

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título
de Ingeniero de Sistemas*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE
APRENDIZAJE ACCESIBLES CON FUNCIONALIDAD DE
COOPERACIÓN DE EXPERTOS Y ESTUDIANTES”**

AUTOR:

ANGEL POLIVIO PAQUI GONZALEZ

TUTORA:

ING. PAOLA CRISTINA INGAVÉLEZ GUERRA, MGT.

CUENCA - ECUADOR

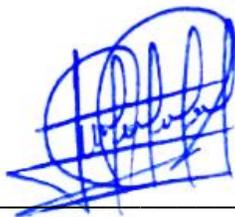
2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Angel Polivio Paqui Gonzalez con documento de identificación N° 1900790682, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE ACCESIBLES CON FUNCIONALIDAD DE COOPERACIÓN DE EXPERTOS Y ESTUDIANTES”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero de Sistemas*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2021.



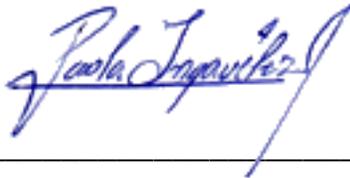
Angel Polivio Paqui Gonzalez

C.I. 1900790682

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE ACCESIBLES CON FUNCIONALIDAD DE COOPERACIÓN DE EXPERTOS Y ESTUDIANTES”**, realizado por Angel Polivio Paqui Gonzalez, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio de 2021.



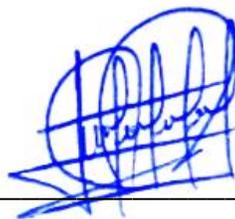
Ing. Paola C. Ingavélez G., Mgt.

C.I. 1712214616

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Angel Polivio Paqui Gonzalez con documento de identificación N° 1900790682, autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE ACCESIBLES CON FUNCIONALIDAD DE COOPERACIÓN DE EXPERTOS Y ESTUDIANTES”**, certifico que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, julio de 2021.



Angel Polivio Paqui Gonzalez

C.I. 1900790682

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento a mi directora de tesis Ing. Paola Ingavelez, quien ha sido una excelente guía y apoyo durante todo el proceso de desarrollo y aprendizaje, apoyándome en todas las etapas del mismo, mostrando total apertura y disponibilidad para brindar asesoría necesaria para solucionar mis dudas para que todo salga de la mejor manera.

Por otra parte, quiero agradecer a todos quienes forman parte del grupo de investigación en Inteligencia Artificial y Tecnologías de Asistencia (GIITA) de la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca, a la cátedra UNESCO y al proyecto EduTech Asistencia Tecnológica a la Accesibilidad en la Educación Superior Virtual por todo el respaldo y apoyo continuo ofrecido durante este proceso, buscando que llegue a ser un gran profesional, pero sin olvidar que la tecnología debe estar al servicio de todos sin exclusión alguna, proporcionando igualdad de oportunidades a todos quienes lo necesiten.

Finalmente, quiero agradecer a todos mis maestros y mis compañeros que han sido parte de mi carrera universitaria ya que cada uno de ellos ha sido una pieza importante para culminar con éxito esta meta.

Angel Polivio Paqui Gonzalez

DEDICATORIA

El desarrollo de este proyecto, lo dedico principalmente a Dios, quien cada día me ha regalado la vida, la salud, la inteligencia y todas las capacidades que me han permitido obtener uno de mis anhelos más deseados.

Con mucho cariño a mis padres Miguel y Rosa, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento enseñándome a dar siempre lo mejor de mí, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, y por ser los mejores padres que me pudo darme la vida.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por saberme comprenderme en todo momento. A toda mi familia por todo su apoyo incondicional gracias.

Finalmente, quiero dedicar de una manera muy especial este trabajo a una de las personas más importantes de mi vida Irene, por apoyarme incondicionalmente en momentos difíciles durante todos estos años de mi carrera universitaria, sin tu apoyo no hubiera logrado alcanzar esta meta.

Angel Polivio Paqui Gonzalez

Tabla de contenido

1.	RESUMEN.....	1
2.	ABSTRACT	1
3.	PALABRAS CLAVES	1
4.	INTRODUCCIÓN	2
5.	JUSTIFICACIÓN.....	3
6.	GRUPO OBJETIVO	3
7.	ALCANCE.....	4
8.	OBJETIVOS	4
8.1.	Objetivo General	4
8.2.	Objetivos específicos.....	4
9.	MARCO CONCEPTUAL.....	5
9.1.	Conceptos y métodos.....	5
9.2.	Accesibilidad.....	5
9.3.	Objetos de Aprendizaje	5
9.3.1.	Estándares para la creación de Objeto de Aprendizaje	6
9.4.	Repositorio de Objetos de Aprendizaje	7
9.5.	Estudio de Repositorios de Objetos de Aprendizaje	8
9.5.1.	VISH	8
9.5.2.	DSpace.....	8
9.5.3.	Merlot.....	9
9.5.4.	Ágora	9
9.6.	Comparativa de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje	10
9.7.	Metadatos	10
9.7.1.	Tipos de metadatos.....	11
9.8.	Sistemas de Recomendación.....	11
9.8.1.	Sistema de recomendación basado en contenido	12
9.8.2.	Conceptos que se utilizan en los recomendadores basado en contenido	13
9.8.3.	Librería NLTK	13
9.8.4.	Librería sklearn	14
9.8.5.	Librería Pandas	15
9.8.6.	Descripción de herramientas	16

10.	ARQUITECTURA Y DISEÑO DE SOLUCIÓN DEL REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	19
10.1.	Descripción de la solución propuesta	19
10.2.	Interfaz de usuario accesible.....	20
10.3.	Capa de interacción.....	20
10.4.	Capa de conocimiento.....	21
10.4.1.	Módulo de gestión de usuario	21
10.4.2.	Módulo de gestión de evaluación	21
10.4.3.	Gestión de metadatos	22
10.5.	Capa de sistema experto	24
10.5.1.	Recomendación basado en preferencias	25
10.5.2.	Recomendación basado en contenido	29
10.6.	Modelo Relacional.....	32
11.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	33
	Referencias.....	34

Índice de Figuras

Fig. 1 Arquitectura SR basado en contenido. (Parra, 2017)	12
Fig. 2. Arquitectura de un ROA accesible con cooperación de experto.....	19
Fig. 3. Panel administrativo	20
Fig. 4. Metadatos del Objeto de Aprendizaje.....	22
Fig. 5. Extracción de Metadatos de un Objeto de Aprendizaje (ROA)	24
Fig. 6. Evaluación del Objeto de Aprendizaje.....	25
Fig. 7. Proceso de recomendación	25
Fig. 8. Objetos de aprendizaje recomendados.....	29
Fig.9 Recomendación Basado en Contenido.....	30
Fig.10 Diagrama del proceso de recomendación.....	30
Fig.11 Modelo relacional de la base de datos.....	32

Índice de tablas

Tabla 1. Comparativa de Repositorios de Objetos de Aprendizaje.....	10
Tabla 2. Área de recursos digitales visuales.....	26
Tabla 3. Área de recursos digitales auditivos.....	26
Tabla 4. Área nivel de interactividad.....	27
Tabla 5. Área de recursos digitales textuales.....	27
Tabla 6. Media aritmética de la evaluación de los Objetos de Aprendizaje	28
Tabla 7. Objetos de Aprendizaje recomendados	29

1. RESUMEN

Los Objetos de Aprendizajes accesibles son un factor clave para la inclusión social de personas con algún tipo de discapacidad, para facilitar la reutilización de estos recursos se implementó un Repositorio de Objetos de Aprendizaje accesible con cooperación de expertos y recomendación de contenidos en base a preferencias y necesidades del usuario.

2. ABSTRACT

Accessible Learning Objects are a key factor for the social inclusion of people with some type of disability. To facilitate the reuse of these resources, an accessible Learning Object Repository was implemented with the support of experts and content recommendations based on preferences and user needs.

3. PALABRAS CLAVES

OBJETOS DE APRENDIZAJE

REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

METADATOS

DISCAPACIDAD

ACCESIBILIDAD

4. INTRODUCCIÓN

Con la creciente demanda de entornos virtuales de aprendizaje la accesibilidad se convierte en un factor clave para la inclusión social, proporcionando igualdad de oportunidades a quienes tienen dificultades de aprendizaje o viven situaciones de discapacidad o desventajas que les impide utilizar en forma eficiente los medios, recursos y facilidades que brinda Internet. (Solano, 2014).

Los sistemas de recomendación han sido usados por grandes empresas como YouTube, Spotify, Amazon, Netflix, Facebook, etc., para ofrecer a sus suscriptores ofertas y recomendaciones individuales como parte de la estrategia de negocio.

El uso de los sistemas de recomendación como técnica y estrategia de recuperación de información pretende solucionar el problema de sobrecarga de datos. Estos ayudan a filtrar la información disponible en la Web y encontrar la información de mayor interés y más valiosa para los usuarios, permitiendo descubrir nuevos contenidos de una forma más rápida y eficiente. (Noor, S. & Martínez, K., 2009).

Existen diferentes estándares que establecen los requisitos que debe cumplir un contenido web accesible. El más conocido y aplicado es el estándar titulado "Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web" (WCAG 2.0), aprobado en 2008 por el World Wide Web Consortium (W3C), el mismo que se convirtió en norma ISO en el año 2012, Y a partir de junio de 2018 se ha actualizado a la versión WCAG 2.1. (WCAG, 2018).

Con el desarrollo de este proyecto se involucró los sistemas de recomendación híbrida (basado en contenidos y basado en preferencias de usuario) en un Repositorio de Objetos de Aprendizaje accesible con funcionalidad de cooperación de expertos y estudiantes. Para el desarrollo se ha contado con la intervención de expertos en el campo de accesibilidad y recomendación de contenidos que me permitió el desarrollo de los procesos de forma más eficiente.

5. JUSTIFICACIÓN

Con la incorporación de las TIC's en todos los aspectos de la vida moderna ha modificado entre tantas otras cosas el modelo de enseñanza y aprendizaje tradicional a un nuevo modo de diseñar proyectos de enseñanza digitales con protocolos y estándares de ámbito universal que permitan la circulación y reutilización de los materiales educativos, denominados en este proyecto Objetos de Aprendizaje. Con la llegada de estos contenidos toma sentido el almacenamiento de la información digital en Repositorios de Objetos de Aprendizaje que son considerados como grandes bases de datos diseñados para recopilar documentos estructurados que previamente han sido sometidos a un proceso de fragmentación, quedando así dividida la información en pequeñas piezas para su posterior recuperación.

Los entornos de aprendizajes digitales se han popularizado mayormente en las últimas décadas, haciendo que la formación educativa esté cada vez más al alcance de todas las personas, sin embargo, actualmente un gran porcentaje de contenidos digitales disponibles en la web no consideran la accesibilidad para la inclusión de personas con algún tipo de discapacidad. La educación inclusiva y para todos es un derecho universalmente reconocido, con el cual poder combatir las desigualdades y exclusión social. Con la finalidad de minimizar esta brecha digital nace la propuesta de diseño y desarrollo de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje accesible para cubrir esta necesidad, y a través de la cual poder generar una puerta de entrada a la educación inclusiva con el afán de mejorar la calidad de vida de la población y lograr un mayor desarrollo de la sociedad.

6. GRUPO OBJETIVO

El Repositorio de Objetos de Aprendizaje podrá ser utilizado por expertos para la gestión de objetos accesibles de aprendizaje y por personas con discapacidad que podrán acceder a contenidos y recursos educativos. Además, podrá ser adaptado en entornos sociales aprovechando los convenios con las instituciones de educación especial con las que mantiene

relación el GI-IATa y la Cátedra UNESCO de la UPS. La tesis está vinculado al proyecto **EduTech** (Asistencia tecnológica a la accesibilidad en la Educación Superior Virtual) de **ERASMUS +**, lo desarrollado formará parte de los entregables de dicho proyecto.

7. ALCANCE

El presente proyecto tiene como alcance el diseño y desarrollo de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje accesible con cooperación de expertos. Este sistema facilitará la búsqueda y el uso de los Objetos de Aprendizaje para estudiantes con algún tipo de discapacidad que ingresen al sistema.

8. OBJETIVOS

8.1. Objetivo General

Diseño y desarrollo de un repositorio de objetos de aprendizaje accesibles con funcionalidad de cooperación de expertos y estudiantes.

8.2. Objetivos específicos

- OE1. Estudiar y conocer los fundamentos de repositorios virtuales de objetos de aprendizaje.
- OE2. Diseñar y desarrollar un repositorio web accesible para llevar a cabo las siguientes actividades: gestión de usuarios y perfiles, gestión de objetos de aprendizaje y material educativo.
- OE3. Diseñar y desarrollar un módulo de recomendación de contenidos educativos para personas con discapacidad que acceden al repositorio.
- OE4. Desplegar el repositorio en el servidor de la Cátedra UNESCO de la UPS.
- OE5. Diseñar y ejecutar un plan de experimentación que permita validar el correcto funcionamiento del repositorio.

9. MARCO CONCEPTUAL

9.1. Conceptos y métodos

Este proyecto de investigación y desarrollo, es un sistema capaz de almacenar y compartir Objetos de Aprendizaje recomendados por un experto. Para que esto sea posible se emplean un conjunto de herramientas y métodos. A continuación, se desarrolla a modo introductorio los conceptos teóricos que van a ser utilizados en el transcurso de este proyecto.

9.2. Accesibilidad

La accesibilidad significa que personas con algún tipo de discapacidad visual o auditiva van a poder hacer uso de los recursos digitales disponibles en la web. En concreto, al hablar de accesibilidad en entornos digitales se está haciendo referencia a un diseño Web que va a permitir que estas personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la Web. La accesibilidad a entornos digitales también beneficia a otras personas, incluyendo personas de edad avanzada que han visto mermadas sus habilidades a consecuencia de la edad.

Según lo estableció en 2006 la Convención sobre los Derechos de las personas con discapacidad (ONU, 2006), todas las personas tienen derecho a acceder a la información en igualdad de condiciones. En el año 2010, se registra un significativo avance en este campo con la aprobación de la Ley de accesibilidad de la información en las páginas web (Ley 26.653), la cual reconoce la necesidad de facilitar el acceso a los contenidos de la página web a todas las personas, independientemente de sus posibilidades, para garantizar la igualdad real de oportunidades y trato, evitando así cualquier tipo de discriminación

9.3. Objetos de Aprendizaje

Un objeto de aprendizaje según (Chiappe, 2009) es un conjunto de recursos digitales, autocontenible, y reutilizable con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje, y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos), que faciliten su almacenamiento, identificación y recuperación.

Los objetos de aprendizaje se presentan como una alternativa para el diseño de material institucional. El mismo puede ser utilizado en diferentes contextos y sobre distintos EVAs. En este sentido (Chan, N., 2002), plantea, además, el potencial de los OA desde lo económico, en términos de producción y distribución de material; desde lo operacional, ya que aportan interoperabilidad; y desde lo pedagógico, en virtud de que proporciona el hallazgo de materiales adecuados, y así facilita al diseño de cursos.

Para (Mason, Weller & Pegler, 2013), no hay una única definición del concepto de OA y las concepciones son diversas, pero se puede concretar que cualquier recurso con una intención formativa, compuesta de uno o varios elementos digitales, descrito con metadatos, que puede ser utilizado y reutilizado dentro de un entorno e-learning puede considerarse un OA. Los recursos pueden ser imágenes fotografías, textos, multimedios, entre muchos otros tipos de materiales digitales educativos y, a su vez, un OA puede ser el conjunto de dos o más de estos recursos.

9.3.1. Estándares para la creación de Objeto de Aprendizaje

A continuación, se describe brevemente algunos estándares que ayudan a establecer la estructura de los objetos de aprendizaje:

NETg: Fue uno de los primeros en emplear el concepto de objetos de aprendizaje para el uso de cursos. Tiene una jerarquía de cuatro niveles: curso, unidad, lección y tema.

Learnativity: Es un modelo para la estructura de objetos de aprendizaje, contiene elementos multimedia primarios como audio, imágenes, animación, simuladores, entre otros.

IMS: IMS Learning Object Discovery & Exchange (LODE) de IMS Global Learning Consortium tiene licencia en condiciones equivalentes a una licencia Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 de los Estados Unidos con una condición adicional de que las obras derivadas que se distribuyen públicamente deben compartirse con el Comunidad IMS LODE. Esto se logra mediante la publicación de sus trabajos derivados en el sitio web público de LODE. (Massart, Nicholas & Ward, 2010).

SCORM: (Sharable Content Object Reference Model), desarrollado por ADL (Advanced Distributed Learning) y otras organizaciones de todo el mundo (ADL, 2011), trata de satisfacer una serie de requisitos para dichos objetos de aprendizaje entre los que se encuentran:

- a. La accesibilidad a través de tecnologías web.
- b. Su usabilidad en función de las necesidades de las personas y de las organizaciones.
- c. Su durabilidad independientemente de la evolución de la tecnología.
- d. Interoperabilidad para poder ser empleados por diferentes tipos de plataformas.
- e. La reusabilidad para su empleo dentro de diferentes aplicaciones y contextos.

9.4. Repositorio de Objetos de Aprendizaje

El repositorio de objetos de aprendizaje (ROA) está ligado directamente con la naturaleza de un OA. De hecho, no se visualizan de forma independiente, sino que la existencia del uno justifica la del otro. El repositorio almacenara de forma digital los objetos de aprendizaje, de forma debidamente organizada, ya que la búsqueda debe ser sencilla. La importancia de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje radica en el acceso y que se pueden encontrar los recursos para una determinada temática. Muchas veces la información existe, pero la falta de etiquetas o una correcta identificación limitan que los objetos elaborados de manera previa sean aprovechados. (Mora, 2012).

Los ROA apuntan a la utilización de sistemas de metadatos específicamente orientados al campo educativo, como el propuesto por el Learning Technology Standards Commite (2013) conocido como LOM que contiene un grupo mínimo de elementos para la administración, ubicación y evaluación de los objetos de aprendizaje. (Méndez, Arias & Vives, 2017).

9.5. Estudio de Repositorios de Objetos de Aprendizaje

9.5.1. VISH

Es una plataforma de código abierto enfocado en la creación, intercambio y distribución de recursos de aprendizaje y actividades educativas. Proporciona una colección de herramientas y servicios para facilitar la creación de recursos de alta calidad y maximizar la tecnología de aprendizaje mejorado tanto en el aula como en entornos de aprendizaje virtual y sistemas de gestión de aprendizaje. Los recursos pueden pertenecer a diferentes categorías y por ende tienen diferentes características; las categorías de VISH son: audio, video, excursiones, documentos, links, imágenes, paquetes SCORM, Ficheros Zip, Objetos FLASH, aplicaciones Web, entre otras categorías. El elemento principal de ViSH es la excursión virtual, una presentación web interactiva (basada en diapositivas o fichas visuales), diseñada para la proyección en las aulas. Cuenta con un sistema de recomendación que destaca el contenido más relevante en ViSH relacionado con el tipo de contenido al que acceda. Cuando un OA es vista también se toma en cuenta para su posterior recomendación. (Gordillo,2012).

9.5.2. DSpace

El proyecto DSpace se lanzó en noviembre del 2002 como parte de la alianza HP-MIT (Hewlett Packard / Instituto de Tecnología de Massachusetts). DSpace es software de biblioteca digital de código abierto para la gestión de activos digitales y se utiliza comúnmente para construir repositorios institucionales. DSpace ayuda a crear, indexar, y recuperar varios tipos de contenido digital que incluyen artículos de investigación, literatura, tesis, materiales culturales, escaneos digitales en 3D, fotografías, películas, audio/videos, registros institucionales, materiales educativos y otras formas de contenido. La colección en DSpace está organizado en comunidades, colecciones y artículos. Las comunidades en DSpace incluyen una estructura organizacional de alto nivel cuyo único propósito es para dividir colecciones en grupos relacionados (Ballini, 20217).

9.5.3. Merlot

Se trata de uno de los repositorios más reconocidos, de tipo 3, orientado a compartir materiales educativos entre docentes/alumnos, especialmente de educación superior, y cuenta con una amplia variedad de recursos, permitiendo, además, la creación y publicación de contenidos (previa evaluación de los mismo). Fue creado en el marco de un programa de la Universidad de California, su buscador es muy completo, incluyendo hasta búsqueda avanzada con más de 30 campos para establecer criterios. Dichos campos comprenden atributos propios de todo material como: palabras clave, título parcial o completo, descripción, categoría, área, sub-áreas temáticas, idioma, destinatarios, tipo de material y formato; como también puede intentar localizar materiales según autor, costo, derechos de autor, licencias Creative Commons, accesibilidad, fecha de alta en el repositorio o también por evaluaciones realizadas por homólogos, comentarios de miembros, ejercicios de aprendizaje o colecciones personales. (Torres, 2014).

9.5.4. Ágora

La plataforma AGORA es un Sistema de Gestión de objetos de aprendizaje de libre distribución que ha sido implementado inicialmente en España y México. La plataforma es un entorno basado en servicios, que integra las características de almacenamiento, edición, publicación de objetos de aprendizaje. En AGORA, el usuario interactúa con una aplicación Web para invocar los servicios expuestos por la plataforma. Los formatos de archivo utilizado son (ppt, pdf, doc, jpg, zip por citar algunos). Incluye un generador de metadatos de objetos de aprendizaje que simplifica la creación de Objetos de Aprendizaje, así como varias herramientas de comunicación para colaborar o compartir información con otros usuarios de la plataforma. Los recursos almacenados en el repositorio de AGORA son catalogados utilizando el estándar IEEE-LOM y publicados para su descarga en su formato original. (Menéndez, Castellanos & Zapata, 2012).

9.6. Comparativa de los Repositorios de Objetos de Aprendizaje

A continuación, se presenta una tabla comparativa de los ROA mencionados anteriormente, donde se puede ver las ventajas y desventajas de cada uno de los repositorios analizados.

Descripción	VISH	DSpace	MERLOT	ÁGORA
Escalabilidad de desarrollo	x	✓	✓	x
Consideración de interacción de material educativo digital multimedial	✓	x	x	x
Carga de diferentes formatos de Objetos de Aprendizaje	✓	✓	✓	✓
Soporte y mantenimiento	✓	✓	✓	x
Frecuencia de actualización de código fuente	Medio	Alto	Medio	Bajo
Análisis de accesibilidad				
Accesibilidad del portal principal	x	✓	✓	x
Menú accesible	x	x	x	x
Texto y contraste accesibles	x	x	x	x
Enlaces y botones accesibles	x	x	x	x
Análisis de testadores automáticos de accesibilidad	x	✓	✓	x

Tabla 1. Comparativa de Repositorios de Objetos de Aprendizaje.

Se realizó el estudio de accesibilidad con 3 testadores automáticos WAVE, TAW y OWA. (Timbi-Sisalima, Hilera, Otón & Ingavelez, 2016). Estas herramientas identifican los errores de accesibilidad de la guía de accesibilidad al contenido web (WCAG 2.0), pero también facilita la evaluación humana del contenido web. La calificación establecida por las herramientas de evaluación según las categorías de conformidad como A, se procedió a evaluar como negativo, debido a que este nivel no satisface las necesidades mínimas de los usuarios con algún tipo de discapacidad.

9.7. Metadatos

Según (Chapple, 2020), los metadatos consisten en un conjunto de atributos o elementos necesarios para describir el recurso determinado, que funciona como identificador de los materiales digitales diseñados. El concepto de metadatos existe antes de la aparición

de Internet, pero en los últimos años se ha popularizado mucho dado la necesidad de organizar la información en la Web y de estandarización con miras a la interoperabilidad de los sistemas de información.

9.7.1. Tipos de metadatos

- a. Metadatos descriptivos: incluyen título, tema, genero, autor y fecha de creación.
- b. Metadatos de los derechos: pueden incluir el estado de los derechos de autor, el título de los derechos y los términos de la licencia.
- c. Las propiedades técnicas de metadatos: incluyen tipos de archivos, tamaño, fecha y hora de creación.
- d. Metadatos de preservación: se usan en la navegación, estos incluyen el lugar de un elemento en una jerarquía o secuencia

9.8. Sistemas de Recomendación

Con la finalidad de reflejar los intereses de los usuarios y realizar recomendaciones, los sistemas de recomendación recopilan la información de los usuarios a través del proceso de retroalimentación. Este proceso es la pieza clave para el buen funcionamiento de un sistema de recomendación, porque sin la información recuperada por este, sería imposible conocer el interés de los usuarios y por esto, el sistema tampoco podría recomendarles contenidos interesantes. (Rojas, 2014).

La información que permite funcionar a estos sistemas se puede obtener de forma explícita, es decir que los usuarios expresan de forma voluntaria y directa que contenidos le gustan, normalmente a través de las valoraciones, o de manera implícita donde los objetos son evaluados sin la intervención directa de los usuarios, o sea, que la evaluación se realiza sin que el usuario lo perciba, a través de las acciones que usuario realiza durante la interacción con el sistema.

Los sistemas de recomendación tienen un papel cada vez más importante en el panorama actual. Si bien su uso en aplicaciones web viene siendo habitual desde hace algunos años, su utilización en otro tipo de dispositivos, como pueden ser los contenidos audiovisuales, es un campo prácticamente inexplorado (Martin, 2009).

9.8.1. Sistema de recomendación basado en contenido

Los sistemas de recomendación basado en contenido son sistemas activos de filtrado de información que personaliza la información que llega a un usuario en función de sus intereses, relevancia de la información, etc. Los sistemas de recomendación se usan ampliamente para recomendar películas, artículos, restaurantes, lugares para visitar, artículos para comprar, etc. (Burke, 2002)

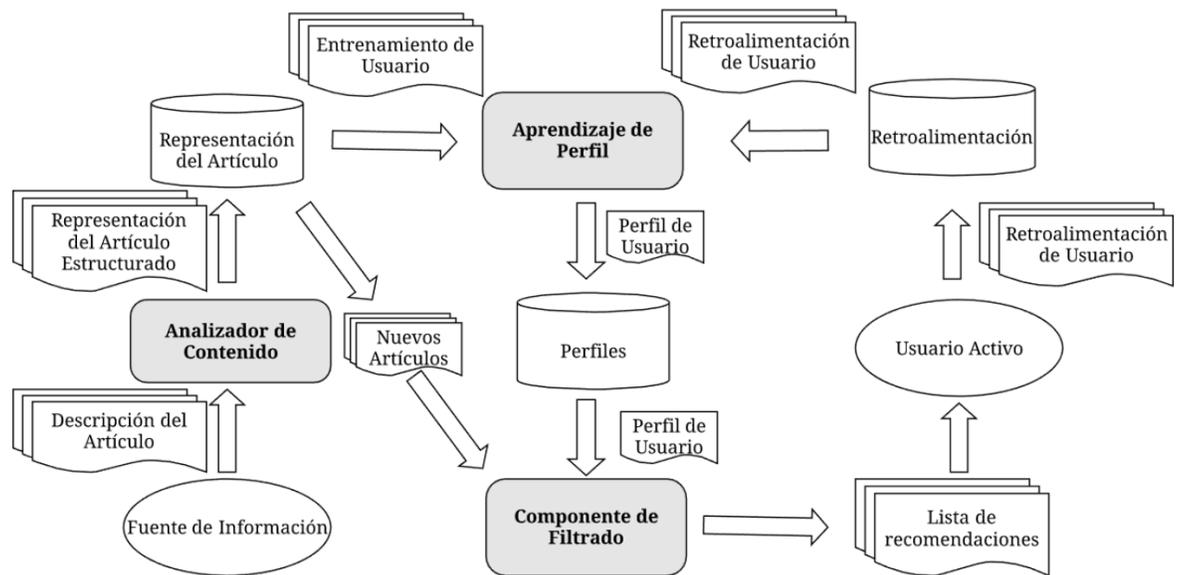


Fig. 1 Arquitectura SR basado en contenido. (Parra, 2017).

El proceso de recomendación se realiza en tres pasos, cada uno de los cuales es manejado por un componente separado:

Analizador de contenido: cuando la información no tiene estructura (por ejemplo, texto), se necesita algún tipo de paso de procesamiento previo para extraer información estructurada relevante. La principal responsabilidad de este componente es representar el contenido de los elementos provenientes de fuentes de información de una forma adecuada para los próximos pasos de procesamiento.

Aprendizaje de perfil: este módulo se encarga de recopilar datos representativos de las preferencias del usuario e intenta generalizar estos datos para construir el perfil del usuario

aplicando algoritmos de aprendizaje supervisado para generar un modelo predictivo que generalmente se almacena en repositorio de perfiles.

Componente de filtrado: este módulo explota el perfil del usuario para sugerir elementos relevantes haciendo coincidir la representación del perfil con la de los elementos que se recomendarán. (Ricci, F., & Rokach, L., & Shapira, B., & Kantor, P., 2011).

9.8.2. Conceptos que se utilizan en los recomendadores basado en contenido

TF-IDF (frecuencia de término y frecuencia de documento inversa) es una medida estadística que evalúa la relevancia de una palabra para un documento en una colección de documentos. Esto se hace multiplicando dos métricas: cuántas veces aparece una palabra en un documento y la frecuencia inversa del documento de la palabra en un conjunto de documentos. Tiene muchos usos, sobre todo en el análisis de texto automatizado, y es muy útil para puntuar palabras en algoritmos de aprendizaje automático para el procesamiento del lenguaje natural (NLP). (Scott, 2019).

Bag of words (BoW) es un algoritmo que cuenta cuantas veces aparece una palabra en un documento. Esos recuentos de palabras nos permiten comparar documentos y medir sus similitudes para aplicaciones como búsquedas, clasificación de documentos y modelado de temas. Bow también es un método para preparar texto para la entrada de una red de aprendizaje profundo. (Nicholson, 2015).

9.8.3. Librería NLTK

De acuerdo con (Jablonski, 2021), Natural Language Toolkit (NLTK), es una plataforma líder para crear programas Python que funciona con datos de lenguaje humano. La herramienta contiene varias utilidades que le permiten manipular y analizar datos lingüísticos de manera efectiva, proporciona interfaces fáciles de usar para más de 500 corpus

y recursos léxicos como WordNet, junto con un conjunto de bibliotecas de procesamiento de texto para clasificación, tokenización derivación, etiquetado, análisis y razonamiento semántico.

9.8.3.1. Tokenización

Al tokenizar, puede dividir convenientemente el texto por palabra o por oración. Esto le permitirá trabajar con fragmentos de texto más pequeños que aún son relativamente coherentes y significativos incluso fuera del contexto del resto de texto. Es el primer paso para convertir datos no estructurados en datos estructurados, que son más fáciles de analizar.

- **Tokenización por palabra:** las palabras son como el átomo del lenguaje natural. Son la unidad de significado más pequeño que todavía tiene sentido por si sola. Tokenizar su texto por palabra le permite identificar palabras que surgen con especial frecuencia. Por ejemplo, si estuviera analizando un grupo de anuncios de empleo, es posible que encuentre que la palabra "Python" aparece con frecuencia. Eso podría sugerir una gran demanda de conocimiento de Python, pero necesitaría profundizar más para saber más.
- **Tokenizar por oración:** cuando tokeniza por oración, puede analizar cómo esas palabras se relacionan entre sí y ver más contexto. ¿Hay muchas palabras negativas alrededor de la palabra "Python" porque al gerente de contratación no le gusta Python? ¿Hay más términos del dominio de la herpetología que del dominio del desarrollo de software, lo que sugiere que puede estar tratando con un tipo de pitón completamente diferente al que esperaba?

9.8.4. Librería sklearn

Scikit-learn o sklearn es probablemente la biblioteca más útil para el aprendizaje automático en Python. La biblioteca sklearn contiene muchas herramientas eficientes para el aprendizaje automático y el modelado estadístico, que incluyen clasificación, regresión, agrupación y reducción de dimensionalidad.

9.8.4.1. Componentes de sklearn

- **Algoritmos de aprendizaje supervisado:** a partir de modelos lineales generalizados (por ejemplo, regresión lineal), máquinas de vectores de soporte (SVM), árboles de decisión y métodos bayesianos, todos ellos forman parte de la caja de herramientas de scikit-learn. La difusión de los algoritmos de aprendizaje automático es una de las principales razones del alto uso de scikit-learn.
- **Validación cruzada:** existen varios métodos para verificar la precisión de los modelos supervisados en datos no vistos usando sklearn.
- **Algoritmos de aprendizaje no supervisados:** hay una gran variedad de algoritmos de aprendizaje automático en la oferta, desde la agrupación, el análisis de factores, el análisis de componentes principales hasta las redes neuronales no supervisadas.
- **Extracción de características:** Scikit-learn para extraer características de imágenes y texto (por ejemplo, bolsa de palabras). (Kunal, 2015).

9.8.5. Librería Pandas

Pandas es un paquete de Python de código abierto que se usa más ampliamente para la ciencia de datos/análisis de datos y tareas de aprendizaje automático. Está construido sobre otro paquete llamado Numpy, que proporciona soporte para matrices multidimensionales. Como uno de los paquetes de gestión de datos más populares, Pandas funciona bien con muchos otros módulos de ciencia de datos dentro del ecosistema de Python, y generalmente se incluye en todas las distribuciones de Python. (Bronstein, 2017).

9.8.6. Descripción de herramientas

9.8.6.1. Django

Como lo indica la página oficial de Django, es un framework de aplicaciones web escrito en Python, open source y gratuito, cuenta con gran documentación y una comunidad activa por lo que existe mucha información. Al estar escrito en Python permite desarrollar aplicaciones web de una manera rápida y fácil. Entre las características que tiene Django se puede resaltar las siguientes:

- Seguridad: Incluye un framework diseñado para proveer seguridad a la página web de manera automatizada: seguridad en contraseñas, protección de falsificación de solicitudes, etc.
- Escalabilidad: Tiene independencia entre los módulos que lo componen, es decir, no afecta si uno de estos es cambiado o eliminado. Por ejemplo, se puede aumentar la capacidad de memoria caché, bases de datos, entre otros.
- Mantenibilidad: El código usado en Django está pensado en la reutilización para de esta manera evitar duplicarlo y tratar de ocupar menos líneas de código.
- Versatilidad: Se puede usar para diseñar cualquier tipo de sitio web ya que puede ejecutarse con cualquier framework a lado del cliente, provee bases de datos, plantillas, etc.
- Portabilidad: Al estar escrito en Python, se ha convertido en un framework multiplataforma, lo cual puede ser usado en Linux, Windows, Mac.
- Completo: Provee muchas funciones dentro de sí, por lo que no se necesita instalar otros paquetes.

9.8.6.2. Django REST framework

Django Rest Framework es una aplicación Django que permite construir proyectos software bajo la arquitectura REST, incluye gran cantidad de código para reutilizar (Views,

Resources, etc.) y una interfaz administrativa desde la cual es posible realizar pruebas sobre las operaciones HTTP como lo son: POST y GET.

Cabe resaltar que los mentores de este proyecto hacen uso intensivo de las Generic Views, las cuales desde Django 1.3 se basan en clases (class) y no en funciones (def), esto con el objetivo de aprovechar las ventajas de la programación orientada a objetos. (Romero, 2015).

9.8.6.3. Servicios web RESTful

Los servicios web RESTful se basan en recursos. Un recurso es una entidad, la cual se almacena principalmente en un servidor y el cliente solicita el recurso utilizando servicios web RESTful. (Rodríguez, 2015).

Características principales:

- Tiene cinco operaciones típicas: listar, crear, leer, actualizar y borrar.
- Cada operación requiere de dos cosas: El método URI y HTTP
- El URI es un sustantivo que contiene el nombre del recurso
- El método HTTP es un verbo

9.8.6.4. Angular JS

AngularJS, o simplemente Angular es un Framework de JavaScript de código abierto, mantenido por Google, que se utiliza para crear y mantener aplicaciones web de una sola página. Su objetivo es aumentar las aplicaciones basadas en navegador con capacidades de modelo-vista-controlador (MVC), en un esfuerzo para hacer que el desarrollo y las pruebas sean más fáciles. Se centra en el desarrollo de Front-End, en decir en la interfaz de aplicaciones web. Este Framework adapta y amplía el HTML tradicional, para servir mejor contenido dinámico a través de un data binding bidireccional, que permite la sincronización automática de modelo y vistas. (Galón, 2020).

La mayor parte del desarrollo con Angular se realiza en componentes. Los componentes son básicamente clases que interactúan con el archivo .html del componente, que se muestra en el navegador. El lenguaje principal de programación de Angular es Typescript y así toda la sintaxis y el modelo de hacer las cosas en el código es el mismo lo que añade coherencia y consistencia a la información, permitiendo, por ejemplo, la incorporación de nuevos programadores, en casos de ser necesarios. (Blanco, 2018).

9.8.6.5. PostgreSQL

PostgreSQL es un avanzado sistema de base de datos relacionales basado en Open Source. Esto quiere decir que el código fuente del programa está disponible a cualquier persona libre de cargos directos, permitiendo a cualquiera colaborar con el desarrollo del proyecto o modificar el sistema para ajustarlo a sus necesidades. PostgreSQL está bajo licencia BSD.

Un sistema de base de datos relacionales es un sistema que permite la manipulación de acuerdo con las reglas del álgebra relacional. Los datos se almacenan en tablas de columnas y renglones. Con el uso de llaves estas tablas se pueden relacionar unas con otras. (Denzer, 2002).

10. ARQUITECTURA Y DISEÑO DE SOLUCIÓN DEL REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Teniendo en cuenta el estudio realizado sobre los repositorios de objetos de aprendizaje en este capítulo se describe la arquitectura y el diseño de solución propuesta para el desarrollo de un ROA accesible para personas con algún tipo de discapacidad, siendo esto un derecho universal para la construcción de una sociedad igualitaria y superar la brecha digital.

10.1. Descripción de la solución propuesta

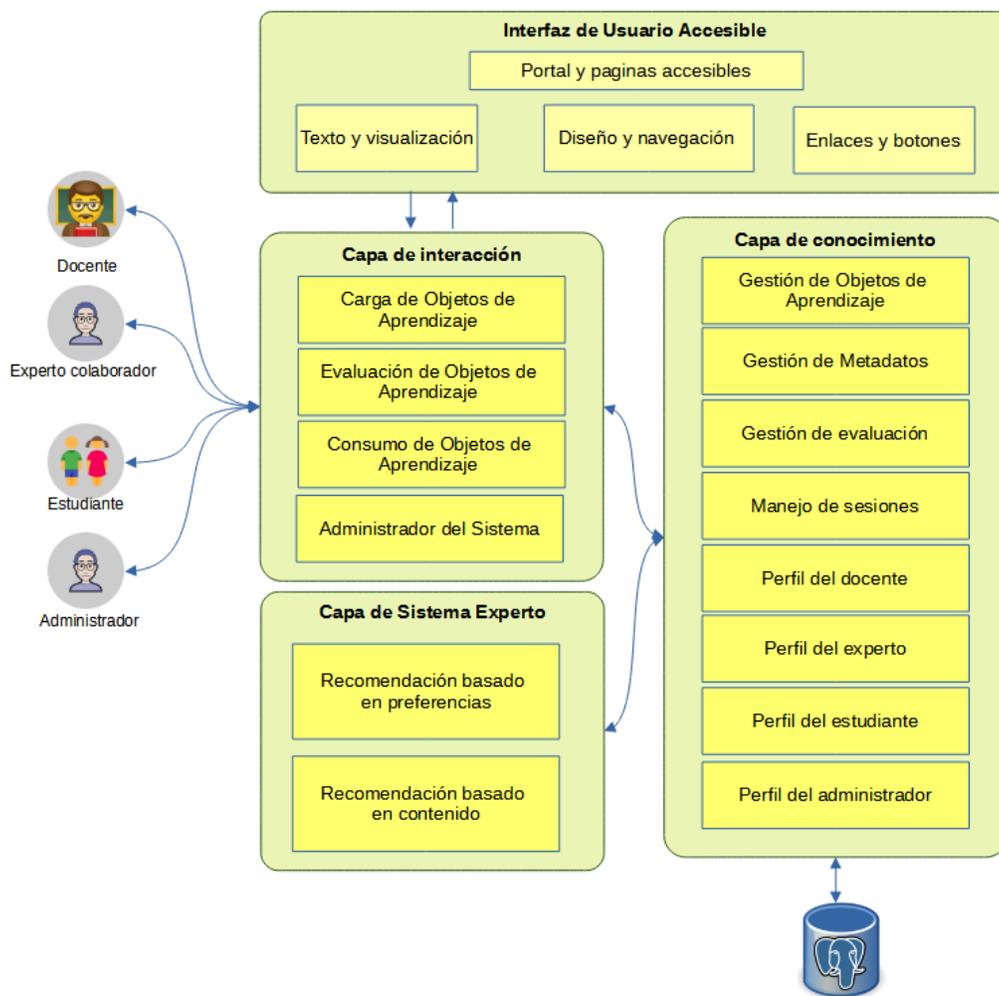


Fig. 2. Arquitectura de un ROA accesible con cooperación de experto.

10.2. Interfaz de usuario accesible

La propuesta está compuesta por una capa de presentación accesible tomando en cuenta las pautas de accesibilidad para contenido web (WCAG). El objetivo de los OAs y los ROAs accesibles es asegurar que todos los aspectos de la plataforma y el contenido, esté disponible en cualquier dispositivo y para todos los usuarios sin o con algún tipo de discapacidad. Las principales consideraciones de accesibilidad que se tomaron en cuenta para el desarrollo de este planteamiento son: *tamaño de texto, interlineado, contraste, tipo de letra, tablas de contenido, enfatización de enlaces, tamaño de botones, menús, campos de texto y controles del teclado.*

10.3. Capa de interacción

Esta capa representa las actividades que pueden desarrollar los usuarios del Repositorio de Objetos de Aprendizaje las cuales son: la gestión de Objetos de Aprendizaje que será realizado por parte del docente, evaluación de objetos de aprendizaje que será realizado por un experto en Objetos de Aprendizaje accesibles, consumo de objetos de aprendizaje se realizará por parte de los estudiantes, finalmente el administrador es el encargado de aprobar Objetos de Aprendizaje como también a los docentes y expertos.



Fig. 3. Panel administrativo

10.4. Capa de conocimiento

La capa de conocimiento nos permite administrar toda la información del sistema. Comprende principalmente los módulos de gestión y manejo de perfiles de usuarios con roles de estudiante, docente, experto colaborador y administrador, así como también la evaluación y gestión de Objetos de Aprendizaje y sus respectivos metadatos previamente procesados por LOMPAD, que es una propuesta de adición de un nuevo estándar o esquema de metadatos basado en la iniciativa Learning Resource Metadata Initiative (LRMI), Schema y los metadatos de accesibilidad.

10.4.1. Módulo de gestión de usuario

Este módulo nos permite realizar las siguientes acciones dentro del sistema:

- Registrar un nuevo usuario (estudiante, docente, experto y administrador)
- Logueo
- Reset clave
- Recuperación de contraseña
- Ver información de mi perfil

Para cada uno de ellos se utiliza el concepto de roles y privilegios que permitirá definir las funciones a las que tendrá acceso cada uno dentro del sistema.

10.4.2. Módulo de gestión de evaluación

Este módulo permite a los administradores crear las preguntas de evaluación que se asignaran a los Objetos de Aprendizaje para su puntuación.

Cada pregunta cuenta con 3 opciones de respuesta (No, Parcialmente y Si), con una puntuación de 0, 1 y 2 respectivamente.

10.4.3. Gestión de metadatos

La gestión de metadatos comprende la visualización, manipulación y extracción de los datos desde un archivo XML del Objeto de Aprendizaje.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM
http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/lom.xsd">
<general><identifier>
<catalog>Lógica proposicional</catalog>
<entry>XHTML</entry>
</identifier>
<title><string language="es">Lógica proposicional</string>
</title>
<language>es</language>
<description><string language="es">Objeto de aprendizaje en
colaboración conjunta con Vladimir Robles, Jennifer Yepez,
Lourdes Loaiza y Paola Ingavalez</string>
</description>
<keyword><string language="es">lógica</string>
<string language="es">Turing</string>
<string language="es">sistema</string>
</keyword>
<coverage><string language="es">psicología de la
lógica</string>
</coverage>
<structure><source>LOMv1.0</source>
<value>collection</value></structure>
<aggregationLevel><source>LOMv1.0</source>
<value>3</value></aggregationLevel>
</general>
<lifeCycle><version><string language="es">LOM-0.3</string>
</version>
<status><source>LOMv1.0</source>
<value>final</value></status>
<contribute>
<role><source>LOMv1.0</source>
<value>author</value></role>
<entity>
<![CDATA[BEGIN:VCARD
VERSION:3.0
N:Robles Bykbaev;Vladimir;;;
```

Fig. 4. Metadatos del Objeto de Aprendizaje

General

- Catalog: Algebra de Boole
- Coverage: programacion
- Entry: XHTML
- Keyword: lógicas, compuertas, circuitos, teoremas,
- Language: es
- Structure: hierarchical

Life Cycle

- **unknown**
- Role: unknown
- Version: unknown

Meta-Metadata

- Catalog: Algebra de Boole
- Description: **[object Object]** Jan 26, 2020, 2:00:25 AM

Technical

- Description: unknown
- Format: text/html
- Installation remarks: Prerequisite knowledge refers to the knowledge learners should already have in order to be able to effectively complete the learning. Examples of pre-knowledge can be: Learners must have level 4 English Learners must be able to assemble standard power tools
- Location: repositorio local

Educational

- Description: [object Object]
- difficulty: medium
- Language: es
- Learning resource Type:
- Procces cognitive:
- Typical age range:
- Description: The majority of a learning resource will be establishing context, delivering instructions and providing general information. This provides the framework within which the learning activities are built and delivered

Rights

- Copyright and Other Restrictions: yes
- Cost: no

Annotation

- **unknown**
- Description: unknown
- Entity: unknown
- Modeaccess: unknown
- Modeaccess sufficient: unknown
- Rol: student

Relation

- Catalog: Electronica
 - Description: Disciplina que se fundamenta en la investigación de formas eficientes de transmisión de electricidad. Su finalidad práctica es la elaboración de circuitos que sirvan para la confección de artefactos de utilidad para la sociedad.
 - Kind: ispartof
 - Entry: unknown
-

Classification

- Description: The majority of a learning resource will be establishing context, delivering instructions and providing general information. This provides the framework within which the learning activities are built and delivered
 - Keyword: circuitos
 - Purpose: educational objective
 - TaxonPath_source: unknown
 - TaxonPath_taxon: unknown
-

Accessibility

- Summary: [object Object]
- Features: alternativeText, captions, longDescription, structuralNavigation, timingControl, annotations, index, largePrint, latex, eadingOrder, tableOfContents, taggedPDF, tactileGraphic,
- Hazard: flashingHazard, noMotionSimulationHazard, soundHazard,
- Control: fullKeyboardControl,fullMouseControl
- Api: ARIA, androidAccessibility, javaAccessibility,

Fig. 5. Extracción de Metadatos de un Objeto de Aprendizaje (ROA)

10.5. Capa de sistema experto

Esta capa se compone de un algoritmo inteligente que busca generar una serie de recomendaciones basado en las preferencias del estudiante y basado en contenido del Objeto de Aprendizaje para facilitar la interacción de usuarios con la plataforma y mejorar la experiencia de usuario al utilizar la plataforma.

Para poder realizar este sistema se contó con el apoyo de un experto en Sistemas de Recomendación, gracias a ello se pudo elaborar el SR de la siguiente forma:

10.5.1. Recomendación basado en preferencias



Fig. 6. Evaluación del Objeto de Aprendizaje

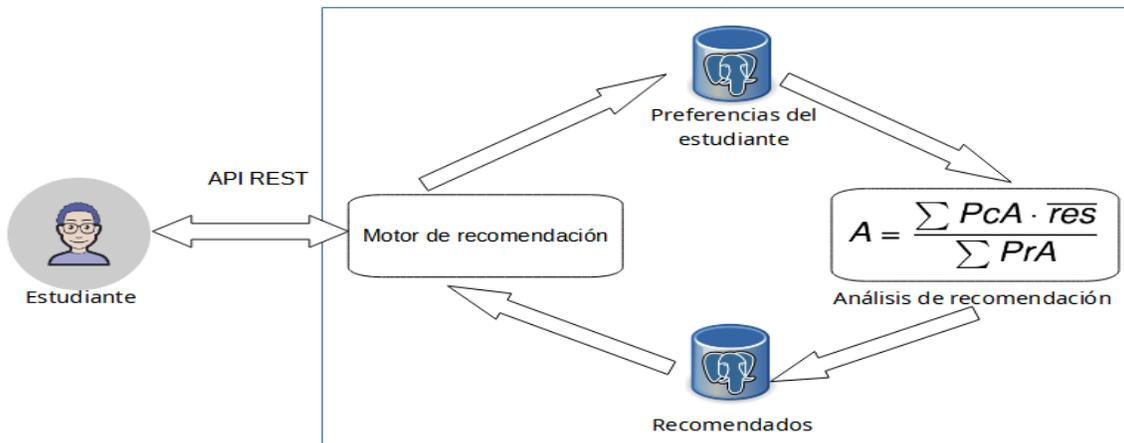


Fig. 7. Proceso de recomendación

La recomendación inicial del Objetos de Aprendizaje a estudiantes se realizó en base a las preferencias del perfil de usuario, además se considera la calificación otorgada por el experto en la evaluación de los Objetos de Aprendizaje.

10.5.1.1. Cálculo de las preferencias del estudiante

Para el cálculo de los requerimientos en base a preferencias se creó un vector de datos con valores en 1 si el estudiante requiere una preferencia caso contrario con un valor de 0. A continuación se describe de forma detallado el proceso de cálculo de las preferencias en base a la siguiente ecuación planteada.

$$x = \frac{\sum P_{xE} \cdot x * 2}{\sum P_{xA}}$$

- Descripción de la ecuación

X = Valor de requerimiento en preferencias del estudiante.

$\Sigma P \times A$ = Sumatoria de pesos por área

$\Sigma P \times E$ = Sumatoria de pesos en base a preferencias del estudiante

$$x = \frac{6 \times 2}{7} = 1.714285$$

Recursos Digitales Visuales			
	Información mayoritariamente visual	Evitar recursos con dependencia de color	Descripción de texto para imágenes
Preferencias del estudiante	1	0	1
Pesos correspondiente a las preferencias	1	1	5
Resultado de la multiplicación	1	0	5
Total de peso por área	6		
Requerimientos de preferencias	1,714285714		

Tabla 2. Área de recursos digitales visuales

$$x = \frac{5 \times 2}{15} = 0.666$$

Recursos Digitales Auditivos					
	Subtítulos para audio y video	Descripción de audio para video	Transcripción para audio y video	información mayoritariamente auditivo	Evitar sonido de fondo sin control
Preferencias del estudiante	0	1	0	1	0
Pesos correspondiente a las preferencias	5	4	4	1	1
Resultado de la multiplicación	0	4	0	1	0
Total de peso por área	5				
Requerimientos de preferencias	0,666666667				

Tabla 3. Área de recursos digitales auditivos

$$x = \frac{0 \times 2}{10} = 0$$

Nivel de interactividad				
	Evitar luces parpadeantes	Evitar simulación/movimiento	Manejo total con teclado	Manejo total con mouse
Preferencias del estudiante	0	0	0	0
Pesos correspondiente a las preferencias	1	1	5	3
Resultado de la multiplicación	0	0	0	0
Total de peso por área	0			
Requerimientos de preferencias	0			

Tabla 4. Área nivel de interactividad

$$x = \frac{0 \times 2}{3} = 0$$

Recursos Digitales Textuales	
	Información mayoritariamente textual
Preferencias del estudiante	0
Pesos correspondiente a las preferencias	3
Resultado de la multiplicación	0
Total de peso por área	0
Requerimientos de preferencias	0

Tabla 5. Área de recursos digitales textuales

10.5.1.2. Evaluación de Objetos de Aprendizaje

La evaluación del Objeto de Aprendizaje se consideró en base ISO/ IEC 40500:2012 [Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG)2.0], que cubre una amplia gama de recomendaciones para hacer que el contenido web sea más accesible.

La evaluación del experto consta de 30 preguntas que se encuentran divididas en 4 áreas, teniendo como resultado la media aritmética en la puntuación de cada uno de ellas.

Objetos de Aprendizaje	Recursos Digitales Visuales	Recursos Digitales Auditivos	Nivel De Interactividad	Recursos Digitales Textuales
OA1	1,6	1,9	2	2
OA2	1,75	1,909090909	1,8	1,6
OA3	1,727272727	1,75	1,4	1,8
OA4	1,75	1,363636364	1,8	1,4
OA5	1,75	1,363636364	1,8	1,2
OA6	1,4	1,75	1,2	1,363636364
OA7	1,75	0,8	1,2	1,272727273
OA8	0,8	1,4	1,5	1,363636364
OA9	1,272727273	1	1,5	1,6
OA10	2	2	2	2

Tabla 6. Media aritmética de la evaluación de los Objetos de Aprendizaje

10.5.1.3. Recomendación de Objetos de aprendizaje

Los resultados obtenidos en las preferencias y evaluación de Objetos de Aprendizaje nos permiten recomendar Objetos de Aprendizaje que superen la puntuación requerida por áreas, teniendo como resultado los siguientes objetos recomendados: OA2, OA3, OA4, OA5 y OA7, OA10

Objetos de Aprendizaje	Recursos Digitales Visuales	Recursos Digitales Auditivos	Nivel De Interactividad	Recursos Digitales Textuales
OA1	1,6	1,9	2	2
OA2	1,75	1,909090909	1,8	1,6
OA3	1,727272727	1,75	1,4	1,8
OA4	1,75	1,363636364	1,8	1,4

OA5	1,75	1,363636364	1,8	1,2
OA6	1,4	1,75	1,2	1,363636364
OA7	1,75	0,8	1,2	1,272727273
OA8	0,8	1,4	1,5	1,363636364
OA9	1,272727273	1	1,5	1,6
OA10	2	2	2	2

Tabla 7. Objetos de Aprendizaje recomendados

The screenshot displays a user interface titled "RECOMENDADOS PARA TI" (Recommended for you). It features six recommendation cards, each with a star rating, a title, author, subject, and a "Leer más" (Read more) button. The cards are:

- Google Sheets:** Rating 5.0, author Angel Polivio Gonzalez, subject Educación.
- Mantenimiento del Computador y periféricos:** Rating 4.0, author Juan Perez, subject Programas generales.
- Google Drive:** Rating 5.0, author Juan Perez, subject Programas generales.
- Estructura perteneciente al Claustro de Programación:** Rating 4.0, author Juan Perez, subject Humanidades y artes.
- Aparato circulatorio:** Rating 4.0, author Juan Perez, subject Educación.
- Objeto de aprendizaje de introducción de algoritmos:** Rating 5.0, author Juan Perez, subject Educación.

Fig. 8. Objetos de aprendizaje recomendados

10.5.2. Recomendación basado en contenido

Un sistema de recomendación basado en contenido permite sugerir al usuario Ítems en función de su similitud con el contenido de otros Ítems que el usuario haya indicado anteriormente.

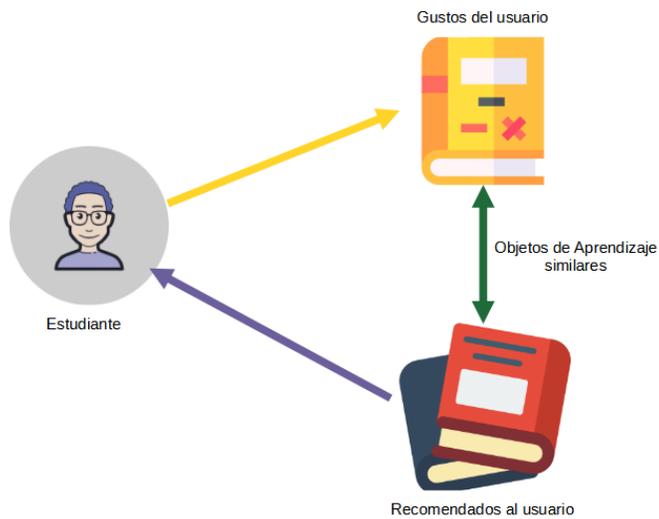


Fig.9 Recomendación Basado en Contenido

La recomendación basada en contenido trabaja con datos que el estudiante proporciona al dar me gusta a un Objeto de Aprendizaje. A partir de estos datos se genera un perfil de usuario, que luego se utiliza para hacer sugerencias. A medida que el usuario proporcione más entradas el motor de recomendación se vuelve cada vez más preciso.

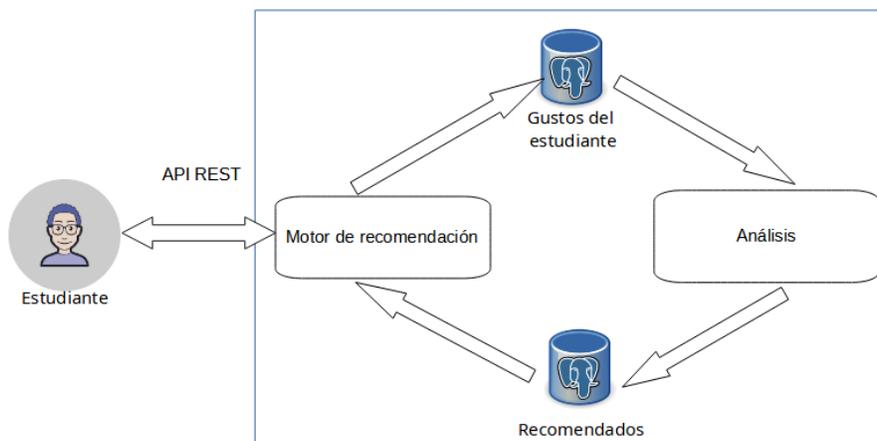


Fig.10 Diagrama del proceso de recomendación

10.5.2.1. Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP)

El Procesamiento de Lenguaje Natural, generalmente abreviado como NLP., se utiliza para procesar textos a ser clasificados antes del proceso de ajustar el modelo a las observaciones que contiene algún tipo de texto.

Este modelo involucra dos aspectos:

- Un vocabulario de palabras conocidas
- Una medida de la presencia de las palabras conocidas.

10.5.2.2. Desarrollo del proceso

a. Limpieza de texto

La limpieza de texto se realizó con la ayuda de la librería `re` (Regular Expression) de Python, ya que nos ayuda a eliminar puntuaciones, números, signos de exclamación, etc., teniendo como resultado únicamente textos.

Con la ayuda de la librería `NLTK` (Natural Language Tool Kit), eliminamos todas las palabras irrelevantes de nuestro metadato quedándonos con aquellas palabras que pueden dar algún significado.

b. Crear un modelo de Bag of Words

Con la ayuda de la librería `sklearn` creamos una matriz donde las columnas corresponden a las palabras más frecuentes en el diccionario, y donde las filas corresponden al metadato respectivo de los Objetos de Aprendizaje.

c. Aplicar un algoritmo de medidas de similitud.

La librería `sklearn` nos proporciona una herramienta interesante (`cosine_similarity`) que se utilizó para medir la similaridad entre dos vectores, esta distancia nos ayudó a recuperar Objetos de Aprendizaje similares a la información otorgado por el estudiante a través de un me gusta y recomendar contenidos similares.

10.6. Modelo Relacional

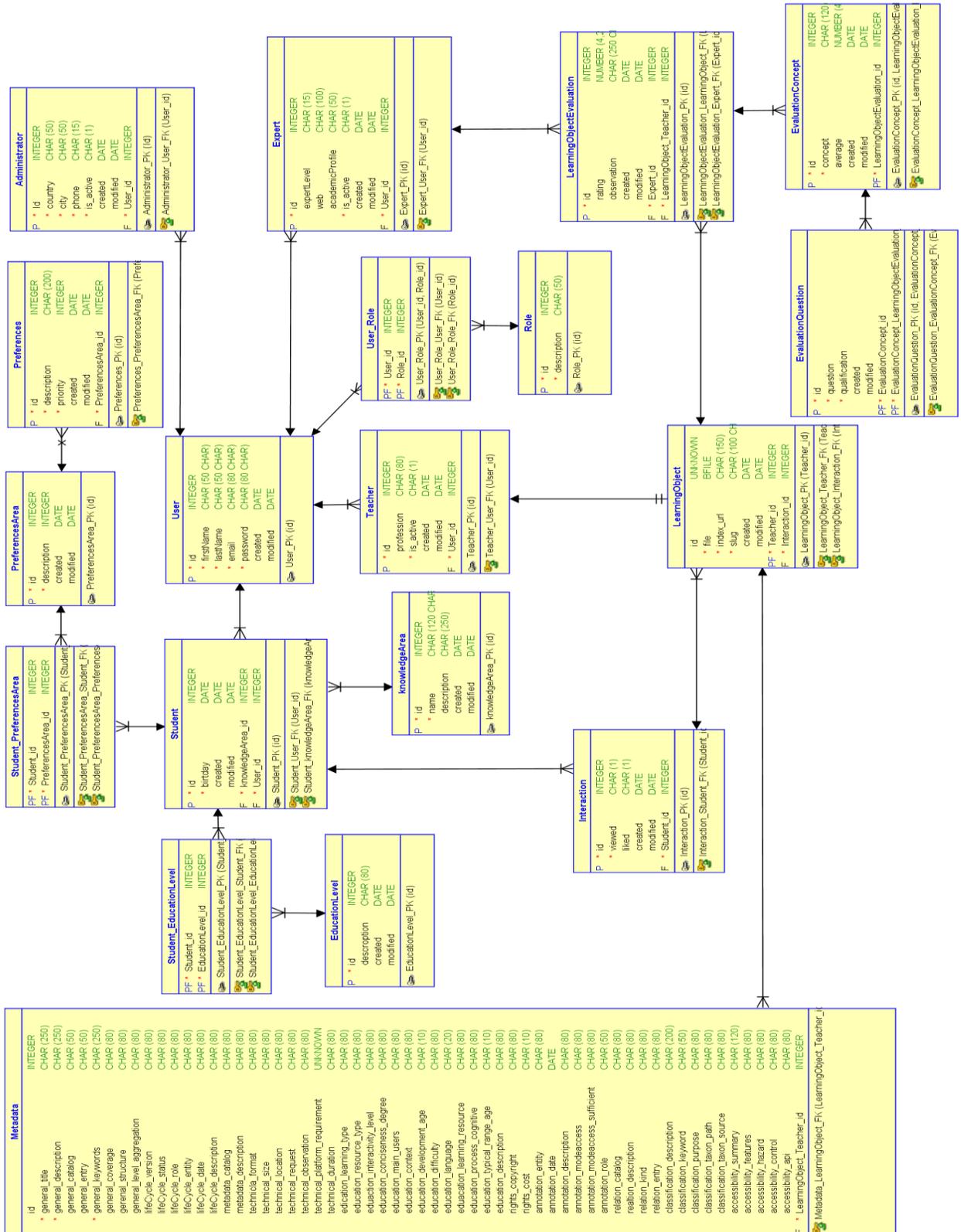


Fig.11 Modelo relacional de la base de datos

11. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo de este proyecto es un gran avance para compartir contenidos educativos digitales accesibles para personas con algún tipo de discapacidad ya que posibilita la inclusión en el ámbito educativo a una gran cantidad de personas que muchas veces no cuentan con herramientas que faciliten su formación académica. Contar con el apoyo de profesionales en estas áreas fue fundamental para realizar este proyecto de manera conjunta y lograr obtener un sistema acorde a las necesidades de muchas personas.

Las reuniones frecuentes mantenidas a lo largo del proceso de diseño y desarrollo del Repositorio de Objetos de Aprendizaje, fueron fundamentales para realizar las correcciones necesarias y mejorar el sistema con la finalidad de que la misma cumpla con las funciones específicas y necesarias para los requerimientos planteados.

Una vez concluido el diseño y desarrollo de un ROA accesible se plantea algunos trabajos futuros que pueden realizarse:

- Evaluación de Objetos de aprendizaje realizado por estudiantes
- Vinculación de un LOMPAD WEB para agregar los metadatos de accesibilidad a los Objetos de Aprendizaje
- Agregar una gráfica tipo radial para el resumen y la visualización de la retroalimentación de expertos y estudiantes.
- Realizar pruebas con docentes y usuarios con discapacidad.
- Automatización de aprobación de docentes y expertos.
- Crear un plan de soporte y mantenimiento en el ROA considerando la accesibilidad y mantenibilidad.

Referencias

- Solano Isabel, (2014). Repositorio de Objetos de Aprendizaje para la enseñanza superior.
- Chiappe, Andres. (2009). Objetos de Aprendizaje 2.0: una vía alternativa para la re-producción colaborativa de contenido educativo abierto.
- Mason, R., Weller, M., Pegler, C., Learning in the Connected Economy. Londres: Open Univesity 2003
- IEEE. (2002). 1484.12.1 Standard for Learning Object Metadata. ANSI/IEEE
- Mora Francisco, (2012). Learning Objects: The importance of it's use in the virtual education.
- Gordillo Méndez, Aldo; Barra Arias, Enrique y Quemada Vives, Juan (2017). A hybrid recommendation model for learning object repositories. "IEEE Latin America Transactions", v. 15 (n. 3); pp. 462-473
- Chapple, Mike (2020). ¿What is metadada? <https://www.lifewire.com/metadata-definition-and-examples-1019177>
- Rojas, Y., (2014) Sistemas de recomendación por filtrado colaborativo para el sistema de publicación de contenido multimedia
- Martin, Javier. (2009). Sistemas de recomendación. [en-línea]. Disponible en: <https://loogic.com/sistemas-de-recomendacion/>
- Burke, R., (2002), Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments
- Ricci, Francesco & Rokach, Lior & Shapira, Bracha & Kantor, Paul. (2011) Recommender Systems Handbook.
- Menéndez V., Castellanos M., Zapata A., (2012). La plataforma AGORA. Una propuesta para la gestión e intercambio de Objetos de Aprendizaje.
- <https://wiki.lyrasis.org/display/DSDOC6x/>
- Timbi-Sisalima, C., Hilera, J. R., Otón, S., & Ingavelez, P. (2016, April). Developing a RESTful API for a Web Accessibility Evaluation Tool. In ICEIS (2) (pp. 443-450).
- Denzer Patricio. (2002). PostgreSQL
<http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/denzer/informe.pdf>
- Blanco, Nacho. (2018), Que es Angular Origen y evolución:
- Galón, David. (2020), ¿Qué es AngularJS y por qué deberías usarlo?
- Gordillo Aldo, (2012), VISH: Una plataforma para la creación y uso de recursos educativos abiertos.
- Ballini Andrea, (2017). DSpace Basic Tutorial
- Jablonski J., (2021), Natural Language Processing With Python's NLTK Package
- Bronshtein A., (2017), What Is Pandas In Python? Everything You Need To Know
- Kunal J., (2015). Scikit-learn(sklearn) in Python – the most important Machine Learning tool I learnt last year!

Romero J., (2015), Introducción a Django Rest Framework

Rodríguez A., (2015), Servicios Web de RESTful: Los aspectos básicos

Scott William, (2019), TF-IDF from scratch in python on real world dataset

Torres L., (2014), Localización y clasificación de objetos de aprendizaje para la enseñanza-aprendizaje.

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. World Wide Web Consortium (2008). <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>, Accedido en mayo, 2020

Noor, Salma & Martinez, Kirk. (2009). Using Social Data as Context for Making [en-línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/39997968_Using_Social_Data_as_Context_for_Making_Recommendations_An_Ontology_based_Approach

Massart D., Nicholas N., & Ward N., Descubrimiento e intercambio de Objetos de Aprendizaje

Nicholson C., (2015), Wiki de IA. "Una guía para principiantes sobre temas importantes en inteligencia artificial, aprendizaje automático y aprendizaje profundo".

Parra D., (2017), Sistemas de recomendación

ISO/IEC 40500:2012. Information technology -- W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0. International Organization for Standardization (2012)