

El e-archivo sustentable: una propuesta de preservación digital ante el cambio climático

Perla Olivia Rodríguez Reséndiz*

Artículo recibido:
30 de abril de 2024
Artículo aceptado:
25 de julio de 2024

Artículo de investigación

RESUMEN

El artículo examina los retos a los que se enfrenta la preservación del patrimonio digital de la humanidad en el contexto de una emergencia mundial provocada por el cambio climático. Una parte importante del patrimonio documental creado o transferido a formatos digitales se conserva en *e*-archivos que utilizan tecnologías y desarrollan prácticas documentales que generan basura tecnológica y producen gases de efecto invernadero (GEI), cuyo rastro se conoce como huella de carbono. Este artículo, sustentado en una investigación cualitativa, expone las variables asociadas a la preservación digital que tienen un impacto sobre el cambio climático. Asimismo,

* Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información, Universidad Nacional Autónoma de México, México
perla@iibi.unam.mx perlaolivia@gmail.com

sugiere la noción del *e*-archivo sustentable, como un sistema de información social y tecnológica, a través del cual se preservan, a largo plazo y de forma responsable con el medioambiente, los documentos digitales que la sociedad considera esenciales para su comprensión en el futuro.

Palabras clave: Preservación digital; Cambio climático; E-archivo sustentable; Huella de carbono

The Sustainable E-Archive: A Digital Preservation Proposal in the face of Climate Change

Perla Olivia Rodríguez Reséndiz

ABSTRACT

The article discusses the challenges facing preserving humanity's digital heritage in the context of a global emergency caused by climate change. Considerable documentary heritage created or transferred to digital formats is preserved in e-archives that use technologies and documentary practices that generate greenhouse gas (GHG) emissions, the trace of which is known as carbon footprint. Based on qualitative research, this article identifies the variables associated with digital preservation that impact climate change. Furthermore, sustainable e-archiving is a concept proposed as a social and technological information system that preserves digital documents deemed essential for society's future understanding in an environmentally responsible manner.

Keywords: Digital Preservation; Climate Change; Sustainable E-Archive; Carbon Footprint

INTRODUCCIÓN

Este siglo inició con el reconocimiento del valor que tiene la información digital como recurso fundamental para el desarrollo científico, la educación, las políticas públicas, las industrias creativas y las instituciones que resguardan el patrimonio cultural (BRTF-SDPA, 2010). De esta forma, los datos y contenidos digitales producidos en grandes volúmenes son apreciados como parte de la

economía del conocimiento y del patrimonio digital, que en la actualidad es considerado frágil y en riesgo de disolución. Su preservación requiere de estrategias que son diferentes a las empleadas en la salvaguarda de documentos registrados en soportes analógicos y de la adopción de una perspectiva sustentable a través de sistemas y procesos documentales fiables que avalen la integridad y autenticidad de los datos y objetos digitales (Biblioteca Nacional de Australia, 2003; Choy *et al.*, 2016). Por lo cual, se pusieron en marcha soluciones tecnológicas para la gestión, el almacenamiento y el acceso a la información digital. Se crearon *e*-archivos como herramientas para relacionar todos los procesos documentales de acuerdo con el Open Archival Information System (ISO, 2012) y así posibilitar la preservación digital con una perspectiva sustentable.

La preservación digital es todo lo necesario –los procesos, las acciones y las tecnologías– para asegurar el acceso permanente a documentos digitales (Edmondson, 2018), a partir de políticas que aseguren su conservación a largo plazo (Térmens, 2013). Nunca puede afirmarse que algo ya fue preservado; es una tarea continua que debe ser sustentable para que, sin importar los desafíos y el cambio tecnológico, se garantice la durabilidad de los contenidos y los metadatos. La preservación digital sustentable depende de factores tecnológicos, económicos, organizacionales, culturales, sociales, legales (Voutssás Márquez, 2009), así como de la continuidad y autogeneración de recursos económicos, la infraestructura tecnológica compartida y la reducción de consumo de energía para aminorar su impacto sobre el medioambiente (Rodríguez Reséndiz, 2016).

Ante los efectos del cambio climático que significan una amenaza para la humanidad, el factor medioambiental ha adquirido relevancia e importancia estratégica debido a que las actividades documentales y la tecnología utilizada en los *e*-archivos generan gases de efecto invernadero (GEI), cuyo rastro se conoce como huella de carbono y que, además, producen basura tecnológica altamente contaminante.

Los cambios y efectos del cambio climático

En la década de 2011 a 2020 la Tierra alcanzó una temperatura de 1.1 °C, la más alta registrada en la historia de la humanidad (IPCC, 2023: 4). Este dato indica que las concentraciones de gas de efecto invernadero continúan aumentando y afectando las temperaturas terrestres y oceánicas debido a la quema de combustibles fósiles, así como por el uso desigual e insostenible de la energía y las tierras durante más de un siglo (IPCC, 2023). Los efectos de estos fenómenos se perciben en nuestra vida cotidiana:

Nuestro clima es cada vez más extremo y tiene un impacto claro y demostrable en el desarrollo socioeconómico. Las sequías, las olas de calor, las crecidas, los ciclones tropicales y los incendios forestales dañan las infraestructuras, destruyen las cosechas, limitan el abastecimiento de agua y provocan desplazamientos masivos (Taalas en OMM, 2023).

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2023), todos somos responsables del cambio climático por situaciones diversas, entre ellas, la falta de energías sostenibles, el cambio del uso de la tierra, los estilos de vida, los hábitos de consumo, etcétera. Por las condiciones de vulnerabilidad de ciertas poblaciones, este fenómeno afectará de 3 300 a 3 600 millones de personas que viven en África, Asia, en el centro y sur de América, en los países menos desarrollados, las islas pequeñas, el Ártico y, a nivel mundial, a los pueblos indígenas, los pequeños productores de alimentos y los hogares con bajos ingresos, quienes padecerán la falta de alimentos y agua, así como la mortalidad por inundaciones, sequías y tormentas (IPCC, 2023: 5).

Para mitigar y revertir los efectos del cambio climático son necesarias acciones rápidas en todos los sectores de la sociedad. En este contexto, las iniciativas encaminadas a preservar el patrimonio digital deben situarse en el marco de esta problemática. Más aún si consideramos que las tareas documentales y el mantenimiento de los *e*-archivos se vinculan directamente al uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), señaladas por generar una cantidad significativa de gases de efecto invernadero (Chowdhury, 2013) y por la constante producción de residuos tecnológicos.

METODOLOGÍA

Este artículo tiene como objetivo examinar los retos de la preservación del patrimonio digital en un contexto de crisis climática, para lo cual se desarrolló una investigación cualitativa. Inició con la identificación y el análisis de literatura científica, estudios de caso, informes y discusiones contemporáneas sobre preservación digital sustentable y cambio climático. Además, se revisaron algunas de las principales iniciativas generadas desde las bibliotecas, archivos y museos para minimizar el impacto que las prácticas de preservación digital tienen sobre el medioambiente.

Después, se construyó el marco conceptual con las aportaciones científicas, que desde hace dos décadas han formulado Lavoie (2004), Bradley (2007), Nolin (2010), Chowdhury (2013), Voutssás Márquez (2009) y Rodríguez Reséndiz

(2016) en relación con el diseño de servicios, sistemas y modelos de preservación digital sustentable. Las disertaciones analizadas coinciden en la necesidad de crear contextos organizacionales, sociotécnicos y económicos para mantener a largo plazo infraestructuras para la gestión, conservación e intercambio de grandes volúmenes de datos y contenidos digitales a partir del uso eficiente de la energía y sin dañar al medioambiente.

La investigación se centró en la categoría del *e*-archivo, a partir de la cual se identificó y observó de qué forma las actividades y tecnologías utilizadas en la preservación digital inciden en el cambio climático. El término *e*-archivo nombra a los archivos y repositorios digitales creados para el almacenamiento, gestión y difusión de información que salvaguardan bibliotecas, archivos y museos, así como instituciones públicas y privadas, organizaciones sociales, entre otros actores que desarrollan tareas de preservación digital. El prefijo '*e*' es empleado para denominar la condición digital del archivo o repositorio. La Fundación del Español Urgente (FundéuRAE, 2014) sugiere el uso del prefijo 'ciber' en lugar de '*e*' como una alternativa en español a los prefijos de origen anglosajón, sin embargo, en la literatura científica publicada al respecto en la última década, logra observarse el empleo de tal prefijo para nombrar tanto a los archivos digitales como a los repositorios.

El *e*-archivo es el sistema social y tecnológico que preserva y brinda acceso, de forma duradera y a largo plazo, a la información digital registrada en una amplia gama de formatos. Desde la perspectiva social, es el constructo fiable que resguarda el patrimonio digital, conformado por la producción científica, cultural, técnica, jurídica, periodística, o bien de otra naturaleza, considerado esencial para comprender el pensamiento y la creación de la humanidad. Como sistema tecnológico articula, mediante *hardware* y *software*, todas las actividades, procesos documentales y flujos de información de acuerdo con el modelo Open Archival Information System (OAIS), que han sido establecidos como parte de las políticas y lineamientos de preservación digital, a fin de que los contenidos permanezcan y puedan consultarse y usarse a lo largo del tiempo (Choy *et al.*, 2016; Portico, 2024). Los *e*-archivos preservan objetos digitales o paquetes de información (ISO, 2012), que pueden contener “textos, bases de datos, imágenes fijas o en movimiento, grabaciones sonoras, material gráfico, programas informáticos o páginas web” (Biblioteca Nacional de Australia, 2003: 30) e, incluso, contenidos publicados en redes sociales, videojuegos, entre otros.

Más adelante, se analizó de qué forma las actividades y tecnologías utilizadas en la preservación digital, a través de los *e*-archivos, producen gases de efecto invernadero (GEI), cuyo rastro es conocido como huella de carbono, y generan basura tecnológica; es decir, cómo es que tienen una incidencia en el cambio climático. Los resultados se sistematizaron en cuatro variables asociadas a la operación y el

funcionamiento de los *e*-archivos: uso de combustibles fósiles –petróleo, carbón y gas natural– y tierras raras usadas en la fabricación de dispositivos tecnológicos; la energía empleada en los dispositivos desde su fabricación hasta su operación y mantenimiento; el manejo de grandes cantidades de agua para los sistemas de enfriamiento en el almacenamiento digital; y la generación de basura tecnológica.

Para concluir, se desarrolló la propuesta de los *e*-archivos sustentables como sistemas sociales y tecnológicos destinados a la preservación digital, cuyas actividades y procesos se basan en principios documentales de responsabilidad con el medioambiente.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las prácticas documentales y tecnologías implementadas en los *e*-archivos inciden en el cambio climático debido a las siguientes variables: uso de combustibles fósiles –petróleo, carbón y gas natural– y tierras raras requeridas para la fabricación de la tecnología empleada en el *e*-archivo; la energía eléctrica consumida durante el ciclo de vida de la preservación digital del documento; el uso de grandes cantidades de agua para los sistemas de enfriamiento en el almacenamiento digital; y, además, la generación de basura tecnológica.

La extracción y el refinado de las materias primas necesarias para la producción de dispositivos tecnológicos, como el *hardware* usado en la preservación digital, es un proceso contaminante porque emplea energía y combustibles fósiles, los cuales disminuyen la biodiversidad y afectan y destruyen hábitats naturales (Pendergrass *et al.*, 2019: 174). Una vez que las materias primas fueron extraídas y refinadas, también se utiliza energía para su transportación, durante la fabricación y hasta en la entrega del producto final. La energía empleada para producir un bien o servicio recibe el nombre de ‘energía incorporada’, del inglés *embodied energy* (Humar *et al.*, 2015). El concepto es útil para medir la cantidad de energía necesaria en la fabricación de un dispositivo tecnológico, desde la extracción de la materia prima, hasta que el usuario final la usa. En función de las emisiones de gases de efecto invernadero y del suministro eléctrico utilizado para crear el dispositivo tecnológico, la energía incorporada representa casi toda la huella de carbono de un producto a lo largo de su vida (Pendergrass *et al.*, 2019: 174).

La energía incorporada de los *e*-archivos puede calcularse desde la fabricación de los dispositivos tecnológicos y durante los procesos documentales que intervienen en la preservación digital. Esto es, en el acopio, gestión, conservación, acceso y reutilización. Se requiere de electricidad tanto para mantener el funcionamiento de las placas de circuitos, procesadores, equipos en red, servidores, discos

duros o cintas de almacenamiento, como para los equipos de enfriamiento de las bóvedas de almacenamiento digital.

La Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) reportó la existencia de ocho mil centros de datos en el mundo. Una tercera parte de los cuales están en Estados Unidos, 16 % en Europa y 10 % en China (2023: 31), que consumen el 4 % de la demanda mundial de energía y que para 2026 se incrementará en 6 % debido a la incorporación de las redes G5, los servicios de la nube, las criptomonedas y la inteligencia artificial (2023: 32).

No existen cifras exactas sobre el volumen de datos almacenados en bibliotecas, archivos y museos a nivel mundial. En 2016 se estimó la existencia de 2 millones de *petabytes* de contenidos digitales (Pendergrass *et al.*, 2019: 176). La cantidad de datos preservados digitalmente en las instituciones de la memoria representa un pequeño porcentaje del total de los datos y contenidos digitales que se producen a nivel mundial. Y aun cuando, en 2021, se señaló el almacenamiento de “menos del 2 % de los nuevos datos generados” (Mena Roa, 2021), su crecimiento es continuo; por esta razón, el cálculo de la huella de carbono de los sistemas de preservación digital en algunas instituciones de la memoria ha comenzado a ser una preocupación. Una de las primeras iniciativas al respecto se formuló en Finlandia, en el *e*-archivo del Ministerio de Educación y Cultura que preserva datos y contenidos digitales de bibliotecas, archivos y museos. Se midió la huella de carbono a partir de la fabricación y envío de los equipos a los centros de datos y durante el proceso de preservación digital (Tiainen *et al.*, 2023).

Además del consumo energético, los servidores de los centros de datos utilizan sistemas de enfriamiento y consumen de forma continua mucha agua (Google, s.f.), tanto para la generación de electricidad, a través de energía termoeléctrica, como para el enfriamiento de los equipos que producen calor ininterrumpidamente (Mytton, 2021). Los cambios de precipitaciones, debido al cambio climático, provocan escasez de agua dulce, por lo cual, es probable que las grandes cantidades de agua dulce necesarias para enfriar los centros de datos sean más difíciles de obtener en el futuro (Pendergrass *et al.*, 2019). El agua es el elemento más eficiente para los sistemas de enfriamiento y control de temperatura, sin embargo, es cada vez más escaso a nivel mundial; por ello, el consumo de agua en los centros de datos ha estado analizándose en todo el mundo (Gheorghiu Taras, 2022), y en Europa ya se han puesto acciones en marcha para reducir su utilización en los centros de datos hacia 2040 (CNDP, s.f.).

También debe mencionarse que los millones de equipos electrónicos desechados diariamente, como teléfonos, computadoras, baterías, monitores, placas de base, microprocesadores, dispositivos inalámbricos y otros elementos periféricos, como televisores, equipos de sonido, cables, baterías, incluidos sus componentes y consumibles, se convierten en basura, chatarra o residuo electrónico

(OMS, 2022). Cada año se producen más de 50 millones de toneladas de residuos tecnológicos, de estos solo se recicla el 20 % (Mortimer, 2020), porque este proceso es más caro que tirar a la basura la tecnología en desuso (Murugesan y Gan-gadharan, 2012; Tadic, 2016).

Alrededor del 80 % de los desechos son exportados a tiraderos de basura ubicados en países pobres, donde se desconoce su impacto en la salud y en el medioambiente (Gómez-Cotta, 2019). Los vertederos son contaminantes y dañinos para los lugares donde se depositan (Van Bussel, Smit y de Pas, 2015) y, en especial, para las personas que participan en las tareas de reciclado. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2021), 12.9 millones de mujeres trabajan en el sector no regulado de los desechos, lo cual las expone a residuos electrónicos tóxicos que ponen en riesgo la salud del feto. Paralelamente, más de 18 millones de niños y adolescentes, algunos a edades tan tempranas como los 5 años, trabajan en sectores industriales no regulados, como en el tratamiento de los residuos.

Estas tareas las realizan sobre todo mujeres y niños, quienes se exponen al contacto con sustancias peligrosas, como el plomo, mercurio, níquel, materiales ignífugos bromados e hidrocarburos aromáticos policíclicos que, entre otras secuelas, afectan al neurodesarrollo y a la capacidad de aprendizaje (OMS, 2022).

DISCUSIÓN

Cada vez se pronuncian con mayor insistencia las voces de científicos y profesionales de la información quienes han reconocido que las instituciones de la memoria dedicadas a la salvaguarda de sendos volúmenes de contenidos digitales y datos no pueden permanecer indiferentes frente al cambio climático. Las ideas de crecimiento económico e innovación tecnológica constante que motivaron la salvaguarda documental deben modificarse por una perspectiva ecológica. Ante el colapso de la sociedad industrial, las bibliotecas y archivos permanecerán y serán una alternativa de futuro (Hecker, 2007). Al respecto, Abbey (2012) señaló la necesidad de reflexionar en relación con la sostenibilidad ambiental, económica y social en las instituciones de la memoria, así como de incidir en la formación profesional de los responsables de la salvaguarda del patrimonio documental con una perspectiva medioambiental, por lo cual acuñó el término de ‘archivistas verdes’. También se han formulado términos como ‘archivo ecológico’ y diseñado modelos de archivo verde (Van Bussel, Smit y de Pas, 2015).

Linda Tadic (2022) llamó la atención mundial al recalcar las consecuencias medioambientales que acarrea la digitalización y preservación digital del patrimonio sonoro y audiovisual. Sugirió que era necesario reconsiderar

la digitalización en una resolución inferior a la óptima para aumentar la capacidad de almacenamiento. Asimismo, advirtió que la formulación ‘para siempre’ es impracticable e insostenible tanto por la mano de obra, como por los recursos necesarios para desarrollar las tareas en el archivo (Tadic, 2016). Con esta idea coincidieron Julia Kim, Rebecca Fraimow y Erica Titkemeyer (2019), quienes cuestionaron, en torno al almacenamiento digital, si los documentos de origen digital debían aceptarse tal cual, transcodificarse o migrarse; si merecía la pena dedicar más espacio de almacenamiento y tiempo del personal a la transcodificación a un formato de conservación recomendado; y, en caso afirmativo, ponderaron sobre cuáles serían las especificaciones ideales. Además, reconocieron la inviabilidad de preservar para el futuro documentos de origen digital de acuerdo con los estándares de alta calidad y consideraron necesario reflexionar en cómo lograr que estos contenidos continúen siendo relevantes para los usuarios. Lo que conlleva a examinar críticamente los preceptos formulados para la salvaguarda de todos los documentos en formatos de alta calidad sin compresión sobre los que se ha desarrollado la preservación digital hasta ahora.

En relación con lo cual, Ben Goldman (2019) consideró que el hecho de centrar la profesión archivística en la autenticidad de los contenidos digitales y en la fiabilidad de los repositorios digitales ha dado lugar a una preservación digital con un uso intensivo de recursos. Advirtió la necesidad de que las teorías y prácticas evolucionen para alcanzar niveles aceptables de variabilidad de los contenidos digitales. Al respecto, David Rosenthal (2014) y Pendergrass *et al.* (2019) coinciden en señalar que la preservación perfecta a nivel de bits es un mito porque las tecnologías de almacenamiento digital actuales son poco fiables y no puede asegurarse que un *petabyte* siga intacto en un siglo. Dada la inevitable pérdida y el elevado costo ambiental de la preservación digital, los administradores de los sistemas de preservación digital deben determinar los niveles aceptables de pérdida en los programas de preservación digital (Rosenthal, 2014). Lo cual conduce a repensar la noción de ‘permanencia’ y sustituirla por una ‘continua’ o ‘duradera’ para referirse a la preservación digital de grandes volúmenes de información. De esta forma, la aceptación de la pérdida representa un punto de equilibrio entre los esfuerzos de la preservación digital y los efectos del cambio climático (Pendergrass *et al.*, 2019). Goldman (2019: 291) refiere que, al adaptar nuestras prácticas, no solo reducimos el impacto de carbono de nuestras actividades profesionales, sino que también aminoramos los efectos del cambio climático en nuestros acervos y hacemos un mejor uso de los limitados recursos que ya disponemos.

El e-archivo sustentable

Derivado de esta investigación, se propone incorporar en las prácticas de preservación digital la noción de *e*-archivos sustentables como sistemas de información social y tecnológica, a través de los cuales se preserven los documentos digitales que la sociedad considera esenciales para su comprensión en el futuro y cuya salvaguarda evolucione de forma responsable con el medioambiente de acuerdo con los siguientes supuestos:

1. La revisión de los principios y prácticas documentales actuales. De lo que deriva la necesidad de precisar el alcance de la preservación para disminuir el consumo de la energía empleada en el almacenamiento y, con ello, aminorar las emisiones de gases de efecto invernadero y de residuos electrónicos (Van Bussel, Smit y de Pas, 2015; Pendergrass *et al.*, 2019).
2. Seleccionar contenidos de valor perdurable y sustentable considerando el costo medioambiental que acarreará su preservación digital. Guardar todo fue la sentencia que motivó la salvaguarda en el ámbito analógico, pero que en el digital es inviable. La valoración documental es una tarea indispensable para crear colecciones digitales valiosas y coherentes de documentos históricos. En consonancia con lo propuesto por la Unesco, es ineludible aplicar criterios de selección y diseñar políticas y lineamientos para asegurar que el patrimonio digital sea conservado por su significado, sustentabilidad y disponibilidad (Choy *et al.*, 2016).
3. Incorporar prácticas para disminuir en la preservación digital, y durante todo el ciclo de vida del documento, el consumo de energía eléctrica y agua en los sistemas de enfriamiento, así como aumentar el rendimiento de los procesadores (Pendergrass *et al.*, 2019; Van Bussel, Smit y de Pas, 2015). Esta medida significa considerar cuando sea posible la utilización de energías limpias, como la solar o eólica y priorizar la eficiencia de uso de los dispositivos tecnológicos; es decir, ponerlos en modo de reposo o apagarlos cuando no se utilicen o cuando la demanda de usuarios sea baja. También implica programar tareas con una alta demanda de energía o de gran ancho de banda, como son las migraciones, o bien, la verificación de datos, que podrían realizarse en las horas de menor actividad y así reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Al respecto, Meyer, Struble y Catsikis (2015) sugirieron detener, sin comprometer la vida de las colecciones y siempre de forma temporal, los sistemas de enfriamiento, ventilación y aire acondicionado para ahorrar

en energía y para que los archivos se conserven en las condiciones ambientales, en lugar de luchar contra ellas. En algunos casos, los rangos estrictos de temperatura y humedad relativa no son necesarios para ciertos archivos, cuyas instalaciones tienen condiciones de frío y seco, por lo cual, sería recomendable trabajar en sus condiciones ambientales (Pendergrass *et al.*, 2019). Esto aplicaría sobre todo en los archivos resguardados en edificios viejos, que cuentan con paredes gruesas y facilitan un aislamiento adecuado (Wallaszkovits, 2022).

4. Formular protocolos para que los artefactos tecnológicos y periféricos en desuso que no pueden reciclarse, o bien, aprovecharse como refacciones para otros equipos de la institución o archivos, se desechen de forma responsable y de acuerdo con protocolos para el manejo de residuos electrónicos para evitar afectar a las personas o al medioambiente. Esta acción debe ser parte de las políticas y lineamientos de preservación digital y contemplar el periodo de obsolescencia desde el momento de adquisición de un equipo.

CONCLUSIONES

Una meta en común convoca la participación de todos los sectores de la sociedad: alcanzar la neutralidad climática en el año 2050. En la búsqueda de soluciones encaminadas a aminorar la huella de carbono y los efectos del cambio climático es necesario, entre otras acciones, repensar los procesos de preservación digital. Para ello, es apremiante identificar las variables derivadas del uso de tecnologías y procesos documentales de preservación digital que afectan al medioambiente. En este trabajo se distinguieron las siguientes: el uso de combustibles fósiles —petróleo, carbón y gas natural— y tierras raras utilizadas en la fabricación de dispositivos tecnológicos; la energía empleada en los dispositivos desde su fabricación hasta su operación y mantenimiento; el uso de grandes cantidades de agua para los sistemas de enfriamiento; y la generación de basura tecnológica.

Como una alternativa se propuso al *e*-archivo sustentable, descrito como el sistema social y tecnológico a través del cual se preserva el patrimonio digital de forma ética y responsable con el medioambiente. Lo que supone la adaptación de los principios y prácticas documentales de preservación digital, desde la creación de colecciones digitales que ameritan su salvaguarda a largo plazo de acuerdo con su valor social y cultural, hasta el acceso continuo de grandes volúmenes de datos. Igualmente, apunta hacia la elección y el uso de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de electricidad y agua, la generación de calor y que aumenten el rendimiento de los procesadores. Sumado a lo cual, se considera la formulación

de protocolos para que la tecnología obsoleta sea reutilizada cuando sea posible y desechada responsablemente, sin afectar a las personas y al medioambiente. Lo anterior es el inicio de una serie de cambios y adaptaciones de las políticas, lineamientos y estrategias de preservación del patrimonio digital.

La salvaguarda del patrimonio digital es un desafío constante; de todos, el que refiere a la generación de alternativas frente al cambio climático es el más importante y complejo porque involucra al destino de la humanidad. Por lo cual, esta investigación, lejos de ser concluyente, es una vía para comenzar el intercambio de ideas e iniciativas para disminuir la huella de carbono y aminorar la generación de basura tecnológica en el planeta.

REFERENCIAS

- Abbey, Heidi. 2012. "The Green Archivist: A Primer for Adopting Affordable, Environmentally Sustainable, and Socially Responsible Archival Management Practices". *Archival Issues* 34 (2): 91-116.
<http://digital.library.wisc.edu/1793/72389>
- Biblioteca Nacional de Australia. 2003. *Directrices para la preservación del patrimonio digital*. Canberra: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000130071_spa.locale=es
- Bradley, Kevin. 2007. "Defining Digital Sustainability". *Library Trends* 56 (1): 148-63.
<https://doi.org/10.1353/lib.2007.0044>
- BRTF-SDPA (Blue Ribbon Task Force on Sustainable Digital Preservation and Access). 2010. *Sustainable Economics for a Digital Planet: Ensuring Long-Term Access to Digital Information. February 2010. Final Report of the Blue Ribbon Task Force on Sustainable Digital Preservation and Access*, editado por Abby Smith Rumsey, Brian Lavoie y Francine Berman.
<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/19116/>
- Chowdhury, Gobinda. 2013. "Sustainability of Digital Information Services". *Journal of Documentation* 69 (5): 602-22.
<https://doi.org/10.1108/JD-08-2012-0104>
- Choy, Sarah, Nicholas Crofts, Robert Fisher, Ngian Lek Choh, Susanne Nickel, Clément Oury y Katarzyna Slaska. 2016. *Directrices Unesco/Persist sobre selección del patrimonio digital para su conservación a largo plazo*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Consejo Internacional de Archivos; Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas; Consejo Internacional de Museos.
https://unescopersist.files.wordpress.com/2018/03/persist-content-guidelines_sp_new.pdf
- CNDCP (Climate Neutral Data Centre Pact). s.f. *Climate Neutral Data Centre Pact: Self-Regulatory Initiative Policy Proposal*. Climate Neutral Data Centre Pact.
https://www.climateneutraldatacentre.net/wp-content/uploads/2023/02/20615_Self-Regulatory-Initiative-1.pdf
- Edmondson, Ray. 2018. *Filosofía y principios de los archivos audiovisuales*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000264105.locale=es>

- FundéuRAE (Fundación del Español Urgente). 2014. “e- para electrónico y m- para móvil, prefijos innecesarios en español”. Recomendaciones. 13 de marzo de 2014.
<https://www.fundeu.es/recomendacion/e-para-electronico-y-m-para-movil-prefijos-innecesarios-en-espanol/>
- Gheorghiu Taras, Alexandra. 2022. “El reúso del agua: ¿cómo hacer que los data centers sean ‘water positives’?”. *DatacenterDynamics*, 2 de noviembre de 2022.
<https://www.datacenterdynamics.com/es/features/el-reuso-del-agua-c%C3%B3mo-hacer-que-los-data-centers-sean-water-positives/>
- Goldman, Ben. 2019. “It’s Not Easy Being Green(e): Digital Preservation in the Age of Climate Change”. En *Archival Values: Essays in Honor of Mark Greene*, editado por Christine Weideman y Mary Caldera, 174-87. Chicago: Society of American Archivists.
- Gómez-Cotta, Carmen. 2019. “Vertederos electrónicos: dónde va a parar la basura digital”. *Ethic*, 14 de octubre de 2019.
<https://ethic.es/2019/10/vertederos-electronicos-donde-va-a-parar-la-basura-digital/>
- Google. s.f. “Google Data Centers”. Efficiency. Consultado el 30 de marzo de 2024.
<https://www.google.com/about/datacenters/efficiency/>
- Hecker, Thomas. 2007. “The Post-Petroleum Future of Academic Libraries”. *Journal of Scholarly Publishing* 38 (4): 183-99.
<https://doi.org/10.3138/jsp.38.4.183>
- Humar, Iztok, Xiaohu Ge, Lin Xiang, Minho Jo, Min Chen y Jing Zhang. 2015. “Embodied Energy of Communication Devices: Modeling Embodied Energy for Communication Devices”. En *Green Communications: Principles, Concepts and Practice*, editado por Konstantinos Samdanis, Peter Rost, Andreas Maeder, Michela Meo y Christos Verikoukis, 55-72. Chichester: John Wiley and Sons.
<https://doi.org/10.1002/9781118759257.ch4>
- IEA (International Energy Agency). 2023. *CO2 Emissions in 2022*. París: International Energy Agency Publications.
<https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por The Core Writing Team, Hoesung Lee y José Romero. Ginebra: Intergovernmental Panel on Climate Change.
<https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- ISO (International Organization for Standardization). 2012. *Space Data and Information Transfer Systems — Open Archival Information System (OAIS) — Reference Model*. ISO 14721:2012. Ginebra: International Organization for Standardization.
- Kim, Julia, Rebecca Fraimow y Erica Titkemeyer. 2019. “Never Best Practices: Born-Digital Audiovisual Preservation”. *Code 4 Lib Journal* (43).
<https://journal.code4lib.org/articles/14244>
- Lavoie, Brian. 2004. “Of Mice and Memory: Economically Sustainable Preservation for the Twenty-First Century”. En *Access in the Future Tense*, 45-54. Washington D. C.: Council on Library and Information Resources.
<https://www.clir.org/pubs/reports/pub126/>
- Mena Roa, Mónica. 2021. “El big bang del big data”. *Statista*, 22 de octubre de 2021.
<https://es.statista.com/grafico/26031/volumen-estimado-de-datos-digitales-creados-o-replicados-en-todo-el-mundo/>

- Meyer, Rebecca, Shannon Struble y Phyllis Catsikis. 2015. "Sustainability: A Review". En *Preserving Our Heritage: Perspectives from Antiquity to the Digital Age*, editado por Michèle Valerie Cloonan, 637-56. Chicago: American Library Association Editions; American Library Association Neal-Schuman Editions.
- Mortimer, Victoria. 2020. "Basura electrónica: un 90 % de las partes son reciclables". *Foro Económico Mundial*, 6 de febrero de 2020.
<https://es.weforum.org/agenda/2020/02/basura-electronica-un-90-de-las-partes-son-reciclables/>
- Murugesan, San, y G. R. Gangadharan. 2012. *Harnessing Green IT: Principles and Practices*. Chichester: IEEE Computer Society; John Wiley and Sons.
- Mytton, David. 2021. "Data Centre Water Consumption". *NPJ Clean Water* 4, 11.
<https://doi.org/10.1038/s41545-021-00101-w>
- Nolin, Jan. 2010. "Sustainable Information and Information Science". *Information Research* 15 (2), 431.
<https://informationr.net/ir/15-2/paper431.html>
- OMM (Organización Meteorológica Mundial). 2023. "El ritmo e impacto del cambio climático aumentaron drásticamente en 2011-2020". Comunicados de prensa. 5 de diciembre de 2023.
<https://wmo.int/es/news/media-centre/el-ritmo-e-impacto-del-cambio-climatico-aumentaron-drasticamente-en-2011-2020>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2021. "La OMS alerta de que el incremento rápido de los desechos electrónicos afecta a la salud de millones de niños". Comunicados de prensa. 15 de junio de 2021.
<https://www.who.int/es/news/item/15-06-2021-soaring-e-waste-affects-the-health-of-millions-of-children-who-warns>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2022. *Los niños y los basureros digitales: exposición a los residuos electrónicos y salud infantil*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
<https://iris.who.int/handle/10665/354706>
- Pendergrass, Keith, Walker Sampson, Tessa Walsh y Laura Alagna. 2019. "Toward Environmentally Sustainable Digital Preservation". *The American Archivist* 82 (1): 165-206.
<https://doi.org/10.17723/0360-9081-82.1.165>
- Portico. 2024. "Portico".
<https://www.portico.org/>
- Rodríguez Reséndiz, Perla Olivia. 2016. *Preservación digital sustentable de archivos sonoros*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información, Universidad Nacional Autónoma de México.
http://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI_UNAM/L122
- Rosenthal, David. 2014. "EverCloud Workshop". *DShr's Blog*, 2 de abril de 2014.
<https://blog.dshr.org/2014/04/evercloud-workshop.html>
- Tadic, Linda. 2016. "The Environmental Impact of Digital Preservation". Diapositivas presentadas en AMIA 2016: The 26th Annual Conference of the Association of Moving Image Archivists, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos, 9-12 de noviembre.
<https://www.amiaconference.net/wp-content/uploads/2016/12/Advocacy-3-1-Environmental-Impact-Tadic.pdf>

- Tadic, Linda. 2022. “La relación entre los archivos audiovisuales y el medio ambiente”. En *Cambio climático y preservación digital sonora y audiovisual*, coordinado por Perla Olivia Rodríguez Reséndiz, Matteo Manfredi y Antonella Bongarzone, 11-28. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
<http://hdl.handle.net/10644/9091>
- Térmens, Miquel. 2013. *Preservación digital*. Barcelona: Editorial de la Universitat Oberta de Catalunya.
<https://www.digitaliapublishing.com/a/28419/preservacion-digital>
- Tiainen, Mikko, Juha Lehtonen, Heikki Helin y Johan Kylander. 2023. “Calculating the Carbon Footprint of Digital Preservation: A Case Study”. Trabajo presentado en iPRES 2023: The 19th International Conference on Digital Preservation, Champaign-Urbana, Illinois, Estados Unidos, 19-23 septiembre.
<https://www.ideals.illinois.edu/items/128307>
- Van Bussel, Geert-Jan, Nikki Smit y John van de Pas. 2015. “Digital Archiving, Green IT and Environment: Deleting Data to Manage Critical Effects of the Data Deluge”. *Electronic Journal of Information Systems Evaluation* 18 (2): 187-98.
<https://academic-publishing.org/index.php/ejise/article/view/181>
- Voutssás Márquez, Juan. 2009. *Preservación del patrimonio documental digital en México*. México, Distrito Federal: Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
https://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI_UNAM/L49
- Wallaskovits, Nadja. 2022. “Desarrollos recientes en ahorro de energía para el archivo audiovisual análogo que será digital”. En *Cambio climático y preservación digital sonora y audiovisual*, coordinado por Perla Olivia Rodríguez Reséndiz, Matteo Manfredi y Antonella Bongarzone, 29-45. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.
<http://hdl.handle.net/10644/9091>

Para citar este texto:

- Rodríguez Reséndiz, Perla Olivia. 2024. “El e-archivo sustentable: una propuesta de preservación digital ante el cambio climático”. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información* 38 (101): 57-71.
<http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2024.101.58922>