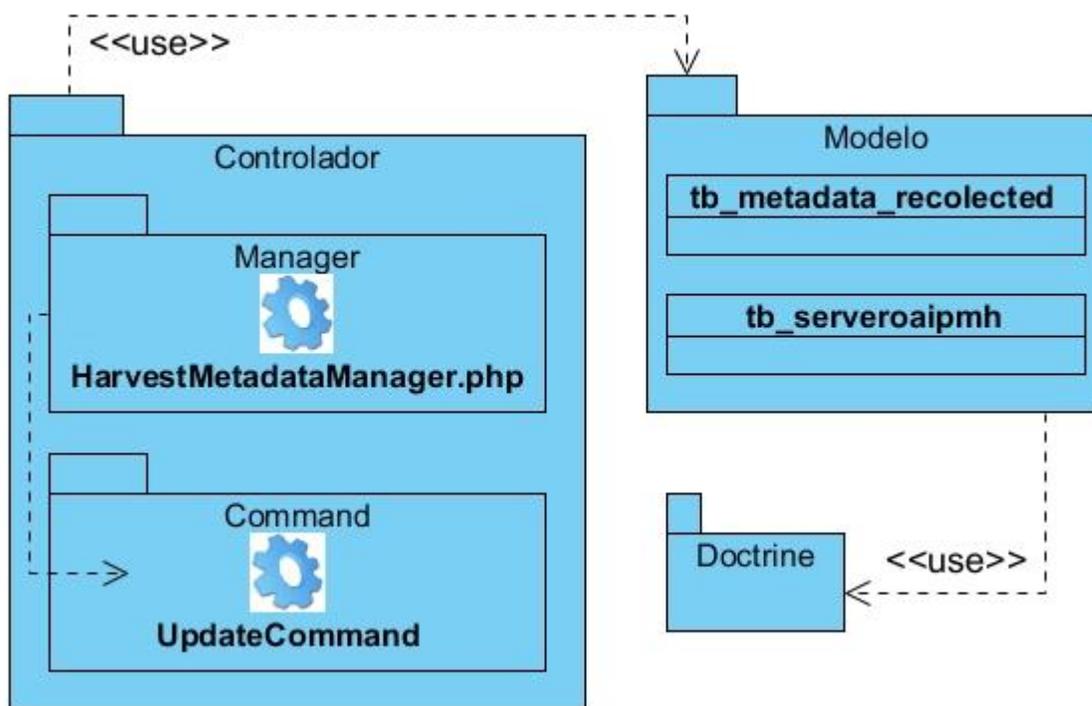


Ilustración 23: Recolectar metadatos de repositorios externos

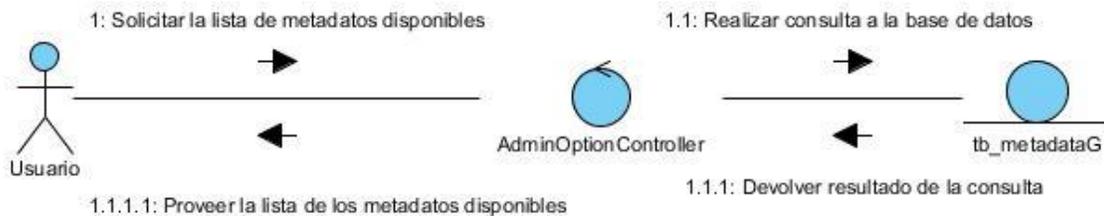
## Diagramas de comunicación



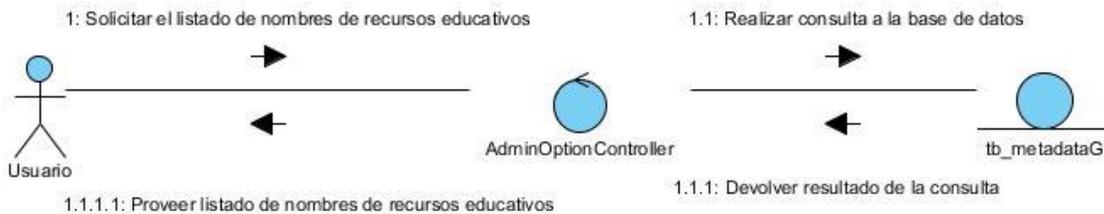
**Ilustración 24:** Proveer metadatos de recurso educativo



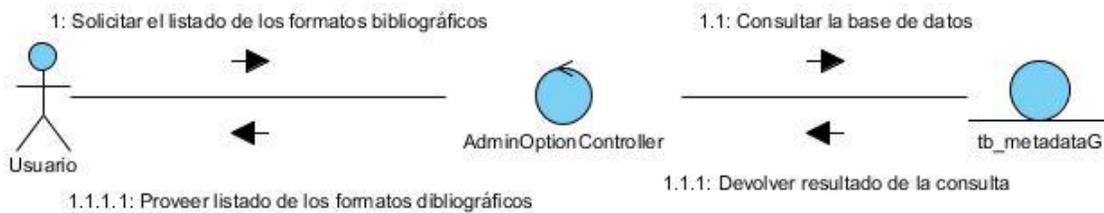
**Ilustración 25:** Proveer información del repositorio



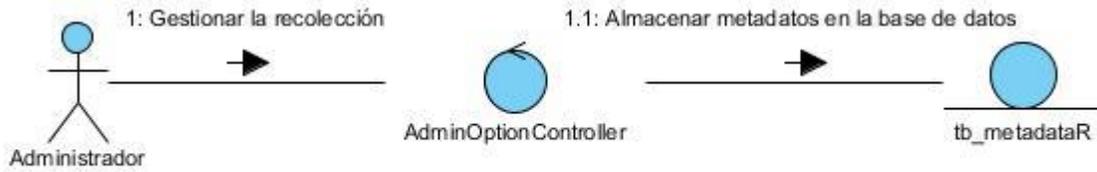
**Ilustración 26:** Proveer listado de metadatos de los recursos educativos



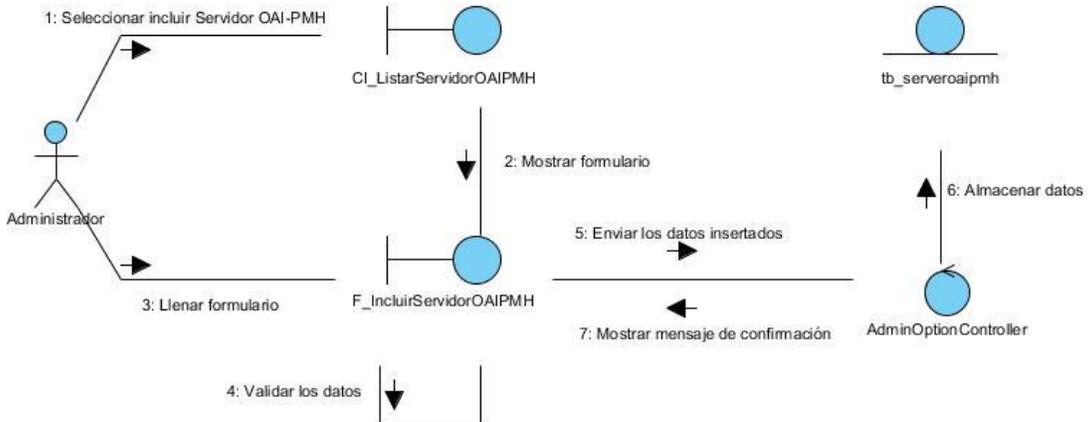
**Ilustración 27:** Proveer listado de los identificadores de los recursos educativos



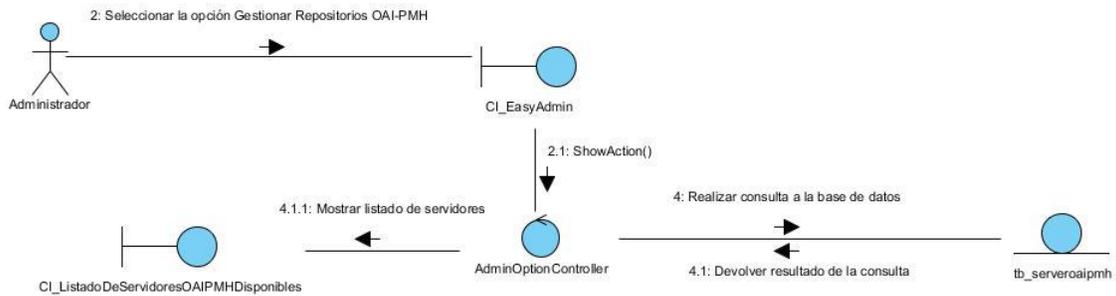
**Ilustración 28:** Proveer listado de formatos bibliográficos



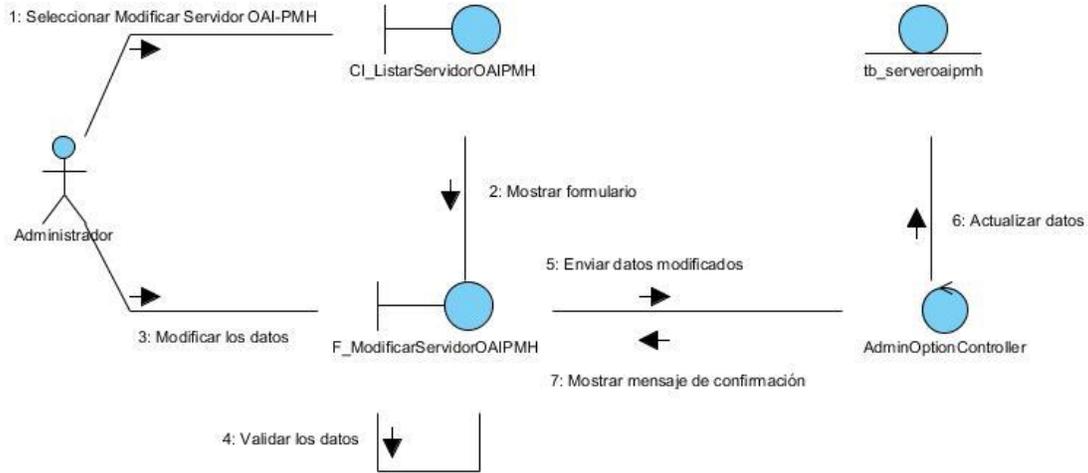
**Ilustración 29:** Recolectar metadatos de repositorios externos



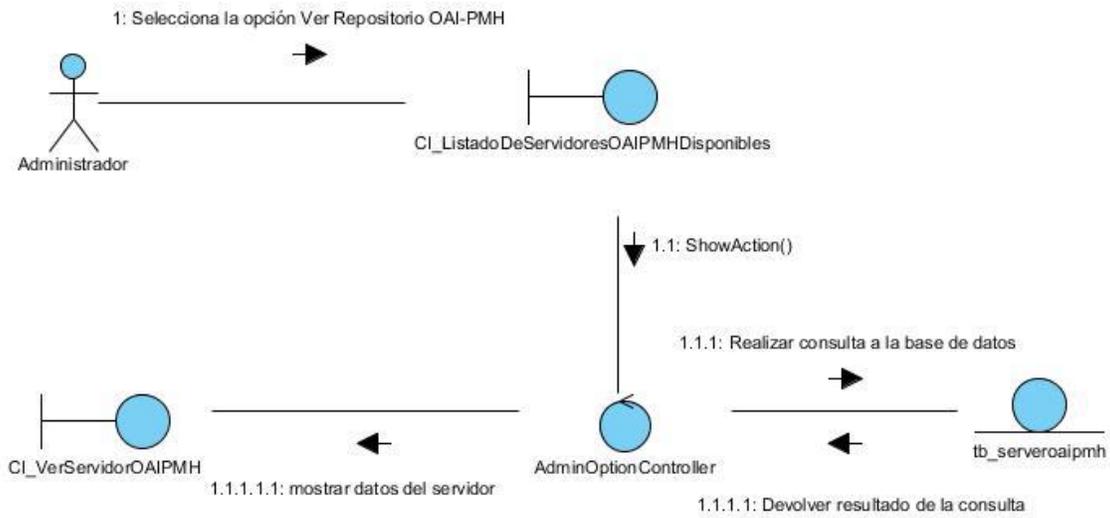
**Ilustración 30:** Incluir repositorio OAI-PMH



**Ilustración 31:** Listar repositorios OAI-PMH



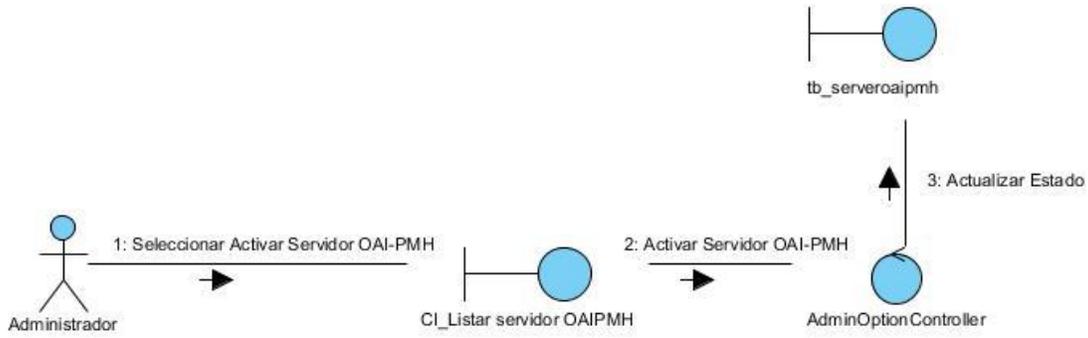
**Ilustración 32:** Modificar repositorio OAI-PMH



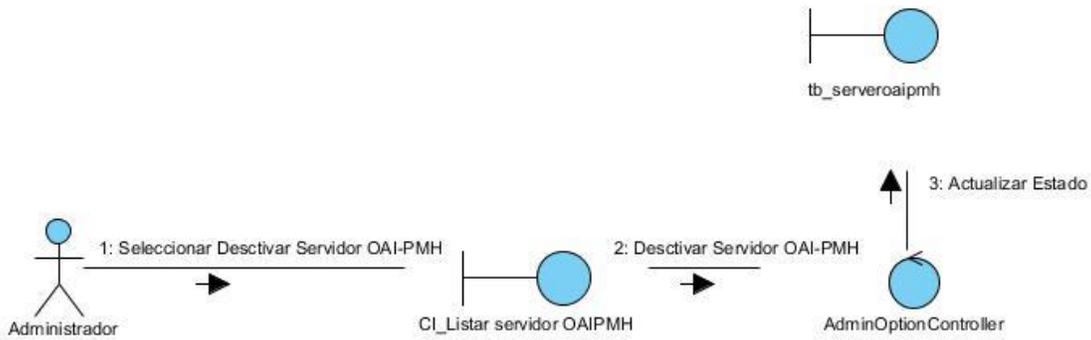
**Ilustración 33:** Mostrar repositorio OAI-PMH



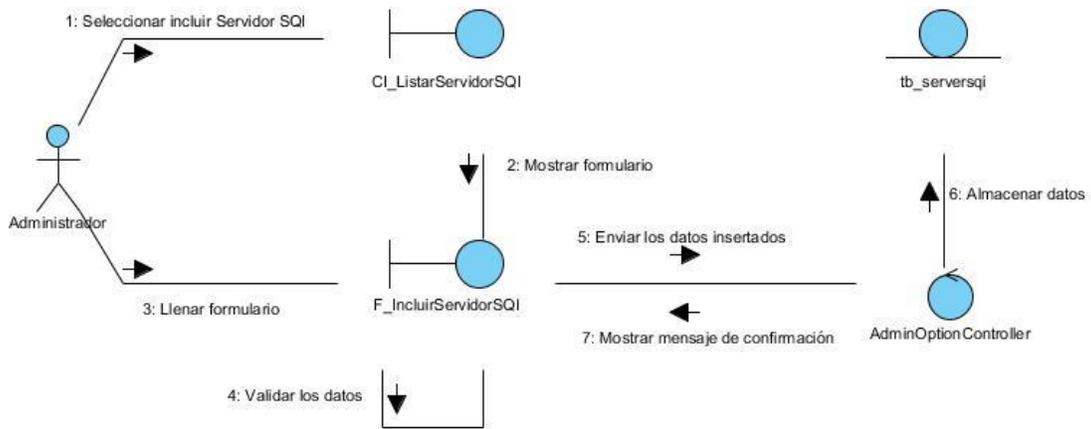
**Ilustración 34:** Eliminar repositorio OAI-PMH



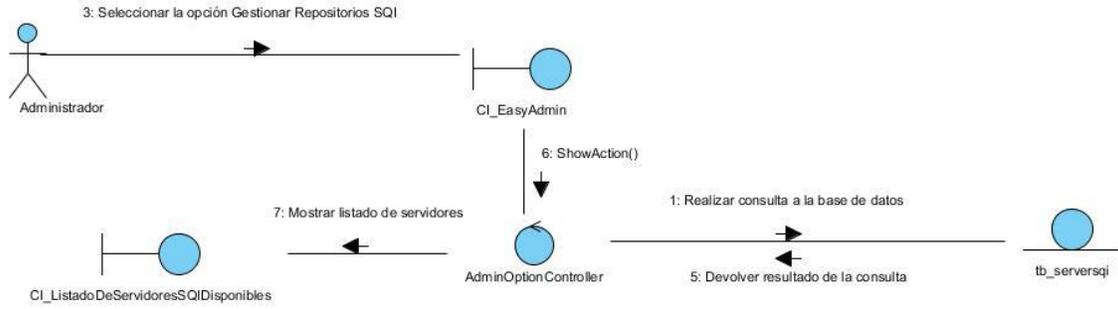
**Ilustración 35:** Activar repositorio OAI-PMH



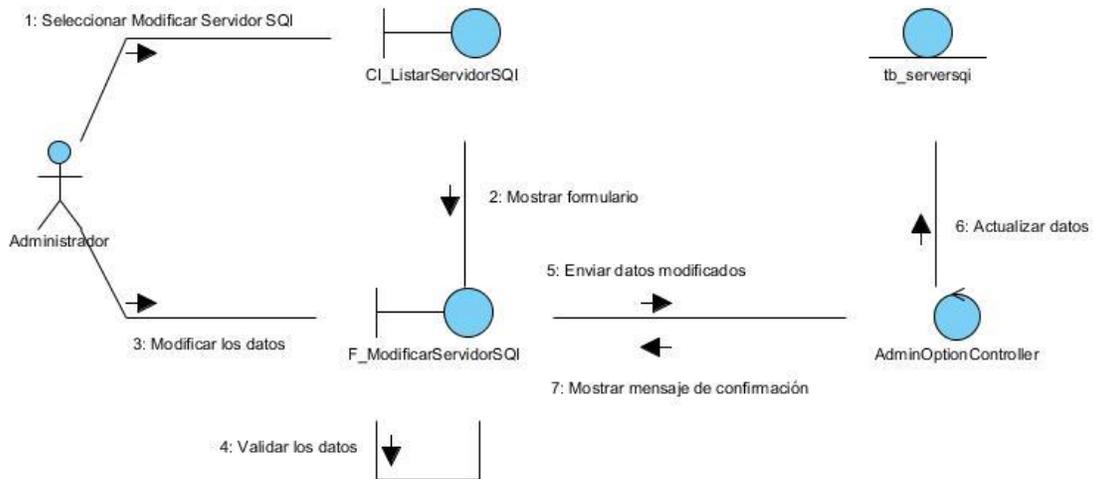
**Ilustración 36:** Desactivar repositorio OAI-PMH



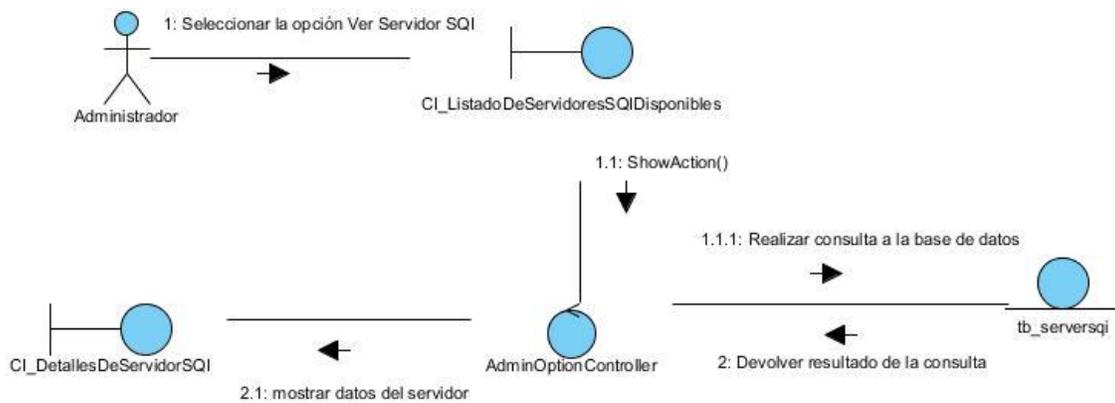
**Ilustración 37:** Incluir repositorio SQL



**Ilustración 38:** Listar repositorios SQL



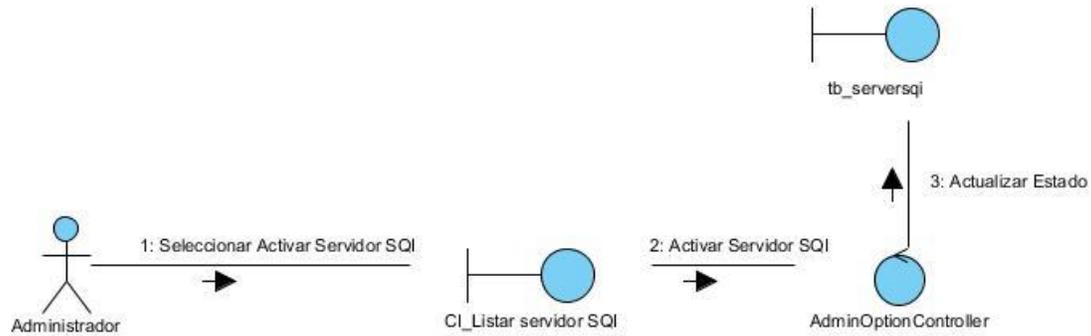
**Ilustración 39:** Modificar repositorio SQL



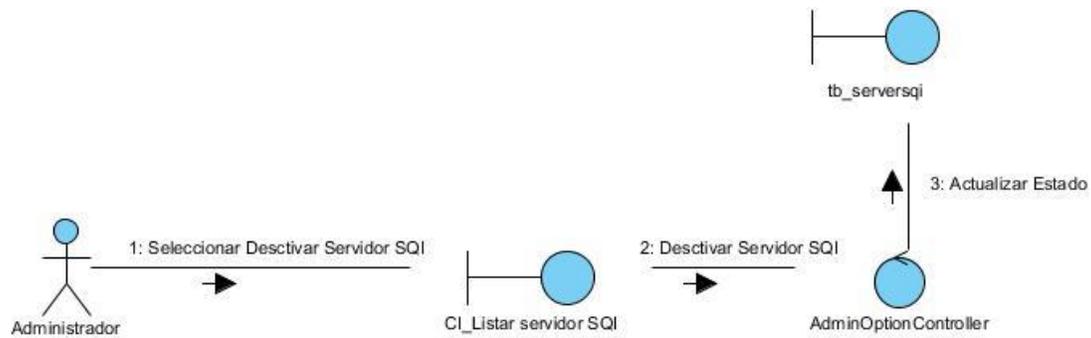
**Ilustración 40:** Mostrar repositorio SQL



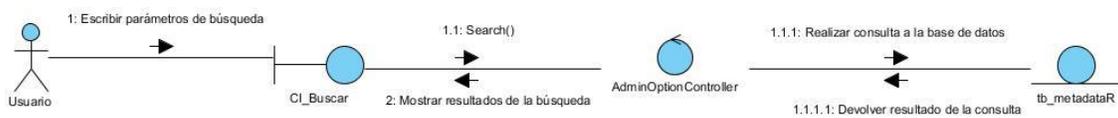
**Ilustración 41: Eliminar repositorio SQL**



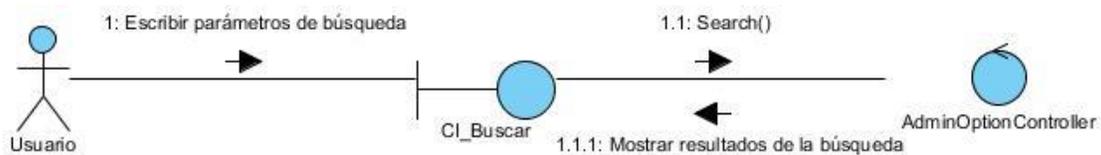
**Ilustración 42: Activar repositorio SQL**



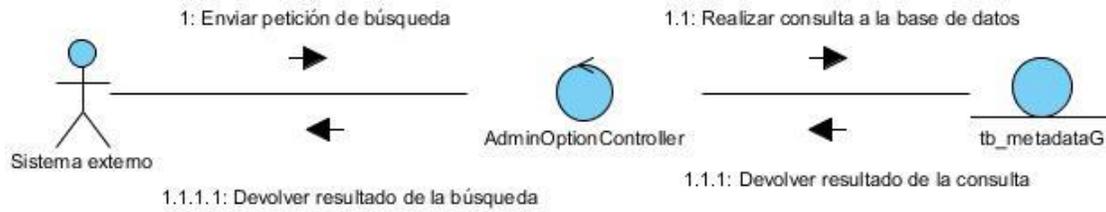
**Ilustración 43: Desactivar repositorio SQL**



**Ilustración 44: Realizar búsqueda local en metadatos recolectados**

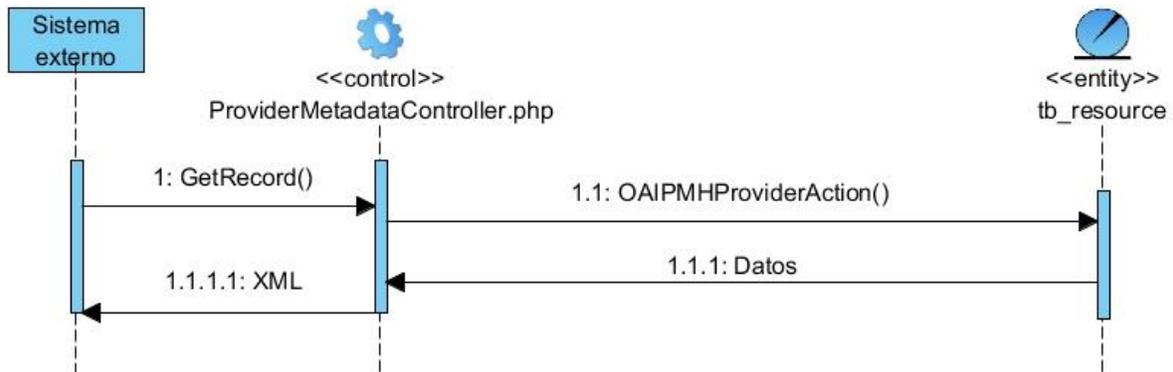


**Ilustración 45: Realizar búsqueda federada a repositorios externos**

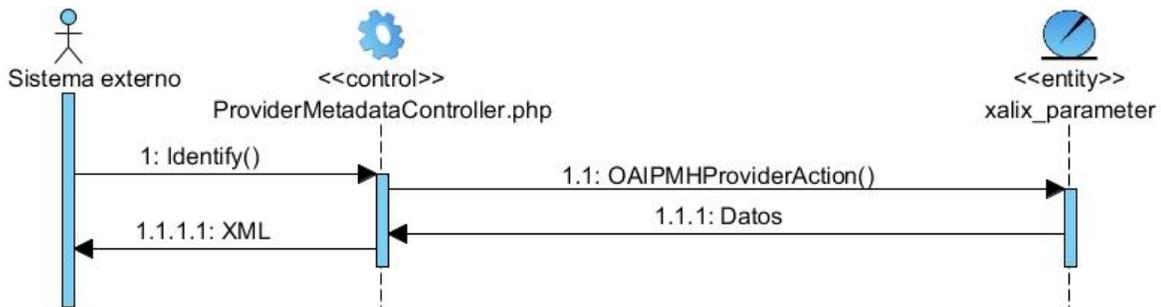


**Ilustración 46:** Permitir búsqueda federada a la Plataforma Educativa ZERA

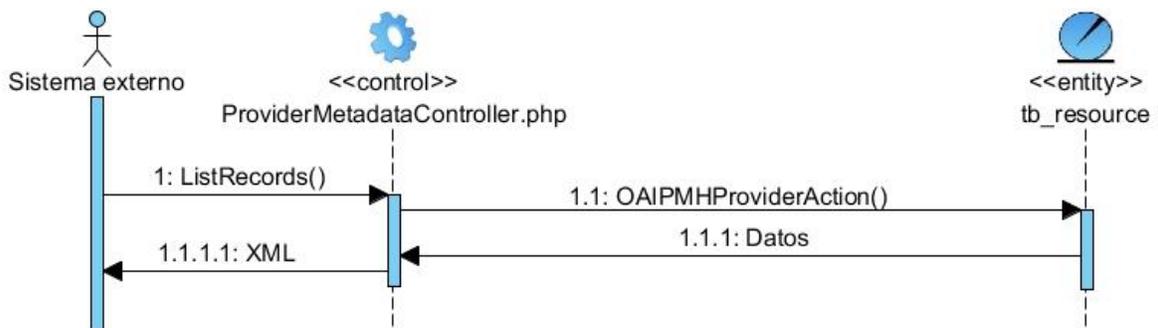
## Diagramas de secuencias



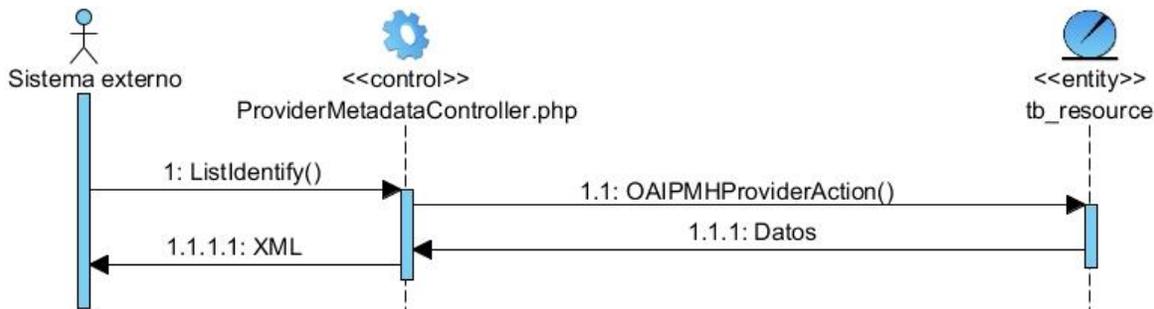
**Ilustración 47:** Prover metadato de recurso educativo



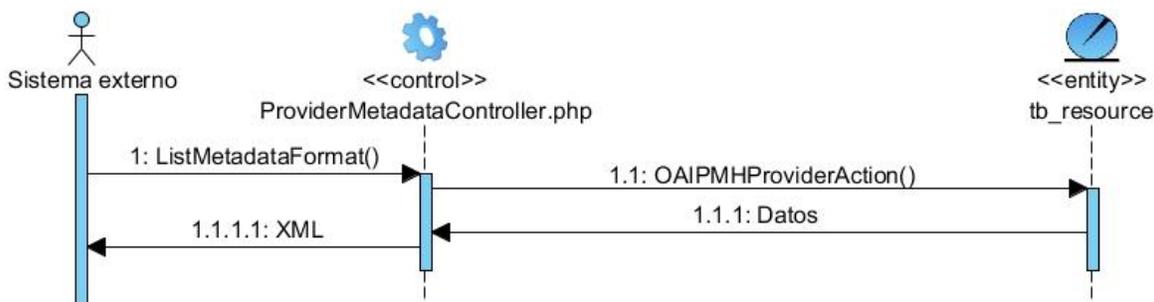
**Ilustración 48:** Prover información del repositorio



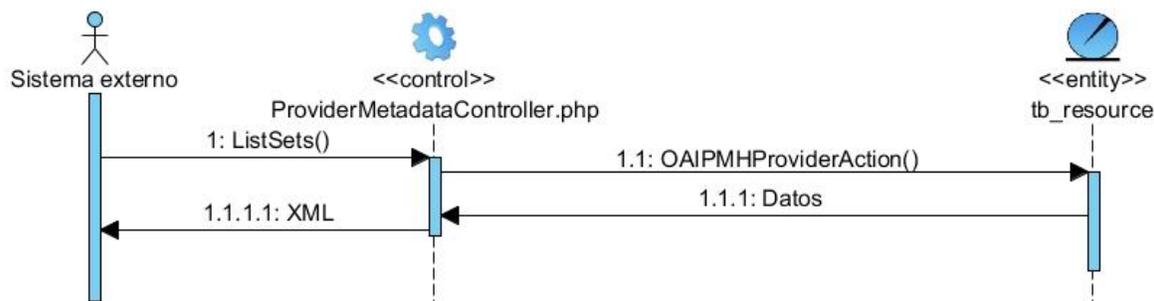
**Ilustración 49:** Prover listado de metadatos de todos los recursos educativos



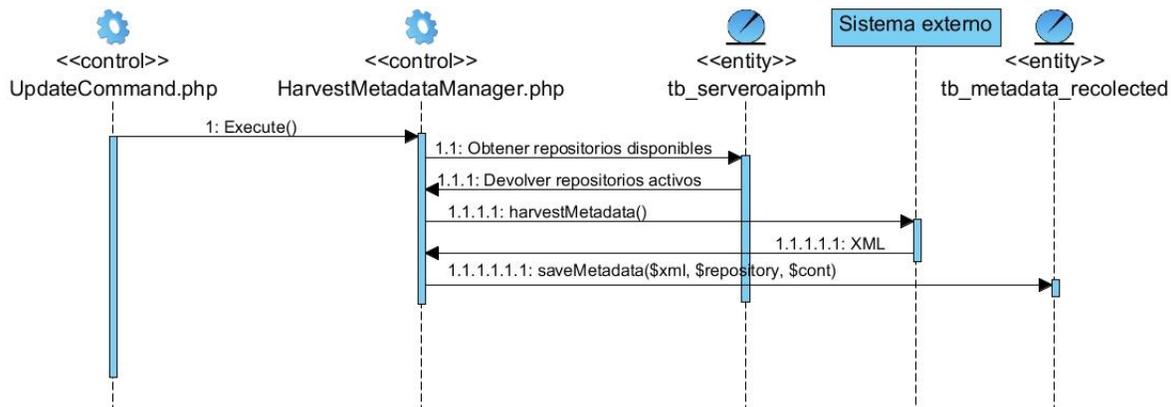
**Ilustración 50:** Proveer listado de los identificadores de los recursos educativos



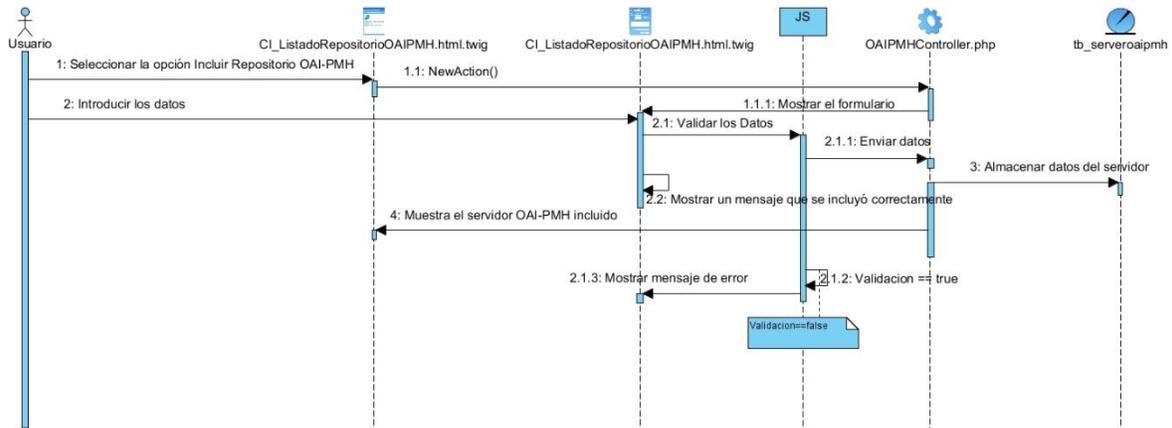
**Ilustración 51:** Proveer listado de formatos bibliográficos



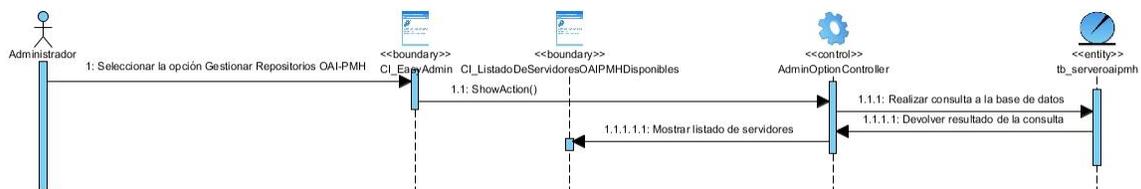
**Ilustración 52:** Proveer listado de categorías



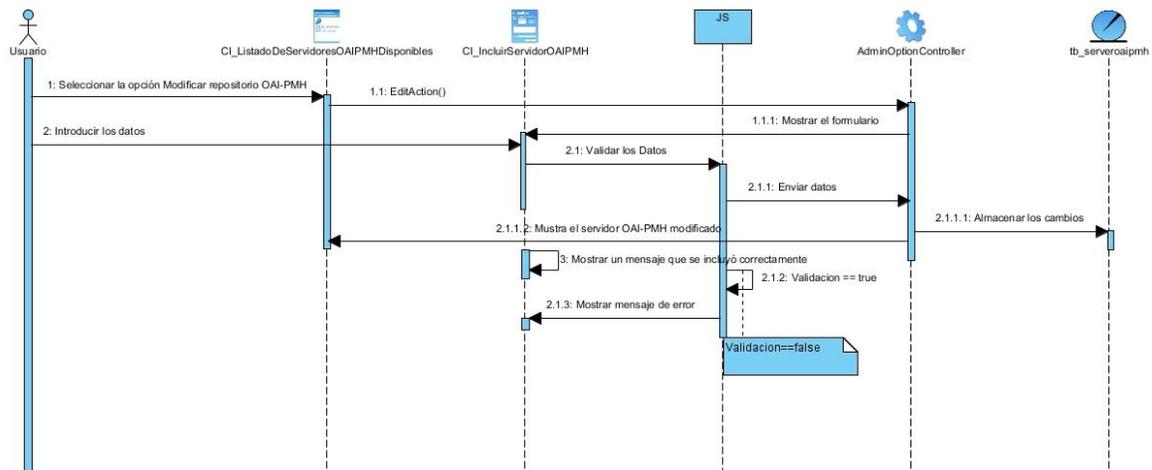
**Ilustración 53:** Recolectar metadatos de repositorios externos



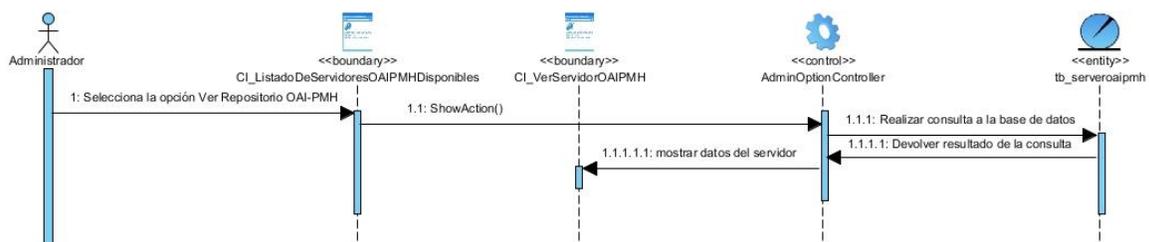
**Ilustración 54: Incluir repositorio OAI-PMH**



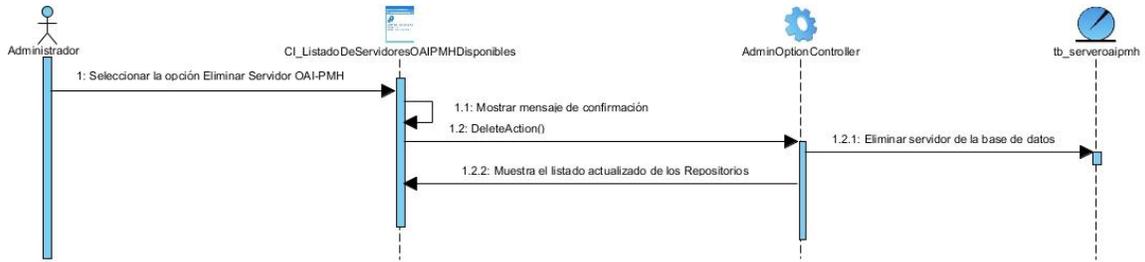
**Ilustración 55: Listar repositorios OAI-PMH**



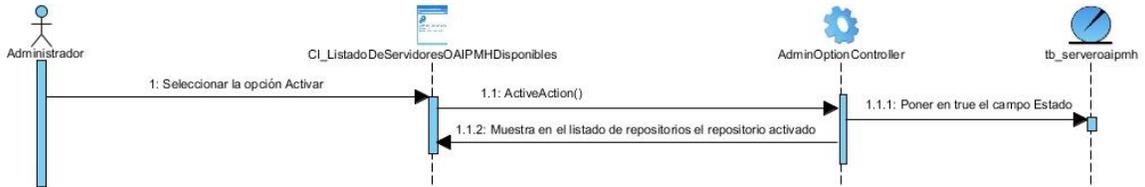
**Ilustración 56: Modificar datos del repositorio OAI-PMH**



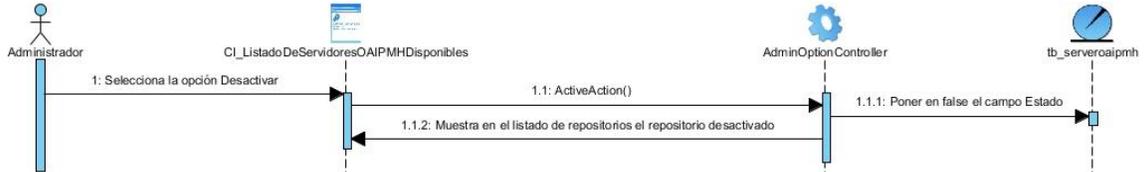
**Ilustración 57: Mostrar repositorio OAI-PMH**



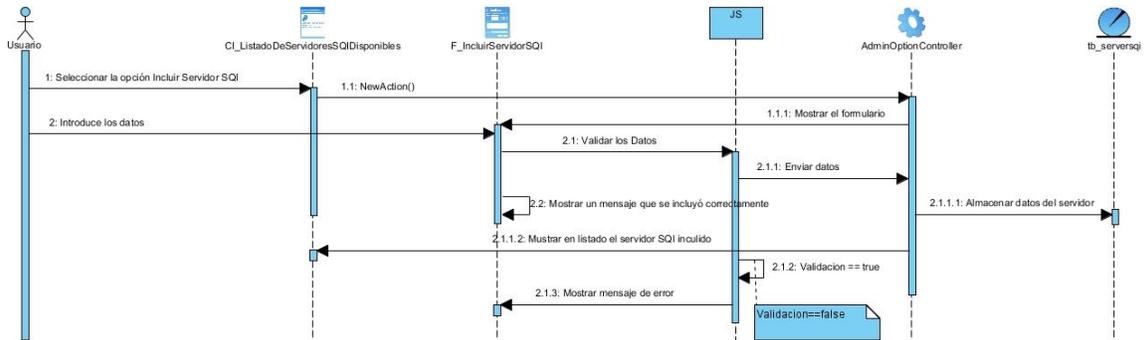
**Ilustración 58: Eliminar repositorio OAI-PMH**



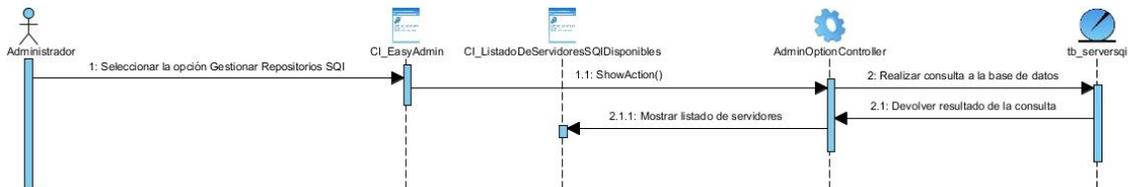
**Ilustración 59: Activar repositorio OAI-PMH**



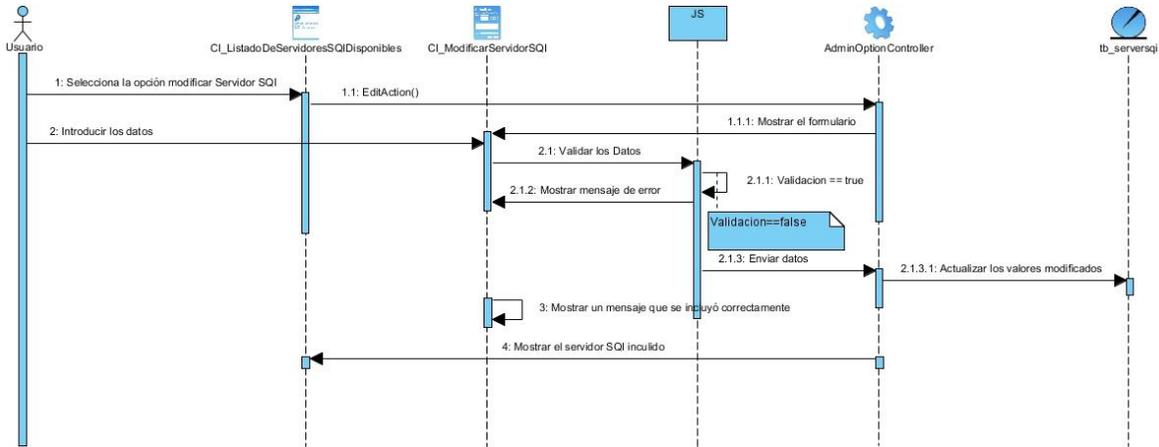
**Ilustración 60: Desactivar repositorio OAI-PMH**



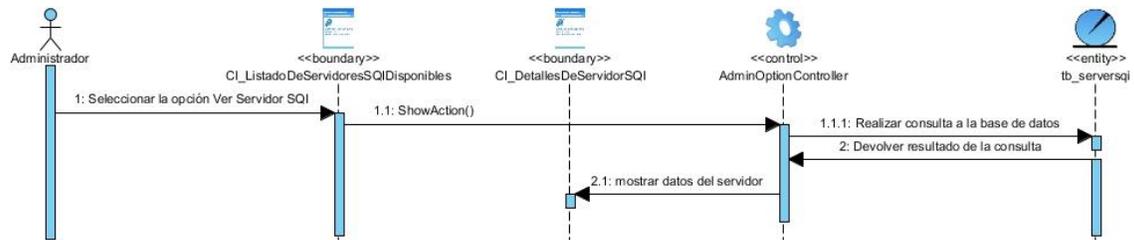
**Ilustración 61: Incluir repositorio SQL**



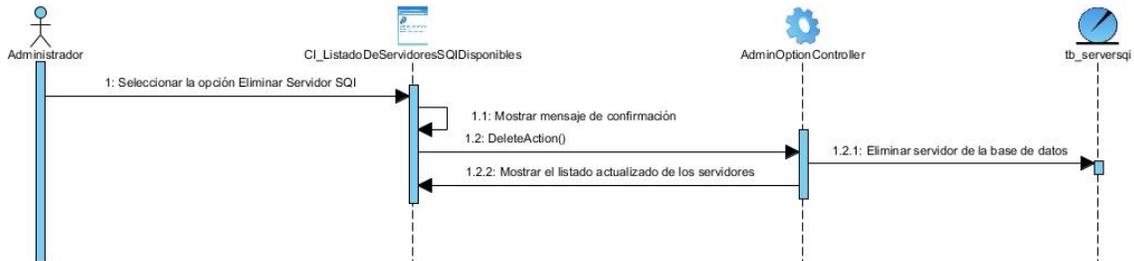
**Ilustración 62: Listar repositorios SQL**



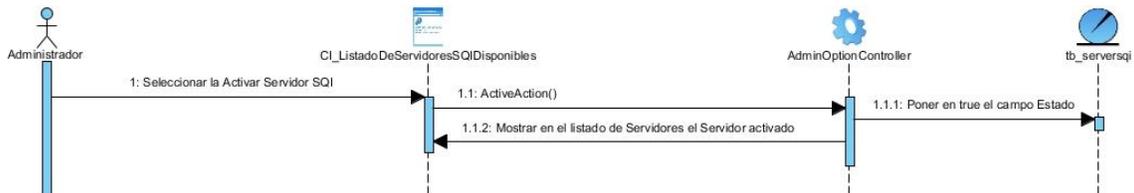
**Ilustración 63: Modificar datos del repositorio SQI**



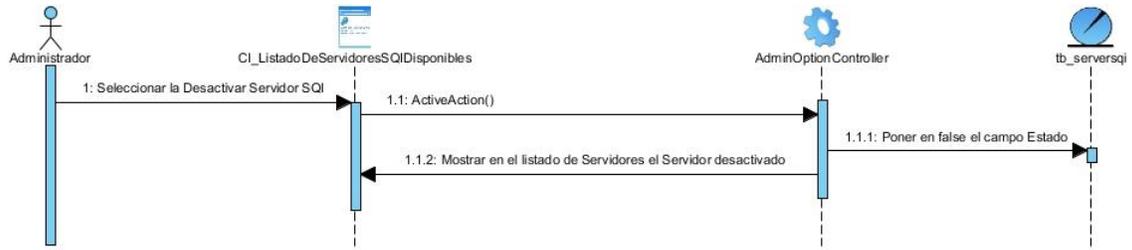
**Ilustración 64: Mostrar repositorio SQI**



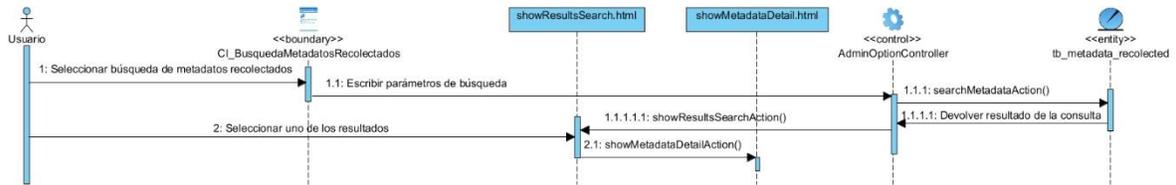
**Ilustración 65: Eliminar repositorio SQI**



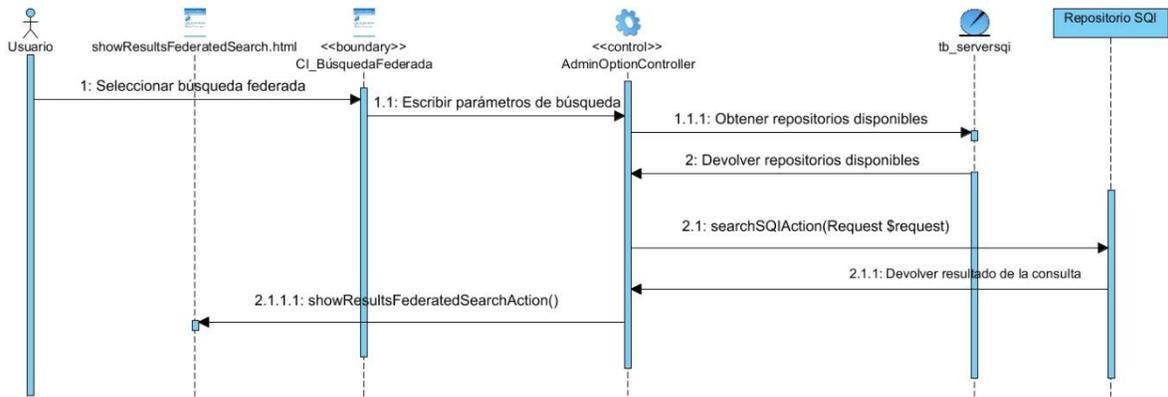
**Ilustración 66: Activar repositorio SQI**



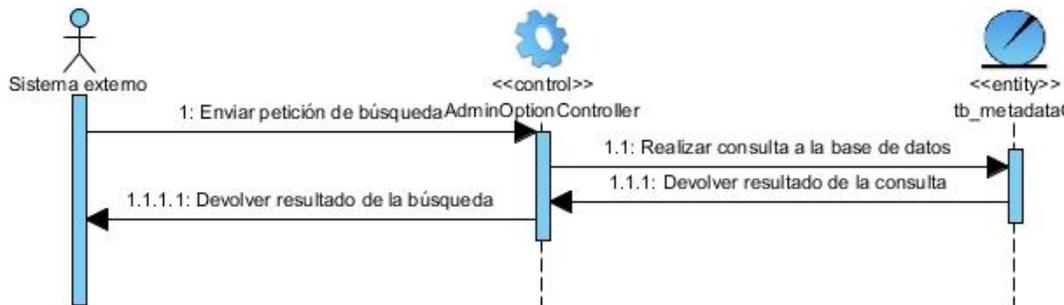
**Ilustración 67: Desactivar repositorio SQL**



**Ilustración 68: Realizar búsqueda local en metadatos recolectados**



**Ilustración 69: Realizar búsqueda federada a repositorios externos**



**Ilustración 70: Permitir búsqueda federada a la Plataforma ZERA**

**Casos de Pruebas**

**Tabla 18:** Caso de prueba de Proveer metadato de recurso educativo.

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Proveer metadato de recurso educativo.	El sistema debe permitir proveer un metadato de recurso educativo.	Muestra en un archivo XML los metadatos de un recurso educativo.	

**Tabla 19:** Caso de prueba Proveer información del repositorio.

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Proveer información del repositorio.	El sistema debe permitir proveer la información del repositorio de la Plataforma Educativa ZERA 2.0	Muestra la información del repositorio de la Plataforma Educativa ZERA 2.0	

**Tabla 20:** Caso de prueba Proveer listado de metadatos de los recursos educativos.

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Proveer listado de metadatos de los recursos educativos.	El sistema debe permitir proveer el listado de metadatos de los recursos educativos de la Plataforma Educativa ZERA 2.0.	Muestra un archivo XML con el listado de metadatos.	

**Tabla 21:** Caso de prueba Proveer listado de los identificadores de recursos educativos.

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Proveer listado de títulos de	El sistema permite proveer los títulos de los recursos	Muestra un archivo XML con el listado de los títulos de los recursos educativos.	

recursos educativos.	educativos a sistemas externos.		
----------------------	---------------------------------	--	--

**Tabla 22:** Caso de prueba Proveer listado de formatos bibliográficos

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Proveer listado de formatos bibliográficos.	El sistema debe proveer el listado de los formatos bibliográficos disponibles en la Plataforma.	Muestra un archivo XML con el listado de los formatos bibliográficos disponibles en la Plataforma.	

**Tabla 23:** Caso de prueba Listar repositorios OIA-PMH

Escenario	Descripción	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Listar repositorios OIA-PMH.	El sistema permite mostrar un listado de los repositorios OAI-PMH disponibles.	Muestra un listado de los repositorios OIA-PMH incluidos previamente, de estos detallan los siguientes datos: - Nombre - URL - Activado además, se podrá realizar las siguientes acciones: - Editar los datos de un repositorio seleccionado. - Eliminar repositorio (es) de la lista. - Ver detalles de un repositorio seleccionado.	Administración/Configurar Servidores/OAI-PMH

**Tabla 24:** Caso de prueba Modificar datos del repositorio OAI-PMH

Escenario	Descripción	Nombre	URL	Descripción	Frecuencia de recolección	Activado	Cantidad de meta datos	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Opción de modificar repositorio	Selecciona la opción de modificar repositorio OAI-PMH	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Brinda la posibilidad de modificar los siguientes datos del repositorio OAI-PMH: - Nombre - URL - Categoría - Descripción - Frecuencia de recolección Y permite: - Actualizar - Cancelar	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH
<b>EC 1.2</b> Opción de actualizar los datos	Modifica los datos que necesite y selecciona la opción de actualizar los datos del repositorio.	V	V	V	V	V	V	Valida los datos. Actualiza los datos del repositorio OAI-PMH. Muestra el listado de repositorios y un mensaje de información.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Actualizar
<b>EC 1.3</b> Opción de cancelar.	Selecciona la opción de Cancelar.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Elimina los datos creados. Regresa al listado de repositorios OAI-PMH y muestra un	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Incluir/Cancelar

								mensaje de información	
<b>EC 1.4</b> Datos incompletos	Existen datos incompletos.	I	V	V	V	N/A	V	Muestra un mensaje de información	Administración/Gestionar servidores/O AI-PMH/Incluir/Actualizar
		V	I	V	V	N/A	V	Muestra un mensaje de información	
		V	V	I	V	N/A	V	Muestra un indicador sobre los campos vacíos.	
		V	V	V	I	N/A	V	<u>Regresa al EC 1.1.</u>	
		V	V	V	V	N/A	I		
<b>EC 1.5</b> Datos incorrectos	Existen datos incorrectos.	V	I	V	V	N/A	V	Muestra un mensaje de información	Administración/Gestionar servidores/O AI-PMH/Incluir/Actualizar
		V	V	V	V	N/A	I	Muestra un indicador sobre los campos incorrectos. <u>Regresa al EC 1.1.</u>	

**Tabla 25:** Caso de prueba Mostrar repositorio OAI-PMH

<b>Escenario</b>	<b>Descripción</b>	<b>Respuesta del sistema</b>	<b>Flujo central</b>
<b>EC 1.1</b> Opción de ver los datos del elemento	Selecciona la opción de ver los datos de un repositorio OAI-PMH y consulta sus datos.	Muestra los siguientes datos de la institución: - Nombre - URL - Categoría - Descripción - Frecuencia de recolección. Permite además: - Editar los datos del repositorio. - Eliminar los datos del repositorio. - Cancelar la operación en cualquier momento.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Ver
<b>EC 1.2</b> Opción de cancelar la operación.	El usuario selecciona la opción de Cancelar.	Regresa al listado de repositorios y muestra un mensaje de información.	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Ver/Cancelar
<b>EC 1.3</b> Opción de modificar los datos.	Selecciona la opción de Editar los datos de la institución.	El sistema brinda la posibilidad de modificar los datos del repositorio. <u>Ver CP: "Modificar datos del repositorio"</u> .	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Ver/Editar
<b>EC 1.4</b> Opción de eliminar el elemento.	Selecciona la opción de Eliminar el repositorio.	El sistema brinda la posibilidad de eliminar el repositorio. <u>Ver CP: "Eliminar repositorio"</u> .	Administración/Gestionar servidores/OAI-PMH/Ver/Eliminar

## Anexos

Escenario	Descripción	Nombre	URL inicio de sesión	URL inicio de búsqueda	Descripción	Estado	Nombre de usuario	Contraseña	Respuesta del sistema	Flujo central
<b>EC 1.1</b> Opción Incluir servidor SQL.	Selecciona la opción de incluir un nuevo repositorio SQL	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Brinda la posibilidad de introducir y/o seleccionar de manera obligatoria los siguientes datos del repositorio SQL: - Nombre - URL de inicio de sesión - URL de inicio de búsqueda - Categoría - Descripción - Estado Y permite: - Incluir - Cancelar	Administración/Gestionar servidores/SQL
<b>EC 1.2</b> Opción de Guardar los datos.	Introduce y/o selecciona los datos del repositorio SQL y la opción Incluir	V	V	V	V	N/A	V	V	<i>Valida los datos.</i> <i>Crea un repositorio SQL</i> Muestra el listado de repositorios y un mensaje de información.	Administración/Gestionar servidores/SQL/Incluir/Guardar
<b>EC 1.3</b> Opción de	Selecciona la opción	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Elimina los datos creados.	Administración/Gestionar

## *Anexos*

cancelar .	de Cancelar.								Regresa al listado de servidores SQL y muestra un mensaje de información.	servidores/SQL/Incluir/Cancelar
<b>EC 1.4</b> Datos incompletos	Existen datos incompletos.	I	V	V	V	N/A	V	V	Muestra un mensaje de información. Muestra un indicador sobre los campos vacíos. <u>Regresa al EC 1.1.</u>	Administración/Gestionar servidores/SQL/Incluir/Guardar
		V	I	V	V	N/A	V	V		
		V	V	I	V	N/A	V	V		
		V	V	V	I	N/A	V	V		
		V	V	V	V	V	I	V		
		V	V	V	V	V	V	I		
<b>EC 1.5</b> Datos incorrectos	Existen datos incorrectos.	V	I	V	V	N/A	V	V	Muestra un mensaje de información. Muestra un indicador sobre los campos incorrectos. <u>Regresa al EC 1.1.</u>	Administración/Gestionar servidores/SQL/Incluir/Guardar