

Evaluación de usabilidad de las interfaces para depositar objetos de aprendizaje en *EPrints* y *DSpace*

GUADALUPE CHETLA¹, MARÍA AUXILIO MEDINA¹, ANTONIO BENITEZ¹, JORGE DE LA CALLEJA¹,
CLAUDIA ZEPEDA², REYNA CAROLINA MEDINA³

¹ Universidad Politécnica de Puebla. Departamento de Posgrado. Tercer Carril del Ejido Serrano S/N. San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, Puebla, Méx. C. P. 72640

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Facultad de Ciencias de la Computación. Avenida San Claudio 14 Sur, Ciudad Universitaria. Puebla, Pue., Méx. C. P. 72592

³ Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. División de Ciencias Básicas e Ingenierías. San Rafael Atlixco 186. Col Vicentina, Iztapalapa. Ciudad de México, Méx. C. P. 09340

Los objetos de aprendizaje se han utilizado como apoyo en contextos educativos en línea o en modalidad presencial. El artículo resume la funcionalidad de *EPrints* y *DSpace*, plataformas tecnológicas de código abierto que se han adaptado para gestionar objetos de aprendizaje, el objetivo a mediano plazo, es implantar un repositorio interoperable para la Universidad Politécnica de Puebla. La metodología consiste en la identificación de un conjunto de requerimientos funcionales y no funcionales seguido de un estudio de usabilidad para las interfaces que soportan el depósito. Los resultados indican que los usuarios potenciales preferirían *DSpace*.

© 2019 Universidad Politécnica de Puebla

Palabras clave: Repositorios institucionales, objetos de aprendizaje, evaluación de usabilidad

1. INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de contenido educativo en internet, los estudiantes y docentes enfrentan problemas como inconsistencia entre las fuentes consultadas, tiempo para seleccionar la información de calidad y dificultad para contextualizar las temáticas. Estos problemas se han abordado desde diferentes perspectivas como la Tecnología Educativa (TE) que emplea a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) para fortalecer los procesos de enseñanza - aprendizaje.

Los Objetos de Aprendizaje, (en adelante OAs), surgieron como apoyo a la educación presencial y a la enseñanza en línea (*e-learning*) [1], cumplen con características pedagógicas y técnicas, ejemplos de las últimas son: ser portables, estar disponibles 24/7, reutilizables e intercambiables entre aplicaciones [2, 3].

Previamente, estudiantes de licenciatura, posgrado y docentes de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM - Iztapalapa), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Politécnica de Puebla (UPPue), entre otras, participaron en el proyecto *Desarrollo de objetos de aprendizaje adaptativos*

del tema curricular bases de datos para alumnos de Instituciones de Educación Superior (IES), Convocatoria 2016 del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP¹) de las Comunidades Digitales para el Aprendizaje en la Educación Superior (CODAES). Los OAs implementados están disponibles desde el sitio web de CODAES². Sin embargo, la actualización e implementación de nuevos OAs no forman parte del proyecto, por lo que existe la necesidad de contar con un espacio virtual que apoye el desarrollo de estas actividades.

Las plataformas tecnológicas que gestionan OAs se denominan *Repositorios de Objetos de Aprendizaje* (ROAs), en ellas se implementan tareas dirigidas al almacenamiento, acceso, distribución y disponibilidad de los OAs. De acuerdo con [4], un ROA almacena los contenidos a menor costo y reduce los esfuerzos individuales e institucionales para mantenerlos. El objetivo del artículo es presentar un análisis comparativo y los resultados de una evaluación de usabilidad de las interfaces para depositar OAs de las plataformas *EPrints* [5] y *DSpace* [6], que de acuerdo con los datos del Directorio de Repositorios de Acceso Abierto, OpenDOAR³, son las más utilizadas. El propósito es implantar un ROA para la UPPue.

El artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 describe los trabajos relacionados. La sección 3 contiene los requerimientos funcionales y no funcionales de un ROA para la UPPue. La sección 4 compara las plataformas seleccionadas. La sección 5 presenta los resultados de la evaluación de las interfaces para depositar OAs. Finalmente, la sección 6 contiene las conclusiones y presenta el trabajo a futuro.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

Comunidades científicas y organizaciones utilizan diferentes plataformas tecnológicas para implementar ROAs; en la UPPue, se se llevó a cabo una investigación exploratoria considerando como elementos de búsqueda aquellos ROAs cuyos contenidos se distribuyen en Acceso Abierto (AA) y que hayan sido implementados recientemente. La Tabla 1 describe algunos.

¹ La página web de PRODEP es: <http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/PRODEP.htm>

² El sitio web de CODAES es: <https://www.codaes.mx>

³ El directorio OpenDOAR está disponible en <http://www.opendoar.org>

Tabla 1. Descripción de ROAs

Identificador	Nombre del ROA	Año y cita
roa1	fROAC	2015 [7]
roa2	OALínea	2015 [8]
roa3	ROACAA	2015 [9]
roa4	Gestor de OAs	2014 [10]
roa5	Photodentro LOR	2014 [11]

[10] propone una metodología para la gestión, almacenamiento y creación de OAs con el fin de proveer contenidos educativos por medio de una aplicación web. [8] plantea un sistema administrador de OAs para facilitar la enseñanza, aprendizaje y desarrollar el hábito del auto aprendizaje para estudiantes de nivel secundaria. En [9] se describe un ROA con contenidos abiertos, accesibles y reutilizables para estudiantes y docentes utilizando la metodología AdHoc basada en LUP-AGIL. [7] presenta el sistema fROAC (federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia), el cual integra ROAs distribuidos, permite el desarrollo de aplicaciones y servicios para el mejoramiento en los procesos de gestión de OAs. Finalmente, [11] describe el Repositorio Nacional Griego de OAs denominado *Photodentro LOR* para estudiantes de primaria y secundaria.

La Tabla 2 muestra las tareas soportadas en los ROAs de la Tabla 1. Desde la perspectiva de los autores, estas tareas agrupan la funcionalidad básica de cualquier ROA [12].

Tabla 2. Funcionalidad de ROAs

Identificador / tarea	roa1	roa2	roa3	roa4	roa5
Recuperación	✓	✓	✓	✓	✓
Almacenamiento	✓	✓	✓	✓	✓
Descarga		✓			✓
Autenticación		✓			✓

La Tabla 3 resume otras características de los ROAs de los trabajos relacionados, la nomenclatura se lista a continuación:

- CC: *Creative Commons*
- CEM: *Colombian Education Metadata*
- DC: *Dublin Core*
- ES: español
- LOOM: *IEEE-LOOM Standard for Learning Object Metadata*
- OBAA: *Agent Based Learning Objects*
- P: primaria
- PG: público en general
- S: secundaria
- SM: software creado a la medida
- SUP: educación superior
- X significa que no se cumple con la característica

Además del software creado a la medida, el directorio OpenDOAR [13] que integra información sobre repositorios de AA, a la fecha de escritura del artículo reporta la existencia de 545 ROAs como muestra la Figura 1; las plataformas más utilizadas son *EPrints* y *DSpace* con 52 y 286 ROAs, respectivamente, ambas se distribuyen con licencia de código abierto e implementan el

Tabla 3. Otras características de los ROAs

Característica	roa1	roa2	roa3	roa4	roa5
Plataforma	DSPACE	SM	SM	SM	SM
Nivel educativo	P	PG	PG	SUP	SUP
Idioma	Griego Inglés	ES	ES	ES	ES
Licencia	CC 3.0	CC 3.0	X	X	X
Estándar de metadatos	IEEE LOM	IEEE LOM	IEEE LOM DC OBAA CEM 2.0	X	X

protocolo de la Iniciativa de Archivos Abiertos para la Recolección de Metadatos (OAI-PMH) por las siglas en inglés de *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting* [14].

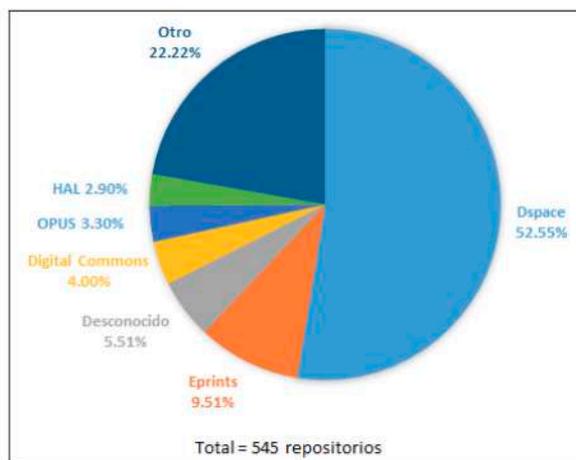


Figura 1. Plataformas para ROAs. Fuente: *OpenDOAR* [13]

3. IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Desde el punto de vista de un administrador de un ROA, junto con la funcionalidad, es de interés conocer aspectos de usabilidad de acuerdo a la percepción de los estudiantes y docentes, quienes serían los usuarios potenciales, así como aspectos técnicos relacionados con la instalación y mantenimiento. La Tabla 4 muestra los requerimientos funcionales (RF) principales y su prioridad, (columna P). Los niveles de prioridad son: Alta – (A), Media – (M) y Baja – (B). Los requerimientos no funcionales de instalación y administración, identificados con las siglas RI y RA, respectivamente, se muestran en las Tablas 5 y 6.

4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE EPRINTS Y DSPACE

EPrints [5] y *DSpace* [6] soportan la creación de ROAs, *EPrints* se desarrolló en la *School of Electronics and Computer Science* de la *University of Southampton* (Reino Unido) [5], *DSpace* surgió como un proyecto conjunto entre el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) y la compañía *Hewlett-Packard*. De acuerdo con las especificaciones técnicas, ambas plataformas soportan el depósito de archivos digitales en múltiples formatos, se configuran para

autenticar a los usuarios a través del uso de un identificador y contraseña, cuentan con mecanismos de importación y exportación de metadatos, otros aspectos se incluyen en la Tabla 7. La Tabla 9 compara elementos de relacionados con la instalación y administración.

Tabla 4. Requerimientos funcionales para un ROA en la UPPue

No.	Descripción	P
RF1	Depósito de un OA	A
RF2	Recuperación de OAs por palabras clave	A
RF3	Visualización de contenidos	M
RF4	Recuperación de cita bibliográfica	B

Tabla 5. Requerimientos no funcionales para la instalación

No.	Requerimiento	Especificación
RI1	Lenguaje de programación no propietario	Multiplataforma y licencia pública general GNU (GLP GNU)
RI2	Sistema operativo	Linux o Windows
RI3	Base de datos	Licencia de código abierto
RI4	Pre-requisitos de software	Licencia de código abierto

Tabla 6. Requerimientos no funcionales para la administración

No.	Requerimiento	Especificación
RA1	Metadatos	Uso de estándares
RA2	Almacenamiento	Independiente de metadatos y contenidos
RA3	Interoperabilidad	Exportación e importación de metadatos
RA4	Control de acceso	Gestión de cuentas de usuario
RA5	Autenticación	Administración de usuarios para depósito de OAs

En relación con la funcionalidad, ambas plataformas cuentan con soporte para la generación de reportes, permiten suscripciones, implementan mecanismos de búsqueda básica en texto y avanzadas en metadatos; otras tareas se incluyen en la Tabla 8.

5. EVALUACIÓN DE USABILIDAD

Para estimar la usabilidad de las interfaces de *EPrints* y *DSpace* para depositar OAs, se diseñó un estudio que emplea el método de evaluación heurística, el cual se describe en la siguiente sección.

A. Evaluación heurística

La *evaluación heurística* es un método para apoyar el diseño de la interfaz de usuario computacional y diagnosticar problemas de usabilidad, permite juzgar el grado de cumplimiento de principios de usabilidad y diseño específicos [15]. La heurísticas de Jakob Nielsen son [14]:

Tabla 7. Aspectos técnicos

Aspectos técnicos	<i>EPrints</i>	<i>DSpace</i>
Lenguaje de programación	Perl	Java
Sistema operativo	GNU Linux, Red Hot/Fedora, Debian/Ubuntu, Windows 3.0 o superior	Windows, Linux
Base de datos	MySQL, Apache	PostgreSQL, Oracle
Pre-requisitos de software	– Apache Tomcat – Intérprete para Perl, – Módulo <code>mod-perl</code> – Herramientas del sistema operativo para importación y exportación	– Java – Apache Tomcat – Apache Ant

Tabla 8. Tareas implementadas en *EPrints* y *DSpace*

Tarea	<i>EPrints</i>	<i>DSpace</i>
Navegación	La navegación se proporciona usando campos especificados	Permite navegar a través de las comunidades y colecciones de los objetos
Soporte multilingüe	Proporcionan un atributo XML en los campos de metadatos para definir el idioma utilizado	Más de veinte idiomas
Administración de búsquedas guardadas	✓	✗
Editar las frases de la página	✓	✗
Tareas de curación	✗	✓
Crear comunidades	✗	✓
Registros de la lista de todos los campos disponibles y archivos conocidos con nivel de soporte	✗	✓

Tabla 9. Instalación y administración

Instalación y administración	<i>EPrints</i>	<i>Dspace</i>
Modelo de objetos	Metadatos	Metadatos y contenido digital
Metadatos	Cualquier esquema	Dublin Core OAI-DC, DIDL DIM, ETDMS, METS, MODS, OAI-ORE, RDF, MARC, UKETD-DC XOAI
Interoperabilidad	Exportar metadatos en XML	Integrar y paquetes de información de archivo (AIP)
Soporte de colecciones	X	Colecciones y comunidades
Almacenamiento de contenido digital	MySQL para metadatos, sistema de archivos para contenidos	PostgreSQL para metadatos, sistema de archivos para contenidos
Control de acceso	Roles: administrador, editor y autor	Capacidad para crear tipos de usuario con privilegios
Administración de objetos	Interfaz web predeterminada para la creación y edición de objetos	Los elementos se crean utilizando la interfaz web
Normas de compatibilidad	– OAI-PMH – OAI-ORE – SWORD – SWAP – RDF	– OAI-MHP – OAI-ORE – SWORD – WebDAV – Open Search – Open URL – RSS – ATOM

H1: Visibilidad del estado del sistema

H2: Relación sistema – mundo real

H3: Control y libertad del usuario

H4: Consistencia y estándares

H5: Prevención de errores

H6: Reconocimiento antes que recuerdo

H7: Flexibilidad y eficiencia de uso

H8: Estética y diseño minimalista

H9: Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores

H10: Ayuda y documentación

La evaluación heurística ha sido utilizada ampliamente debido a su velocidad y la relación costo-efectividad, entre las ventajas que ofrece se encuentran las siguientes [16]:

- Económica en comparación con otros métodos de evaluación
- Intuitiva y fácil de motivar a los evaluadores potenciales que lo utilizan
- No requiere planificación por adelantado
- Los evaluadores no necesitan ser expertos en usabilidad
- Se utiliza en etapas tempranas del proceso de desarrollo de un sistema

La evaluación heurística confía en las revisiones para descubrir problemas, puede realizarse con un pequeño grupo de evaluadores (3 a 5).

B. Descripción del estudio

Se diseñó un estudio con el propósito de observar las características que presentan las interfaces de *EPrints* y *Dspace* para depositar OAs. El estudio se ejecutó de acuerdo a un protocolo utilizado ampliamente en la evaluación de usabilidad que se apoya en los documentos siguientes [14], [17]:

- Carta de derechos del participante
- Formato de consentimiento
- Cuestionario previo
- Hoja de tareas
- Cuestionario posterior

La Figura 2 presenta el escenario y los actores de una sesión de evaluación. El tiempo promedio de una sesión de evaluación es de 40 minutos, en la cual, una facilitadora llevó a cabo los pasos siguientes:

Paso 1: Leyó la carta de derechos del participante

Paso 2: Pidió al participante la firma en el formato de consentimiento

Paso 3: Entregó el cuestionario previo

Paso 4: Entregó la hoja de tareas, la cual incluye los pasos para depositar un OA en la plataforma a evaluar. Se asignaron 30 minutos como tiempo límite para implementar esta tarea

Paso 5: Pidió al participante evaluar cada heurística de Nielsen utilizando una escala de Likert de 5 valores (valor mínimo 1, valor máximo 5)

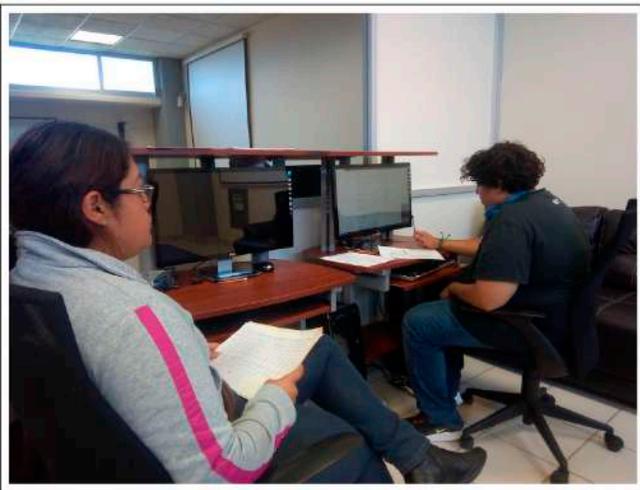


Figura 2. Escenario y actores de una sesión de evaluación

C. Perfil de participantes

En el estudio, los participantes se organizaron en dos grupos de 6 estudiantes de Ingeniería en Informática de la UPPue cada uno, el rango de edad varía entre 20 y 29 años. El grupo 1 evaluó *EPrints*, se integró con 4 mujeres y 2 hombres; las 3 mujeres y los 3 hombres del grupo 2 utilizaron *DSpace*. Los participantes se eligieron a través de un método aleatorio; aunque todos reportaron haber hecho uso de OAs, ninguno había utilizado alguna de las plataformas a evaluar.

D. Escenario para la evaluación

El estudio se realizó en el Laboratorio de Experiencia de Usuario de la UPPue (m@ux⁴), se evaluó la usabilidad de las interfaces para depositar un OA en una computadora de escritorio con sistema operativo Windows 10, en la que se instaló *EPrints* versión 3.3.16 y *DSpace* versión 6.2. El acceso a las plataformas se realizó utilizando el navegador Mozilla Firefox.

E. Resultados

Los resultados de la evaluación de los usuarios se muestran en las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7. Los valores [1, 5] de la escala de Likert se relacionaron con las leyendas de estas figuras.

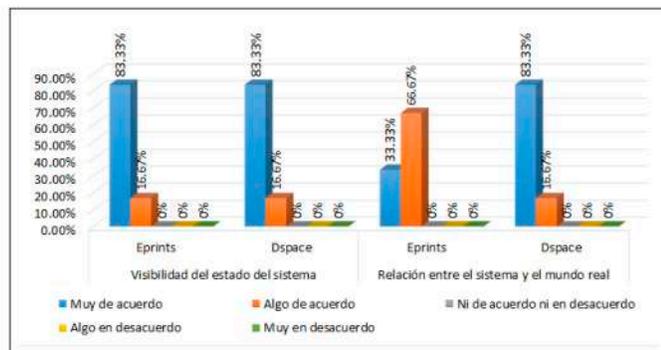


Figura 3. H1: visibilidad del estado y H2: relación sistema - mundo real

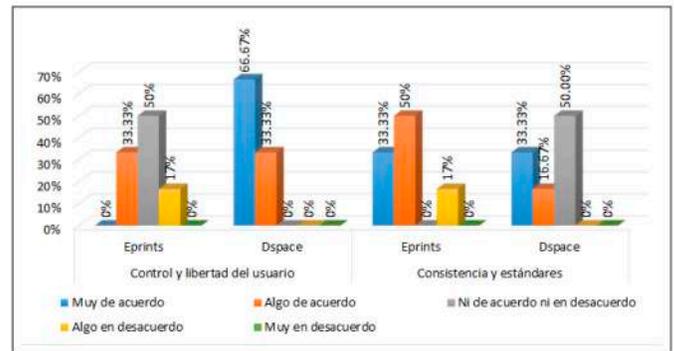


Figura 4. H3: control y libertad del usuario y H4: consistencia y estándares



Figura 5. H5: prevención de errores y H6: reconocimiento antes que recuerdo

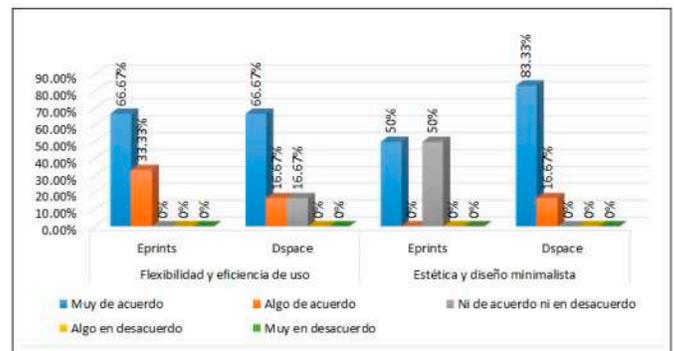


Figura 6. H7: flexibilidad y eficiencia de uso y H8: estética y diseño minimalista

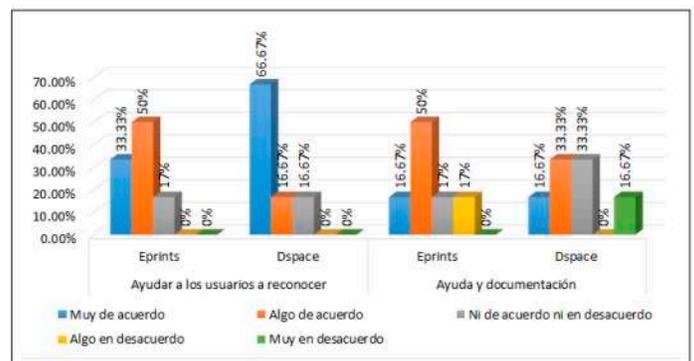


Figura 7. H9: ayudar a los usuarios a reconocer y H10: ayuda y documentación

⁴La página web del laboratorio de experiencia de usuario está disponible en: <http://informatica.uppuebla.edu.mx/~mmedina/maux>

Todos los participantes lograron depositar un OA representado como un archivo PDF en los tiempos que muestra la Figura 8; el tiempo promedio en minutos por plataforma es: 22:13 para *EPrints* y 15:58 para *DSpace*.



Figura 8. Tiempo para depositar un OA por participante

A excepción de H1, en 9 de las 10 heurísticas los valores de los participantes varían, los resultados muestran los valores para *EPrints* son mayores en H5, H7 y H10, pero menores para H2, H3, H4, H6, H8 y H9. Considerando como criterio de selección el mayor número de heurísticas cumplidas, esto indica que los usuarios potenciales preferirían utilizar *DSpace*.

6. CONCLUSIONES

En la UPPue, se requiere de un ROA para almacenar y difundir OAs elaborados por estudiantes y docentes de acuerdo a su política de AA. Con base en los requerimientos de usuarios potenciales, el artículo presentó un análisis comparativo de *EPrints* y *DSpace*. Se realizó una evaluación heurística de usabilidad de las plataformas para el depósito de OAs, que aunque no constituye una muestra estadísticamente representativa de los usuarios potenciales, los resultados indican los participantes preferirían utilizar *DSpace*.

A través de la implementación del ROA, se espera apoyar los procesos de enseñanza - aprendizaje de los programas académicos y la oferta de educación continua en la UPPue. Como trabajo a futuro, se propone el desarrollo de un OA que permita verificar la funcionalidad de *DSpace* para gestionar los diferentes tipos de contenido.

REFERENCIAS

1. J. I. Rea Cortés, "Metodología de aprendizaje para la homologación de conocimientos en ingeniería de software," Tesis de maestría, Universidad de las Américas Puebla. Ciencias de la Computación, Cholula, Puebla, México (2015).
2. L. R. Cuenca Pletsch, V. Sandoval, M. A. Cernadas, y M. d. C. Maurel, "Modelización y desarrollo de un repositorio de objetos de aprendizaje," en "XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación," (PREBI - SEDICI, 2015).
3. CODAES, "Modelo de diseño instruccional," <http://www.codaes.mx/content/repositorioicdg/000090/Modelo-DI-CODAES.pdf> (2015). Fecha de acceso: 18 de Octubre del 2018.
4. C. López Guzmán, "Los repositorios de objetos de aprendizaje como soporte a un entorno *e-learning*," Tesis de maestría, Universidad de Salamanca, Salamanca, España (2005).
5. "Eprints," (2018). Fecha de acceso: 10. de Marzo del 2018.

6. DURASPACE, "Dspace," <http://www.dspace.org/> (2018). Fecha de acceso: 10 de Marzo del 2018.
7. FROAC : una iniciativa colombiana para la integración de repositorios de objetos de aprendizaje, vol. 4.
8. L. Tetlalmatzi Montiel y N. Fariás Mendoza, "Sistema hipermedia para administrar objetos de aprendizaje en educación secundaria," en "Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo," (2015), 11, pp. 67–91.
9. Y. C. Hernández Bieliuskas, "Roaca: Un repositorio de objetos de aprendizaje de contenidos abiertos accesibles "para todas y todos," en "Anais da X Conferencia Latino-Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem (LACLO 2015)," (CBIE-LACLO, 2015), pp. 370–378.
10. J. Guerrero García y J. M. González Calleros, "Hacia un sistema gestor de objetos de aprendizaje," en "Conciencia Tecnológica," (2014), 47, pp. 49–58.
11. E. Megalou y C. Kaklamanis, "Photodentro lor, the greek national learning object repository," en "INTED2014 Proceedings," (IATED, 2014), 8th International Technology, Education and Development Conference, pp. 309–319.
12. T. Looms y C. Christensen, "Advanced distributed learning emerging and enabling technologies for the design of learning object repositories report," en "Advanced Distributed Learning," (2002). Fecha de acceso: 24 de Febrero del 2018.
13. U. of Nottingham, "The directory of open access repositories - open-doar," <http://www.openoar.org/> (2014). Fecha de acceso: 23 de Octubre del 2018.
14. J. Nielsen, *Usability Engineering* (The Computer Science and Engineering Handbook, 1997).
15. *Using Design Patterns as Usability Heuristics for Mobile Groupware Systems*, vol. 13.
16. J. F. Sánchez Alvarez, "Método de evaluación de usabilidad aplicada a productos de software que facilitan el acceso a herramientas informáticas de personas con enfermedades que afectan la motricidad," Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín (2016). Línea de investigación: Calidad de software.
17. J. Muñoz, J. M. González, y A. Sánchez, *La interacción humano – computadora en México* (Pearson, 2014).