

# Revisión de programas para la gestión de repositorios digitales: una actualización

## Software applications for managing digital repositories: an updated review

Ricardo Eíto-Brun; Isabel-María Lobón-Márquez

Cómo citar este artículo:

Eíto-Brun, Ricardo; Lobón-Márquez, Isabel-María (2020). "Revisión de programas para la gestión de repositorios digitales: una actualización". *Profesional de la información*, v. 29, n. 5, e290521.

<https://doi.org/10.3145/epi.2020.sep.21>

Artículo recibido el 28-10-2019  
Aceptación definitiva: 01-05-2020



**Ricardo Eíto-Brun** ✉  
<https://orcid.org/0000-0003-1219-0510>  
Universidad Carlos III de Madrid  
Dpto. Biblioteconomía y Documentación  
Madrid, 128  
28903 Getafe (Madrid), España  
[reito@bib.uc3m.es](mailto:reito@bib.uc3m.es)



**Isabel-María Lobón-Márquez**  
<https://orcid.org/0000-0002-1966-438X>  
Universidad Carlos III de Madrid  
Máster Bibliotecas, Archivos y Continuidad Digital  
Madrid, 128  
28903 Getafe (Madrid), España  
[100388183@alumnos.uc3m.es](mailto:100388183@alumnos.uc3m.es)

### Resumen

Se presenta una revisión del estado de las aplicaciones informáticas para la gestión de repositorios digitales. Los gestores de repositorios disponen de distintas alternativas, al margen de las que han alcanzado una mayor popularidad en el área de los repositorios académicos, en particular *DSpace* o *EPrints*, que han evolucionado sustancialmente en sus últimas versiones. Esta evolución responde principalmente a la adopción de nuevos estándares diseñados en el contexto de la web semántica y los datos abiertos enlazados, y a la necesidad de incorporar a los productos funciones para la preservación digital. Se describe la evolución y las novedades incorporadas en las últimas versiones de los principales programas de código abierto u *open source* de gestión de repositorios atendiendo a los puntos anteriores. La selección se ha completado a partir de los datos disponibles en sitios de referencia como la *Digital Preservation Coalition (DPC)*, *Digital Curation Center (DCC)*, *National Digital Stewardship Alliance (NDSA)* y la *Open Preservation Foundation*. Las conclusiones señalan que una estrategia de archivo y preservación digital exige la utilización conjunta de distintos softwares, pues ninguno integra todos los componentes necesarios para implementar una estrategia de archivo digital y preservación efectiva.

### Palabras clave

Preservación digital; Repositorios; Aplicaciones; Programas; Software; Software documental; Objetos digitales; Datos abiertos enlazados; *Linked data platform*; *Fedora*; *Samvera*; *Islandora*; *Archivematica*.

### Abstract

A review of software applications for managing digital repositories is presented. Information managers have at their disposal several alternatives beyond those that have achieved greater popularity in the area of academic repositories: *DSpace* and *EPrints*. Existing alternatives have evolved and implemented mayor improvements in their more recent versions, with the aim of adopting the latest standards for the semantic web and linked data. This paper provides a description of the new features incorporated into the latest versions of the most popular open-source products. The selection has been made using as a reference the information offered by the *Digital Preservation Coalition (DPC)*, *Digital Curation Center (DCC)*, *National Digital Stewardship Alliance (NDSA)*, and *Open Preservation Foundation*. The conclusions of the study indicate that the combined use of different tools is needed to support a complete archive and digital preservation program, as no single application seems to be able to provide the features required for an effective strategy.

### Keywords

Digital preservation; Digital repositories; Digital objects; Linked data; Linked data platform; Linked open data; LOD; Applications; Programs; Software; Open source; *Fedora*; *Samvera*; *Islandora*; *Archivematica*.

## 1. Introducción. Objetivos del estudio

La adopción de soluciones técnicas –hardware y software– es una de las decisiones a tomar en la definición de una estrategia de archivo de datos y preservación digital. En el ámbito académico las preferencias de las instituciones se han orientado a la adopción de *DSpace* y *EPrints*, aunque no son los únicos programas disponibles. A ello hay que sumar la existencia de requisitos adicionales al control y a la difusión de los contenidos, como la preservación digital y la interoperabilidad en el ámbito de los datos abiertos enlazados y la web semántica, que obligan a considerar opciones alternativas o complementarias.

Este artículo presenta una revisión de aplicaciones software dedicadas a la gestión de repositorios y objetos digitales, atendiendo a las mejoras implementadas en las últimas versiones. En la descripción de las mejoras implementadas se considera principalmente el soporte a la preservación digital y a los estándares de la web semántica y los datos abiertos enlazados. Existen estudios anteriores similares como los de **Jordan** (2011), **Wu et al.** (2016) o **Matusiak et al.** (2017), si bien con un alcance diferente y limitado a otras aplicaciones.

El análisis se ha acotado a programas de código abierto u *open source*. Las ventajas que ofrecen estos respecto a los comerciales incluyen:

- Capacidad de evolucionar el software, al disponer del código fuente, para satisfacer necesidades futuras.
- Independencia de fabricantes, ya que la organización dispondrá del código fuente de las aplicaciones y podrá evolucionarla libremente, sin depender de un único suministrador.
- Menores costes al no tener que realizar una compra de licencias para poder utilizar el programa.

Para completar este análisis, el artículo establece un marco de análisis tomando como referencia las normas *UNE-ISO 16363* y *UNE-ISO 17068* (UNE, 2017; 2020).

## 2. Selección de aplicaciones

Para identificar los programas candidatos se han consultado las siguientes fuentes de referencia:

- *Digital Preservation Coalition (DPC)*: organización británica sin ánimo de lucro entre cuyos miembros se encuentran varias bibliotecas nacionales (*British Library, National Library of Scotland, National Library of Wales, Bibliothèque Nationale de Luxembourg*); universidades (*Oxford, Cambridge, London*); archivos (*The National Archives*) y empresas e instituciones como *CERN, Digital Curation Centre, European Central Bank, Lloyds Banking Group*, etc.  
<https://www.dpconline.org/knowledge-base>
- *Digital Curation Center (DCC)*: organismo con sede en Reino Unido creado en 2004 por las universidades de *Edinburgh* y *Glasgow* (*National e-Science Centre*), la de *Bath*, *UKOLN* y el *STFC*. Ofrece un catálogo online de aplicaciones de curación digital y preservación.  
<http://www.dcc.ac.uk/resources/external/tools-services>
- *National Digital Stewardship Alliance (NDSA)*: consorcio norteamericano formado en 2010 por el *National Digital Information Infrastructure and Preservation Program* de la *Library of Congress* que agrupa a más de 220 miembros.  
<https://ndsa.org>
- *Open Preservation Foundation*: organización con sede en Reino Unido que reúne a bibliotecas y empresas dedicadas al estudio de soluciones técnicas para la preservación.  
<https://openpreservation.org/technology/products>

La recomendación del *W3C Linked Data Platform (LDP)* fue publicada el 23 de abril de 2015 con el objetivo de ofrecer un mecanismo para acceder, crear y editar documentos y datos en la web semántica en forma de datos enlazados. Un servidor *LDP* ofrece la capacidad de responder a peticiones *RESTFull* enviadas a través de http para exponer datos enlazados y permitir su actualización. En el modelo *LDP* los objetos pueden ser datos RDF correspondientes a un recurso u objetos binarios que pueden a su vez estar vinculados a un registro RDF que recoge sus metadatos.

Para la organización de los recursos, *LDP* define el concepto de contenedores, que pueden ser de tres tipos: básico, directo o indirecto. Los contenedores básicos únicamente permiten una relación entre el contenedor y los objetos contenidos (*ldp:contains*), mientras que los de tipo directo e indirecto permiten matizar distintas relaciones de pertenencia (*ldp:membership*) usando cualquier vocabulario de referencia, y añadir tripletes adicionales referidas a otros recursos o entidades aparte de los documentos RDF en cuestión.

*LDP* complementa el lenguaje de consulta para datos RDF *Sparql*, de forma que distintas aplicaciones y repositorios puedan ofrecer una capacidad de acceso a sus datos más sencilla, evitando las integraciones mediante APIs (*application programming interfaces*) propietarias, el volcado de datos en lotes o la centralización de datos que se viene usando tradicionalmente en los proyectos de datos enlazados.

La revisión inicial de los datos disponibles en las fuentes anteriores señala que una estrategia de archivo y preservación digital exige la utilización conjunta de varias aplicaciones. De hecho, resulta difícil afirmar que una única ofrezca o integre todos los componentes necesarios para implementar una estrategia efectiva. Así, el informe *Digital preservation handbook technical solutions and tools (Digital Preservation Coalition, 2015)* agrupa las aplicaciones informáticas en estas categorías:

- gestión de integridad y *checksums*;
- formatos de archivos;
- seguridad de la información;
- servicios en la nube;
- análisis forense digital;
- identificadores persistentes.

Una aproximación similar se observa en el catálogo de herramientas del *DDC*, en el que se distinguen tres grupos principales:

- depósito e ingesta de objetos digitales;
- archivo y preservación de paquetes;
- gestión de repositorios;

y donde todas ellas se dividen a su vez en subcategorías.

En el grupo de aplicaciones de gestión de repositorios del *DDC* se listan siete: *ArchivesSpace*, *CKAN*, *ContentDM*, *DataBank*, *DSpace*, *EPrints* y *Fedora*.

<http://www.dcc.ac.uk/resources/external/category/repository-platforms>

De ellas, *CKAN* y *DataBank* se definen como programas orientados a la gestión de conjuntos de datos (*data sets*), y el resto a la gestión de objetos y recursos digitales. En el caso de *DSpace* y *EPrints*, se trata de dos conocidos programas enfocados a la gestión de repositorios típicamente utilizados en el entorno académico y cuyo conocimiento está ampliamente difundido entre la comunidad profesional.

La *Open Preservation Foundation* también dedica apartados diferenciados a los programas *JHOVE*, *Jpylyzer*, *Fido* y *veraPDF*.

Atendiendo a la información sobre productos listados en estos sitios de referencia, y la restricción de que se trate de programas de código abierto, se identificaron como aplicaciones candidatas a partir de las fuentes consultadas: *Fedora*, *Islandora*, *Samvera* y *Archivematica*.

### 3. Marco de análisis y criterios de evaluación

Las características que deben cumplir los repositorios digitales han sido tratadas en diversos documentos y marcos de evaluación, algunos ya clásicos como *TRAC (Trusted Repositories Audit & Certification)*, *Nestor (Network of Expertise in Long-Term Storage of Digital Resources)* o *Drambora*, que han contribuido a la elaboración de las normas internacionales *ISO 16363* e *ISO 17068*.

Estos programas proponen listas de comprobación para evaluar el repositorio digital, incluyendo las políticas de gestión que se aplican y los recursos que permiten su funcionamiento. También establecen criterios para la auditoría y certificación. Sin embargo, su propósito no es establecer criterios para la evaluación de las aplicaciones informáticas con las que se gestionan los repositorios, aunque la presencia de este tipo de soluciones técnicas está implícita en todos ellos. Así, el grupo de criterios C “Infraestructura y seguridad” del modelo *Nestor* o el criterio C2.2 de *TRAC* hacen referencia a los softwares que dan soporte a los servicios del repositorio. De forma similar, la más reciente norma *UNE-ISO 17068 (UNE, 2020)* indica en su capítulo 6 la necesidad de “establecer sistemas de software y hardware que sean seguros y de confianza” y que permitan la captura, navegación y búsqueda, emisión de certificados, migración y recepción, conversión, control de la integridad y disposición de los documentos electrónicos.

A partir de estas referencias es posible delimitar un conjunto de criterios para la evaluación de los softwares para la gestión de repositorios, considerando en todo momento la amplia variedad de sistemas y las diferencias existentes en su enfoque y alcance. El conjunto de puntos a evaluar se ha elaborado a partir del modelo

*TRAC* y su grupo de criterios B para la gestión de objetos digitales. De entre todos se han escogido los que pueden trazarse directamente a capacidades o funciones ofrecidas por las aplicaciones software, omitiendo los que se refieren a aspectos que deben incorporarse a las prácticas y políticas de gestión del repositorio. También se han eliminado las características que –al formar parte de las funciones básicas de estas herramientas y estar normalmente presentes en todas ellas– no suponen un factor de discriminación relevante. La lista de criterios seleccionada –y las aclaraciones sobre los parámetros para evaluarlos– se resumen a continuación [tras el código *TRAC* del criterio, se indica entre paréntesis el requisito equivalente en la *UNE-ISO 16363 (UNE, 2017)*]:

“ En la gestión de repositorios hay que considerar requisitos adicionales al control y difusión de los contenidos: los de preservación digital y la interoperabilidad ”

1. B1.2 (4.1.2). Capacidad de especificar la información que se debe asociar con el objeto en el momento de su depósito. Este criterio se vincula con la posibilidad de definir plantillas para el depósito de objetos.
2. B1.4 (4.1.5). Verificar la completitud y corrección del objeto digital que se deposita (formato, metadatos, etc.). Similar al anterior, se evalúa a partir de la capacidad de comprobar el cumplimiento de las reglas definidas para los distintos tipos de objetos.
3. B1.6 (4.1.7). Informar del estado del proceso de depósito al agente que la realiza. Se considera la definición de un flujo de trabajo que informa al depositante de la ejecución de las etapas del proceso.
4. B1.8 (4.1.8). Mantener registros y traza de los procesos vinculados con la preservación, siendo el depósito uno de ellos. Se considera la gestión de metadatos sobre las acciones que se ejecutan sobre los objetos digitales.
5. B2.5 (4.2.4). Generar identificadores únicos y persistentes para los objetos digitales. Asignación de un identificador a los objetos.
6. B2.6 (4.2.4). Mantener la trazabilidad entre los identificadores asignados a los objetos en el momento de su depósito y tras su archivo, si este cambia. Mantener la trazabilidad entre los identificadores asignados a las distintas representaciones de los objetos, en caso de que su identificador cambie.
7. B2.7 (4.2.5). Acceso a recursos para cotejar el formato de los objetos digitales, como por ejemplo *GDFR (Global digital format registry)* o *Pronom*.
8. B2.8 (4.2.5). Captura de metadatos técnicos o información sobre la representación de los objetos depositados.
9. B2.9 (4.2.5). Adquisición de metadatos para la preservación no limitados a las sumas de comprobación o *checksum* para garantizar su integridad.
10. B2.13 (4.3.2). Monitorización y alertas cuando los formatos alcancen su periodo de obsolescencia.
11. B4.4 (4.4.1.2). Monitorización regular de la integridad de los objetos digitales (normalmente mediante *checksums*).

A los anteriores se ha añadido un criterio de interoperabilidad, evaluado en la medida en que estos sistemas cumplen estándares internacionales para el intercambio, consulta y extracción de datos.

El método utilizado para evaluar los criterios en las aplicaciones escogidas se basa en el análisis de la documentación de los productos y en pruebas realizadas directamente sobre una instalación de prueba. En los siguientes apartados se presentan las características de los productos analizados.

#### 4. Fedora

Corresponde a *Flexible, Extensible, Durable Object Repository Architecture*. Se trata de un software para la gestión de repositorios digitales mantenido por *Fedora Commons* y *DuraSpace*. Su origen se remonta veinte años atrás, cuando en 1997 Carl Lagoze, Naome Dushay y Sandy Payette (**Payette; Lagoze, 1998**) diseñaron un modelo conceptual para un sistema de almacenamiento y acceso a contenidos digitales que garantizase la interoperabilidad y la extensibilidad. El proyecto se llevó a cabo en la *Cornell University* con financiación de la *Darpa (Defense Advanced Research Projects Agency)* y *NSF (National Science Foundation)*. El primer repositorio basado en *Fedora* fue el de la *University of Virginia* en 1999. Desde entonces se han sucedido nuevas versiones, siendo la disponible actualmente la 5.1, con financiación de la *Andrew W. Mellon Foundation*. El número de instituciones que utilizan *Fedora* es de unas 300 según los datos facilitados por el propio proyecto.

<https://duraspace.org/fedora/community/fedora-users>

El sistema se distribuye como código abierto bajo licencia *Apache 2.0*. En las últimas versiones del programa, 4 y 5, se introdujeron cambios importantes, siendo el más relevante la adopción del modelo *Linked Data Platform* del *W3C (2015)* en lugar del utilizado en versiones previas basado en el esquema *FOXML* o *Fedora Object XML*. Esto supuso también la adopción de un nuevo modelo para representar metadatos basado en *RDF*. Hasta la versión 4, *Fedora* almacenaba los objetos digitales como un agregado de archivos binarios y *XML* que correspondían a las representaciones del contenido, a sus metadatos, y a sus relaciones con otros objetos, agrupando todos estos archivos bajo un identificador único o *PID*. A partir de la versión 4 los metadatos pasaron a mantenerse como *RDF* vinculados a cada recurso; éstos se organizan en una jerarquía y están accesibles a través de una *URI* que corresponde a su ruta o posición en el repositorio. Esta evolución permite a los repositorios *Fedora* interactuar con otros sistemas de información en el ecosistema de la web semántica y de los datos abiertos enlazados. La adopción de la recomendación *Linked Data Platform* por parte de *Fedora* hace que el repositorio pueda aportar y contribuir con sus contenidos a la web semántica, requisito necesario para que

*Portland Common Data Model* es una ontología que modela los tipos de objetos digitales más habituales en un repositorio mediante clases y propiedades. Aunque en su origen estuvo relacionado con el desarrollo de *Hydra*, su finalidad es ofrecer un modelo general aplicable para cualquier repositorio. Sus elementos básicos son los conceptos de colección, objeto y archivo con relaciones como *Has member*, *Has file*, *Aggregates*, etc.



su modelo de datos se adecuara al *EDM* (*Europeana Data Model*) y permitiese la reutilización con mayor facilidad.

Este modelo ofrece la flexibilidad necesaria para utilizar *modelos de contenido extensibles* que pueden ser definidos por cada organización. Los recursos se pueden relacionar entre sí mediante metadatos y propiedades RDF que establecen cualquier tipo de relación, siendo la fundamental el concepto de “contenedor” y “objeto contenido”. Un recurso puede ser bien un contenedor que agrupa a otros recursos, bien un objeto digital con sus representaciones. El programa permite registrar archivos en cualquier formato y objetos con una estructura compleja a priori no limitada a los tipos habituales en este tipo de repositorios: imágenes, periódicos, revistas, libros digitalizados, etc., pudiendo utilizarse, entre otras adaptaciones, la ontología *Portland common data model*. Esta flexibilidad convierte a *Fedora* en candidato idóneo para servir como repositorio de datos complejos, como por ejemplo los *data sets* generados en programas de investigación (Wilcox, 2017; Khan, 2019). En cuanto a los límites en el tamaño de los archivos, la plataforma ha sido probada con ficheros superiores a un terabyte.

*Fedora* es un candidato idóneo para servir como repositorio de datos complejos, como por ejemplo los *data sets* generados en programas de investigación (Wilcox, 2017; Khan, 2019). En cuanto a los límites en el tamaño de los archivos, la plataforma ha sido probada con ficheros superiores a un terabyte.

<https://wiki.duraspace.org/display/FEDORA41/Large+File+Ingest+and+Retrieval>

En un repositorio *Fedora*, un objeto digital puede verse como un agregado que incluye los archivos binarios con las representaciones del objeto digital, sus metadatos descriptivos, técnicos, etc., todos ellos agrupados bajo un identificador único. Un recurso tendrá un título, una ruta dentro del repositorio y metadatos básicos como su identificador, fecha de creación y modificación, usuarios que lo han creado y modificado, etc. Estos metadatos básicos los gestiona directamente *Fedora*, no se pueden modificar, y no deben confundirse con los metadatos que se pueden asignar al recurso durante su ingesta o en cualquier etapa posterior. Los metadatos también pueden establecer relaciones entre los objetos del repositorio, como la pertenencia de un objeto a una colección o cualquier otro tipo de relación que se precise representar.

En relación con el almacenamiento físico, desde la versión 4.7 se utiliza el método *ModeShape* para mantener archivos en disco, con una base de datos relacional para los metadatos. *Fedora* también permite almacenar referencias a ficheros disponibles en aplicaciones o servicios externos, incluyendo los disponibles en la nube: *DuraCloud*, *Amazon Web Services* (AWS), *Arkivum*, etc.

Además del almacenamiento (o referencia externa) de los archivos digitales y de sus metadatos, el programa incorpora funciones de preservación digital, como el cálculo de *checksums* usando distintos algoritmos (MD5, SHA-1, SHA-256, etc.) y la capacidad de exportar los recursos (ficheros y metadatos) a un formato independiente de cualquier aplicación informática. En el caso de los *checksums*, estos se pueden obtener en el momento de realizar el depósito y recalculados posteriormente. Si un recurso se deposita acompañado por un *checksum*, éste será comparado con el calculado por *Fedora* para detectar posibles alteraciones o errores en el proceso de transferencia. Otra función del programa vinculada a la preservación es la gestión de trazas de auditoría: se registran los cambios que se realizan en los recursos en forma de metadatos RDF que se pueden extraer y consultar.

En relación con las funciones para el acceso al repositorio, *Fedora* ofrece posibilidades para consultar y acceder a los contenidos:

- API (*application programming interface*) basado en los servicios web *RESTful*.
- Exposición de metadatos en formato *Dublin Core* a través de *OAI-PMH* mediante un plugin dedicado.

Las APIs *RESTful* (basadas en la recomendación *Linked Data Platform*) son el principal método para interactuar con el repositorio. Definen distintas llamadas o servicios para crear y recuperar recursos del repositorio, consultar y actualizar sus metadatos, crear nuevas versiones, recalculados *checksums*, etc. Se utiliza el término *CRUD* (*create/read/update/delete*) para hacer referencia a los servicios para crear, editar, leer y eliminar recursos a través de estas APIs. La aplicación ofrece una interfaz de administración web que permite recorrer la estructura del repositorio, editar y consultar objetos y metadatos, la ingesta de objetos, su eliminación, crear nuevas versiones, importarlos y exportarlos, haciendo uso de estas APIs.

En relación con el nivel de cumplimiento de los criterios de evaluación seleccionados, *Fedora* ofrece la capacidad de realizar la ingesta de diferentes metadatos, incorporando por defecto esquemas como *Premis* (*Premis Edi-*

Fedora 5.1.0	Download	Description
Web Application	<a href="#">Download</a> <a href="#">GitHub</a>	The main Fedora web application. Download the WAR or view the release on GitHub.
Virtual Machine Image	Coming soon	The complete suite of standalone Solr and Fuseki applications integrated with the Fedora web application.
One-Click-Run Application	<a href="#">Download</a> <a href="#">GitHub</a>	A fully-functional, executable Fedora application bundled with Jetty servlet container. Download the executable or view the release on GitHub.

[Installation instructions](#)  
[Documentation](#)  
[Release notes](#)

Looking for a previous version of Fedora? Check out the [downloads](#) section of the Fedora development wiki.

<https://duraspace.org/fedora/download/>

Una estrategia de archivo y preservación digital basada en *open source* exige la utilización conjunta de distintas aplicaciones

torial Committee, 2015), *Dublin Core* o *Foaf*, si bien el cumplimiento de restricciones en el momento de la ingesta (B1.2) se limita a los metadatos de su modelo básico basado en *LDP*. Para otros criterios, el uso de identificadores únicos (B2.5), las comprobaciones de integridad mediante *checksums* (B1.4) y la capacidad de interactuar con aplicaciones externas, *OAI-PMH*, el modelo *LDP* y sus APIs asociadas, así como la gestión de eventos y los servicios de auditoría, sitúan a *Fedora* en una posición conforme con los mismos. Es quizás su orientación hacia el almacenamiento, y las restricciones en la extracción automática de metadatos técnicos (B2.8 y B2.9) lo que limita sus capacidades y obliga a considerar su uso combinado con otras soluciones técnicas.

Para concluir este apartado, se debe señalar que *Fedora* no ofrece una interfaz orientada a los usuarios finales, sino que requiere una capa adicional que haga factible su utilización y administración. El programa está diseñado para actuar como una capa de almacenamiento de recursos a la que pueden acceder distintas aplicaciones. Encontramos un ejemplo reciente de este tipo de integración en la plataforma *OSF (Open Science Framework)*, que ofrece a los investigadores la capacidad de archivar y preservar en un repositorio *Fedora* los archivos generados en sus proyectos de investigación desde la interfaz *OSF (Wilcox, 2017)*.

Debido a esta aproximación, *Fedora* no ofrece una solución completa para satisfacer las necesidades de preservación digital. **Wilcox** y **Weinraub** (2017) recogen la necesidad de integrar *Fedora* con otras aplicaciones, entre ellas *Archivematica*, *Islandora* y *Samvera*, y mencionan la posibilidad de establecer copias de respaldo en sistemas de almacenamiento externos como *DuraCloud*, *Amazon Web Services (AWS)*, *Iron Mountain* o *Arkivum*.

El uso combinado de *Fedora* con otros programas también se muestra en la encuesta realizada por *DuraSpace Fedora* a finales de 2016 entre instituciones usuarias del programa. En treinta y seis respuestas recibidas se señaló el uso preferente de *Fedora* para almacenar *checksums*, versiones e información de auditoría, combinado con *Samvera* e *Islandora*. Otro caso de estudio interesante es el del archivo digital de la *University of Oxford*, donde se incluye a *Fedora* como una de las cinco tecnologías clave en su estrategia, junto a *Hydra* y *BitCurator*<sup>1</sup>.

## 5. Islandora

*Islandora* y *Samvera*, a la que se dedica el apartado siguiente, constituyen las principales alternativas para la gestión de repositorios basados en *Fedora*. En ambos casos se ofrece una aplicación dirigida a usuarios finales y administradores, que hacen posible la interacción con el repositorio a través de una interfaz web. Esta interfaz permite completar con facilidad tareas como la asignación de metadatos a los recursos, cambiar su estado, lanzar un proceso OCR, reordenar páginas, asignar portadas, establecer permisos o consultar metadatos de preservación.

Su origen se remonta a un proyecto de la *University of Prince Edward Island* puesto en marcha en 2006. En 2013 se creó la fundación *Islandora*, que se encarga actualmente de su mantenimiento. *Islandora* fue el resultado de combinar *Fedora* con el sistema de gestión de contenidos *Drupal*. De hecho, se autodefine como un *middleware* que conecta estos dos sistemas.

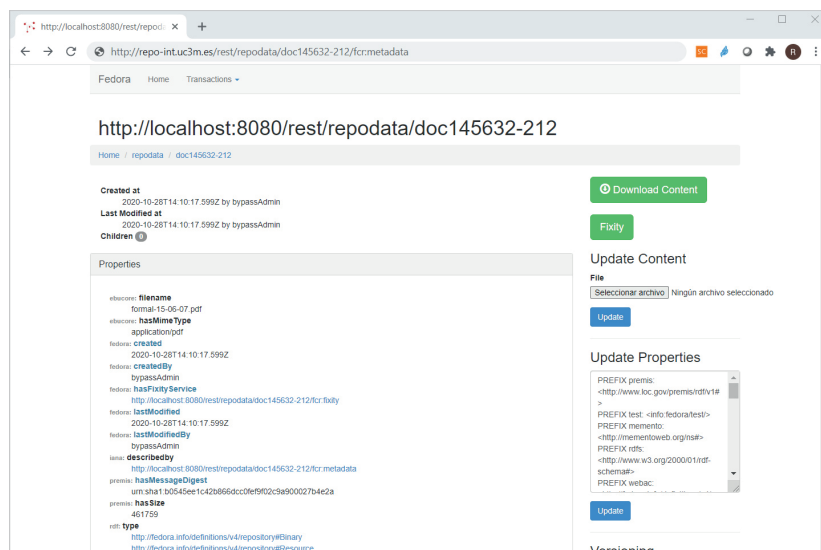


Figura 2. Interfaz de acceso a la API LDP de *Fedora*

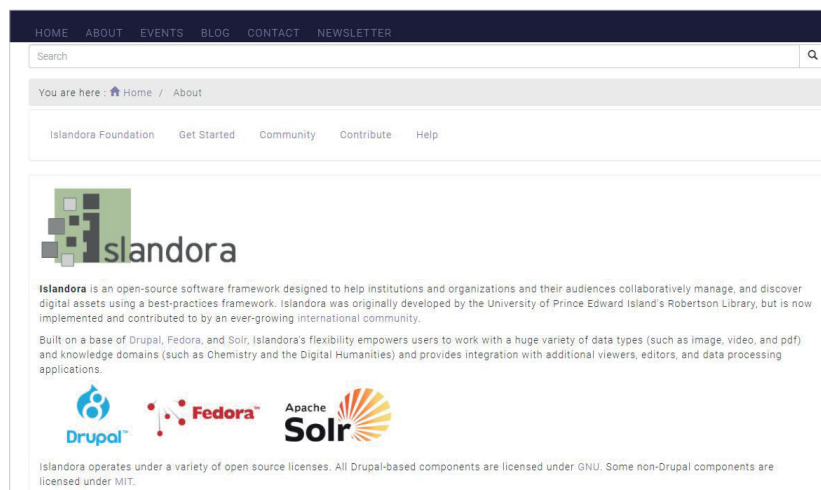


Figura 3. <https://islandora.ca/about>

La evolución de *Islandora* en los últimos años ha estado condicionada por la de *Fedora*. De hecho, en el momento de redactar este texto conviven dos versiones de *Islandora* en paralelo: la última estable, 7.x-1.x basada en *Fedora 3*, y la versión *CLAW* o *Islandora 8*, basada en *Fedora 4* y en *Drupal 8*, cuyo desarrollo se inició en 2015 y concluyó en 2019. La principal razón de esta situación es que la comunidad dejó de soportar *Fedora 3* ese mismo año. Sin embargo, los cambios introducidos en *CLAW* van más allá de la migración de la versión de *Fedora*, ya que es posible obviar el uso de *Fedora* y usar únicamente *Drupal* como repositorio de almacenamiento.

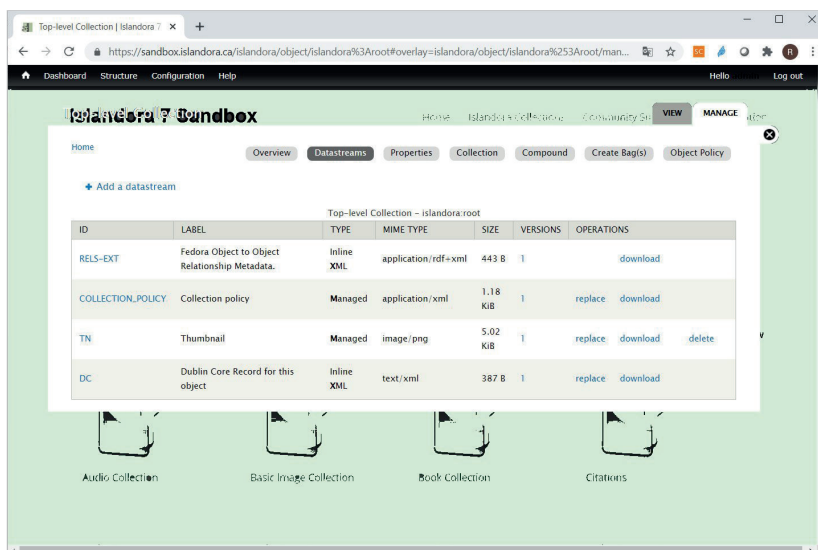


Figura 4. Componentes de un objeto digital en *Islandora*

Para la gestión de recursos, la nueva versión incorpora el modelo *PCDM* (*Portland Common Data Model*) que ofrece abstracciones para los tipos de objetos más habituales en un repositorio. La adopción de este modelo (también utilizado en otros proyectos como *Hydra/Samvera*) garantiza la interoperabilidad entre los contenidos gestionados con distintas herramientas.

Si se utiliza *Islandora* con *Fedora*, se hace uso de una correspondencia entre los tipos de elementos gestionados en *Drupal* y los gestionados en *Fedora*. Así, un recurso u objeto se corresponde con un *nodo* de *Drupal*, sus propiedades se representan en “campos” agrupados en “tipos de contenidos”, y cuenta con un número ilimitado de *media* (archivos en cualquier formato con sus metadatos técnicos asociados). Los elementos, nodos, propiedades y ficheros registrados a través de *Drupal* se replican en el repositorio *Fedora* tras serializarlos en formato JSON. La combinación de ambas herramientas es interesante, ya que *Fedora* ofrece funciones complementarias como la generación de *checksums*, el versionado, integración con repositorios RDF y APIs para la consulta basados en *LDP*. La correspondencia entre los elementos *Drupal* y los metadatos RDF de *Fedora* se debe establecer en unos archivos de configuración. Véase el siguiente ejemplo:

```

"@graph":[
  {
    "@id":"http://localhost:8000/node/1?_format=jsonld",
    "@type":[
      "http://pcdm.org/models#Object"
    ],
    "http://purl.org/dc/terms/title":[
      {
        "@value":"New York, New York. A large lobster brought in by the New England fishing boat [Fulton Fish Market]",
        "@language":"en"
      }
    ],
    "http://schema.org/author":[
      {
        "@id":"http://localhost:8000/user/1?_format=jsonld"
      }
    ],
    "http://schema.org/dateCreated":[
      {
        "@value":"2019-03-14T19:05:24+00:00",
        "@type":"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime"
      }
    ],
    "http://purl.org/dc/terms/date":[
      {
        "@value":"1943-05",
        "@type":"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
      },
      {
        "@value":"1943-05",
        "@type":"http://www.w3.org/2001/XMLSchema#gYearMonth"
      }
    ]
  }
]

```

Aparte de estos cambios en la estructura de los recursos, *CLAW* mantiene las funciones disponibles en las versiones anteriores para gestionar taxonomías, trabajar con formularios para el depósito, etc.

En relación con el nivel de cumplimiento de los criterios, *Islandora* hereda las características de *Fedora* (B1.6, B2.5, B1.6, B4.4) y las completa con la posibilidad de establecer modelos de contenidos con los metadatos que se usarán en el momento del depósito (B1.2 y B1.4). Sin embargo, el programa no ofrece una integración con registros de metadatos para la preservación (B2.7), y por lo tanto los sistemas de notificaciones cuando los objetivos alcanzan su período de obsolescencia (B2.13) y la extensión de los metadatos técnicos que se extraen (B2.8) exigirían desarrollos complementarios. Las capacidades de interoperabilidad amplían las que ofrece *Fedora* con la capacidad de exponer metadatos RSS y los interfaces REST de *Drupal*.

## 6. Samvera (antes Hydra)

*Samvera*, conocida inicialmente como *Hydra*, es otro proyecto que establece interfaces de usuario para trabajar con repositorios basados en *Fedora*. Surgió en 2008 con la participación de las universidades de *Hull*, *Virginia*, *Stanford* y *Fedora Commons*, llegando a contar con treinta y cinco socios. Se generaron distintas herramientas como *Hyrax*, *Hyku* o *Avalon*. En julio de 2017, *Hydra* pasó a llamarse *Samvera*, si bien se mantuvo la misma aproximación y participantes, que incluyen instituciones como la *Boston Public Library*, *Columbia University*, *Cornell University*, *Digital Public Library of America*, *London School of Economics*, *Virginia Tech*, etc. (Awre; Green, 2017).

<https://www.dpconline.org/news/hydra-is-now-samvera>

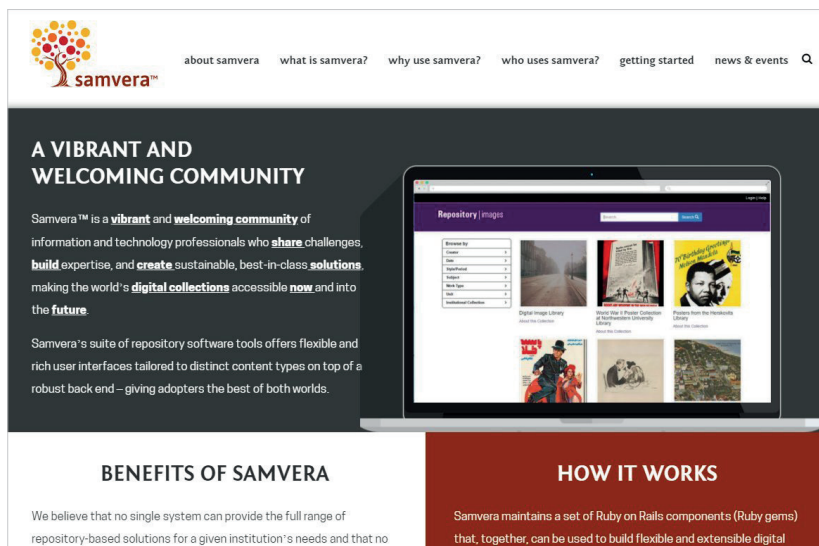


Figura 5. <https://samvera.org>

Tras el cambio de nombre se encontraba la necesidad de reorientar la aplicación *Hydra* (también desarrollada como código abierto bajo licencia *Apache 2.0*) hacia una plataforma que integrase distintos componentes:

- *Fedora* como gestor del repositorio de objetos;
- el indexador *Solr*;
- la interfaz de descubrimiento *Blacklight* para búsquedas facetadas;
- *Samvera gems* (scripts escritos en *Ruby on Rails* que integran a los anteriores).

Cabe señalar que la configuración de *Samvera* parece orientarse más hacia el acceso y el descubrimiento que hacia la preservación; de hecho, en la documentación del producto sólo se citan entre sus funciones para la preservación digital, el cálculo de *checksums* y el control de versiones (ambas basadas en *Fedora*).

*Samvera* se distribuye en tres configuraciones: *Avalon*, *Hyrax* e *Hyku*. Se trata de combinaciones o agregados de funciones que se consideran adecuadas para ciertos contextos:

- *Avalon* se orienta a la gestión de datos multimedia (audio y vídeo);
- *Hyrax* sería una versión básica de *Samvera*;
- *Hyku* (*Hydra-in-a-Box*) es el resultado de un proyecto conjunto de la *Digital Public Library of America*, *Stanford University*, *DuraSpace* y el *Institute of Museum and Library Services* completado en diciembre de 2017 con el fin de ofrecer una instalación fácil del producto (Hardesty; Young, 2017). En la actualidad, la documentación de usuario y administrador disponible en la web del proyecto y la demostración disponible en línea se basan en *Hyrax* versión 2.1.

*Hyrax* es la configuración básica estándar de la interfaz o *front-end* para trabajar con *Samvera/Fedora*. Además de los componentes básicos de *Samvera*, *Hyrax* exige la instalación de un gestor de bases de datos relacionales (*MySQL*, *PostgreSQL*) y programas complementarios como *ImageMagick*, *FITS*, *LibreOffice* y *ffmpeg*. La documentación de *Hyrax* explica cómo gestionar colecciones y objetos formados por múltiples archivos y sus metadatos asociados, asignar visibilidad, gestionar embargos, crear versiones, interactuar con redes sociales, establecer páginas de bienvenida, obtener estadísticas vía *Google Analytics*, etc. Son funciones similares a las que podemos encontrar

“ La encuesta realizada por *DuraSpace* a finales de 2016 señaló el uso preferente de *Fedora* como parte de *Samvera* e *Islandora* ”



trar en otros repositorios académicos tipo *DSpace*.

Desde el punto de vista del administrador, los modelos de contenido y sus metadatos asociados se crearán ejecutando scripts; también es posible definir vocabularios controlados y formularios de entrada de datos para cada tipo de contenido.

En relación con el cumplimiento de los criterios de evaluación, *Samvera* ofrece mecanismos similares a *Islandora* para restringir metadatos (B1.2) y un completo flujo de trabajo para el registro (B1.6). El uso de *Fedora* como capa de almacenamiento garantiza la asignación de identificadores únicos (B2.5) y la captura de metadatos técnicos básicos (B2.8), *checksums* y la posibilidad de su monitorización (B2.8). También ofrece un método de caracterización de archivos (B2.8).

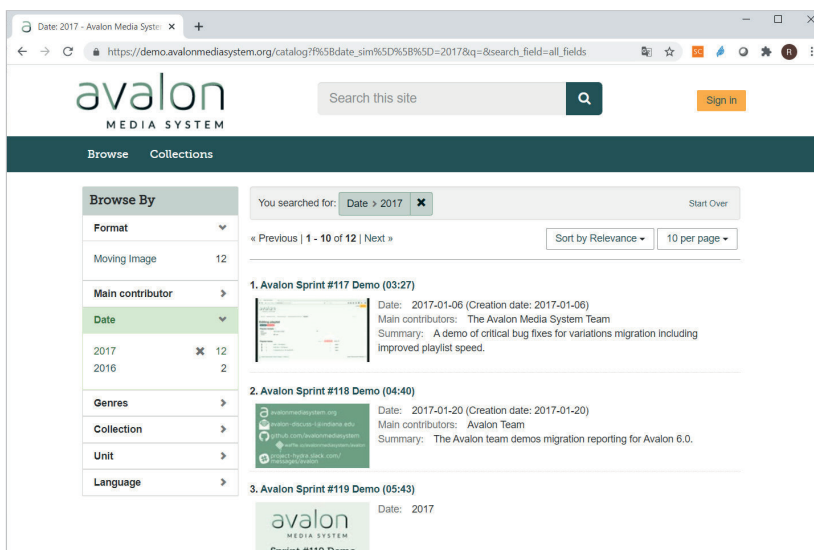


Figura 6. Configuración *Avalon* de *Samvera*

### 7. Archivematica

Es un programa de código abierto para la preservación digital. A diferencia de los anteriores, no está orientado a la gestión de un repositorio sino a la preparación de los objetos para su posterior ingesta o depósito (Trujillo et al., 2017). Ha sido desarrollado por la empresa canadiense *Artefactual Systems*, creadora de otro popular software para la publicación de contenidos (*AtoM*) y se distribuye bajo licencia *GNU Affero GPL*.

*Archivematica* toma como referencia el modelo *OAIS* y aplica los conceptos de *SIP* (*Submission information package*), *AIP* (*Archive information package*) y *DIP* (*Dissemination information package*) con una aproximación basada en *microservicios* (Sprout; Jordan, 2015). Estos son programas independientes que realizan distintas tareas de preservación y que se pueden combinar en flujos de trabajo. Respecto a su rendimiento, la documentación del producto (*Artefactual Systems*, 2018) indica que se ha probado con transferencias de hasta cien mil archivos con un tamaño de hasta un terabyte.

Las funciones se agrupan en los siguientes bloques: transferencia, ingesta, almacenamiento, planificación de la preservación, acceso y administración. Los *microservicios* incluyen –por ejemplo– la identificación, validación y normalización del formato de los archivos, la asignación de identificadores globales UUID, el cálculo de *checksums* con MD5 y SHA-256, la ejecución de OCR, ejecución de antivirus, obtención de miniaturas, extracción de metadatos técnicos, creación de un archivo METS, etc. Estos se implementan a partir de distintas herramientas libres; aparte de software de infraestructura como *MySQL*, el servidor web *Nginx* o *ElasticSearch*, *Archivematica* integra otras aplicaciones como el antivirus *ClamAV* o los analizadores de formatos *JHOVE*, *FIDO*, *Siegfried*, *MediaConch*, *ffprobe*, *ffmpeg*, *ImageMagick*, *Ghostscripts*, *Inkscape*, entre otros. Otro componente de *Archivematica* es el registro de políticas de formatos (*Format Policy Registry* o *FPR*) conectado con el registro *Pronom* de *The National Archives*. <http://www.nationalarchives.gov.uk/PRONOM>

Los *microservicios* se dividen a su vez en acciones granulares llamadas *jobs*. La interfaz de administración incorpora plantillas para asignar metadatos a los *SIP* usando *Dublin Core* y de derechos. También se pueden incluir metadatos a nivel de objeto al hacer la transferencia. La documentación señala no obstante la posibilidad de añadir metadatos descriptivos posteriormente a nivel de *DIP*, desde aplicaciones orientadas al acceso como *AtoM*.



Figura 7. <https://www.archivematica.org/es>

El administrador puede programar transferencias de objetos digitales. *Archivematica* generará los SIP y los AIP, incluso los DIP, en formato *METS*, *Premis* o *Bagit* agregando los resultados de la ejecución de los distintos *microservicios*. Las transferencias se pueden hacer a partir de contenidos disponibles en otros repositorios como *Dspace*, *Islandora* o *Dataverse* o en carpetas locales monitorizadas por el programa. Por otra parte, el almacenamiento y la ingesta de los objetos resultantes se puede dirigir a sistemas externos como *ContentDM*, *Arkivum* o *Dspace* o a servicios de almacenamiento como *DuraCloud*, *Amazon* y *Microsoft Azure*. Los DIP se pueden publicar directamente en *Atom*, *Archivist Toolkit*, *ContentDM*, *Dspace* y *ArchiveSpace*<sup>2</sup>, aunque también cabe la posibilidad de enviar los DIP a *Samvera*, *Islandora* y *Dataverse* mediante una configuración adicional.

“*Archivematica* se basa en una arquitectura de microservicios o programas independientes que realizan tareas de preservación y se pueden combinar en flujos de trabajo”

Cada etapa del proceso de preparación de los paquetes requiere la ejecución de distintos microservicios. Por ejemplo, la normalización se ejecuta en el momento de crear el AIP a partir del SIP, para guardar los contenidos en formatos recomendados para la preservación a largo plazo (*Library of Congress*, 2018).

Obviamente *Archivematica* no es una aplicación de gestión de repositorios, sino un conjunto de utilidades que complementa las capacidades de almacenamiento, versionado y recuperación que aquellas ofrecen. Como preparación de la transferencia de objetivos, el programa permite establecer los metadatos (B1.2), identificadores (B2.5), y generar y validar sus metadatos técnicos e integridad (B2.8, B2.9). El concepto de registro de transferencias y depósitos permite mantener la trazabilidad entre los objetos enviados y la forma en la que se han archivado finalmente (B1.6, B1.8, B2.6), obviamente en aquellas aplicaciones para las que existe una integración. El programa también permite evaluar riesgos de obsolescencia (B2.13). Es obviamente en los criterios relacionados con el acceso y la gestión del almacenamiento de los objetos donde se encuentran las limitaciones (ya que no es este el objetivo del software).

## 8. Resultados

En la tabla 1 se revisa el nivel de cumplimiento de los criterios de evaluación seleccionados para las aplicaciones. Se representa mediante los caracteres -, + ó ++ el nivel de cumplimiento o soporte al criterio en cuestión. El signo – significa que no hay evidencias de dicho soporte o son limitadas, el signo + que sí se dispone de evidencias de su cumplimiento, y el signo ++ representa un soporte significativo.

Tabla 1. Nivel de cumplimiento de los criterios de evaluación para las aplicaciones

	<i>Fedora</i>	<i>Islandora</i>	<i>Samvera</i>	<i>Archivematica</i>
B1.2. Capacidad de especificar la información que se debe asociar con el objeto en el momento de su depósito	+	++	++	++
B1.4. Verificar la completitud y corrección del objeto digital que se deposita (formato, metadatos, etc.)	+	++	+	++
B1.6. Informar del estado del proceso de depósito al agente que la realiza	+	+	++	++
B1.8. Mantener registros y traza de los procesos vinculados con la preservación, siendo el depósito uno de ellos	+	++	+	++
B2.5. Generar identificadores únicos y persistentes para los objetos digitales	++	++	++	++
B2.6. Mantener la trazabilidad entre los identificadores asignados a los objetos en el momento de su depósito y tras su archivo, si este cambia	-	-	-	+
B2.7. Acceso a recursos para cotejar el formato de los objetos digitales, como por ejemplo <i>GDFR (Global digital format registry)</i> o <i>Pronom</i>	-	-	-	+
B2.8. Captura de metadatos técnicos o información sobre la representación de los objetos depositados	+	+	+	++
B2.9. Adquisición de metadatos para la preservación no limitados a las sumas de comprobación o <i>checksum</i> para garantizar su integridad	+	+	+	++
B2.13. Monitorización y alertas cuando los formatos alcancen su período de obsolescencia	-	-	-	+
B4.4. Monitorización regular de la integridad de los objetos digitales (normalmente mediante <i>checksums</i> )	+	+	+	-
Interoperabilidad y soporte a estándares de recuperación, difusión y acceso	++	++	+	-

## 9. Conclusiones

El análisis de las alternativas anteriores presenta la necesidad de contar con diferentes opciones cuyo uso combinado permite disponer de una plataforma técnica que dé soporte a los procesos de gestión de un repositorio digital. Esta

necesidad ha sido señalada por autores como **Weidner et al.** (2017), quienes hablaron de un ecosistema de soluciones técnicas en la configuración de su proyecto para la *University of Houston*, o por **Eckard, Pillen y Shallcross** (2017) en el repositorio para la *Bentley Historical Library*. En la misma línea, Wilcox y Weinraub indicaron que

“los sistemas de preservación digital con componentes modulares ofrecen la mayor flexibilidad a las organizaciones para elegir una aproximación capaz de escalar según se precise en el tiempo” (**Wilcox; Weinraub**, 2017).

y en el caso concreto de *Fedora* se refirieron a él como

“un componente de una solución de preservación digital y acceso” (**Wilcox; Weinraub**, 2017).

Más recientemente, **Gerrard, Mooney y Thompson** (2018) también se referían a la necesidad de combinar distintas soluciones –concretamente *ExLibris Rosetta*, *Archivematica* y *EARK*–, si bien con un enfoque orientado a las técnicas de datos masivos (*big data*).

De los puntos identificados en el análisis anterior, la adopción de la recomendación *Linked Data Platform* del W3C en la última versión de *Fedora* resulta especialmente importante, ya que sitúa a las herramientas de gestión de repositorios en el contexto de las plataformas para gestionar datos abiertos enlazados. Esto simplifica el proceso de decisión, ya que las instituciones disponen

de una única solución que da respuesta a las necesidades de publicar e interoperar con otros repositorios en este nuevo marco de colaboración global. Aunque la evolución de *Islandora* permite una gestión independiente de *Fedora*, éste aún se mantiene como núcleo de las plataformas técnicas como *Islandora* y *Samvera* para la organización de los objetos, la gestión de metadatos y la seguridad de acceso. Finalmente, *Archivematica* contribuye al proceso de ingesta o depósito de contenidos en el repositorio, favoreciendo la preservación futura de la información. Sin embargo, su integración con las aplicaciones de gestión de repositorio analizadas en este artículo exige el desarrollo de conectores específicos, y no está aún disponible como parte del producto estándar. Este es uno de los aspectos relevantes en la futura evolución de este producto, y una de las evoluciones que se deben considerar para poder disponer de una solución integrada que dé respuesta a las necesidades de archivo y preservación digital basadas en aplicaciones de código abierto.

En las últimas versiones de *Fedora* se introdujeron cambios significativos, como la adopción del modelo *Linked Data Platform* del W3C en lugar del basado en el esquema FOXML

## 10. Notas

1. Véase

<https://www.dpconline.org/docs/miscellaneous/events/1362-wiwik-15-lucie-burgess/file>

*BitCurator* es un software elaborado por la *Andrew W. Mellon Foundation* para realizar actividades como la captura de metadatos, análisis de ficheros, etc. *Hydra* es una de las aplicaciones realizadas sobre *Fedora* para facilitar la gestión del repositorio, renombrada desde 2017 como *Samvera*.

2. *ArchivesSpace* es un software libre para gestionar archivos tanto físicos como digitales, resultado de la unión de dos proyectos anteriores: *Archon* y *Archivist Toolkit*. Su desarrollo estuvo a cargo de la *New York University*, *University of California San Diego*, y la *University of Illinois* bajo financiación de la *Andrew W. Mellon Foundation*. Desde el 2012 se encarga de este proyecto *Lyrasis*, actualmente parte de *DuraSpace*. Conviene señalar que no se trata de un sistema de repositorio orientado a la preservación, sino más bien de un sistema para la descripción de documentos de archivo usando estándares como ISAD(G), EAD.

## 11. Referencias

**Awre, Christopher; Green, Richard** (2017). “From Hydra to Samvera: An open source community journey”. *Insights*, n. 30, v. 3, pp. 82-88.

<https://doi.org/10.1629/uksg.383>

Digital Preservation Coalition (2015). *Digital preservation handbook: technical solutions and tools*.

<https://www.dpconline.org/docs/digital-preservation-handbook2/1550-dp-handbook-technical-solutions-and-tools/file>

**Eckard, Max; Pillen, Dallas; Shallcross, Mike** (2017). “Bridging technologies to efficiently arrange and describe digital archives: The Bentley historical library’s ArchivesSpace-Archivematica-DSpace workflow integration project”. *Code4Lib journal*, n. 35.

<https://journal.code4lib.org/articles/12105>

**Gerrard, David M.; Mooney, James E.; Thompson, Dave** (2018). “Digital preservation at big data scales: Proposing a step-change in preservation system architectures”. *Library hi tech*, v. 36, n. 3, pp. 524-538.

<https://doi.org/10.1108/LHT-06-2017-0122>

**Hardesty, Juliet L.; Young, Jennifer** (2017). “The semantics of metadata: Avalon media system and the move to RDF”. *Code4Lib journal*, n. 37.

<https://journal.code4lib.org/articles/12668>

- Jordan, Angela L.** (2011). Evaluating open source digital preservation systems: A case study. *MAC newsletter*, v. 39, n. 2, pp. 17-19.  
<https://lib.dr.iastate.edu/macnewsletter/vol39/iss2/9/>
- Khan, Shazia** (2019). "DSpace or Fedora: Which is a better solution?". *SRELS Journal of information management*, v. 56, n. 1, pp. 45.
- Library of Congress (2018). *Library of Congress. Recommended formats statement*.  
<https://www.loc.gov/preservation/resources/rfs/RFS%202018-2019.pdf>
- Matusiak, Krystyna K.; Tyler, Allison; Newton, Catherine; Polepeddi, Padma** (2017). "Finding access and digital preservation solutions for a digitized oral history project: A case study". *Digital library perspectives*, v. 33, n. 2, pp. 88-99.  
<https://doi.org/10.1108/DLP-07-2016-0025>
- Payette, Sandra; Lagoze, Carl** (1998). "Flexible and Extensible Digital Object and Repository Architecture (Fedora)". In: Nikolaou Christos; Stephanidis, Constantine (eds.). *Research and advanced technology for digital libraries. ECDL 1998*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp 41-59. ISBN: 978 3 540 49653 3  
[https://doi.org/10.1007/3-540-49653-X\\_4](https://doi.org/10.1007/3-540-49653-X_4)
- Premis Editorial Committee (2015). *Conformant implementation of the Premis Data Dictionary*.  
<http://www.loc.gov/standards/premis/premis-conformance-20150429.pdf>
- Sprout, Bronwen; Jordan, Mark** (2015). "Archivematica as a service: Coppel's shared digital preservation platform". *Canadian journal of information & library sciences*, v. 39, n. 2, pp. 235-244.  
<https://doi.org/10.1353/ils.2015.0016>
- Trujillo, Shaun; Bergin, Meghan; Jessup, Margaret; Radding, Johanna; McGowan, Sarah W.** (2017). "Archivematica outside the box". *Digital library perspectives*, v. 33, n. 2, pp. 117-27.  
<https://doi.org/10.1108/DLP-08-2016-0037>
- UNE (2017). *UNE-ISO 16363:2017. Sistema de datos espaciales y transferencia de información. Auditoría y certificación de repositorios digitales de confianza*. Madrid: UNE.
- UNE (2020). *UNE-ISO 17068:2020. Información y documentación. Repositorio de tercero de confianza para documentos electrónicos*. Madrid: UNE.
- Weidner, Andrew; Watkins, Sean; Scott, Betany; Krewer, Drew; Washington, Anne; Richardson, Matthew** (2017). "Outside the box: Building a digital asset management ecosystem for preservation and access". *Code4Lib journal*, n. 36.  
<https://journal.code4lib.org/articles/12342>
- Wilcox, David** (2017). "Stewarding research data with Fedora". In: *IFLA WLIC 2017. Libraries. Solidarity. Society*. Wrocław, Poland.  
<http://library.ifla.org/1796/1/S06-2017-wilcox-en.pdf>
- Wilcox, David; Weinraub, Evviva** (2017). "Supporting digital preservation and access with Fedora". In: *IFLA WLIC 2017. Libraries. Solidarity. Society*. Wrocław, Poland.  
<http://library.ifla.org/id/eprint/1758>
- World Wide Web Consortium (2015). *Linked data platform 1.0: W3C Recommendation 26 February 2015*.  
<https://www.w3.org/TR/2015/REC-ldp-20150226>
- Wu, Annie; Thompson, Santi; Vacek, Rachel; Watkins, Sean; Weidner, Andy** (2016). "Hitting the road towards a greater digital destination: Evaluating and testing DAMS at University of Houston Libraries". *Information technology and libraries*, v. 35, n. 2, p. 5-18.  
<https://doi.org/10.6017/ital.v35i2.9152>