



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA WEB PARA LA ADAPTACIÓN
DE CONTENIDO E INTEGRACIÓN DE METADATOS A OBJETOS DE APRENDIZAJE
CONSIDERANDO ACCESIBILIDAD EN EL MARCO DEL PROYECTO EDUTECH**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTORES: EDWIN FERNANDO MARQUEZ LOZADO

CLAUDIO ROLANDO MALDONADO MOLINA

TUTORA: ING. PAOLA CRISTINA INGAVÉLEZ GUERRA, MGS.

Cuenca - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Edwin Fernando Marquez Lozado con documento de identificación N° 0302127022 y Claudio Rolando Maldonado Molina con documento de identificación N° 0106464456; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,

Edwin Fernando Marquez Lozado

0302127022

Claudio Rolando Maldonado Molina

0106464456

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Edwin Fernando Marquez Lozado con documento de identificación N° 0302127022 y Claudio Rolando Maldonado Molina con documento de identificación N° 0106464456, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Diseño y desarrollo de una herramienta web para la adaptación de contenido e integración de metadatos a objetos de aprendizaje considerando accesibilidad en el marco del proyecto EduTech”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,

Edwin Fernando Marquez Lozado

0302127022

Claudio Rolando Maldonado Molina

0106464456

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Paola Cristina Ingavélez Guerra con documento de identificación N° 1712214616, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA WEB PARA LA ADAPTACIÓN DE CONTENIDO E INTEGRACIÓN DE METADATOS A OBJETOS DE APRENDIZAJE CONSIDERANDO ACCESIBILIDAD EN EL MARCO DEL PROYECTO EDUTECH, realizado por Edwin Fernando Marquez Lozado con documento de identificación N° 0302127022 y Claudio Rolando Maldonado Molina con documento de identificación N° 0106464456, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 08 de marzo del 2022.

Atentamente,

Ing. Paola Cristina Ingavélez Guerra, Mgs.

1712214616

DEDICATORIA

Yo, Edwin Fernando Marquez Lozado dedico este trabajo a mis padres Nube Leonor Lozado y Víctor Gustavo Marquez, ellos han sido mi motor, mi inspiración que me impulsaron a seguir adelante en mi vida profesional y personal, gracias por su apoyo y cariño incondicional, por siempre estar a mi lado en cada momento, sin ellos nada de esto hubiese sido posible, este trabajo es logro mío y suyo.

A mi hermano Cristian Javier Marquez Lozado, por su apoyo incondicional en cada momento y en cada decisión de mi vida y en mi carrera, un ejemplo a seguir como hermano, siempre me impulso a seguir adelante, motivándome y apoyándome en cada momento.

A mi familia en especial mis abuelos maternos y paternos, que siempre me inspiraron a no rendirme y seguir adelante. A mis tíos y primos maternos y paternos que siempre estuvieron pendientes de mi en el transcurso de mi carrera, cada uno de ellos aportó un granito de arena para ser la persona que soy y apoyarme en el transcurso de esta etapa profesional.

Por último y no menos importante, dedico a todos mis amigos en general, de manera especial a Silvia Toalongo, Estefanía Guillen, Alejandro Enríquez, Cristian González, Cristian Zhirzhan, Evelyn Pintado, Pablo Calle, Claudio Maldonado y Jazmín Cáceres por haber estado a mi lado en cada momento de mi vida profesional y personal, gracias por el apoyo incondicional que siempre he recibido de su parte, en toda esta trayectoria de mi carrera, los llevo siempre en mi corazón.

Edwin Fernando Marquez Lozado

Yo, Claudio Rolando Maldonado dedico este trabajo a mi madre Gloria Gricelda Maldonado Molina, ella ha sido mi inspiración para salir adelante en mi vida profesional y personal, gracias a su apoyo incondicional que me ha brindado siempre ha sido posible lograr esta meta en mi vida, este trabajo es un logro dedicado a ella.

A mi familia en especial a mi abuela materna, que siempre ha estado a mi lado apoyándome en cada decisión de mi vida, más que mi abuela ha sido una madre en mi vida. A mis tíos y primos maternos que siempre confiaron en mí y me ayudaron a tomar las mejores decisiones tanto en mi vida profesional como personal, todos ellos ha sido un pilar fundamental en mi vida para seguir adelante con esta meta.

Claudio Rolando Maldonado Molina

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios y a la Virgen por mi salud y de mis seres queridos que a lo largo de estos difíciles momentos que ha atravesado el mundo he tenido la felicidad de tenerlos a mi lado. Agradezco a la universidad Por todos los conocimientos dados a lo largo de esto 5 años en donde me formaron como un buen profesional y un buen ser humano.

Agradezco a mis padres por todo su cariño y dedicación hacia mí, su amor y responsabilidad como padres me ha permitido llegar hasta el final de esta etapa de la mejor manera, todo esto es gracias a su trabajo y esmero como padres y como seres humanos.

Agradezco a mis maestros que con su dedicación y esfuerzo han hecho de mi un buen profesional, De manera especial agradezco al PhD. Gabriel León, PhD. Vladimir Robles, Ing. Ángel Pérez y a mi tutora y maestra la Ingeniera Paola Ingavelez, un gusto y un honor haber aprendido de ustedes como profesionales y personas.

Edwin Fernando Marquez Lozado

Primero agradezco a Dios por mi salud y la de mi familia, a pesar de estos tiempos complicados eh tenido la dicha de tener a mi familia y seres queridos con salud y a mi lado. Agradezco a la Universidad por todo el conocimiento adquirido durante toda mi carrera universitaria.

Agradezco a toda mi familia en especial a mi madre por todo el cariño y los valores que me ha inculcado desde niño formándome en una persona responsable y de buenos valores, a mi familia por el apoyo que me han brindado siempre, por nunca dejarme solo.

Agradezco a todos mis docentes de la carrera, de manera especial a PhD. Vladimir Robles, Ing. Ángel Pérez y a mi tutora y maestra la Ingeniera Paola Ingavelez, por todo el apoyo académico que me han brindado a lo largo de toda mi carrera universitaria, por la paciencia que todos han tenido para enseñar y formarme como un buen profesional.

Por último, agradezco a todos mis amigos en general, que me han apoyado siempre con su amistad incondicional, en todo este trayecto de mi vida.

Claudio Rolando Maldonado Molina

RESUMEN

La generación de recursos educativos digitales constituye una actividad constante en el mundo académico y una estrategia educativa que apoya procesos de enseñanza - aprendizaje. La generación de recursos considerando accesibilidad suele ser una práctica poco empleada en los recursos educativos digitales mientras no se encuentre con estudiantes con discapacidad, puesto que genera un reto el adaptar estos recursos educativos para este tipo de estudiantes. Sin embargo, las tendencias reflejan que muchas consideraciones de accesibilidad posibilitan al docente la probabilidad de llegar a una mayor cantidad de estudiantes considerando su variabilidad en el aprendizaje. El resultado de aprendizaje dependerá de la práctica, la educación, el razonamiento y la observación que tendrá cada estudiante. El desarrollo de objetos de aprendizaje contiene recursos educativos que puede ser compartido, reutilizado o mejorado en la comunidad universitaria, por lo tanto, un producto en constante crecimiento y cuya difusión y utilidad puede ser mayor si se considera a la accesibilidad y adaptabilidad.

El presente estudio propone el diseño y desarrollo de una plataforma web, para la adaptación de recursos educativos OA (Objetos de Aprendizaje) considerando la accesibilidad de estos, que se encuentre disponible en línea y que permita la generación de recursos educativos digitales accesibles. La investigación se enmarca en el diseño de una plataforma web para la generación de recursos educativos digitales accesibles, cuyo objetivo es mejorar la accesibilidad de estos recursos en relación con estudiantes con discapacidad, a través de la adaptación de estos. La metodología empleada fue la de diseño de una herramienta web, en la cual se plantearon las etapas del diseño, desarrollo y evaluación de esta. Para el diseño de la herramienta se emplearon técnicas de análisis y diseño centrado en el usuario, mientras que el desarrollo de esta se llevó a cabo mediante la utilización de técnicas de Web Scraping para la extracción y remplazo de información en archivos HTML. Finalmente, se evaluó la herramienta mediante una prueba de usabilidad con un grupo de usuarios. Los resultados obtenidos permiten concluir que la herramienta diseñada es usable y que mejora la accesibilidad de los recursos educativos digitales.

Palabras clave: Computación, Web, Adaptabilidad, Objetos de aprendizaje, Accesibilidad, Metadatos, Desarrollo Web, Angular, Django, Python

ABSTRACT

The generation of digital educational resources constitutes a constant activity in the academic world and an educational strategy that supports teaching-learning processes. The generation of resources considering accessibility is usually a practice little used in digital educational resources while students with disabilities are not present, since it creates a challenge to adapt these educational resources for this type of student. However, the trends reflect that many accessibility considerations allow the teacher the probability of reaching a greater number of students considering their variability in learning. The learning result will depend on the practice, education, reasoning, and observation that each student will have. The development of learning objects contains educational resources that can be shared, reused, or improved in the university community, therefore, a product in constant growth and whose diffusion and usefulness can be greater if accessibility and adaptability are considered.

This study proposes the design and development of a web platform for the adaptation of OA educational resources (Learning Objects) considering their accessibility, which is available online and allows the generation of accessible digital educational resources. The research is part of the design of a web platform for the generation of accessible digital educational resources, whose objective is to improve the accessibility of these resources in relation to students with disabilities, through the adaptation of these. The methodology used was the design of a web tool, in which the stages of design, development and evaluation of this were raised. For the design of the tool, user-centered analysis and design techniques were used, while its development was carried out through the use of Web Scraping techniques for the extraction and replacement of information in HTML files. Finally, the tool was evaluated through a usability test with a group of users. The results obtained allow us to conclude that the designed tool is usable and that it improves the accessibility of digital educational resources.

Keywords: Computing, Web, Adaptability, Learning Objects, Accessibility, Metadata, Web Development, Angular, Django, Python

INDICE DEL CONTENIDO

I.	Revisión de literatura	12
II.	Trabajos Relacionados	13
III.	Metodología.....	15
A.	Conceptos previos.....	15
1.	Metadatos	15
2.	Learning Object Metadata (LOM)	15
3.	AfA.....	16
4.	SCHEMA	17
5.	Learning Resource Metadata Initiative (LRMI)	17
6.	Normativas de accesibilidad y calidad	18
7.	Web Scraping	19
8.	Arquitectura REST	20
B.	Diseño	20
1.	Propuesta	20
2.	Prototipo	22
3.	Requerimientos.....	23
C.	Desarrollo.....	24
1.	Capa de modelado del sistema	24
2.	Capa de control del sistema.....	27
3.	Capa de interacción o Interfaz de usuario	31
4.	API para adaptación automática.....	37
IV.	Resultados.....	38
A.	Encuestas	38
B.	Validación de la aplicación.....	45
V.	Conclusiones y trabajos futuros.....	46
VI.	Referencias.....	47
VII.	Anexos.....	48
1.	Protocolo de Evaluaciones	48

I. Revisión de literatura

Establecer las relaciones entre conceptos de términos asociados a recursos de aprendizaje, objetos de aprendizaje, recursos digitales multimedia, viene dado por la importancia de su empleo en ambientes virtuales de aprendizaje.

En el modelo de evolución de la educación y de la sociedad, la tecnología y la información juegan un papel fundamental, como fuente de formación. El uso de recursos digitales multimedia en el aprendizaje y en docencia se ha convertido en una realidad que ha cambiado las formas de enseñanza y de aprendizaje. Los contenidos de aprendizaje pueden ser enseñados en forma de textos, en forma de audio, de vídeo, de animación, etc. Se trata de innovar con las nuevas tecnologías para conseguir un modelo adecuado que garantice el desarrollo de instrucción y aprendizaje de los estudiantes.

Los objetos de aprendizaje permiten la interacción de los estudiantes para que reactiven sus conocimientos. (Flores et al., 2012) dice. “Los estudios realizados a estudiantes en ciencias de la salud sugieren que éstos responden bien a los recursos de e-learning que son interactivos, visuales, de tamaño pequeño y altamente alineados con sus necesidades percibidas de aprendizaje”.

La variación y crecimiento de crear y gestionar recursos de aprendizaje, guarda relación con el desarrollo exponencial de e-learning y la educación virtual. Por ello en un mundo tan digitalizado, este tipo de material educativo cubre una gran relevancia en la educación virtual, pero eso no significa que siempre estos objetos de aprendizaje (OA) cumplan con las normas o estándares de accesibilidad, en ocasiones, se debe hacer una reparación o adaptación para que sean accesibles. Pues la enseñanza de en la actualidad en la sociedad de la información y el razonamiento debería ser un elemento de equidad social y de desarrollo de cada individuo, por esto el interés y la averiguación de aquella necesidad que tienen varias personas con discapacidad para entrar a una enseñanza con calidad.

La accesibilidad se convierte en un punto clave para la integración social, puesto que a quienes poseen problemas de aprendizaje o en situaciones de discapacidad les da una equidad de oportunidades haciendo más fácil la utilización de dichos medio y recursos que ofrece el Internet. La accesibilidad va más allá de un sentir de equidad de condiciones de colaboración, puesto con su interacción de usabilidad, debido a que marcan a la creatividad humana en el momento de entender la integridad del criterio.

Investigaciones relevantes de Europa y América Latina determinan directrices en la creación y gestión de recursos de aprendizaje accesibles. Para la presente propuesta se consideran experiencias de las instituciones socias del proyecto EduTech. Son varios los indicadores de accesibilidad implicados en recursos de aprendizaje que guardan relación con el cumplimiento de

WCAG, usabilidad, experiencia del usuario, diseño del aprendizaje, normativas de calidad. Los resultados demostraron que la accesibilidad en recursos educativos constituye un óptimo mecanismo para facilitar un aprendizaje para todos.

Las pautas de la accesibilidad web de la WCAG. “Están dirigidas a quienes generen contenidos para la web, al adoptar estas pautas se permite a las personas con discapacidad, utilizar los mismos servicios en línea, recursos educativos como objetos de aprendizaje (OA) que las demás personas. Las Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web 2.1 (Web Content Accessibility Guidelines 2.1) se fundamentan en WCAG 2.0, pero también introducen algunos cambios significativos” (W3C, 2011). WCAG 2.1 sitúa cuatro principios significativos, llamados *criterios de éxito*. Esto se indican como:

- Debe ser perceptible.
- Debe ser operable y posible de manejarlo o manipularlo cada elemento de interacción del contenido.
- Tiene que ser comprensible Han de ser comprensibles, el control como el contenido para su manejo
- Debe ser robusto y poder fusionar con tecnologías actuales y futuras.

En definitiva, un recurso digital accesible cumple o está conformado por los componentes que mejoran los aprendizajes de los estudiantes, por el hecho de cumplir con una alta navegación y facilidad para aclarar el contenido, como es el propósito de la herramienta de adaptación de recursos educativos como texto, video, audio e imágenes. La herramienta permitirá a los usuarios agregar nuevos contenidos de adaptación de la misma forma, crear nuevos elementos de la web adaptados hacia sus objetos de aprendizaje, sea este el caso en las diferentes áreas como se hace referencia. Con esto la herramienta les proporciona a los usuarios que crean un objeto de aprendizaje la capacidad de adaptarlos de manera mucho sencilla cada uno de estos recursos. Por eso la herramienta permitirá agregar algunas normas de accesibilidad en el objeto de aprendizaje, facilitando la interacción de los usuarios con los contenidos de los objetos de aprendizaje.

II. Trabajos Relacionados

En (Guerrero García & González Calleros, 2014) se plantea un sistema para gestionar los objetos de aprendizaje cuya finalidad es el proponer un modelo, que a través de un entorno web se podrá almacenar y gestionar recursos digitales y contenidos educativos, estos contenidos informativos que se presenten en la web se debe organizar de tal manera que el estudiante centre toda su atención y que haga que su aprendizaje mejore.

El diseño de objetos de aprendizaje (OA), contempla modelos conceptuales previos a la creación del gestor de objetos de aprendizaje. El contenido que se presente en el objeto de aprendizaje

debe ser organizado de tal manera que el estudiante tenga un mejor aprendizaje y ponga toda su atención. La gestión de recursos educativos tiene como finalidad la publicación de estos recursos de libre acceso empleando tecnologías como HTML, JavaScript y CSS siendo estas usadas para crear objetos de aprendizaje. Estos archivos contienen la información del recurso educativo.

Al usar metodologías de etiquetado de metadatos como LRMI o SCHEMA puede tener algunas ventajas, algunas de estas son las de poder sincronizar los recursos educativos con las distintas aplicaciones de software, pudiendo ser estos usados por todos los alumnos con la misma aplicación, al tiempo que la información puede ser retomada por los docentes de distintos centros educativos, por lo que mejora la movilidad y la sincronización de los recursos educativos. La aplicación de estas metodologías para el desarrollo de recursos educativos tiene como finalidad el desarrollo de recursos educativos que estén disponibles en Internet y puedan ser usados por cualquier persona, ya que contienen información que puede ser retomada por los docentes de distintas Universidades o centros educativos. Se puede decir que estas metodologías es una versión más avanzada de la metodología para la gestión de recursos educativos, ya que en este caso se aprovecha el código HTML, JavaScript y el etiquetado de metadatos en XML para generar los recursos educativos con el objetivo de que las personas puedan interactuar con la información de los recursos y puedan relacionarla con lo que ya conocen (Gaurav et al., 2015).

En el mismo campo (De & De Sistemas, 2019) propone una herramienta web, que almacene, analice y procese objetos de aprendizaje, junto con un sistema experto y aplicando técnicas de procesamiento natural, se identifiquen las necesidades de los usuarios. Se brinda recomendaciones para adaptarlos a sus necesidades y generar un nuevo recurso educativo. En combinación con estas pautas existen normativas como por ejemplo de lectura fácil UNE 153101:2018 EX, es un elemento facilitador de comprensión para personas que presentan alguna dificultad en esta habilidad, como pueden ser colectivos y personas con discapacidad.

Los docentes se enfrentan diariamente con el desafío de entregar la información adecuada a sus estudiantes para ello muchas veces se ve en la necesidad de recurrir al uso de diferentes métodos y herramientas para crear estos recursos educativos. En el artículo de (Jorge Maldonado Mahauad, Jorge Bermeo Conto, 2017) se presenta las pautas para el diseño, creación y evaluación de recursos digitales (OA), tomando en cuenta aspectos importantes de los objetos de aprendizaje tanto visual como textual, la creación de estos recursos en la generación actual donde todo es digitalizado permite la implementación de procesos de enseñanza y aprendizaje en donde la educación se imparte a través de internet. El uso de diferentes herramientas para la creación de estos recursos como **eXeLearning** facilita a los docentes a crear el contenido de forma digital, y estos recursos educativos al usar la tecnología HTML, CSS, JavaScript pueden ser indexados en repositorios de objetos de aprendizaje (ROA), y en diferentes plataformas de educación online, para su visualización.

III. Metodología

A. Conceptos previos

1. Metadatos

Metadatos es un término que se usa para explicar un grupo de datos, es ahora una vez que está obteniendo más trascendencia y una vez que más se está oyendo por el planeta de su forma digital. Su primera acepción ha sido la de dato sobre dato, sin embargo, desde 2004 ha sido evolucionando hasta transformarse en los cuales hoy conocemos: metadatos (Benjumea, 2009).

El concepto más acertado de los metadatos es “datos acerca de los datos” facilitan información sobre los datos creados. “Los metadatos es la información que caracteriza los datos, describen el contenido, calidad, condiciones, historia, disponibilidad y otras características de los datos” (Benjumea, 2009).

Los metadatos se clasifican en diversos aspectos como forma, funcionalidad, estructura de los datos, datos personales o de entidades, etc. De manera general los metadatos se dividen en grupos según el dominio en el que se aplica, según la autora (Lamarca, Jesús María, 2007), los grupos en los que se dividen son:

- Metadatos para describir la información de recursos indexados en la Web.
- Metadatos para describir los archivos en la web.
- Metadatos de descripción museística.
- Metadatos para definición de registros catalográficos en centros de documentación.
- Metadatos para describir los recursos geográficos y espaciales.
- Metadatos que describen recursos de información gubernamentales y de administración.

2. Learning Object Metadata (LOM)

Es un modelo de datos que a menudo se codifica en XML, es usado para describir recursos digitales como objetos de aprendizaje o similares, el propósito de este modelo es hacer que los objetos de aprendizaje sean reutilizados y facilitar su estandarización en el contexto de sistemas de aprendizaje en línea.

Los objetos de aprendizaje necesitan una descripción completa, adecuada y estandarizada, esta descripción se registra mediante los metadatos estos pueden ser propias de

la plataforma que los almacena, pero frecuentemente siguen un estándar o esquema de metadatos por lo que LOM describe un esquema conceptual para definir la estructura de los metadatos, con el propósito de facilitar la búsqueda de estos recursos en la web (Vargas-Arcila et al., 2016).

3. AfA

La especificación IMS AFA (Access for All), pretende fomentar una vivencia de cliente perfecta, al admitir la educación de las propiedades de los recursos a las necesidades, requerimientos y requerimientos de los usuarios personales, la cual hace referencia a la adaptabilidad y accesibilidad en los diferentes ambientes de aprendizaje digital, educación (Tortosa et al., 2015). La descripción AFA consta de un lenguaje común para la descripción:

a) Descripción del Recurso Digital (DRD)

El recurso único se relaciona con un recurso originario, en cambio un recurso adaptado incorpora la información educativa de la misma forma como lo hace recurso original, paralelo al cambio de forma visual de acceso al expediente. Por ejemplo, un archivo que contiene un formato DOC se define como recurso único y un audio-descripción de su contenido, se define como recurso adaptado. El archivo representa acceso original como texto mientras que el segundo representa una adaptación presentada al acceso auditivo en el contenido igual del archivo educativo. “Los recursos únicos pueden tener muchas adaptaciones, las cuales pueden ser totales o parciales, bien son adaptaciones de la totalidad de los recursos del contenido educativo o solamente lo son de una parte de este recurso” (Otón et al., 2013).

b) Necesidades Personales y Preferencias (PNP)

Su concepto se describe como una afirmación de Necesidades y Preferencias Personales (PNP), que se asocia a una persona. Para lograr esa afirmación, se recomienda crear un diseño de un formulario participativo e intuitivo, cuyas respuestas representan una descripción, redacción enfocados a requerimientos y favoritismos de los usuarios. Una vez creada, debe ser apta para realizar permutaciones por parte del usuario, ejemplo “para la ampliación, sustitución o eliminación de la descripción, creación de múltiples conjuntos PNP para su alternancia, o traslado de la descripción a nuevos sistemas para su reutilización; todo ello de acuerdo con las necesidades del usuario” (Otón et al., 2013).

4. SCHEMA

Schema.org es el vocabulario estructurado de los datos que define una entidad, acción o relación en internet, este conjunto de etiquetas hace que los motores de búsqueda entiendan el contenido que se encuentra en diferentes apartados de la web, mejorando así la experiencia de búsqueda en la web. Este proyecto busca unificar la forma de etiquetado de la información del contenido en la web para que los navegadores indexen mejor el contenido.

El objetivo de Schema.org es el de mejorar el acceso a la información en la web, ya sea a través de motores de búsqueda como Google, Bing o Yahoo o a través de otros servicios de la web, como por ejemplo los buscadores especializados en imágenes, vídeos, etc.

Las etiquetas Schema.org son un conjunto de etiquetas HTML que pueden ser utilizadas para marcar el contenido en una página web. Estas etiquetas permiten a los motores de búsqueda identificar el tipo de contenido de una página web (por ejemplo, una página web sobre una película, una página web sobre un libro, una página web sobre una persona, etc.), y proporcionar información sobre ese contenido a los usuarios de búsqueda.

Las etiquetas Schema.org permiten a los motores de búsqueda identificar el tipo de contenido de una página web y proporcionar información sobre ese contenido a los usuarios de búsqueda.

Por ejemplo, la etiqueta `<div itemscope itemtype="http://schema.org/WebPage">` permite identificar una página web como una página web de Schema.org. La etiqueta `<div itemprop="name">` permite identificar el nombre de la página web. La etiqueta `<div itemprop="description">` permite identificar la descripción de la página web. Y así sucesivamente.

5. Learning Resource Metadata Initiative (LRMI)

Este es un esquema de marcado sencillo que tienen como objetivo tratar de estandarizar la forma en la que se etiquetan las características de los recursos educativos en la web, para mejorar la experiencia de búsqueda para los docentes y estudiantes que buscan contenido web educativo. Según (Vargas-Arcila et al., 2016) *“LRMI con el objetivo de interactuar con otras especificaciones se basó en diferentes proyectos que fueron similares en su área obteniendo así el apoyo de sus creadores: IEEE Learning Object Metadata, Dublin Core Metadata Initiative, IMS Global Learning Consortium Learning Resource Metadata, ARIADNE*

Educational Metadata Recommendation, SCORM, ISO/IEC Metadata for Learning Resources". LRMI tiene como base SCHEMA que tiene dos formas de metadatos educativos: recursos que tienen metadatos educativos y recursos que se relación con diferentes recursos educativos mediante su descripción.

6. Normativas de accesibilidad y calidad

La implementación de tecnologías en los entornos educativos es un aspecto que se tiene en cuenta desde la era digital, a lo largo del tiempo se han creado entidades para normalizar y estandarizar los recursos digitales, en esta época tecnológica la experiencia educativa se ha trasladado a diferentes culturas y territorios gracias a la tecnología. Las autoridades nacionales e internacionales han creado algunas normas para ayudar con el proceso de aprendizaje estas normas definen como aplicar la tecnología en los ámbitos educativos, implementación de planes de estudio en el que involucre la tecnología, como se deben gestionar la privacidad de los datos de los estudiantes y definen normas para la accesibilidad tecnológica todas estas normas están pensadas para definir un Material Educativo Digital (MED) de calidad (Xavier Germán Torres Correa, 2019).

a) ISO 40500

Dentro del estándar de accesibilidad web la ISO define diferentes pautas para que el los contenidos de la web sea accesible por todos los usuarios, según (ISO/IEC 40500, 2012) “los principios definen que el contenido web debe ser perceptible, operables y robusto”, cada uno de estos principios recomiendan diferentes directrices para cumplir con los estándares de accesibilidad web.

b) ISO 24751

Esta norma de ISO 24751 describe las necesidades o preferencias de usuarios o estudiantes en el acceso a recursos digitales, este modelo de ISO divide las necesidades de los usuarios en tres principios fundamentales presentación, control y contenido con fin de satisfacer el acceso de las personas a los recursos digitales y la web, en un contexto de deficiencia (Batanero et al., 2012).

c) UNE 153101:2018 EX

La lectura fácil es una técnica o forma de hacer que la información sea más comprensible para las personas que tienen dificultades para comprender la lectura, la Asociación Española de Normalización (UNE) con el afán de que todas las personas perciben

la misma información crea la Norma UNE 153101:2018 EX, en esta norma se detallan los pasos y algunas recomendaciones para la creación de documentos con lectura fácil, el objetivo esta norma es ayudar y guiar al escritor como escribir y diseñar documentos con estas recomendaciones de lectura fácil.

La pauta "**3.1.5 Nivel de lectura (AAA) de la WCAG 2.0 y 2.1**" dice *“cuando un texto requiere un nivel de lectura más avanzado que el nivel mínimo de educación secundaria una vez que se han eliminado nombres propios y títulos, se proporciona un contenido suplementario o una versión que no requiere un nivel de lectura mayor a ese nivel educativo”*.

7. Web Scraping

El proceso de web scraping es un proceso automatizado para escanear páginas web con el fin de obtener información, este proceso se lleva a cabo al escanear el código HTML, esta es una de las técnicas más usadas por los buscadores web para su indexación de las páginas web. Web scraping tiene muchas áreas de aplicación, las cuales de manera automatizada más común denominadas bots o arañas que obtienen información de la web, esta información puede variar dependiendo de la finalidad para la cual se esté utilizando el scraping, por ejemplo, buscadores, mercados financieros, medios de comunicación, etc. (Diouf et al., 2019).

El scraping se puede usar para sacar datos de una página web, como, por ejemplo, el precio de un producto, la descripción, la URL, la fecha de publicación, etc. La información que se obtiene mediante el scraping puede ser usada para generar una lista de productos, analizar el mercado financiero, etc.

a) Web scraping con BeautifulSoup

Beautiful Soup es una biblioteca de Python, lo que busca es brindar varios métodos para extraer información de un contenido web esto como puede ser el caso de un archivo HTML o XML. Para usar esta librería es necesario definir o transformar un archivo o un bloque de código HTML con el *parser*, para transformar en un en un árbol complejo de objetos que define diferentes métodos para substraer, actualizar y remplazar información de los archivos o bloques de código HTML.

Para instalar Beautiful Soup, utiliza el siguiente comando: **pip install beautifulsoup**

8. Arquitectura REST

La arquitectura REST es una arquitectura de desarrollo utilizada por clientes HTTP, esta arquitectura es más simple que algunas arquitecturas usadas como XML-RPC o SOAP, está basada en el protocolo HTTP lo cual la hace muy escalable gracias a diferentes características que presenta:

- Sin estado, la arquitectura REST no guarda información en el servidor, cada petición HTTP es procesada en un método determinado y enviando una respuesta con el recurso solicitado al cliente esto evita que se almacene variables de sesión en el servidor.
- Usa los conjuntos de métodos HTTP como GET, POST, PUT y DELETE, siendo estos los más usados en las peticiones y que se emplea en todos los recursos.
- Usa URIs para hacer la petición a cada recurso siguiendo estándares universales.
- La respuesta de información suele ser en HTML, XML o JSON, siendo JSON el más usado dentro de la arquitectura REST.

B. Diseño

El diseño y desarrollo de este proyecto sigue los requerimientos del proyecto planteado por el grupo de investigación EduTech, con la finalidad de desarrollar una herramienta completa con base en la accesibilidad se pretende realizar la implementación de una aplicación web para facilitar la adaptación de contenido en objetos de aprendizaje tomando en consideración la accesibilidad en los recursos educativos digitales.

La herramienta tiene como objetivo facilitar la adaptación de contenido en objetos de aprendizaje tomando en consideración la accesibilidad en los recursos educativos digitales, por lo que se debe tener una interfaz amigable para el usuario y de fácil manejo. La herramienta será gratuita para el usuario y compatible con distintos navegadores.

1. Propuesta

Comprendemos que la accesibilidad dentro de E-learning es de facilitar a cada individuo logre ingresar a los diversos contenidos o recursos educativos sin que perjudique su perspicacia o relación, por esto la falta de accesibilidad en los recursos digitales como son los objetos de aprendizaje logra producir que alumnos con escaseces de enseñanza particular no puedan acceder correctamente la información sobrellevando a que no posea un adecuado aprendizaje. Entendemos que la habituación en el marco de e-learning es de ofrecer la

disposición de que cada individuo logre entrar a los diversos contenidos educativos sin que perjudique su comprensión o relación, por esto la falta de accesibilidad en objetos de aprendizaje puede crear que alumnos con necesidades de enseñanza particular no puedan notar correctamente la información conllevando a que no tenga un conveniente aprendizaje.

La necesidad de adaptación de entornos de e-learning que respondan a la variabilidad del aprendizaje, es en la actualidad un requisito importante en la enseñanza, debido a que ayuda a asegurar que los alumnos aprendan y aprueben sus cursos en un periodo predeterminado.

La presente propuesta se basa en el desarrollo de una plataforma web para adaptación de recursos educativos y la integración de los metadatos en base a las áreas de optimización considerando la accesibilidad de estos recursos educativos, la herramienta web permitirá la carga de objetos de aprendizaje en sus diferentes formas para su adaptación manual y automática, generando su correcto etiquetado de metadatos y adaptación en cada una de sus páginas, la adaptación de las áreas: audios, barra de accesibilidad, imágenes, párrafos de texto y videos son clave para el contenido inclusivo de estos objetos de aprendizajes, en (Clark et al., 2016) se presenta las prácticas de diseño y las herramientas del proyecto de código abierto Fluid Project que con el desarrollo de sus plugin y aplicaciones buscan una inclusión de recursos adaptables, tomamos el proyecto de la barra de accesibilidad y el reproductor de video para integrar a este proyecto, con la finalidad de que estos recursos sean adaptables usando herramientas probadas por investigadores de la misma área.

La herramienta será utilizada por maestros y personas afines a la enseñanza para proveer de contenido educativo adaptado a estudiantes con necesidades de educación especiales paralelamente el adecuado etiquetado de metadatos ayudará a una mejor indexación en los repositorios y su búsqueda en la web.

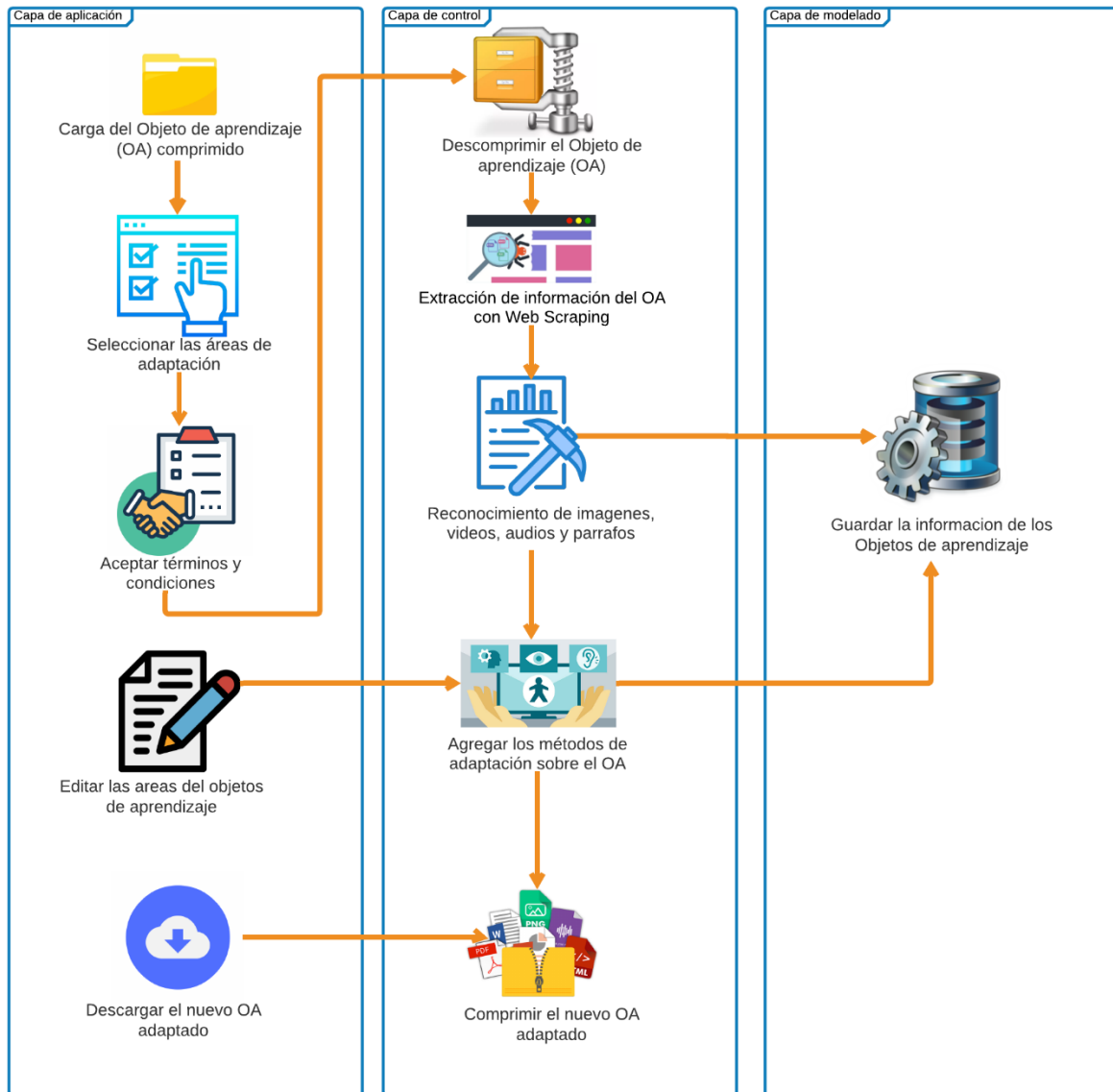


Fig. 1. Diagrama de estructura del sistema

2. Prototipo

Tomando como base el prototipo propuesto por el grupo de investigación EduTech se planifica el desarrollo identificando las necesidades de diseño y planificación de la interfaz gráfica para la capa de interacción o interfaz de usuario, en la Fig 1. se presenta el prototipo propuesto.

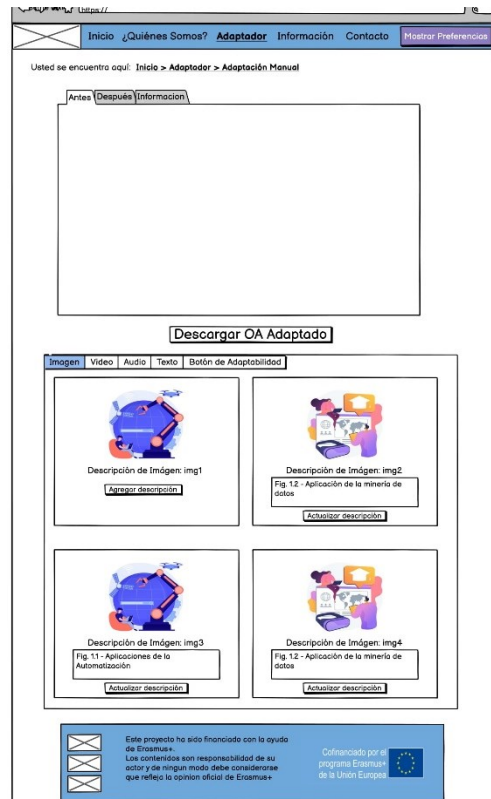


Fig. 2. Prototipo del adaptador web

La Fig. 2 muestra el prototipo propuesto y se identifican las siguientes necesidades de diseño:

- Diseño de una interfaz amigable y atractiva para el usuario.
- Diseño de una interfaz clara y sencilla que permita un fácil acceso a las funcionalidades del programa.
- Diseño de una interfaz que responda de forma adecuada a las acciones del usuario.
- Diseño de una interfaz que se adapte a diferentes resoluciones de pantalla.
- Diseño de una interfaz que se pueda utilizar en dispositivos móviles.

3. Requerimientos

En base al prototipo se analiza el requerimiento principal de la aplicación siendo esta el adaptar objetos de aprendizaje considerando la accesibilidad, para esto se plantea la solución haciendo uso de diferentes tecnologías y métodos que permitan extraer la información del objeto de aprendizaje para posteriormente remplazar por la información que se desee.

Los requerimientos puntuales de la aplicación es el adaptar las siguientes áreas del objeto de aprendizaje:

- Barra de accesibilidad.
- Audios.
- Descripción de imágenes.
- Párrafos de texto.
- Videos.

Para la adaptación de la barra de accesibilidad se inserta en el código HTML el código del framework de la barra de accesibilidad.

En el caso de los audios, se pueden utilizar herramientas que generen el texto a partir del audio, esto ayuda a las personas a centrarse más en la lectura cuando deseen.

Para la descripción de las imágenes se debe el estándar HTML que cataloga la etiqueta ALT de las imágenes para que esta sea descrita, y así un lector de pantalla pueda leer esta descripción.

En el caso de los párrafos de texto se pueden utilizar herramientas de reconocimiento de texto que extraen la información del texto para que sea leído en voz alta, también puede permitir poner un texto alternativo al texto original este texto puede ser un texto de lectura fácil.

Para la adaptación de videos se pueden utilizar herramientas de sincronización de subtítulos, esto permite que las personas puedan poner el subtítulo para centrarse más en el contenido del video.

C. Desarrollo

1. Capa de modelado del sistema

Esta capa comprende el almacenamiento y provee la información guardada de los objetos de aprendizaje cargados y de la herramienta. Esta capa es una base de datos relacional desarrollada en PostgreSQL. La información principal que se almacena es la relacionada con los objetos de aprendizaje como: ubicación de los elementos (imágenes, videos, archivos de subtítulos, etc.), información textual como párrafos o texto alternativo, etc. Los datos recopilados del objeto de aprendizaje se destruirán por el sistema en 24 horas por lo que el

sistema no guarda ningún dato de los objetos de aprendizaje en la capa de modelado es decir su base de datos que se subió a nuestra plataforma. Los datos que se guardan son solo información de navegación como información del navegador y datos estadísticos sobre el resumen de lo realizado en esta aplicación con la finalidad de recopilar datos estadísticos para mejorar la aplicación.

Este sistema no guarda datos personales de ningún usuario que haga uso de esta plataforma o de la API. Los archivos subidos no se compartirán con ninguna persona o institución pública o privada de igual manera los archivos generados pertenecen solo al usuario de la sesión actual que está navegando. El usuario está en su responsabilidad de subir archivos únicamente recursos educativos (Objetos de Aprendizaje), se admiten solo archivos comprimidos con formato zip.

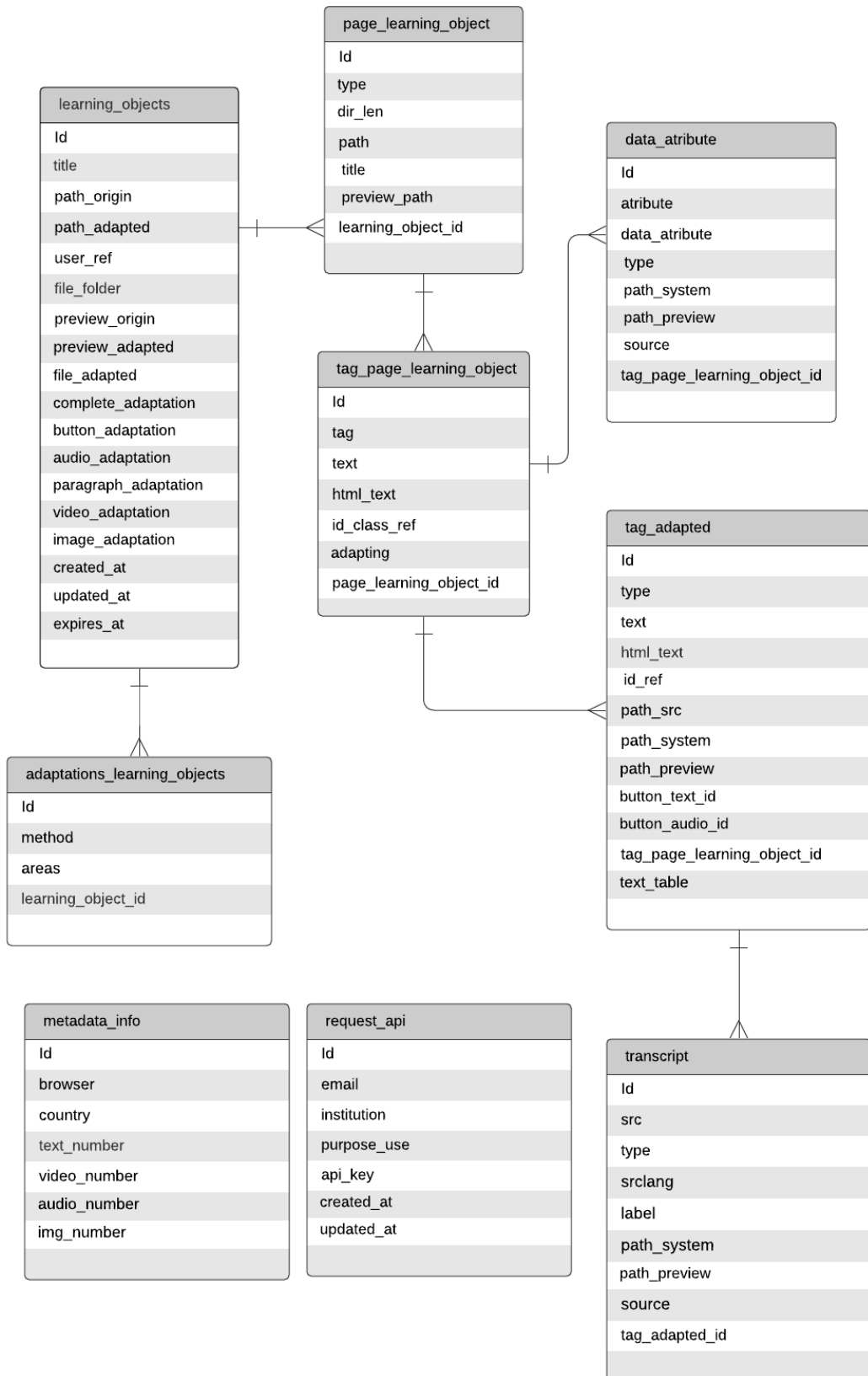


Fig. 3. Diagrama ER de base de datos

2. Capa de control del sistema

La capa de control en la capa principal de la herramienta, en esta capa se analiza y organiza la información que se encuentra dentro del objeto de aprendizaje (videos, texto, imágenes, audios) para su posterior adaptación, a su vez esta capa integra elementos adicionales como para adaptar el acceso a la información como la barra de preferencias y agrega los metadatos de los diferentes elementos adaptados.

El sistema analizará todos los archivos HTML para recolectar la información en texto, audio, imágenes y video con el fin de proveer de información adicional o adaptar la que cuenta, esto considerando los diferentes estándares de accesibilidad para facilitar el acceso a ellos. Los principales medios de información de un objeto de aprendizaje que serán adaptados son los siguiente:

a) Adaptación de imágenes

El estándar de accesibilidad HTML define que el atributo alt de las imágenes describe la imagen esto ayuda a los lectores de pantalla puedan describir la imagen, el objetivo de la herramienta de adaptación de objetos de aprendizaje es editar o agregar contenido del atributo ALT en la etiqueta img de HTML si esta no está presente y cambiar por una apropiada.

La estructura adecuada para tener una imagen en un recurso web accesible es (Fig. 4):

```

```

Fig. 4. Elemento de imagen HTML accesible

Los atributos dentro de la etiqueta **img** de **HTML** que conforman la accesibilidad en una imagen principalmente es, el **alt** donde se inserta la descripción de la imagen y el atributo **tabindex** para que una imagen o un elemento pueda ser enfocado.

b) Adaptación de texto

Mediante lectura fácil se busca una adaptación que permita una lectura y comprensión de un contenido o texto de manera fácil y sencilla. La lectura fácil hace énfasis en generar un texto más comprensible para todos eliminando grandes barreras para la comprensión, participación y el aprendizaje. El texto en lenguaje HTML hace referencia a todo el contenido que se

encuentra dentro del elemento `<p>` que representa un párrafo en lenguaje HTML. La herramienta provee la opción de agregar el texto en lectura fácil.

Para considerar que un párrafo sea tomado en cuenta para realizar su adaptación, nos hemos regido en un límite mínimo de caracteres para extraer su información. Este límite mínimo es de 200 caracteres que se considera toda información que se encuentra dentro de esta etiqueta, se extraerá todos los componentes hijos de este elemento como pueden ser elementos `span`, `li`, `a`, entre otros.

Una vez realizado la extracción de la información, en la parte **manual** el usuario puede agregar de manera manual su texto alternativo. En la parte **automática** la información será entregada al módulo de lectura fácil para que haga el proceso de manera automática y que se pueda generar el nuevo recurso de adaptabilidad.

c) **Adaptación de videos**

Muchos de los objetos de aprendizaje contienen videos incrustados cuyo reproductor no es accesible. La herramienta integra un reproductor accesible que muestra los subtítulos y transcripción, para este proceso se toma el proyecto de reproductor de video de Fluid Project (Jutta Treviranus, n.d.) para la integración de este reproductor, si el video se encuentra en una fuente como YouTube o una fuente que permita incrustar el video en el objeto de aprendizaje se descarga el video usando la librería `youtube-dl` de Python.

Si la fuente se encuentra de manera local solo se agrega el reproductor.

Para la descarga de subtítulos se usa la librería `youtube-transcript-api`, esta librería descarga los subtítulos generados en la plataforma de YouTube los subtítulos por defecto que se descargan es los subtítulos en idioma inglés y español.

Para integrar el reproductor de Fluid Project se hace la copia del código del reproductor (Fig. 5), reemplazando el código con la etiqueta `iframe` o `video` del reproductor del objeto de aprendizaje, con el fin de no duplicar información y que el objeto de aprendizaje quede con un solo video y un reproductor accesible con subtítulo.

```

<div class="ui-video-adaptability EbNW0AcY">
  <div class="videoPlayer fl-videoPlayer player-nwA3pRiq">
  </div>
  <script>
    var videoOptions = {
      container: ".player-nwA3pRiq", options: {
        video: {
          sources: [
            {
              src: "oer_resources/Georg Cantor - Noción del infinito.mp4",
              type: "video/mp4"
            },
          ],
          captions: [
            {
              src: "oer_resources/Georg Cantor - Noción del infinito_es.vtt",
              type: "text/vtt",
              srclang: "es",
              label: "Español"
            },
            {
              src: "oer_resources/Georg Cantor - Noción del infinito_en.vtt",
              type: "text/vtt",
              srclang: "en",
              label: "Inglés"
            },
          ],
          transcripts: [
            {
              src: "oer_resources/Georg Cantor - Noción del infinito_es.json",
              type: "JSONcc",
              srclang: "es",
              label: "Español"
            },
            {
              src: "oer_resources/Georg Cantor - Noción del infinito_en.json",
              type: "JSONcc",
              srclang: "en",
              label: "Inglés"
            },
          ],
        },
        videoTitle: "Georg Cantor - Noción del infinito"
      }
    };
    fluid.videoPlayer.makeEnhancedInstances(videoOptions, uiOptions.relay);
  </script>
</div>

```

Fig. 5. Código del reproductor de video accesible Fluid

d) Integración de barra de preferencias

Las opciones de accesibilidad de los navegadores son limitados o muy complejos de acoplar a los recursos educativos por esto la integración de una barra con opciones de accesibilidad ayuda a que este recurso educativo sea accesible para personas con capacidades especiales, para la integración de esta barra de accesibilidad se toma el proyecto de código abierto de Fluid

Project(Clark et al., 2016), Preferences Framework la barra de accesibilidad cuenta con una serie de parámetros que ayudan a hacer el recurso educativo accesible, la integración se realiza copiando los archivos del framework de preferencias que incluyen archivos CSS, HTML y JavaScript en cada una de las páginas del objeto de aprendizaje.

e) Integración de metadatos

Para la identificación de los atributos agregados en el objeto se aprendizaje se integra los metadatos en el archivo XML que describe los metadatos LOM como parte del estándar de muchos objetos de aprendizaje se identifica este archivo para agregar los metadatos correspondientes a cada una de las áreas seleccionadas para su adaptabilidad, haciendo uso de la librería Beautiful Soup de Python, se identifica las etiquetas de metadatos de LOM para agregar las etiquetas correspondientes (Ingavelez-Guerra et al., 2022).

Área	Elementos	Metadato	Descripción
Párrafos de texto	Botón de lectura fácil	alignmentType: textComplexity', 'readingLevel'	Metadato asociado a la lectura fácil.
	Botón de convertir a audio	AccessMode: Auditory	Metadato que indica que hay un componente auditivo en el recurso educativo.
Botón de adaptabilidad	Se integra la barra de accesibilidad	accessibilityFeature: displayTransformability/font-family	Las propiedades de visualización son controlables por el usuario. Esta propiedad se puede establecer, por ejemplo, si se pueden aplicar hojas de estilo CSS personalizadas al contenido para controlar la apariencia. La propiedad Font-family presenta listado de fuentes para la tipografía.
		accessibilityFeature: displayTransformability/font-size	La propiedad font-size especifica la dimensión de la letra.
		accessibilityFeature: displayTransformability/color	La propiedad color especifica el cambio de color en algún componente.
		accessibilityFeature: displayTransformability/word-spacing	La word-spacing propiedad se utiliza para especificar el espacio entre las palabras en un texto.
		accessibilityFeature: displayTransformability/line-height	Esta propiedad establece la altura de una casilla remarcada por líneas.
		accessibilityFeature: captions	Indica la sincronización del recurso de video con el texto.
		accessibilityFeature: synchronizedAudioText	Describe un recurso de audio texto, con información que pueda ser reproducida simultáneamente. No se especifica la granularidad de la sincronización.

		accessibilityFeature: highContrastDisplay	El contenido cumple con el umbral de contraste visual establecido en los Criterios de éxito 1.4.6 de las WCAG.
		accessibilityFeature:transcript	Indica que hay disponible una transcripción del contenido de audio.
		accessibilityFeature: structuralNavigation	El uso de encabezados en el trabajo refleja de manera completa y precisa la jerarquía del documento, lo que permite la navegación mediante tecnologías de asistencia.
		accessibilityFeature:readingOrder	El orden de lectura del contenido está claramente definido en el marcado (p. ej., las figuras, las barras laterales y otro contenido secundario se han marcado para permitir que se omita automáticamente y/o escape manualmente).
		accessibilityFeature: tableOfContents	Tabla de contenidos.
		accessibilityFeature: index	El trabajo incluye un índice del contenido.
Audios	Botón para convertir a texto	accessibilityFeature:transcript	Indica que hay disponible una transcripción del contenido de audio.
		accessibilityFeature: ttsMarkup	Lenguaje de marcado para sintetizadores de voz.
		accessmode: Textual	Este valor determina que en el objeto de aprendizaje se encuentra un contenido textual.
Imágenes	Se agrega o se modifica el atributo ALT del tag de imagen.	accessibilityFeature: AlternativeText	Se proporciona texto alternativo para el contenido visual alt.
Video	Reproductor de video adaptable	accessibilityFeature:caption	Este metadato hace referencia a la sincronización del video con el subtítulo textual.
		accessibilityFeature: synchronizedAudioText	Describe la sincronización auditiva con la textual.

Tabla. 1. Tabla de integración de metadatos.

3. Capa de interacción o Interfaz de usuario

Esta capa representa la interfaz gráfica del software o herramienta y por la cual el usuario interactuara con el sistema de adaptabilidad de objetos de aprendizaje, tomando en cuenta los requerimientos según el prototipo se desarrolla una interfaz gráfica intuitiva siguiendo todos los lineamientos de accesibilidad.

El objetivo de esta capa es proporcionar una interfaz amigable para el usuario, que le permita interactuar con el sistema de adaptabilidad de objetos de aprendizaje, de forma sencilla y eficiente.

La página principal cuenta con las siguientes secciones:

- **Inicio**, la página de inicial de la página web la cual se muestra información sobre la herramienta.
- **Adaptador**, en esta página se encuentra las herramientas para la adaptabilidad de un objeto de aprendizaje.
- **Api**, en esta página se detalla la documentación de cómo usar la Api rest para la adaptación automática de un objeto de aprendizaje.
- **Quiénes somos**, página de información sobre el grupo de investigación e información sobre los desarrolladores.
- **Contacto**, en esta página se encuentra un formulario de contacto para que cualquier persona pueda ponerse en contacto o enviar su comentario sobre la aplicación a los desarrolladores.



Fig. 6. Interfaz gráfica de la página de adaptador

En la Fig. 6 se puede observar la interfaz gráfica de la página de adaptador de la aplicación, la cual tiene un diseño atractivo y está orientada a ser utilizada de forma fácil. La interfaz cuenta con un apartado para seleccionar o arrastrar un objeto de aprendizaje al seleccionar un archivo se activará el menú para seleccionar el método de adaptación y las áreas a optimizar. La interfaz también incluye una lista en la cual se muestran los objetos de aprendizaje que se han adaptado, así como una barra de progreso en la cual se muestra el estado de la adaptación.

Cuando el usuario haya aceptado los términos y condiciones de uso de la aplicación y el objeto de aprendizaje se haya subido al servidor podrá editar de forma manual cada uno de los apartados de las áreas elegidas al subir el OA.

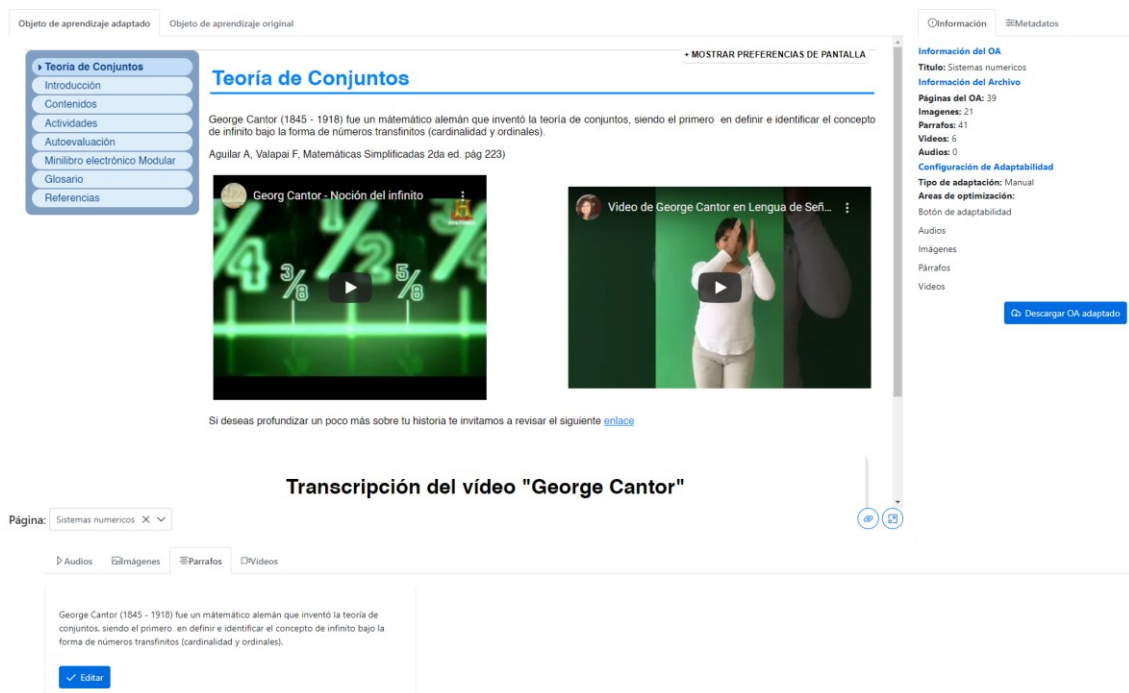


Fig. 7. Página de adaptación del OA

En la página de edición de objeto de aprendizaje (Fig. 7), el usuario tiene acceso a la información del objeto de aprendizaje (OA), incluyendo una vista previa de ambos formatos del OA (original y adaptado), así como a las áreas de adaptabilidad seleccionadas. Para acceder a esta información, el usuario debe seleccionar una página del objeto de aprendizaje en la lista desplegable.

Áreas de adaptabilidad:

- **Botón de adaptabilidad:**

En esta área de adaptabilidad se integra la barra de accesibilidad en el objeto de aprendizaje en la (Fig. 8) se puede ver la barra que se integra en cada página del objeto de aprendizaje.



Fig. 8. Barra de adaptabilidad (Clark et al., 2016).

La barra de accesibilidad contiene una serie de opciones para adaptar el objeto de aprendizaje

Las cuales permiten adaptar la página HTML con diferentes opciones:

- **Tamaño de texto:** Permite modificar el tamaño de la fuente de letra de la página.
 - **Estilo de texto:** Esta opción permite modificar la tipografía de la letra de la página.
 - **Espaciado entre líneas:** Permite modificar el espacio entre las líneas de los párrafos de texto.
 - **Color y contraste:** Esta opción permite cambiar el contraste del fondo de la página HTML.
 - **Diseño y navegación:** Permite mostrar una tabla de contenido en la página HTML esto hace uso de la estructura de la tipografía del estándar HTML siguiendo la estructura de h1, h2, h3 h6 para definir.
 - **Enlace y botones:** este apartado de la barra de accesibilidad permite aumentar el tamaño de los botones de la página HTML y enfatizar los enlaces y botones subrayando cada uno de estos.
 - **Audio y video:** esta opción permite manipular el audio de todos los videos de la página HTML, también permite mostrar u ocultar los subtítulos y las transcripciones de todos los videos de la página.
- **Audio:**

En este apartado se presenta las herramientas para adaptar los audios, estas herramientas permiten crear un texto de forma manual o hacer uso de una librería de Python para convertir este audio a texto.

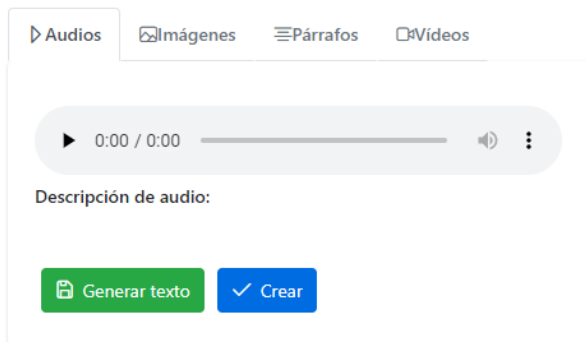


Fig. 9. Opciones para adaptar los audios.

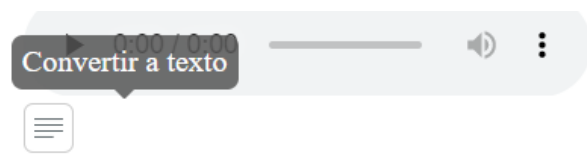


Fig. 10. Resultado de la adaptación de audio.

En la Fig. 9 se muestra las opciones para adaptar los audios estas opciones permiten crear un texto de forma manual o generar un texto de forma automática haciendo uso de librerías para su conversión, en la Fig. 10 se visualiza el resultado en la página del objeto de aprendizaje se integra un botón el cual permite cambiar el audio en cuestión por un párrafo de texto.

- **Imagen:**

En este apartado se puede editar el atributo ALT de la imagen, adicional a esto puede tener una opción para crear una tabla esto servirá si la imagen es una tabla de datos se podrá reemplazar por una tabla con estructura HTML para mejorar su accesibilidad a la lectura de datos.

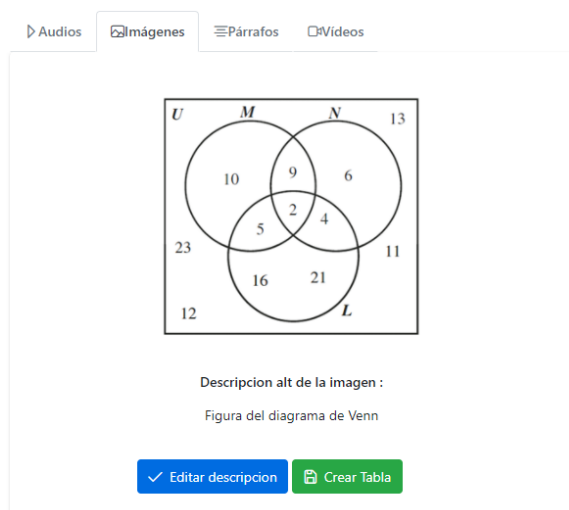


Fig. 11. Opciones para adaptar las imágenes.

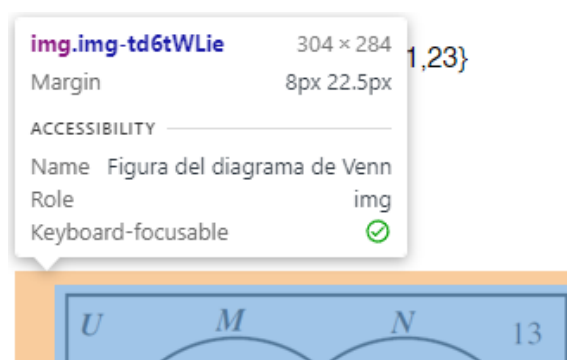


Fig. 12. Resultado de la adaptación de imágenes.

En la Fig. 11 se puede ver las opciones para adaptar las imágenes dentro de la página de edición del objeto de aprendizaje, en la Fig. 12 se muestra los resultados de la adaptación y lo que se modifica dentro del código HTML del objeto de aprendizaje.

- **Párrafos de texto:**

En este apartado se puede agregar un párrafo de lectura fácil, adicional a este tendrá las opciones de cargar un audio, grabar un audio o generar un audio haciendo uso de una librería de Python que permita generar un audio a partir de un texto, esto para facilitar la comprensión de párrafos de textos largos.

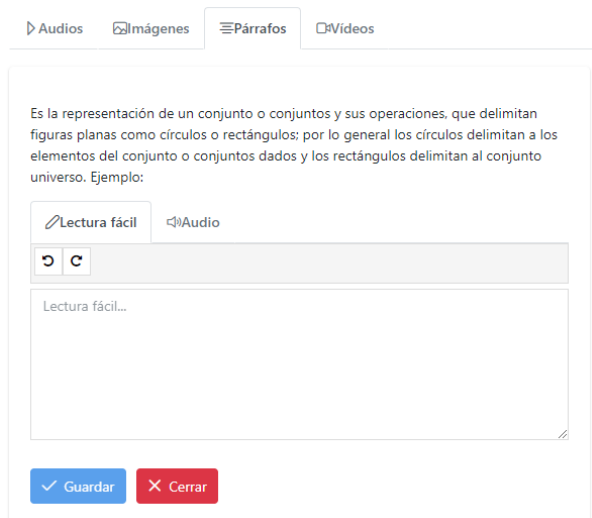


Fig. 13. Opciones para adaptar los párrafos de texto.

Es la representación de un conjunto o conjuntos y sus operaciones, que delimitan figuras planas como círculos o rectángulos; por lo general los círculos delimitan a los elementos del conjunto o conjuntos dados y los rectángulos delimitan al conjunto universo. Ejemplo:



Fig. 14. Resultado de la adaptación de párrafos.

En la Fig. 13 se puede ver las opciones para adaptar los párrafos de texto y en la Fig. 14 se puede ver el resultado de la adaptación en el objeto de aprendizaje en este apartado se insertan dos botones el uno permite reemplazar el párrafo original por el párrafo de lectura fácil y el segundo botón permite intercambiar el texto por un audio para escuchar la lectura del dicho párrafo.

- **Video:**

En este apartado se podrá cargar un subtítulo en caso de tenerlo, si la fuente de video es de YouTube la herramienta hará uso de una librería de Python que permitirá descargar el video de YouTube y descargar su subtítulo para agregarlo a un reproductor accesible.

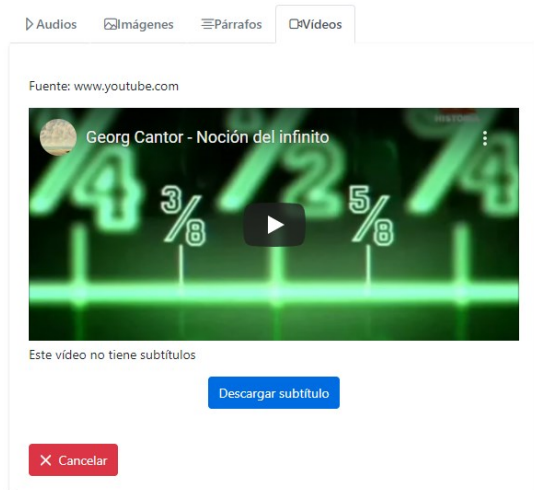


Fig. 15. Opciones para adaptar los videos.



Fig. 16. Resultado de la adaptación de videos (Clark et al., 2016).

En la Fig. 15 se presenta las opciones para adaptar los videos del objeto de aprendizaje y en la Fig. 16 se presenta los resultados con un reproductor adaptado que se integra en el objeto de aprendizaje cave recalcar que este reproductor se remplaza por el video original.

4. API para adaptación automática.

Para la integración con los módulos de adaptabilidad automática se desarrolla la API que será consumida por desarrolladores y usuarios con el fin de probar y hacer uso de la herramienta de adaptabilidad, para hacer uso del api es necesario registrarse con el formulario de la página de API (Fig. 17).

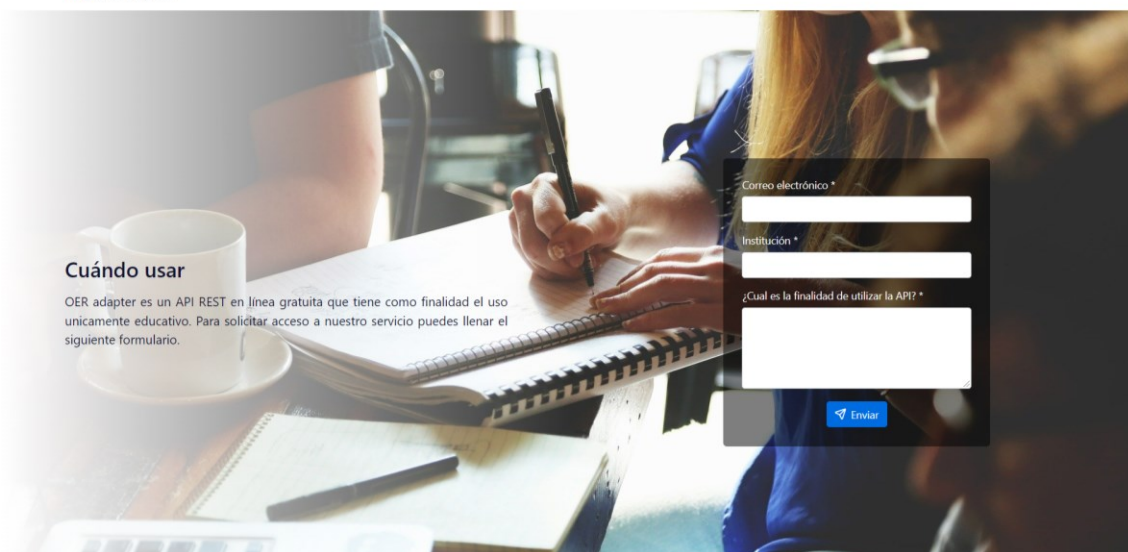


Fig. 17. Interfaz de la página de la API

Para la integración automática se prepara los módulos de adaptación automática que será consumida por el API, al usar esta adaptación la herramienta adaptara de forma automática los recursos educativos según las áreas seleccionadas, el api tiene fines educativos y es de acceso gratuito toda la documentación de este api se encuentra detallada en la página de API de la herramienta.

IV. Resultados

A. Encuestas

Las encuestas se realizaron con la finalidad de medir las interacciones, navegabilidad y la usabilidad del usuario final con la plataforma, el objetivo es conocer sus opiniones, puntos de vista y reacciones con respecto a su interacción con la herramienta web para la adaptabilidad de los objetos de aprendizaje. Con algunos retos planteados en preguntas que nos permitirá determinar la facilidad de acceso y usabilidad que tiene la herramienta al ser utilizada, con la finalidad de analizar estos datos se reúne a un grupo de docentes y estudiantes de diferentes áreas tanto técnicas como humanistas para determinar la reacción de cada uno de ellos con la herramienta.

Los participantes entrevistados son personas que están dentro del campo de la docencia, enseñanza y liderazgo de la Universidad puesto que la herramienta web es un instrumento que ayudara a los recursos educativos OA de los estudiantes a tener un mejor alcance de enseñanza

en los estudiantes. En la (Tabla 2) se muestra información importante de los participantes que estuvieron involucrados en el desarrollo de las encuestas.

NOMBRE	APELLIDO	EDAD	AÑOS DE EXPERIENCIA	AREA DE TRABAJO
Damián	Páez	40	20 años	Razón y Fe
Elizabeth	Pillo	32	8 años	Pastoral
Nayeli	Granda	25	2 años	Electricidad
Efrén	Lema	28	6 años	Electrónica
Ángel	Pérez	25	3 años	Informática - Accesibilidad
Fernando	Urgiles	48	25 años	Ingeniera

Tabla 2 Situación demográfica de los participantes

Todos los participantes pertenecen a la comunidad Universitaria muchos de ellos familiarizados con los recursos educativos digitales OA, quienes dieron su aporte para obtener información con respecto a la herramienta web en cada una de sus evaluaciones. Se realizó las encuestas en la cámara de Gesell de la universidad (Fig 18) para tomar en consideraciones la interacción del usuario con la aplicación. Determinando así escenarios diferentes con cada uno de los participantes, ya que tuvieron puntos de vista distintos, cada uno reacción de diferente manera a cada reto propuesto. Como se observa a continuación en la (Tabla 9) que representa los niveles de dificultad que tuvieron los participantes en la aplicación.



Fig. 18. Cámara de Gesell de la Universidad Politécnica Salesiana – Cuenca



Fig. 19. Monitoreando interacción de usuario con la herramienta

Cada participante tuvo como máximo 40 minutos para resolver todos los retos y tareas propuestas, teniendo en cuenta esto la mayoría de las participantes tuvieron un tiempo menor de 30 minutos lo que nos ayuda a entender que cada uno de los apartados en la herramienta web son muy sencillos de manejar, para más información de las entrevistas y rubrica de las encuestas revisar el apartado de anexo.

1. Primera pregunta: Cargar el objeto de aprendizaje situado en el directorio de descargas del ordenador a su disposición.

Cada participante debe subir un objeto de aprendizaje no accesible a la herramienta web para la adaptabilidad de los objetos de aprendizaje. El objeto de aprendizaje se situó en la carpeta de descargas de la maquina o computador donde se realizó la prueba.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	0:45
Participante 2	3:23
Participante 3	1:02
Participante 4	0:17
Participante 5	0:27
Participante 6	0:49

Tabla 3 Tiempo que le tomo a cada participante finalizar la tarea 1



Gráfico 1 Gráfico de barras que representa el tiempo de cada participante

2. Segunda pregunta: Selección de las áreas e identificación par que sirven.

Los participantes deben seleccionar las áreas de conocimiento, antes de realizar la carga del objeto de aprendizaje este definirá que áreas desea adaptar de forma manual dentro del objeto de aprendizaje, las áreas a considerar son barra de adaptabilidad, imágenes, videos, audios y párrafos.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	0:15
Participante 2	0:23
Participante 3	0:16
Participante 4	0:09
Participante 5	0:08
Participante 6	0:14

Tabla 4 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea 2

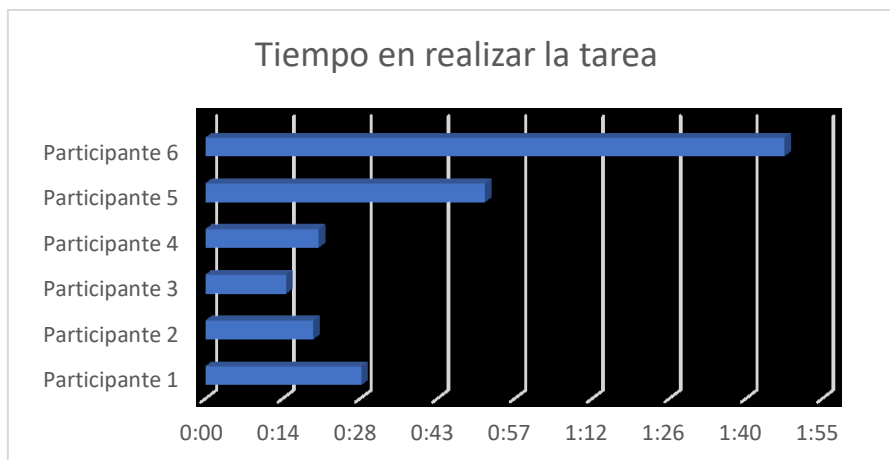


Gráfico 2 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea

3. Tercera pregunta: En la sección de imagen, agregar o actualizar la descripción de una imagen.

Los participantes deben seleccionar una imagen para editar su descripción dentro del objeto de aprendizaje.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	0:36
Participante 2	0:10
Participante 3	0:13
Participante 4	0:46
Participante 5	0:31
Participante 6	1:23

Tabla 5 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea 3

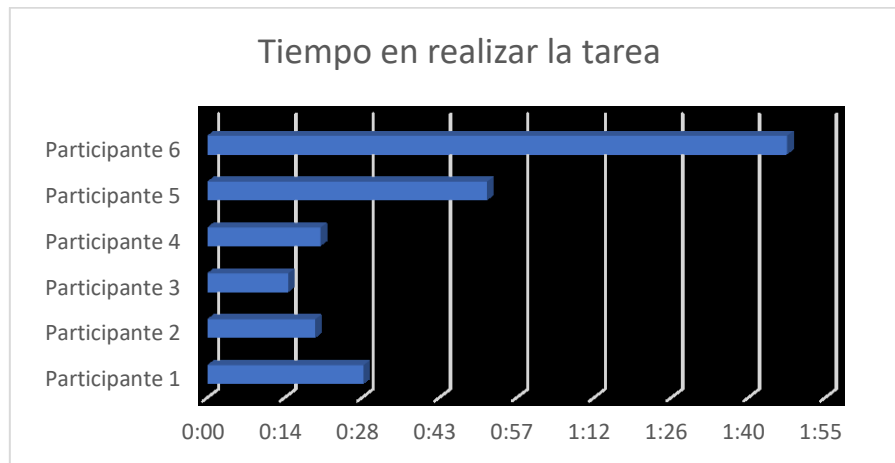


Gráfico 3 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea

4. Cuarta pregunta: En la sección de párrafos, generar el audio de un párrafo de forma automática.

Los participantes deben situarse en la sección de los párrafos, y generar un audio descriptivo del párrafo que será agregado en el objeto de aprendizaje.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	0:32
Participante 2	0:13
Participante 3	0:24
Participante 4	0:37
Participante 5	1:39
Participante 6	0:17

Tabla 6 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea 4

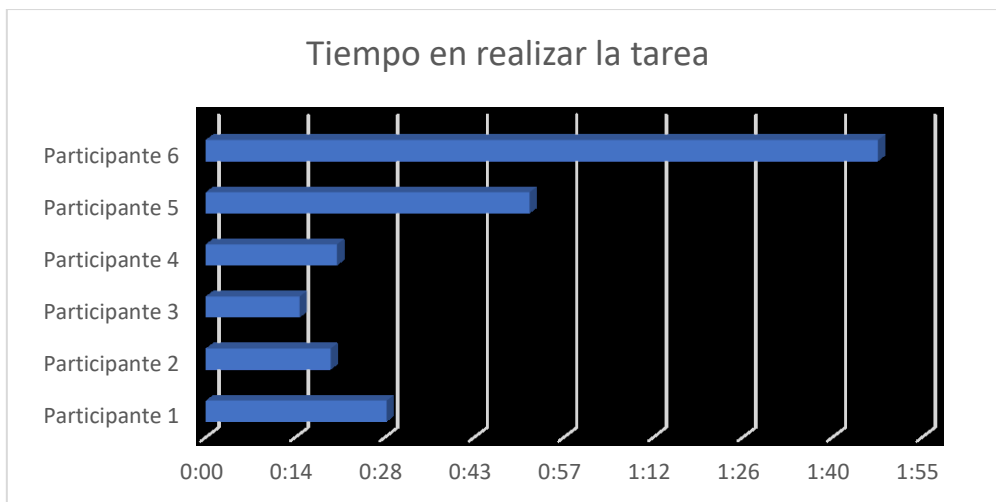


Gráfico 4 Tiempo que le tomo a cada participante realizar la tarea

5. Quinta pregunta: En la sección de videos, descargue los subtítulos de un video y espere que termine el proceso.

Los participantes deberán lograr descargarse los subtítulos de los videos que se encuentran dentro del objeto de aprendizaje para que se genere un nuevo reproductor de video adaptado, con los subtítulos del video en español y en inglés.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	4:39
Participante 2	5:44
Participante 3	4:14
Participante 4	4:29
Participante 5	4:30
Participante 6	5:08

Tabla 7 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea 5

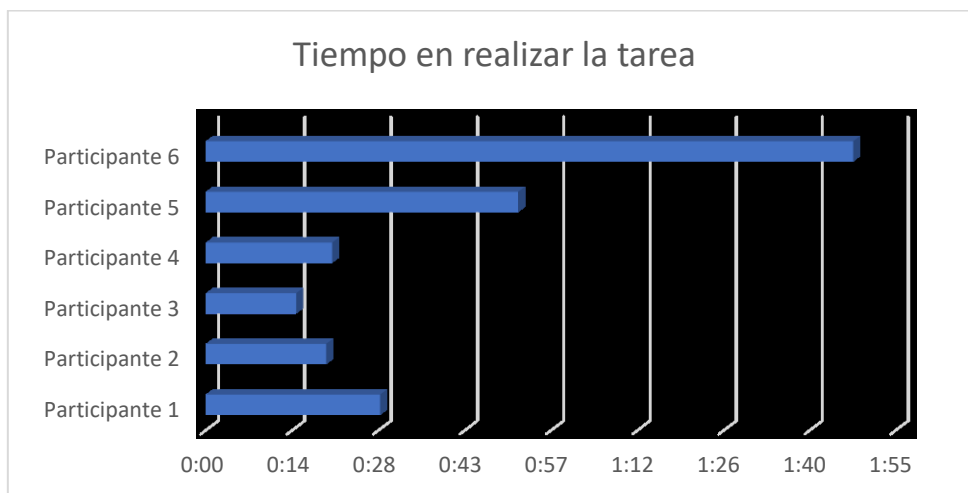


Gráfico 5 Tiempo que le tomo a cada participante realizar la tarea

6. Sexta pregunta: Descargue el objeto de aprendizaje adaptado.

Los participantes deben lograr descargarse el objeto de aprendizaje adaptado desde la herramienta de adaptabilidad de objetos de aprendizaje.

Participante	Tiempo en realizar la tarea
Participante 1	0:29
Participante 2	0:20
Participante 3	0:15
Participante 4	0:21
Participante 5	0:52
Participante 6	1:48

Tabla 8 Tiempo que le tomo a cada participante realizar esta tarea 6

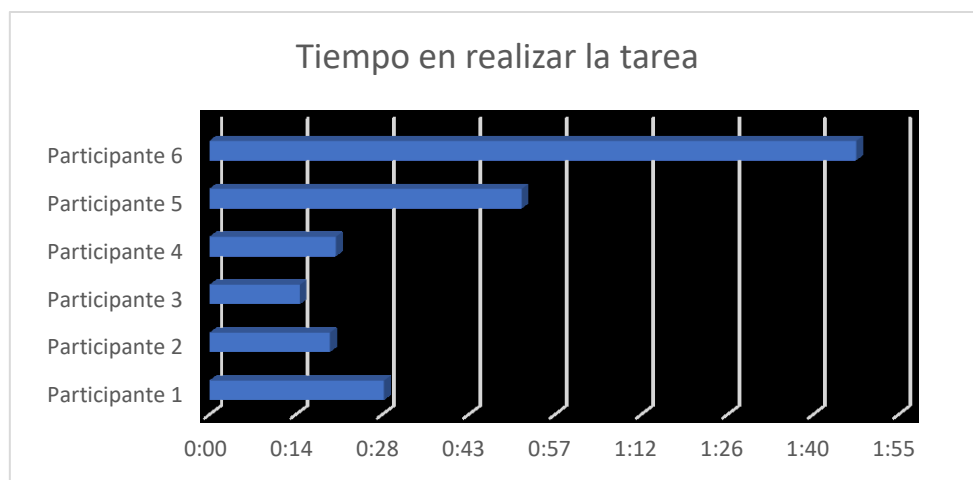


Gráfico 6 Tiempo que le tomo a cada participante realizar la tarea

Con la finalidad de saber cuál fue el nivel de dificultad que tuvo cada participante en cada pregunta, realizamos una pregunta general de cómo le fue en cada tarea, obteniendo los siguientes resultados (Tabla 8).

Participante	Nivel de dificultad al realizar cada pregunta					
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
Participante 1	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil
Participante 2	Muy fácil	Facil	Facil	Facil	Muy fácil	Facil
Participante 3	Muy fácil	Muy fácil	Regular	Muy fácil	Muy fácil	Muy fácil
Participante 4	Fácil	Muy fácil	Facil	Facil	Muy fácil	Muy fácil
Participante 5	Muy fácil	Facil	Regular	Regular	Facil	Facil
Participante 6	Regular	Facil	Facil	Facil	Regular	Facil

Tabla 9 Tabla que representa el nivel de dificultad que tuvo cada participante en cada pregunta.

Tomando en consideración los tiempos anteriores de cada participante, apreciaremos el tiempo total que les tomo realizar cada actividad, los participantes tenían un tiempo

estimado de 5 minutos para realizar cada tarea. Como se demuestra en la siguiente tabla (Tabla 9).

Participante	Área de conocimiento	Experiencia	Hora de inicio	Hora de fin	Tiempo total
Participante 1	Ingeniería	25 años	2:46 p. m.	3:10 p. m.	24 minutos
Participante 2	Informática	3 años	3:31 p. m.	3:44 p. m.	13 minutos
Participante 3	Electrónica	6 años	3:56 p. m.	4:14 p. m.	18 minutos
Participante 4	Electricidad	2 años	4:16 p. m.	4:36 p. m.	20 minutos
Participante 5	Pastoral	8 años	4:38 p. m.	5:10 p. m.	32 minutos
Participante 6	Razón y fe	20 años	5:14 p. m.	5:39 p. m.	25 minutos

Tabla 10 Tabla de representación del tiempo que tomo resolver todas las tareas a los participantes

B. Validación de la aplicación

Para la validación de la aplicación partimos del resultado de las encuestas, opiniones de los participantes y puntos de vista diferentes en cuanto al entorno de la aplicación para la adaptabilidad de objetos de aprendizaje.

Como los resultados finales de las preguntas de cierre son las siguientes:

1. Pregunta 1: ¿Considera que los retos planteados fueron factibles a realizar?

Todos los participantes definieron que los retos planteados son completamente factibles. Ya que todos pudieron concluir con las tareas con éxito, dependiendo de las destrezas de cada uno al momento de realizar cada pregunta.

2. Pregunta 2: ¿Cuál fue la parte que más le gusto de la herramienta?

Lo que más les gusto de la herramienta fue su simpleza, ambiente y que es muy fácil de interactuar es decir no hay en donde perderse como usuario. De esta manera se asimila que la herramienta puede ayudar mucho a las personas como es principalmente a los profesores para adaptar los objetos de aprendizaje. Así como el reproductor accesible de los videos que cumple un punto esencial en la adaptabilidad y la accesibilidad dentro del video, para mostrar los subtítulos de una manera más sencilla.

La herramienta brinda una capacidad de poder editar todo desde el tamaño de la fuente con la barra de accesibilidad, hasta la edición de los párrafos con lectura fácil. Brindando así un producto final que es el objeto de aprendizaje adaptado para que pueda ser usado a conveniencia de cada profesor.

3. Pregunta 3: ¿Cuál fue la parte que le gusto menos en la herramienta?

El tiempo de carga del objeto de aprendizaje, que varía de la conexión a internet para que se pueda subir el recurso. De la misma forma pasa con los videos al descargar los subtítulos toma un poco de tiempo realizar la tarea. Se hizo énfasis en algunas terminologías y la ubicación de los botones.

V. Conclusiones y trabajos futuros

La adaptabilidad de los recursos educativos es un punto clave de la educación para todos, ya que estos recursos adaptados pueden ser aprovechados por un número mayor de estudiantes, el desarrollo de esta herramienta nos permite adaptar los recursos educativos a las necesidades de los estudiantes, lo que nos permite aprovechar al máximo los recursos educativos. Además, la adaptabilidad de estos recursos educativos nos permite personalizar la educación, lo que nos ayuda a cumplir con las necesidades de cada estudiante.

Las pruebas o evaluaciones realizadas a los diferentes profesores de área nos ayudan a identificar virtudes y carencias dentro de nuestra herramienta web, el resultado de las encuestas identifican que la herramienta para la adaptabilidad de objetos de aprendizaje que ayudara mucho a los profesores especialmente si se trabaja dentro de los recursos educativos como son objeto de aprendizaje, al momento de hacerlos accesibles tiene un mayor alcance dentro de la educación.

Concluido el desarrollo de la herramienta se plantea algunos trabajos futuros que se pueden realizar con el fin de mejorar y optimizar la herramienta:

- Integración de los módulos de adaptabilidad automática.
- Optimización en los tiempos de carga y descarga de un objeto de aprendizaje.
- Optimización de la adaptación automática.

VI. Referencias

- W3C (2011). *Guía breve de tecnologías W3C. España: World Wide Web Consortium (W3C). Recuperado de <http://www.w3.org/TR/WCAG10/> [consulta: 16/02/2014].*
- ISO/IEC 40500. (2012). *Information technology — W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0:* <https://www.iso.org/standard/58625.html>
- Web Content Accessibility Guidelines 2.0, W3C World Wide Web Consortium Recommendation XX Month Year, Level A Success Criteria plus Success Criteria 1.x.x, 2.y.y, ... 3.z.z. (<https://www.w3.org/TR/YYYY/REC-WCAG21-YYYYMMDD/>)*
- Batanero, C., García, E., García, A., & Piedra, N. O. (2012). Norma Iso / Iec 24751 : Acceso Para Todos. *Actas Del III Congreso Iberoamericano Sobre Calidad y Accesibilidad de La Formación Virtual (CAFVIR 2012)*, 105–112.
- Benjumea, M. (2009). *Los metadatos*. 5. <http://www.merlot.org/merlot>
- Clark, C., Ayotte, D., Basman, A., & Treviranus, J. (2016). About us, with us: The fluid project's inclusive design tools. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9737, 172–182. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40250-5_17
- De, C., & De Sistemas, I. (2019). *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca Diseño Y Desarrollo De Una Herramienta Inteligente Para La Adaptabilidad De Objetos De Aprendizaje Considerando Normativas De Accesibilidad Enfocadas a Personas Con Discapacidad*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18165>
- Diouf, R., Sarr, E. N., Sall, O., Birregah, B., Bouso, M., & Mbaye, S. N. (2019). Web Scraping: State-of-the-Art and Areas of Application. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2019*, 6040–6042. <https://doi.org/10.1109/BigData47090.2019.9005594>
- Flores, D., González, L., & Becerra, B. (2012). Objetos de aprendizaje: Una Investigación Bibliográfica y Compilación Learning Objects: A Literature Research and Compilation. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 34. <http://www.um.es/ead/red/34>
- Gaurav, S., Jithendranath, Y., Adil, A., Yadav, S., & Kasturi, B. (2015). A study to assess and enhance educational specific search on web for school children. *Proceedings of the 2015 IEEE 9th International Conference on Semantic Computing, IEEE ICSC 2015*, 260–263. <https://doi.org/10.1109/ICOSC.2015.7050816>
- Guerrero García, J., & González Calleros, J. (2014). Hacia un Sistema Gestor de Objetos de Aprendizaje. *Conciencia Tecnológica*, 47, 49–58.
- Ingavelez-Guerra, P., Robles-Bykbaev, V., Perez-Munoz, A., Hilera, J. R., & Oton-Tortosa, S. (2022). Automatic adaptation of open educational resources: an approach from a multilevel methodology based on students' preferences, educational special needs, artificial intelligence, and accessibility metadata. *IEEE Access*, 10, 9703–9716. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3139537>
- Jorge Maldonado Mahauad, Jorge Bermeo Conto, F. V. O. (2017). *Diseño, Creacion y Evaluacion de objetos de aprendizaje*. 1(March), 39.
- Lamarca, Jesús María, D. (2007). *Hipertexto : El nuevo documento en la cultura de la imagen*. http://www.agetec.org/ageteca/hipertexto_cultura.pdf
- Otón, S., Batanero, C., Alonso, J., Jiménez, D., & Ve-, P. L. (2013). *Especificación IMS Access for All 3 . 0*.
- Tortosa, S. O., Antonio Gutiérrez De Mesa, J., & Ochaita, C. B. (2015). *Una implementación de afa para la educación virtual accesible An Implementation Of Afa For Accessible Virtual Education*. 12(1), 6–17.
- Vargas-Arcila, A. M., Baldassarri, S., & Arciniegas, J. L. (2016). Análisis de esquemas de metadatos para la marcación de contenidos educativos. *Formacion Universitaria*, 9(5), 85–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000500009>
- Xavier Germán Torres Correa, D. G. S. L. (2019). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Accesibilidad Universal (AU)*.

VII. Anexos

1. Protocolo de Evaluaciones



Fig. 20. Proceso de evolución de la herramienta con Damián Páez



Fig. 21. Proceso de evaluación de la herramienta con Elizabeth Pillco



Fig. 22. Proceso de evaluación de la herramienta con Fernando Urgiles



Fig. 23. Proceso de evaluación de la herramienta con Efrén Lema



Fig. 24. Proceso de evaluación de la herramienta con Nayeli granda



Fig. 25. Proceso de evaluación de la herramienta con Ángel Pérez