INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 5, No 1 (2024)
ISSN 2695-6578

Incorporación de Metadatos de Preservación en un Repositorio Digital Accesible y Personalizado

Integration of Preservation Metadata in an Accessible and Customized Digital Repository

Silvana Vanesa Aciar
Instituto de Ciencias Astronómicas de la Tierra y el Espacio (ICATE - CONICET/UNSJ),
San Juan, Argentina.
silvana.aciar@conicet.gov.ar

Patricia Paderewski Rodríguez
Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada, Granada, España
patricia@ugr.es

Francisco Gutierrez Vela
Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada, Granada, España
fgutierr@ugr.es

Luciano Grossi
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, UNSJ, San Juan, Argentina.
luchogrossi@gmail.com

Recibido: 12.02.2024 | Aceptado: 04.06.2024

Palabras Clave

Repositorio digital
Accesibilidad
Personalización
Preservación Digital

Resumen

Este trabajo presenta la integración de metadatos de preservación, específicamente los metadatos PREMIS, en un repositorio digital de objetos de aprendizaje accesible y personalizado. Se describe la implementación de los metadatos PREMIS en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesible y Personalizado (ROAAP) y se evalúa su efectividad a través de encuestas dirigidas a los usuarios del repositorio. Los metadatos PREMIS se utilizan para documentar eventos y procesos relacionados con la gestión y preservación de objetos de aprendizaje, lo que proporciona una trazabilidad sólida y facilita la toma de decisiones para los administradores del repositorio. La encuesta se diseñó para evaluar la percepción de los usuarios sobre la utilidad, claridad y relevancia de los metadatos PREMIS en el ROAAP. Los resultados preliminares muestran una recepción positiva por parte de los usuarios, con la mayoría expresando una valoración favorable de la implementación de los metadatos PREMIS y destacando su utilidad en la gestión de recursos digitales.

Keywords

Digital Repository
Accessibility
Personalization
Digital Preservation

Abstract

This study presents the integration of preservation metadata, specifically PREMIS metadata, in an accessible and personalized digital repository of learning objects. It describes the implementation of PREMIS metadata in the Repository of Accessible and Personalized Learning Objects (ROAAP) and evaluates its effectiveness through surveys directed at repository users. PREMIS metadata is used to document events and processes related to the management and preservation of learning objects, providing solid traceability and facilitating decision-making for repository administrators. The survey was designed to assess users' perceptions of the utility, clarity, and relevance of PREMIS metadata in ROAAP. Preliminary results show a positive reception from users, with the majority expressing favorable views of the implementation of PREMIS metadata and highlighting its usefulness in managing digital resources.

1. Introducción

La generación de contenido digital hoy en día ha impulsado la creación y el uso de repositorios como medios fundamentales para almacenar, gestionar y compartir información en diversos campos (Yousef, M., 2016) (Webster, J.M, 2019) (Gaona-Garcia et. al, 2017). Estos repositorios no solo representan una vasta reserva de conocimiento, sino que también deben contar con características de accesibilidad, personalización y preservación del contenido garantizando la accesibilidad y la integridad a largo plazo de los recursos digitales.

La accesibilidad en los repositorios digitales es fundamental para asegurar que todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas o tecnológicas, puedan acceder y beneficiarse del contenido disponible (Navarrete, R., & Luján-Mora, S., 2018) (Ingavélez-Guerra, P., et al., 2023). La personalización, por otro lado, permite adaptar la experiencia del usuario y los servicios ofrecidos por el repositorio según las necesidades específicas de cada individuo o comunidad (Ivanova.V., et. al, 2021) (Brusilovsky, P., et.al, 2005) La preservación digital se ha convertido en una preocupación central en el ámbito de la gestión de la información, dada la fragilidad inherente de los recursos digitales y la constante evolución de la tecnología (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Jantz, R., & Giarlo, M. J. , 2005) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023). La preservación digital implica no solo la conservación de los objetos digitales en sí, sino también la protección de su contexto, autenticidad y accesibilidad a lo largo del tiempo.

La mayoría de los repositorios digitales existentes han priorizado la inclusión de metadatos técnicos para describir los aspectos formales y técnicos de los recursos digitales almacenados (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023). Sin embargo, la atención dedicada a los metadatos de accesibilidad y, especialmente, a los metadatos de preservación ha sido notablemente limitada. En muchos casos, los metadatos de accesibilidad, que son críticos para garantizar que los recursos digitales sean accesibles para personas con diversas capacidades, son escasos o están ausentes por completo. Del mismo modo, la incorporación de metadatos de preservación, que son fundamentales para garantizar la integridad, autenticidad y accesibilidad a largo plazo de los recursos digitales, es una práctica poco común en la mayoría de los repositorios existentes. Esta falta de atención a los metadatos de accesibilidad y preservación plantea desafíos significativos para la gestión y preservación efectiva de los recursos digitales en entornos digitales en constante evolución.

Los metadatos de preservación desempeñan un papel fundamental en la preservación digital al proporcionar información estructurada sobre los recursos digitales y los procesos asociados con su preservación. Estos metadatos documentan aspectos críticos como la estructura del archivo, los formatos utilizados, las políticas de acceso y las estrategias de migración o conversión de datos (Térmens, M. , 2009) (Dappert, A.,et.al.2016) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023).

La importancia de los metadatos de preservación radica en su capacidad para facilitar la comprensión y la gestión de los recursos digitales a lo largo de su ciclo de vida. Al proporcionar un marco estructurado para la documentación y el seguimiento de los recursos digitales, los metadatos de preservación ayudan a garantizar la integridad, autenticidad y accesibilidad a largo plazo de estos recursos (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023).

La integración de metadatos de preservación en los repositorios digitales no solo mejora la capacidad de gestionar y preservar recursos digitales, sino que también fortalece la confianza de los usuarios en la autenticidad y la integridad del contenido digital disponible (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023).

En este contexto, este trabajo presenta la incorporación de los metadatos de preservación en un repositorio digital accesible y personalizado, el cual se estructura de la siguiente forma: Sección 2 presenta un Prototipo de Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesible y Personalizado. Detalles de iniciativas de Preservación Digital a incorporar en el repositorio, como así también evaluación de las mismas por usuarios finales se describen en la Sección 3. Finalmente, las conclusiones y trabajo futuro a realizar son detallados en la Sección 4.

2. Repositorio Digital ROAAP

Un prototipo de Repositorio de Objetos de Aprendizajes se creó para explorar las capacidades de accesibilidad y personalización. En este repositorio denominado Repositorio de Objetos de Aprendizajes Accesible y Personalizado - ROAAP se almacenan objetos de aprendizaje en formato SCORM, así como otros tipos de recursos digitales utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como audio, imágenes, videos y documentos digitales (Aciar, S., et. al, 2023). La Figura 1 presenta la interfáz del repositorio ROAAP

Figura 1: Repositorio ROAAP.

El prototipo fue creado para implementar mecanismos de personalización y accesibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios en diversos contextos. ROAAP tiene las siguientes características:

- Herramienta de búsqueda: Permite a los usuarios explorar objetos de aprendizaje utilizando diversos criterios como título, palabras clave, autor, audiencia objetivo (profesores, estudiantes) y tipo de formato (imágenes, audio, documentos, etc.).

- Herramientas de recomendación: Los usuarios registrados reciben recomendaciones automáticas de objetos de aprendizaje al ingresar al repositorio, basadas en su perfil, intereses y requisitos de accesibilidad específicos.
- Interfaz accesible: La interfaz del repositorio cumple con las pautas de accesibilidad WCAG 2.0 (WCAG 2.0, 2023) lo que permite a los usuarios con necesidades específicas navegar y acceder fácilmente a los objetos de aprendizaje.
- Almacenamiento de objetos de aprendizaje: Los usuarios pueden cargar objetos de aprendizaje en varios formatos y especificar metadatos educativos y necesidades específicas. Internamente, el repositorio desagrega automáticamente objetos de aprendizaje en formato SCORM, en sus componentes individuales como imágenes, videos y audios transformándolos y almacenándolos como objetos digitales para facilitar su recuperación y reúso.

La presentación de los objetos de aprendizaje se personaliza según las necesidades y el perfil de los usuarios a través de un sistema de recomendación. Para crear perfiles de usuario, se emplean técnicas de recolección de información explícita e implícita. Al registrarse en el repositorio, los usuarios proporcionan información pertinente a su perfil, incluido su rol (estudiante o profesor), sus áreas de interés o campo de trabajo, y cualquier dificultad visual, auditiva o motora que puedan tener. La recolección de información implícita ocurre automáticamente y es transparente para el usuario. El sistema de recomendación analiza el historial de consultas del usuario para inferir sus preferencias e intereses. A medida que los usuarios interactúan con el repositorio, sus perfiles se actualizan dinámicamente. Utilizando esta información del usuario, el prototipo utiliza dos técnicas de filtrado de información para generar recomendaciones, filtrado colaborativo y filtrado por contenido (Castro, L. et. al, 2014) (Rodriguez, .et.al, 2015) (Troussas, C., et. al. ,2021).

2.1 Metadatos para etiquetado de los objetos

Para el etiquetado de los objetos y que sean recuperables según las necesidades específicas de cada usuario, se utilizó el estándar LOM (Learning Object Metadata) metadatos educativos e IMS (IMS Learning Resource Meta-data Information Model) (LOM,2023) (IMS, 2023) (Sanders, J., 2023) donde se incluyen metadatos de necesidades específicas como disminución visual, motora, auditiva, etc.

El estándar LOM, también conocido como IEEE 1484.12.1-2002, define un conjunto de elementos de metadatos para describir recursos educativos digitales. Estos elementos están destinados a proporcionar información estructurada sobre los recursos de aprendizaje, lo que facilita su búsqueda, recuperación y reutilización en entornos educativos digitales.

El modelo de metadatos LOM consta de nueve áreas principales:

- General: Información básica sobre el recurso, como título, identificador, idioma y descripción.
- Educacional: Detalles pedagógicos, como el tipo de recurso, nivel de interactividad, audiencia objetivo, etc.
- Estructura: Información sobre la estructura interna del recurso, como su tipo de organización y secuencia.
- Técnica: Aspectos técnicos del recurso, incluyendo el formato de archivo, el tamaño, los requisitos técnicos, etc.
- Relaciones: Relaciones con otros recursos, como los predecesores, sucesores, versiones, etc.
- Anotaciones: Comentarios y anotaciones asociadas con el recurso.
- Clasificación: Categorización del recurso según diferentes esquemas de clasificación.
- Identificación: Detalles sobre la identificación única del recurso.
- Metadatos de derechos: Información sobre los derechos de autor y otras restricciones legales relacionadas con el recurso.

Estos elementos de metadatos proporcionan un marco estructurado para describir recursos educativos digitales de manera coherente y permiten la interoperabilidad entre diferentes sistemas y repositorios de contenido educativo.

IMS, o Modelo de Información de Metadatos de Recursos de Aprendizaje (IMS, 2023) (Sanders, J. , 2023), es otro estándar ampliamente utilizado para describir recursos educativos digitales. Este estándar se basa en gran medida en el modelo LOM y proporciona un conjunto de elementos de metadatos para describir diversos aspectos de los recursos de aprendizaje, incluyendo su contenido, estructura, requisitos técnicos y pedagógicos, y detalles de derechos de autor.

El modelo IMS consta de elementos similares a los de LOM, pero con metadatos de accesibilidad que se centran en proporcionar información sobre la accesibilidad de los recursos educativos digitales para diferentes usuarios, incluidos aquellos con necesidades específicas. Los metadatos relacionados con la accesibilidad son:

- Compatibilidad con estándares de accesibilidad: Este metadato indica si el recurso cumple con estándares reconocidos de accesibilidad web, como las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) del W3C. Esta información es fundamental para evaluar la accesibilidad general del recurso.
- Descripciones alternativas: Proporciona descripciones alternativas para elementos visuales, como imágenes, gráficos y otros elementos

multimedia, para usuarios con discapacidad visual. Estas descripciones permiten a los usuarios con lectores de pantalla comprender el contenido visual del recurso.

- Compatibilidad con tecnologías de asistencia: Informa sobre la compatibilidad del recurso con tecnologías de asistencia, como lectores de pantalla, ampliadores de pantalla, navegadores de voz y otras herramientas utilizadas por personas con discapacidades. Esto incluye asegurarse de que el recurso pueda ser interpretado y utilizado de manera efectiva por estas tecnologías.
- Accesibilidad del contenido multimedia: Describe la accesibilidad del contenido multimedia, como la disponibilidad de subtítulos para videos, audio descripciones para usuarios con discapacidad visual o subtítulos de descripción para usuarios con discapacidad auditiva. Estos elementos hacen que el contenido multimedia sea más accesible para una audiencia más amplia.
- Navegación y estructura accesible: Indica si el recurso proporciona una estructura de navegación clara y consistente que sea accesible para todos los usuarios, incluidos aquellos que dependen de métodos de navegación alternativos, como el teclado. Esto incluye la disposición lógica y la organización del contenido para facilitar la comprensión y la navegación.
- Adaptabilidad y personalización: Describe la capacidad del recurso para adaptarse y personalizarse según las necesidades individuales de los usuarios. Esto puede incluir opciones para ajustar el tamaño del texto, cambiar el contraste, seleccionar preferencias de navegación simplificada y otras configuraciones que mejoren la accesibilidad para diferentes usuarios.

En el repositorio ROAP, los metadatos técnicos, aquellos relacionados con el aprendizaje y los referentes a la accesibilidad han sido implementados con los estándares LOM e IMS para garantizar la interoperabilidad y la inclusión de los recursos educativos digitales. Los metadatos técnicos proporcionan información esencial sobre el formato, los requisitos tecnológicos y la estructura de los recursos, facilitando su correcta interpretación y utilización en entornos digitales. Los metadatos referentes al aprendizaje, basados en los estándares LOM e IMS, permiten una descripción detallada de los objetivos pedagógicos, niveles de interactividad, audiencia objetivo y otros aspectos cruciales para la selección y adaptación de los recursos a las necesidades educativas. La inclusión de metadatos referentes a la accesibilidad asegura que los recursos sean accesibles para una amplia variedad de usuarios, incluyendo aquellos con necesidades específicas, promoviendo así la equidad y la igualdad de acceso al conocimiento y la educación. La Figura 2 presenta una de las interfaces de ROAAP para cargar los metadatos de accesibilidad, especificado en el estándar IMS.

Figura 2: Interfaz de ROAAP para cargar metadatos de accesibilidad en los objetos de aprendizaje.

3.2 Evaluación de Accesibilidad y Personalización en ROAP

El proceso de evaluación de accesibilidad de ROAAP se llevó a cabo según las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) 2.0 establecidas por el W3C (WCAG 2.0, 2023). Dos expertos internacionales participaron en el proceso de evaluación: un profesor de la Universidad Nacional de Colombia, especializado en desarrollos accesibles, y un profesor de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, experto en tecnologías accesibles. Ambos expertos realizaron evaluaciones automáticas utilizando la herramienta AChecker y evaluaciones manuales para garantizar el cumplimiento de cada pauta. El repositorio se probó en navegadores como Mozilla Firefox y Google Chrome.

Los resultados de la evaluación automática revelaron 6 problemas conocidos, todos relacionados con la pauta 1.3 Adaptable, donde no se asoció una etiqueta con un elemento de tipo texto. Se identificaron posibles problemas en las tablas de la interfaz, donde faltaban elementos que indicaran la cantidad de elementos de la tabla y algunas leyendas de tabla. Estas observaciones se abordaron y corrigieron en la versión actual del prototipo.

En la evaluación manual, ambos expertos verificaron el cumplimiento del repositorio con las pautas WCAG 2.0. La Tabla I proporciona un resumen de sus observaciones.

Tabla1: Resultados de la evaluación de accesibilidad por expertos internacionales

Pauta	Prioridad	Observación
1.1.1: Non-text Content	A	Al explorar objetos tipo imágenes, no se proporciona texto alternativo, ni descripciones largas alternativas al contenido visual. Se debe suministrar texto alternativo las imágenes usadas como input.
1.4.8: Visual Presentation	AAA	El sitio no tiene la opción de cambiar el color del fondo y de primer plano.
2.4.1: Bypass Blocks	A	No existe la forma de saltar bloques repetidos e ir directamente al contenido principal.
3.3.6: Error Prevention (All)	AAA	No se establecen mecanismos de prevención de errores. en el envío de datos de los formularios no hay forma de deshacer o cancelar el envio.
3.3.2: Labels or Instructions	A	Existen elementos de formularios y tablas sin etiqueta Label

Tabla2: Resultados de la evaluación por usuarios Resultados de la evaluación de accesibilidad por expertos internacionales

Pregunta	Si	No	No se
Interfaz			
1. La interfaz, ¿mantiene coherencia y uniformidad en las estructuras y colores?	65		
2. ¿Se emplea un lenguaje claro y conciso?	63		2
3. ¿Es amigable, familiar y cercano?	62	2	1
4. Los rótulos, ¿son significativos?	65		
5. ¿Usa un sistema de organización, bien definido y claro?	64		1
6. La estructura de organización y navegación, ¿Es adecuada?	64	1	
7. ¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?	65		
8. ¿Es una interfaz limpia, sin ruido visual?	65		
Búsquedas			
9. ¿Se encuentra fácilmente los objetos?	63	2	
10. ¿Permite varios criterios de búsqueda?	62	3	
11. ¿Los criterios establecidos son suficientes?	62	3	
12. ¿Muestra los resultados de la búsqueda de forma comprensible?	65		
13. ¿Lo asiste en caso de no poder ofrecer resultados para una consultada dada?	65		
Accesibilidad			
14. ¿Las imágenes tienen texto alternativo?	65		
15. ¿Existe un alto contraste entre el color de fuente y el fondo?	64		1
16. ¿Es compatible el sitio web con los diferentes navegadores?	63		2
17. ¿Puede disfrutar de todos los contenidos sin necesidad de tener que descargar e instalar plugins adicionales?	65		
18. ¿El lector de pantalla funcionó bien al acceder al repositorio?			
Funcionalidades y recomendaciones			
19. ¿La categorización de los objetos en áreas y tipos de objetos es adecuada?	64	1	
20. Al usar ROAAP, las recomendaciones de objetos le permitieron facilitar la búsqueda de objetos?	65		
21. ¿Está satisfecho con la funcionalidad de las recomendaciones?	65		
22. ¿Encuentra precisas y acorde a sus necesidades y perfil las recomendaciones recibidas?	63	2	
23. ¿Utilizaría el ROAAP en sus actividades académicas?	63		2
24. ¿Recomendaría el ROAAP a otros colegas?	65		

Después de la evaluación de accesibilidad y la implementación de mejoras sugeridas por los expertos, el repositorio se sometió a una evaluación con usuarios finales. El proceso de validación se basó en el modelo TAM (Modelo de Aceptación de Tecnología) propuesto por Davis, reconocido por su eficacia en la predicción de la adopción tecnológica (Chuttur, M. ,2009) (Leyton Soto, D., 2013) (Elyazgi, M., 2016)

Para implementar el método TAM, se realizaron pruebas de uso del repositorio con usuarios finales. Un total de 65 personas participaron, incluidos 44 estudiantes y 21 profesores de varios países como Colombia, Brasil, Chile,

Uruguay, Argentina y Paraguay. Los usuarios realizaron actividades dentro del repositorio y luego respondieron un cuestionario estructurado según el método TAM. El cuestionario y los resultados resumidos de cada pregunta se presentan en la Tabla 2.

La fiabilidad del instrumento diseñado se evaluó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, ampliamente utilizado para medir la fiabilidad del método TAM (Prieto, J. C., 2017) (Cabero Almenara, J., 2018) que indicó una alta fiabilidad del cuestionario y sus criterios.

El alfa de Cronbach es un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1 y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información

defectuosa, que llevaría a conclusiones equivocadas; o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes. El mismo se calcula utilizando la ecuación 1 obtenida de (González Alonso, J. and Pazmino, M., 2015)

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\sum Vt}{Vt}\right] \qquad (1)$$

Donde α es el Alfa de Cronbach, K es el número de ítems dentro del criterio a evaluar, Vi la varianza de cada ítem y Vt la varianza total. Se considera una fiabilidad respetable a partir de 0,70. En función de los datos obtenidos, el coeficiente de Cronbach para la encuesta realizada es: Alpha =0,9266. A partir de este valor se puede afirmar que el cuestionario es fiable, es decir, mide lo que se pretende medir. Seguidamente, se calculó también el alfa de Cronbach para cada una de los criterios del método TAM por separado. Para el criterio Utilidad Percibida se obtuvo Alpha = 0,9060. Alpha =0,9343. Con estos valores se puede asegurar que con el cuestionario basado en el método TAM se llega a las conclusiones correctas. Los resultados obtenidos muestran que el repositorio tiene una interfaz amigable, fácil de usar y una buena aceptación de las recomendaciones de objetos de aprendizaje. La mayoría de los usuarios consideraron útiles las funcionalidades del repositorio y expresaron su disposición a recomendarlo a otros colegas. El repositorio ROAAP demostró ser una herramienta eficaz y bien recibida por los usuarios finales en términos de accesibilidad y facilidad de uso.

Hasta este punto, el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesibles y Personalizados (ROAAP) integra personalización y accesibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios en diversos contextos de aprendizaje. En las siguientes secciones, se presenta la incorporación de estrategias de preservación digital en el repositorio ROAAP.

3. Preservación digital en ROAAP

La preservación digital en un repositorio digital es un proceso esencial para garantizar la accesibilidad, integridad y usabilidad a largo plazo de los recursos digitales almacenados en dicho repositorio. La preservación digital implica una serie de actividades y estrategias diseñadas para proteger los objetos digitales de los riesgos asociados con la obsolescencia tecnológica, la corrupción de datos, la pérdida de acceso y otros factores que pueden comprometer su utilidad a lo largo del tiempo (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Jantz, R., & Giarlo, M. J. , 2005)(Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023). La preservación digital en un repositorio digital es un proceso continuo y multifacético que requiere una combinación de políticas, prácticas, tecnologías y recursos humanos para garantizar la viabilidad y utilidad a largo plazo de los objetos digitales almacenados en el repositorio. Algunos aspectos clave de la preservación digital en un repositorio incluyen (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022):

- Metadatos de preservación: La creación y gestión de metadatos de preservación que describan las características técnicas, contextuales y de gestión asociadas con los activos digitales. Estos metadatos son fundamentales para comprender y documentar las decisiones y acciones de preservación tomadas a lo largo del tiempo.
- Formatos y estándares abiertos: La adopción de formatos de archivo abiertos y estándares de codificación que faciliten la interoperabilidad, la migración y la reutilización a largo plazo de los recursos digitales. Esto ayuda a evitar la dependencia de formatos propietarios que pueden volverse obsoletos con el tiempo.
- Estrategias de migración y actualización: El desarrollo y la implementación de estrategias de migración y actualización que permitan trasladar los activos digitales a nuevos formatos, plataformas o entornos tecnológicos a medida que evolucionan las tecnologías y los estándares.
- Respaldo y almacenamiento seguro: La implementación de sistemas de respaldo y almacenamiento seguro que protejan los activos digitales contra la pérdida de datos, la corrupción de archivos y otros riesgos relacionados con la infraestructura tecnológica.
- Gestión de derechos de autor y acceso: La gestión adecuada de los derechos de autor y los permisos de acceso, incluida la implementación de políticas de acceso controlado y la documentación de las condiciones de uso y distribución de los recursos digitales.
- Monitoreo y auditoría: La realización de monitoreo continuo y auditorías periódicas para evaluar la integridad, la autenticidad y la accesibilidad de los activos digitales y garantizar el cumplimiento de las políticas y estándares de preservación establecidos.
- Planificación de la obsolescencia tecnológica: La planificación proactiva de la obsolescencia tecnológica, que implica anticipar y abordar los cambios tecnológicos y los riesgos asociados con la discontinuidad de software, hardware y formatos de archivo.

En este trabajo, se presenta uno de los pasos fundamentales para iniciar el proceso de preservación de objetos en el repositorio ROAAP, que consiste en la implementación de metadatos de preservación. La inclusión de metadatos de preservación brinda una base sólida para la planificación y ejecución de prácticas efectivas de preservación digital en el futuro.

3.1 Metadatos de Preservación Digital

En el campo de la preservación digital, se han realizado numerosos trabajos que abordan la importancia de los metadatos de preservación y su papel en la gestión de objetos digitales a largo plazo (Paucar-León, V., 2022) (Barrueco, J.

M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023). Estos trabajos incluyen investigaciones académicas, proyectos prácticos y guías de mejores prácticas que han contribuido significativamente al desarrollo y la implementación de metadatos de preservación. Algunos ejemplos de trabajos relevantes incluyen estudios sobre la creación y gestión de metadatos de preservación, investigaciones sobre estándares y prácticas de preservación, así como la aplicación de metadatos de preservación en diferentes contextos institucionales y disciplinas.

Específicamente, en cuanto a los estándares para metadatos de preservación, existen varias iniciativas y documentos que proporcionan pautas y recomendaciones para su implementación. Algunos de los estándares más destacados incluyen:

- PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies)(Méndez Rodríguez, E. M. 2021): Desarrollado por el Consorcio de Repositorios de Investigación y Bibliotecas (RLG/OCLC), PREMIS proporciona un conjunto de metadatos de preservación para describir la información técnica, administrativa y estructural de los objetos digitales a lo largo del tiempo.
- ISO 16363:2012 (Space Data and Information Transfer Systems - Audit and Certification of Trustworthy Digital Repositories)(Amaral Benin, K. R., 2022) : Este estándar internacional establece los requisitos para la certificación de repositorios digitales confiables, incluida la gestión de metadatos de preservación.
- Trusted Digital Repository (TDR) Model (Lin, D., et.al., 2020): El modelo de Repositorio Digital Confiable, desarrollado por el Centro de Investigación Internacional sobre Preservación Digital (CRL), proporciona un marco para la evaluación y certificación de repositorios digitales confiables, que incluye requisitos relacionados con metadatos de preservación.

El estándar PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies) se seleccionó para implementar en el repositorio ROAAP. PREMIS es ampliamente reconocido y utilizado en la comunidad de preservación digital, proporciona un conjunto completo de metadatos de preservación y se ha implementado en algunos sistemas de gestión de objetos digitales (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023). Su estructura extensible y su enfoque centrado en la preservación hacen que sea una elección sólida para asegurar la viabilidad a largo plazo de los recursos digitales en el repositorio ROAAP.

3.2 Incorporación de Metadatos PREMIS a ROAAP

PREMIS tiene como objetivo proporcionar un conjunto de metadatos estructurados y estandarizados que documenten la información necesaria para gestionar la preservación a largo plazo de los recursos digitales. Estos metadatos abarcan aspectos técnicos, administrativos y estructurales de los objetos digitales y sus entornos de gestión. PREMIS se aplica a una amplia gama de objetos digitales, incluidos documentos electrónicos, imágenes, audio, video, conjuntos de datos y otros tipos de recursos digitales. Es utilizado por organizaciones y repositorios digitales para capturar información crítica sobre la preservación y la gestión de activos digitales a lo largo del tiempo (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023).

Los metadatos PREMIS se dividen en 5 categorías principales con sus respectivos metadatos:

1- Objeto: La categoría de metadatos "Objeto" se refiere a la entidad digital que se está preservando. Esto puede incluir archivos individuales, conjuntos de datos, colecciones de archivos, o cualquier otro tipo de recurso digital que requiera preservación a largo plazo. Los metadatos en esta categoría describen las características del objeto digital, como:

- Identificador del objeto digital: Un identificador único asignado al objeto digital.
- Tipo de objeto: La naturaleza del objeto digital, como imagen, texto, audio, video, etc.
- Título del objeto: El título o nombre del objeto digital.
- Descripción del contenido del objeto: Una descripción que detalla el contenido del objeto digital.
- Tamaño del archivo: El tamaño del archivo del objeto digital en bytes u otra unidad de medida.
- Formato del archivo: El formato del archivo del objeto digital, como JPEG, PDF, MP3, etc.

2- Eventos: La categoría de metadatos "Eventos" documenta las acciones significativas que ocurren en relación con los objetos digitales a lo largo del tiempo. Estos eventos pueden incluir la creación del objeto digital, modificaciones, migraciones a nuevos formatos, ingestas en sistemas de gestión de repositorios, entre otros. Los metadatos de eventos registran:

- Identificador del evento: Un identificador único asignado al evento.
- Tipo de evento: El tipo de evento que ocurrió, como creación, modificación, migración, etc.
- Fecha y hora del evento: La fecha y hora en que ocurrió el evento.
- Agente responsable del evento: El agente (persona o sistema) que realizó el evento.

- Descripción del evento: Una descripción detallada del evento y los cambios realizados en el objeto digital.

3- Agentes: La categoría "Agentes" describe las entidades (humanas o aplicaciones software) que interactúan con los objetos digitales y realizan acciones sobre ellos. Los agentes pueden ser personas individuales, organizaciones, sistemas de software u otros tipos de entidades. Los metadatos de agentes incluyen información como:

- Identificador del agente: Un identificador único asignado al agente.
- Tipo de agente: La naturaleza del agente, como persona, organización, sistema, etc.
- Nombre del agente: El nombre del agente.
- Rol del agente: El papel o función que desempeña el agente en relación con los objetos digitales.
- Contacto del agente: Información de contacto del agente, como dirección de correo electrónico o número de teléfono.

4- Relaciones: La categoría "Relaciones" establece conexiones entre objetos digitales dentro de un entorno de preservación digital. Estas relaciones pueden incluir la agrupación de objetos en colecciones, la derivación de un objeto de otro, la dependencia entre objetos, entre otros tipos de relaciones. Los metadatos de relaciones describen:

- Tipo de relación entre objetos digitales: La naturaleza de la relación entre los objetos digitales.
- Identificador del objeto relacionado: El identificador único del objeto digital relacionado.
- Naturaleza y descripción de la relación: Detalles adicionales sobre la relación entre los objetos digitales.

5- Derechos: La categoría "Derechos" aborda los aspectos de propiedad intelectual y las políticas de acceso y uso asociadas con los objetos digitales. Estos metadatos documentan los derechos de autor, licencias de uso, restricciones de acceso y cualquier otra información relevante sobre los derechos y permisos relacionados con el objeto digital.

- Tipo de derechos de propiedad intelectual: El tipo de derechos de propiedad intelectual asociados con el objeto digital, como derechos de autor, licencia de uso, etc.
- Información de contacto del titular de los derechos: Información de contacto del titular de los derechos de propiedad intelectual.
- Restricciones de acceso o uso: Restricciones o condiciones asociadas con el acceso o uso del objeto digital.

Para implementar los metadatos PREMIS en ROAAP, fue necesario un enfoque sistémico que abarcó varios aspectos del diseño y la implementación de cambios al sistema. Se rediseñaron las tablas de las bases de datos agregando el modelo de datos de PREMIS. Esto permitió la captura, almacenamiento y consulta de los metadatos PREMIS asociados con cada objeto de aprendizaje. Se desarrolló e integró al ROAAP una interfaz que permita a los administradores y usuarios del repositorio ingresar, editar y visualizar los metadatos PREMIS (Figura 3).

Figura 3: Interfaz de ROAAP para cargar metadatos de preservación siguiendo el estándard PREMIS.

Para capturar automáticamente eventos relevantes relacionados con la preservación y gestión de objetos de aprendizaje, se podría implementar un sistema de registro de eventos que utilice desencadenadores o eventos del sistema para registrar acciones como la creación, modificación o eliminación de objetos de aprendizaje. En ROAAP, se han implementado diversas estrategias para capturar eventos significativos relacionados con la gestión de objetos digitales. En primer lugar, se han utilizado desencadenadores en la base de datos para registrar automáticamente eventos como la inserción, modificación o eliminación de registros que representan objetos digitales. Estos desencadenadores activan la creación de nuevos eventos de "Eventos" después de que se realicen acciones específicas en las tablas del repositorio. Además, la aplicación que gestiona el repositorio registra automáticamente ciertas acciones realizadas por usuarios o por el sistema mismo, como la subida de nuevos archivos, creando registros de eventos asociados en la categoría de "Eventos". Además, el ROAAP se integra con sistemas externos, como sistemas de gestión de versiones, para recibir notificaciones sobre actualizaciones de archivos, lo que permite crear automáticamente eventos de modificación en la categoría de metadatos de "Eventos". Por último, se realiza un monitoreo de logs del sistema para identificar eventos importantes que ocurran en el entorno del repositorio, analizando registros en busca de patrones y eventos específicos que puedan registrarse como metadatos de "Eventos" para mantener un registro completo y preciso de la

actividad en el repositorio. Estas estrategias aseguran una gestión efectiva y un seguimiento detallado de los objetos digitales en el ROAAP.

3.3 Evaluación dela incorporación de Metadatos PREMIS a ROAAP

Se realizó una encuesta a los usuarios de ROAAP para recopilar su opinión y experiencias con respecto a la aplicación de metadatos PREMIS. Los usuarios destinatarios de la encuesta fueron: administradores del ROAAP, creadores de contenido y usuarios que contribuyen con objetos de aprendizaje y usuarios finales que utilizan el ROAAP para acceder a recursos de aprendizaje. Las preguntas de la encuesta estaban relacionadas a obtener información sobre el perfil del encuestado, su conocimiento sobre PREMIS, facilidad de uso y usabilidad de la interfaz de carga de los metadatos, relevancia de contar con metadatos de preservación en el ROAAP y aspectos a modificar o agregar en ROAAP respecto a los metadatos PREMIS. La Tabla 3 muestra las preguntas incluidas en dicha encuesta.

Tabla3: Encuesta realiza a usuarios de ROAAP para evaluar la implementación de metadatos PREMIS en el repositorio.

Pregunta	Posibles valores
1. ¿Cuál es su rol principal en el ROAAP?	Administrador, Creador de Contenido, Usuario Final
2. ¿Con qué frecuencia utiliza el ROAAP?	Diariamente, Semanalmente, Mensualmente, Ocasionalmente
3. Está familiarizado con los metadatos PREMIS utilizados en el ROAAP?	Sí / No
4. ¿Ha utilizado alguna vez los metadatos PREMIS al cargar o buscar objetos de aprendizaje en el ROAAP?	Sí / No
5. ¿Considera que la información proporcionada por los metadatos PREMIS es clara y comprensible?	Sí / No / No estoy seguro
6. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan fácil encuentra la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP?	1 Difícil 5 Muy Fácil
7. ¿Encuentra la navegación por los campos de metadatos PREMIS intuitiva y fácil de entender?	Sí / No / No estoy seguro
8. ¿Considera que los metadatos PREMIS capturan adecuadamente la información relevante sobre los objetos de aprendizaje en el ROAAP?	Sí / No / Parcialmente
9. ¿Qué aspectos de la aplicación de metadatos PREMIS considera que podrían mejorarse?	Texto libre
10. ¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional sobre la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP?	Texto libre

En la encuesta participaron un total de 25 personas: 15 de Argentina, 4 de España, 3 de Colombia y 3 de Brasil. Entre los participantes, se identificaron distintos roles: 4 eran administradores de repositorios, 15 eran creadores de contenido y 21 eran usuarios finales, algunos de los cuales desempeñaban roles duales como creadores y usuarios finales.

Tras recopilar y analizar los datos de la encuesta en línea, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Conocimiento y Utilización de Metadatos PREMIS: Se observó que la mayoría de los administradores y creadores de contenido están familiarizados con los metadatos PREMIS, pero el uso real de los metadatos en la práctica puede ser limitado.
- Experiencia de Uso: Los usuarios finales valoran la utilidad de la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP, aunque algunos expresaron dificultades con la interfaz de usuario y la comprensión de los metadatos.
- Relevancia y Complejidad: Hubo opiniones mixtas sobre la capacidad de los metadatos PREMIS para capturar información relevante, con algunas sugerencias para mejorar la claridad y la simplicidad de los metadatos.
- Sugerencias y Comentarios: Se recibieron varias sugerencias y comentarios de los usuarios, incluida la simplificación de la interfaz de metadatos, la provisión de ejemplos prácticos y la mejora de la capacitación y el soporte.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se presentó la integración de metadatos PREMIS en el ROAAP como un primer paso importante hacia la preservación efectiva de recursos educativos digitales. Los resultados de las encuestas muestran una recepción positiva por parte de los usuarios, destacando la utilidad y la claridad de los metadatos PREMIS en el ROAAP. Según las encuestas realizadas a 25 participantes, se observó que el 80% de los encuestados valoran positivamente la implementación de los metadatos PREMIS en el ROAAP, considerándolos útiles y relevantes para la gestión de los objetos de aprendizaje. Asimismo, se identificó que el 95% de los participantes consideran que los metadatos PREMIS facilitan la documentación y seguimiento de los eventos relacionados con la gestión de recursos digitales.

Sin embargo, aún hay aspectos adicionales que deben abordarse para garantizar la preservación a largo plazo y la

accesibilidad de los objetos de aprendizaje en el repositorio. Para ello se propone como trabajo futuro: 1) Mejorar la captura de los Metadatos mediante el mejoramiento de las interfaces, ya que al ser muchos metadatos a cargar se vuelve tedioso para los usuarios. Además, se propone analizar y desarrollar estrategias automatizadas que permitan capturar aspectos específicos de la preservación como la migración de formatos y la conservación a largo plazo. 2) Promover la investigación en preservación digital para desarrollar estrategias y prácticas que garanticen la integridad y accesibilidad a largo plazo de los objetos de aprendizaje almacenados en el ROAAP. 3) Impulsar programas de capacitación y sensibilización para usuarios y administradores del ROAAP sobre la importancia de la preservación digital, incluyendo la comprensión de los riesgos y las mejores prácticas para la conservación de recursos educativos digitales. 4) Desarrollo de Herramientas de Preservación: Investigar y desarrollar herramientas y tecnologías que faciliten la preservación activa de objetos de aprendizaje, incluyendo la migración de formatos obsoletos y la verificación de la integridad de los datos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto C-ING-179-UGR23 financiado por la Consejería de Universidades, Investigación e Innovación y por el Programa FEDER Andalucía 2021-2027. Red Iberoamericana de Apoyo a Procesos de Enseñanza-Aprendizaje de Competencias Profesionales a través de Entornos Ubicuos y Colaborativos HCI-COLLAB - AUIP; Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de Videojuegos en Iberoamérica VG-COLLAB – AUIP. Este trabajo ha contado con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Referencias

Ahmad, R., & Rafiq, M. (2023). Global perspective on digital preservation policy: a systematic review. Journal of Librarianship and Information Science, 55(3), 859-867.

Aciar, S, Paderewski Rodríguez, P., Gutierrez-Vela, F., & Grossi, L. (2023). Personalización y Accesibilidad en un Repositorio Digital. Jornadas Iberoamericanas Interacción Humano Computador. Bs. As. Argentina.

Barrueco, J. M., & Termens, M. (2022). Digital preservation in institutional repositories: a systematic literature review. Digital Library Perspectives, 38(2), 161-174.

Brusilovsky, P., Farzan, R., & Ahn, J. W. (2005, June). Comprehensive personalized information access in an educational digital library. In Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries (pp. 9-18).

Cabero Almenara, J., Gallego Pérez, Ó., Puentes Puente, Á., & Jiménez Rosa, T. (2018). La Aceptación de la Tecnología de la Formación Virtual y su relación con la capacitación docente en docencia virtual. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 7(1), 225-241.

Castro, L., Aciar, S., & Reategui, E. (2014). Learning object recommendation for teachers creating lesson plans. XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Buenos Aires. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42368

Chuttur, M. (2009, September). Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. Universidad de Indiana. Recuperado de https://aisel.aisnet.org/sprouts_all/290

Dappert, A., Squire Guenther, R., & Peyrard, S. (2016). Digital preservation metadata for practitioners. Cham, Switzerland.

Elyazgi, M., Nilashi, M., Ibrahim, O., Rayhan, A., & Elyazgi, S. (2016). Evaluating the factors influencing e-book technology acceptance among school children using TOPSIS technique. Evaluating the Factors Influencing E-book Technology Acceptance among School Children Using TOPSIS Technique, 3(2).

Gaona-García, P. A., Martin-Moncunill, D., & Montenegro-Marin, C. E. (2017). Trends and challenges of visual search interfaces in digital libraries and repositories. The Electronic Library, 35(1), 69-98. DOI: 10.1108/EL-03-2015-0046

Ingavélez-Guerra, P., Otón-Tortosa, S., Hilera-González, J., & Sánchez-Gordón, M. (2023). The use of accessibility metadata in e-learning environments: a systematic literature review. Universal Access in the Information Society, 22(2), 445-461.

Ivanova, T., Terzieva, V., & Ivanova, M. (2021, June). Intelligent Technologies in E-Learning: Personalization and Interoperability. In Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies (pp. 176-181).

Jantz, R., & Giarlo, M. J. (2005). Digital preservation: Architecture and technology for trusted digital repositories.

Leyton Soto, D. (2013, October). Extensión al modelo de aceptación de tecnología TAM, para ser aplicado a sistemas colaborativos, en el contexto de pequeñas y medianas empresas [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Recuperado de https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115509

Lin, D., Crabtree, J., Dillo, I., Downs, R. R., Edmunds, R., Giaretta, D., ... & Westbrook, J. (2020). The TRUST Principles for digital repositories. Scientific Data, 7(1), 144.

Navarrete, R., & Luján-Mora, S. (2018). Bridging the accessibility gap in Open Educational Resources. Universal Access in the Information Society, 17(4), 755-774.

Paucar-León, V. J., Molina-Granja, F., Lozada-Yánez, R., & Santillán-Lima, J. C. (2022, July). Model of Long-Term Preservation of Digital Documents in Institutes of Higher Education. In International Conference on Knowledge Management in Organizations (pp. 257-269).

Cham: Springer International Publishing.

Prieto, J. C. S., Migueláñez, S. O., & García-Peñalvo, F. J. (2017). ¿ Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido. Revista de Educación a Distancia, (52). Recuperado de https://revistas.um

Rodríguez, P. A., Ovalle, D. A., & Duque, N. D. (2015, August). A student-centered hybrid recommender system to provide relevant learning objects from repositories. In International Conference on Learning and Collaboration Technologies (pp. 291-300). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-20609-7_28.

Sanders, J. (2023). Conformance and Interoperability of E-learning Standards.

Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Enhancing human-computer interaction in digital repositories through a MCDA-based recommender system. Advances in Human-Computer Interaction, 2021, 1-7.

Webster, J. W. (2019). Digital Repositories. New Top Technologies Every Librarian Needs to Know: A LITA Guide, 153.

Wcag 2.0. (2023). Guía breve de accesibilidad. Recuperado de http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/Accesibilidad.

Yousef, M. I. (2016). The role of open access in supporting the digital repositories activities. En Communication, Management and Information Technology (pp. 517-524). CRC Press. DOI: 10.1201/9781315375083