

METODOLOGÍA PARA LA DIGITALIZACIÓN DEL PATRIMONIO MEDIANTE TECNOLOGÍAS INTERACTIVAS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Experiencia con la Residencia de Estudiantes de Madrid en el proyecto PLATA.

RAFAEL CONDE MELGUIZO¹, EVA SANTÍN ÁLVAREZ¹, DAVID ALONSO URBANO¹

¹ UDIT. Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología, España

PALABRAS CLAVE

*Patrimonio cultural
Digitalización
Tecnologías interactivas
Inteligencia artificial
Patrimonio tangible e
intangible
Libro extendido
Servicios en la nube*

RESUMEN

La Nueva Agenda Urbana publicada por Onu-Habitat establece que el ODS11 insta a los gobiernos a proteger el patrimonio cultural urbano y natural del mundo, estableciendo medidas blandas destinadas a la cultura y la educación. Entre ellas, promueve el cuidado del patrimonio cultural tangible e inmaterial, incluyendo el uso de nuevas tecnologías y haciendo hincapié en la preservación del patrimonio local, frente al proceso de aculturación global actual. Paralelamente, la Recomendación (UE) 2021/1970 de la Comisión Europea establece que el patrimonio es un elemento clave para construir la identidad europea y anima a los Estados miembros a continuar el esfuerzo de digitalizar y preservar los activos del Patrimonio Cultural Digital. El proyecto PLATA que presentamos ha trabajado en la creación de una metodología de digitalización del patrimonio editorial de la Residencia de Estudiantes de Madrid, incorporando al proceso el uso de tecnologías interactivas, servicios en la nube e inteligencia artificial.

Recibido: 21 / 12 / 2024

Aceptado: 05 / 04 / 2025

1. Introducción.

En 2050, la Organización de las Naciones Unidas —ONU— estima que dos tercios de la humanidad vivirá en ciudades (ONU-Habitat, 2022). Esta realidad ha sido catalogada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura —UNESCO— como la Urban Age, destacando que este proceso creciente de urbanización abrirá nuevas oportunidades para el acceso a servicios y oportunidades laborales para la nueva población urbana, pero también incrementará los retos sobre la pobreza, la desigualdad o la integración social (ONU-Habitat, 2020). Con el objetivo de armonizar el crecimiento urbano para potenciar las oportunidades y reducir las amenazas, UNESCO tiene en marcha una serie de programas publicados como *Programmes and networks of cities* (UNESCO, 2024c), que incluyen redes globales de aprendizaje entre ciudades (UNESCO, 2024b), la protección del patrimonio urbano (UNESCO, 2024d) o el programa de Ciudades Creativas (UNESCO, 2024a), entre otros.

El estudio de la creatividad en las ciudades como un activo de desarrollo sostenible por parte de UNESCO se remonta a la Convención de 2005 sobre la protección y promoción de las actividades culturales (UNESCO, 2005a), aprobada durante la Conferencia General de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en su 33a reunión, celebrada en París del 3 al 21 de octubre de 2005 (UNESCO, 2005b). Este marco ha sido la base de sucesivas revisiones por parte de UNESCO, siendo la última revisión publicada del año 2022 en el informe público título «Re|Pensar las políticas para la creatividad. Plantear la cultura como un bien público global» (UNESCO, 2022). En esta revisión de 2022 se establecen diferentes elementos que fundamentan el Proyecto de digitalización de Archivos con Tecnología interactiva —PLATA— que presentamos en este artículo y que ha trabajado en la digitalización de patrimonio editorial de la Residencia de Estudiantes para el diseño de prototipos interactivos.

En el marco de seguimiento del documento «Re|Pensar las políticas para la creatividad. Plantear la cultura como un bien público global» (UNESCO, 2022), se establecen diversos principios rectores que se operacionalizan en cuatro objetivos, relacionados a su vez con varios Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible -ODS- de la Agenda 2030 (ONU, 2015). Los ODS mencionados por UNESCO con relación a las políticas de cultura son:

Apoyar sistemas sostenibles de gobernanza de la cultura:

- ODS 4. Educación de calidad
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.
- ODS 17. Alianzas para lograr los objetivos.

Lograr intercambios equilibrados de bienes y servicios culturales e incrementar la movilidad de los artistas y profesionales de la cultura.

- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 10. Reducción de las desigualdades.
- ODS 17. Alianzas para lograr los objetivos.

Integrar la cultura en los marcos del desarrollo sostenible.

- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.
- ODS 17. Alianzas para lograr los objetivos.

Promover los derechos humanos y las libertades fundamentales.

- ODS 5. Igualdad de género.
- ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.

Dentro de estos objetivos, destacan un conjunto de indicadores principales que se han tomado como base del proyecto PLATA. Concretamente, dentro del primer objetivo de «Apoyar sistemas sostenibles de gobernanza en la cultura», el proyecto PLATA se apoya en los indicadores:

- Políticas y medidas que apoyan el desarrollo de sectores culturales y creativos dinámicos.
- Políticas y medidas que apoyan la creatividad, las empresas y los mercados digitales.
- Políticas y medidas que facilitan el acceso a expresiones culturales diversas en el entorno digital.

De estos tres indicadores, cobra especial relevancia el tercero, ya que la recomendación de invertir en contenidos locales y mejorar su descubrimiento en las plataformas digitales es una recomendación destacada entre las oportunidades y retos para unas industrias culturales y creativas en el entorno digital de UNESCO. En estas recomendaciones, UNESCO destaca que la distribución y producción de productos culturales la financian grandes empresas globales, lo que implica que influyen directamente

en la promoción de expresiones culturales que pueden arrinconar las expresiones regionales y locales (UNESCO, 2022). La digitalización del patrimonio editorial de la Residencia de Estudiantes que presentamos en este artículo es una propuesta metodológica que permite combatir este riesgo de monopolio.

1.1. La Nueva Agenda Urbana

Paralelamente al programa de Ciudades Creativas, Naciones Unidas ha desplegado el programa ONU Hábitat de gestión de la *urban age* y el crecimiento de las poblaciones urbanas previsto en las próximas décadas. Onu-Habitat es un organismo con sede en Nairobi que desarrolla el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos con el mandato de apoyar la urbanización sostenible en todo el mundo. ONU-Habitat toma los ODS como los objetivos a lograr y ha desarrollado la Nueva Agenda Urbana —NAU— como el medio para lograrlos. Más específicamente, ONU-Habitat considera la NAU como un acelerador del ODS11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Dentro de este objetivo, se considera el acceso a la cultura y la educación como medios fundamentales para este objetivo (ONU-Habitat, 2022). La NAU se articula en tres grandes líneas:

- a) Las dimensiones centrales, que definen los objetivos para lograr un desarrollo urbano sostenible dentro de los ODS:
 - a. Sostenibilidad social
 - b. Sostenibilidad económica
 - c. Sostenibilidad ambiental
 - d. Sostenibilidad espacial
- b) Los medios de implementación, que establecen métodos concretos para acercar las ciudades a los objetivos establecidos:
 - a. Mecanismos de intervención
 - b. Medidas duras para infraestructuras y servicios
 - c. Medidas blandas para la cultura, educación, salud y seguridad urbana
 - d. Medidas en el campo de la tecnología y la innovación
- c) Los mecanismos para el seguimiento y revisión de la Nueva Agenda Urbana:

La metodología de digitalización de patrimonio que se describe en este artículo es una propuesta de acción para avanzar en las medidas blandas de Cultura y Educación correspondientes a los medios de implementación de la Nueva agenda urbana de ONU-Hábitat.

1.2. Medidas blandas: cultura y educación.

En la Nueva Agenda Urbana se establece sobre el ODS11, que insta a los gobiernos a “proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo” (ONU, 2024). Dentro del ODS, en el punto ODS11.4, se hace hincapié en que dicha protección no puede ser meramente intencional, sino que debe acompañarse de inversión pública y privada para la preservación, protección y conservación de todos los bienes culturales y patrimonio natural CITA ODS 11.4. En consecuencia, la NAU incluye la cultura como una prioridad de los planes y estrategias urbanas (ONU, 2017) Para la definición de patrimonio, la NAU recoge la definición UNESCO que define el patrimonio cultural como el legado de artefactos físicos y atributos intangibles de un grupo o sociedad que se heredan de generaciones pasadas, se mantienen en el presente y se otorgan en beneficio de las generaciones futuras (UNESCO, 1972). Desde UNESCO también se aporta a la NAU un enfoque de desarrollo urbano basado en la cultura basado en tres proposiciones:

- las ciudades centradas en las personas son espacios centrados en la cultura
- la planificación urbana basada en el lugar incorpora la historia y la cultura locales
- las políticas integradas emplean la cultura como herramienta para la sostenibilidad y la resiliencia (ONU, 2017).

1.3. Digitalización de patrimonio cultural en la Unión Europea

De manera concomitante a las medidas por la cultura de la NAU, en Europa se ha recogido la necesidad de digitalizar el Patrimonio Cultural de nuestra sociedad en la Recomendación (UE) 2021/1970 de la Comisión Europea (Comisión Europea, 2021). En esta Recomendación se establece que el Patrimonio Cultural es un elemento clave para construir la identidad europea basada en valores comunes y para impulsar la economía de la región. Esta misma Recomendación anima a los Estados miembros a continuar el esfuerzo de digitalizar y preservar los activos del Patrimonio Cultural Digital con el más alto nivel de detalle. Por esta razón, deben establecer objetivos claros para la digitalización y conservación, así como cifras de cumplimiento para el Patrimonio Cultural en riesgo y los sitios de Patrimonio Cultural más visitados, y se destaca que hoy en día hay un bajo nivel de digitalización de categorías específicas de PC. La Comisión Europea conoce y asume el desafío de la digitalización, tratando de asegurar que llegue a todos los ámbitos con calidad suficiente, incluso a entidades pequeñas o locales con presupuestos más bajos. Por ejemplo, el Clúster 2 del Programa Horizonte 2020 hace eco de estas necesidades y promueve actividades dentro de este marco, movilizand o experticia multidisciplinaria de las Ciencias Sociales y Humanidades Europeas, para entender los efectos que estos avances pueden causar en las transformaciones de la sociedad, la economía, la cultura y la política (Comisión Europea, 2020).

Teniendo en cuenta este marco de intereses y proyectos financiados por la UE existentes (Sorli, 2022), uno de los desafíos al concebir el Patrimonio Cultural Digital es la enorme variedad de elementos materiales e inmateriales que conforman nuestra cultura. No hay un sistema que pueda resolver la digitalización duradera y de alta calidad de cualquier objeto o elemento considerado como Patrimonio Cultural, debido a la naturaleza muy diferente de estos (Pandey & Kumar, 2020). Por lo tanto, no hay un solo sistema de captura de datos, ni almacenamiento-acceso a metadatos, que pueda satisfacer todas las necesidades (Masenya, 2021). Con la idea de preservar y compartir el objeto de patrimonio cultural original con máxima fidelidad, es posible digitalizar lo tangible, pero también lo intangible, o la información sonora (acústica, técnicas de interpretación, etcétera), por ejemplo. Es necesario considerar una realidad compleja con diferentes capas de conocimiento, no limitando los Gemelos Digitales al modelo 3D, sino integrándolo con ese otro nivel superior, que incluso podría contener información en tiempo real (Ruppert & Abonyi, 2020). Los avances tecnológicos y la caída de los costes están permitiendo el acceso a herramientas y métodos para la digitalización del patrimonio cultural, de modo que esta actividad también pueda estar al alcance de pequeñas instituciones o entidades (Herban et al., 2022)

2. Proyecto PLATA

El proyecto PLATA surge como una respuesta innovadora a las necesidades planteadas en el contexto de la digitalización de patrimonio, combinando esfuerzos y conocimientos de varias entidades clave. Es el resultado de una estrecha colaboración entre la Residencia de Estudiantes, el grupo de investigación Innovación y Tecnología desde y para la Educación, la Cultura y la Sociedad (ECSiT) de la UDI T Universidad de Diseño, Innovación y Tecnología, y la empresa Gamera Nest, especializada en la creación de experiencias interactivas mediante tecnologías avanzadas. Esta alianza multidisciplinar ha permitido el desarrollo de un enfoque metodológico pionero para la digitalización de patrimonio que va más allá de los métodos tradicionales, buscando transformar la forma en que los usuarios interactúan con los bienes digitalizados.

El objetivo principal del proyecto PLATA ha sido la digitalización de varios libros pertenecientes a la editorial de la Residencia de Estudiantes, abordando un desafío clave en este ámbito: superar el concepto de gemelo digital; es decir, la creación de una réplica fiel de un objeto físico en formato digital, que es una herramienta fundamental para la conservación, pero presenta ciertas limitaciones en términos de interacción y acceso a información extendida. Ante esta situación, el proyecto PLATA busca ampliar las capacidades de estos gemelos digitales mediante el desarrollo de un formato aumentado que no solo replique el contenido, sino que permita la exploración interactiva del patrimonio cultural de una manera más rica y accesible.

El resultado es un libro digital aumentado que funciona como una herramienta extendida de explotación del patrimonio. Esto significa que los libros digitalizados no solo están disponibles en un

formato digital pasivo, sino que también ofrecen al usuario la posibilidad de interactuar con contenidos adicionales, acceder a archivos relacionados y navegar por la información de una forma dinámica y personalizada. La clave del éxito de este formato reside en la integración de tecnologías como la realidad aumentada (AR), la inteligencia artificial (IA) y las plataformas de servicios en la nube, lo que permite a los usuarios explorar el patrimonio desde múltiples ángulos y enriquecer su comprensión de los materiales.

Además, este enfoque metodológico no se limita únicamente a los fondos bibliográficos, sino que propone una solución integral para la digitalización de diversos tipos de patrimonio. Entre los ejemplos de aplicación futura destacan el patrimonio material, como el arquitectónico y pictórico, abriendo nuevas vías para la preservación y el acceso a bienes culturales en un entorno digital interactivo. Al ampliar el alcance de la digitalización, se facilita la posibilidad de que investigadores, estudiantes y público general puedan explorar y estudiar el patrimonio desde una perspectiva inmersiva, lo que potencia el valor educativo y cultural del proyecto.

En este estudio, se describe tanto la metodología de digitalización seguida como el proceso de diseño del prototipo que ha permitido alcanzar este nivel de sofisticación. El flujo de trabajo detallado que se presenta ofrece una guía clara para futuros proyectos de digitalización, estableciendo un modelo replicable que puede ser utilizado por otras instituciones o equipos de trabajo interesados en modernizar la gestión y gestión interactiva del patrimonio cultural digitalizado. Además, la propuesta metodológica de PLATA no solo pretende ser aplicada a contextos específicos, sino que se posiciona como un modelo adaptable a diferentes entornos patrimoniales y tecnológicos, convirtiéndose en una referencia para la digitalización del patrimonio a nivel internacional.

2.1. Metodología del proyecto.

Siguiendo los principios del *human centered design* y el *user experience design* (Norman, 2023), el diseño del prototipo comenzó con un escenario de uso (fig. 1), que proporciona un primer acercamiento para entender los elementos clave que influyen en la experiencia del usuario. Esta herramienta es valiosa para diseñadores, pero también para académicos, ya que ofrece una visión integral de los factores relevantes en el estudio y diseño de la experiencia de uso. Según Cross (2004), la estrategia de diseñadores expertos se basa en una definición adecuada del espacio del problema, enfocándose en la recopilación de información y en establecer prioridades de diseño.

Figura 1. Escenario de experiencia de uso.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el contexto del proyecto PLATA, los archivos y bibliotecas se encuentran inmersos en un proceso intensivo de digitalización de sus fondos, permitiendo la consulta de publicaciones en formato PDF o ePub -acrónimo de *electronic publication*-, limitando la experiencia a una mera réplica digital del libro físico. Sin embargo, el proyecto PLATA propone trascender el concepto del gemelo digital, que consiste en la «creación de una réplica virtual, a imagen y semejanza de un producto, proceso o sistema tangible» (Varas et al., 2020, p. 302), hacia el libro extendido, que ofrece funcionalidades más avanzadas de interactividad, que, según Beyoda (1997) se define como la habilidad del receptor para gestionar un mensaje no lineal, en función de lo que permita el emisor, en el contexto de un medio de comunicación asíncrono. En esencia, esto implica que el usuario puede explorar de manera autónoma el contenido previamente diseñado por el emisor e interactuar con el contenido de forma dinámica. Al hacer clic en palabras clave, se pueden consultar otras publicaciones y acceder a documentación relacionada existente en bases de datos de archivos o instituciones (en el estudio de caso, el archivo de la Residencia de Estudiantes), como fotos, vídeos y documentos adicionales. Asimismo, se incorpora una inteligencia artificial entrenada con las propias fuentes del archivo, lo que permite una consulta más avanzada y eficiente, proporcionando información segura, que además se acompaña de su ubicación física o geolocalización.

El objetivo principal de este producto interactivo es transformar la manera en que los estudiantes acceden y utilizan el conocimiento, ofreciendo una herramienta didáctica que no solo fomenta la lectura, sino también la investigación activa y la interconexión entre contenidos. En este contexto, los libros extendidos serían utilizados de manera dinámica por estudiantes de distintos niveles educativos (educación secundaria, universitarios e incluso investigadores). Los docentes tendrían acceso a actividades didácticas diseñadas en torno a los contenidos del libro extendido, mientras que los alumnos podrían explorar el mismo para resolver las tareas planteadas. Esta aproximación les permitiría conectar con otros elementos relevantes y enriquecer su comprensión de la materia.

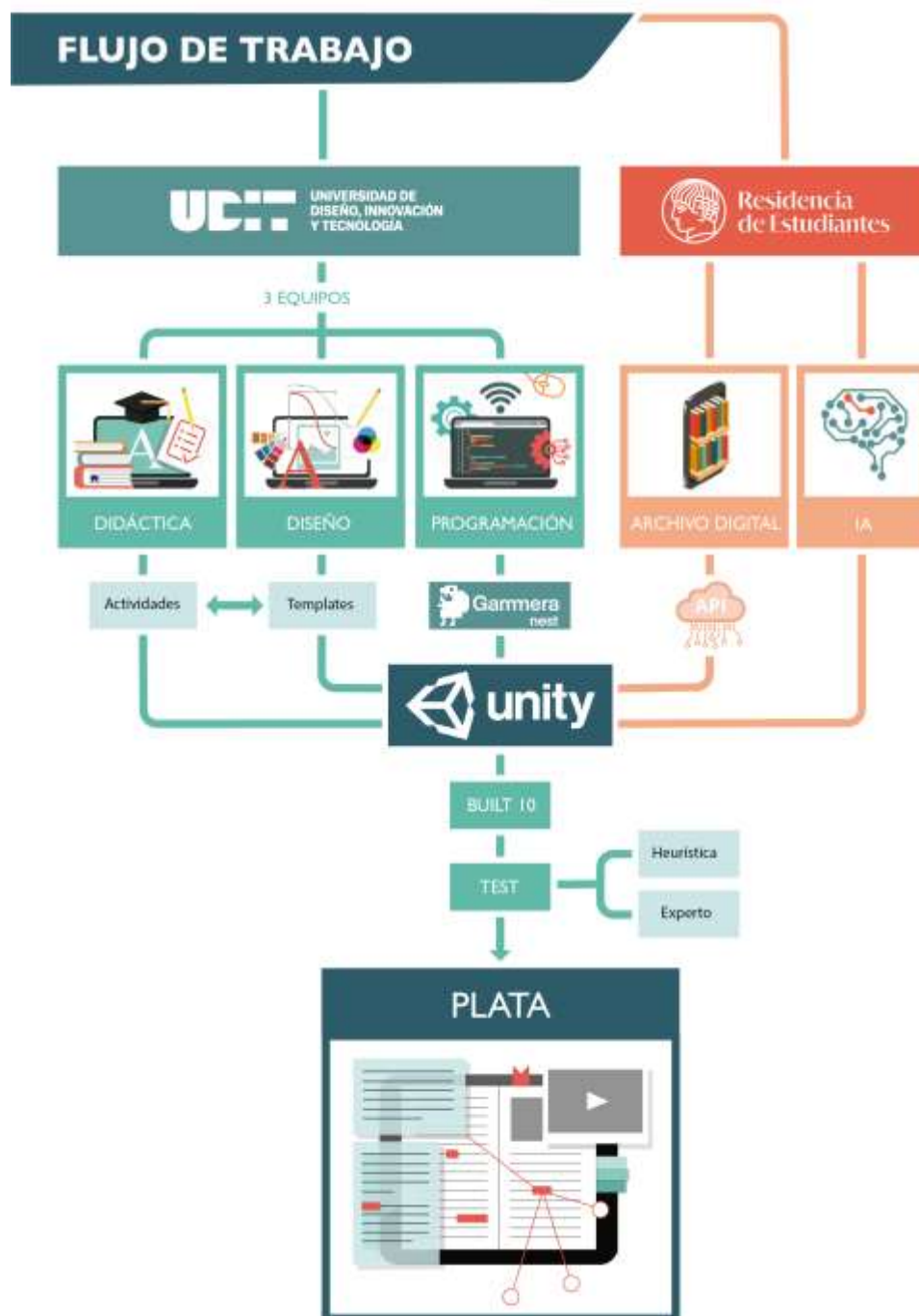
Uno de los beneficios más destacados de este enfoque es que la lectura y la adquisición de saberes no siguen un patrón lineal, sino que se desarrollan como una red de conocimiento (Sanz, 2013). A través del libro extendido, los estudiantes pueden vincular información de diferentes fuentes, creando su propio mapa conceptual. Esto les permite no solo seguir un camino predefinido, sino diseñar rutas de aprendizaje personalizadas, adaptadas a sus intereses y necesidades. La capacidad de explorar el

conocimiento de manera no secuencial fomenta el pensamiento crítico y la autonomía en el aprendizaje, haciendo que cada estudiante desarrolle una experiencia única.

Además, este enfoque ofrece una doble ventaja: el alumnado no solo accede a contenido ampliado y contextualizado, sino que también aprende, en paralelo, a utilizar de forma correcta las herramientas de inteligencia artificial para realizar consultas académicas. Esto les ayuda a desarrollar habilidades críticas en el manejo de IA, que serán cada vez más relevantes en el ámbito educativo y profesional.

Una vez descrito y consensuado del escenario de uso entre la Residencia de Estudiantes y UDIT, se diseñó el flujo de trabajo o *workflow* (fig. 2) para alcanzar el objetivo propuesto. Por parte de UDIT, se crearon tres equipos coordinados para avanzar en tres líneas de trabajo que debían confluir en el producto final: equipo de didáctica, equipo de diseño y equipo de programación.

Figura 2. Flujo de trabajo.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

a) El equipo de didáctica elaboró una actividad tipo (fig. 3) destinada a integrar el uso del libro digitalizado en el aula, enfocándose en reforzar y expandir los conocimientos adquiridos a través de los contenidos del libro. Esta actividad está adaptada a diversos entornos de aprendizaje, permitiendo una implementación flexible en contextos educativos variados. El diseño de la actividad incluye tres componentes clave:

- La descripción detallada de la actividad, con los pasos específicos que los alumnos deben seguir para completarla con éxito.
- Una nota pedagógica que orienta al docente sobre cómo aplicar la actividad en clase, incluyendo ejemplos prácticos y recomendaciones didácticas.
- Un análisis de las competencias curriculares trabajadas en la actividad, facilitando la incorporación de estas actividades en las programaciones académicas oficiales y otros documentos educativos.

En cuanto al escenario de uso, se definieron tres tipos de acceso al contenido, diseñados para adaptarse a las necesidades de diferentes tipos de usuario:

- Usuario Profesor: Tiene acceso completo a los tres contenidos de la actividad, permitiendo preparar y supervisar su implementación en el aula.
- Usuario Alumno: Solo puede acceder al enunciado de la actividad, diseñado de forma que el estudiante pueda concentrarse en su tarea sin distracciones.
- Usuario Lector: A este perfil se le omiten las actividades para que pueda enfocarse exclusivamente en la lectura y la investigación, facilitando el uso autónomo del libro.

Figura 3. Ficha emergente con propuesta de Actividad Didáctica para el perfil docente, nótese que incluye la nota pedagógica, además del enunciado.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el caso de la actividad que muestra la figura 3, la descripción explica la actividad dirigida al profesorado para facilitar su ejecución. Se indican las páginas a utilizar y se explican los objetivos pedagógicos, en este caso, consolidar el conocimiento bibliográfico y conocer algunas de las obras relevantes del autor Juan Ramón Jiménez. Para alcanzar este objetivo se propone trabajar los tres tipos de inteligencias de Sternberg —analítica, creativa y práctica— (Sternberg, 1997) para crear una ruta literaria, geográfica y temporal de la formación del autor.

El enunciado, que puede observarse en el centro de la figura 3, es una descripción de la actividad redactada tal como debe hacerse llegar al alumnado. Se encuentra descrito en un estilo sencillo y de

marcado carácter didáctico e indicativo. En este ejemplo, se invita al alumnado a trabajar en grupos para leer el texto indicado y extraer las ideas principales. Una vez hecho esto, se describen tareas que permiten explotar las capacidades del libro extendido conseguido con la metodología PLATA y que se describe en este artículo. Por ejemplo, se solicita al alumnado que consulte el archivo de la Residencia de estudiantes —desde el propio libro— para conseguir la información necesaria para la construcción de la línea literaria, temporal y geográfica del autor Juan Ramón Jiménez. Además, aunque no aparece explícitamente en el enunciado, se alienta a los alumnos a utilizar la inteligencia artificial (IA) integrada en el libro. Esta IA ha sido programada para proporcionar respuestas basadas exclusivamente en fuentes primarias del archivo de la Residencia de Estudiantes, lo que asegura que los estudiantes accedan a información fiable y verificada, y además se incluye la referencia a las fuentes consultadas. Al mismo tiempo, se les enseña a utilizar correctamente herramientas de IA, aprendiendo sobre su funcionamiento y los beneficios de emplearlas en entornos académicos, minimizando el riesgo de desinformación.

La nota pedagógica asociada a esta actividad está diseñada para facilitar su integración en el currículo escolar oficial. En el ejemplo de la figura 3, se indica que esta actividad está recomendada para estudiantes de 4º de la ESO, detallando las competencias trabajadas y vinculándolas con la normativa educativa vigente. También se especifican los aprendizajes clave relacionados con el perfil de salida del alumnado. Esta estructura permite al profesorado incluir estas actividades dentro de sus programaciones habituales, sin la necesidad de crear ejercicios especiales fuera del contexto curricular. Asimismo, la nota pedagógica incluye recomendaciones sobre los conocimientos previos necesarios y el uso de recursos complementarios para mejorar la efectividad de la actividad.

De este modo, el equipo de didáctica no solo ha diseñado actividades funcionales para el aprendizaje, sino que ha garantizado su viabilidad dentro del marco curricular, asegurando que los libros digitalizados y extendidos puedan ser una herramienta educativa integral y accesible en diferentes niveles de enseñanza.

- b) El equipo de diseño centró sus esfuerzos en la elaboración de nuevas plantillas de maquetación, necesarias para adaptar los libros al entorno interactivo del proyecto PLATA. Aunque los libros sobre los que se ha trabajado ya están editados y contaban con una maquetación previa tanto para imprenta como en formato PDF, este procedimiento resultaba esencial para garantizar una adecuada adaptación al proceso de digitalización. Esta fase no solo facilitaba el volcado del contenido, gestionado posteriormente por el equipo de programación, sino que también brindaba la oportunidad de dotar a la colección de una identidad visual coherente.

La decisión de rediseñar los libros no obedecía únicamente a cuestiones técnicas, sino también a un enfoque conceptual que busca consolidar una imagen homogénea para todos los volúmenes del proyecto. Esta identidad visual no solo facilita la navegación del usuario, sino que también refuerza la percepción del libro extendido como una herramienta educativa avanzada y moderna.

El interés en introducir elementos interactivos y multimedia, tales como vídeos, audios y documentos adicionales, mediante herramientas de programación, obligó a una conversión inicial de los libros al formato ePub. Este formato, que permite el acceso al texto de manera flexible y adaptable a distintos dispositivos, es ampliamente utilizado en la digitalización de libros debido a su capacidad para optimizar la lectura en pantallas de diversos tamaños. No obstante, el formato ePub presenta algunas particularidades: no conserva la maquetación original ni la paginación de los libros impresos o en PDF, ya que se adapta automáticamente a las preferencias del usuario en cuanto a tamaño de fuente, tipo de letra, y otros parámetros visuales (Ribes et al., 2009). Este aspecto suponía un reto, ya que exigía una remaquetación completa de los contenidos para garantizar una presentación coherente y funcional en el entorno digital.

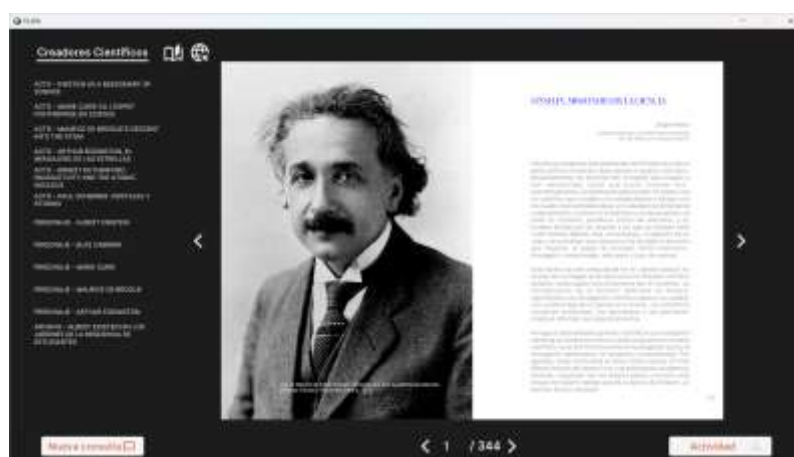
Ante esta situación, el equipo de diseño desarrolló un total de siete plantillas específicas que permitieran organizar el contenido y facilitar su interacción con los usuarios. Estas plantillas abarcaban desde la pantalla de inicio, donde los usuarios pueden registrarse y acceder al índice de libros, hasta plantillas especializadas para la visualización de personajes, eventos, documentos y actividades didácticas. Cada una de estas plantillas fue diseñada teniendo en

cuenta tanto la estética como la funcionalidad, asegurando que los usuarios pudieran navegar por el contenido de manera intuitiva y enriquecedora. Las plantillas desarrolladas incluyen:

- Pantalla de inicio / registro
- Índice de libros
- Visualización de libro para lectura interactiva, incluyendo acceso a los menús de consulta de índices de capítulos y archivos
- Ficha de personaje
- Ficha de evento en vídeo y/o audio
- Ficha de documento
- Visualización de actividad didáctica

Se muestra a continuación (figura 4) el ejemplo de la ficha de personaje y la ficha de audio con un caso de uso. Al navegar en cualquiera de los libros se pueden encontrar referencias a personajes relevantes que han pasado por la Residencia de Estudiantes en toda su historia. En esta ocasión, se observa una foto de Einstein en el libro Creadores Científicos.

Figura 4. Interfaz de lectura del libro.



Fuente: Elaboración propia a partir de Residencia de Estudiantes, (s. f.).

Para saber más del personaje histórico, se puede pulsar sobre las fotos o textos que están vinculados al archivo. Por ejemplo, se puede obtener la ficha de personaje:

Figura 5. Ficha emergente autogenerada que incluye información en imagen y texto sobre Einstein contenida en el archivo digital de la Residencia de Estudiantes.



Fuente: Elaboración propia a partir de Residencia de Estudiantes, (s. f.).

Es necesario explicar que esta ficha de personaje no está contenida en el libro, sino que, al pulsar sobre la foto del libro asociada al archivo, el libro realiza una búsqueda *online* en el archivo de la Residencia de Estudiantes mediante un API (*Application Programming Interface* o Interfaz de Programación de Aplicaciones), y genera esta ficha sobre la maqueta diseñada, incluyendo imágenes y textos que extrae del archivo en tiempo real. Este hecho permite que el mismo libro pueda obtener cada vez más información según se vaya digitalizando el archivo de la Residencia o vinculando mediante APIs otros archivos.

Desde los textos y fotografías también es posible hacer llamadas a vídeos y audios de actos del archivo de la Residencia:

Figura 6. Ficha emergente autogenerada que incluye el vídeo del acto «*Einstein as a missionary of science*» y la información en texto sobre dicho acto, contenidos en el archivo digital de la Residencia de Estudiantes.



Fuente: Elaboración propia a partir de Residencia de Estudiantes, (s. f.).

De nuevo, la ventana emergente se genera en tiempo real con información extraída mediante API del archivo digital de la Residencia de Estudiantes y nos permite ampliar la información con vídeos, audio y todo tipo de material multimedia que pueda ser digitalizado.

- c) El equipo de programación fue responsable de la creación del archivo ejecutable del proyecto, una labor que incluyó la implementación de las actividades didácticas y el diseño de interfaz. Para este propósito, se seleccionó el motor de programación Unity, desarrollado por Unity Technologies, una plataforma ampliamente reconocida por su versatilidad en el desarrollo de experiencias interactivas. Unity se ha consolidado como una herramienta clave en la creación de videojuegos, aplicaciones 3D, así como en proyectos de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR). Su principal ventaja reside en su capacidad para compilar y ejecutar contenido en una amplia variedad de plataformas, lo que permite integrar gráficos de alta calidad y características interactivas avanzadas. Además, su flexibilidad y facilidad de uso hacen que sea la opción ideal para el tipo de proyecto que se está desarrollando (Unity Technologies, 2023).

Para la implementación técnica del archivo ejecutable se contó con la colaboración de Gamera Nest, una empresa especializada en el uso de Unity en contextos educativos y culturales. Gamera Nest jugó un papel crucial en la compilación de las actividades didácticas previamente diseñadas, así como en la integración de las propuestas de experiencia aumentada de la Residencia de Estudiantes.

El diseño del proyecto contemplaba la incorporación de dos propuestas clave para enriquecer la experiencia de los usuarios: los servicios en la nube y la inteligencia artificial (IA), ambos destinados a mejorar la interactividad y accesibilidad del contenido.

- Servicios en la nube: La Residencia de Estudiantes organizó un sistema de acceso remoto desde los libros digitalizados a sus bases de datos digitales, ubicadas en su servidor. Este acceso permite consultar una amplia gama de archivos de valor histórico y documental, que enriquecen la experiencia de lectura y estudio. Entre los archivos disponibles se incluyen:

- Fotografías contenidas en los libros, incluyendo información archivística sobre estas: fecha, lugar de realización, lugar de conservación, etc.
- Vídeos de actos y eventos realizados en la sede de la Residencia de Estudiantes, cuyo contenido está directamente relacionado con los temas tratados en los libros digitalizados.
- Diferentes tipos de archivos de valor bibliográfico e historiográfico: documentos, cartas manuscritas, etc.
- Inteligencia artificial (IA): Otro de los avances más destacados del proyecto es la integración de una IA dentro del propio libro digitalizado. Esta inteligencia artificial está diseñada específicamente para responder a las preguntas de los usuarios basándose en las fuentes primarias disponibles en los archivos de la Residencia de Estudiantes. A diferencia de las IA generalistas, esta IA se enfoca en proporcionar respuestas extraídas exclusivamente de las fuentes verificadas del archivo, lo que minimiza el riesgo de desinformación y asegura una experiencia de aprendizaje más fiable y coherente.

3. Resultados: Metodología PLATA

El prototipo diseñado supera la naturaleza de gemelo digital del patrimonio y cumple nuevas funciones. Este tipo de prototipo se propone no sólo para el trabajo con patrimonio editorial, como es el caso del proyecto PLATA descrito en este artículo, sino también como propuesta de estándar de prototipado en el caso de otros patrimonios: físico (escultura, pintura, etc.), arquitectónico o inmaterial (música, artes escénicas, etc.).

Así, se ha definido una metodología que se propone para la digitalización de todo tipo de patrimonio y que cumple con los objetivos de la Recomendación de la Comisión Europea (Comisión europea, 2011) y que puede ayudar a impulsar las medidas blandas relacionadas con la educación y la cultura de la NAU (ONU, 2017). Esta se ha denominado PLATA, al igual que el proyecto que ha dado lugar a su definición.

Figura 7. Metodología Plata.



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La metodología PLATA (fig. 4) está diseñada para abordar las diversas funciones del patrimonio digital, combinando conservación, consulta e investigación en un solo estándar interactivo. Esta propuesta se articula en torno a tres funciones clave que definen el uso y el valor del patrimonio digitalizado, maximizando las capacidades de las nuevas tecnologías aplicadas a la cultura:

- a) La primera función, la conservación, se centra en preservar el patrimonio en un formato digital duradero y fiel al original. A través de la digitalización y el prototipado avanzado, el objeto físico es replicado en un gemelo digital que contiene todos los detalles y características del objeto original en el mayor nivel de precisión posible. Esta réplica no solo sirve como una copia de seguridad del objeto físico, sino que también cumple con los estándares de preservación digital, asegurando que la información relevante perdure y esté disponible para futuras generaciones. Además, la implementación de tecnologías de realidad extendida permite una conservación que va más allá de la simple digitalización, ya que se integran elementos multimedia y metadatos que enriquecen el gemelo digital. A pesar de las funciones interactivas avanzadas que se describen a continuación, el prototipo digital propuesto sigue siendo válido como una herramienta fundamental de preservación del patrimonio.
- b) La segunda función es la consulta, que amplía las posibilidades de uso de los objetos digitalizados al integrarlos en experiencias interactivas. A diferencia de un simple escaneo o modelado de un objeto físico —como un libro, un edificio o una grabación—, el estándar propuesto en PLATA convierte estos objetos en entornos digitales interactivos. Aquí es donde entra en juego el uso de tecnologías propias del mundo del videojuego, así como la realidad extendida (AR/VR), que permiten al usuario explorar el objeto de forma dinámica. El usuario puede elegir entre una exploración libre —similar a los juegos de mundo abierto (sandbox)— o una exploración dirigida, donde se utilizan mecánicas de gamificación o narrativas interactivas para guiar el recorrido. Además, los prototipos pueden ofrecer ambas opciones, permitiendo al usuario seleccionar el tipo de interacción que mejor se ajuste a sus intereses o necesidades. Esta flexibilidad convierte la consulta en una experiencia enriquecida, que no solo reproduce el objeto, sino que permite descubrir nuevos ángulos y perspectivas sobre el mismo.
- c) La tercera es la función de investigación. Como ampliación a la función previa de consulta, la investigación consiste en que el prototipo permita ampliar la información contenida en el objeto de patrimonio original utilizando las posibilidades de las nuevas tecnologías. En el estándar de prototipado del proyecto PLATA se han definido tres maneras de operar en esta función de investigación:
- i. Mediante servicios en la nube. La posibilidad de incorporar metadatos a cualquier objeto digital permite que desde cualquier prototipo de patrimonio digital se puedan vincular búsquedas en archivos digitales online. Así, se pueden consultar otros objetos de patrimonio relacionados, tanto físicos —por ejemplo, geolocalizar donde visitar el objeto observado en el prototipo digital—, como bases de datos digitales para consultar otros archivos relacionados con el prototipo patrimonial digitalizado —por ejemplo, acceder a escuchar la música contenida en una partitura observada en un libro—.
 - ii. Mediante inteligencia artificial. Los prototipos de patrimonio digital pueden incluir la posibilidad de hacer preguntas a herramientas de inteligencia artificial que hagan posible al usuario acceder a información que no está contenida en el propio objeto. Por ejemplo, si se menciona a un personaje histórico relevante, poder consultar a la IA la biografía de este personaje o sus obras más relevantes. Para poder incorporar esta forma de operar en la exploración de los prototipos de patrimonio digitalizados hay que acometer futuros trabajos de investigación y desarrollo que permitan evitar errores y desinformaciones en las respuestas de la IA, usando las fuentes primarias de información.
 - iii. Mediante actividades didácticas. La digitalización es una oportunidad para poder incorporar el patrimonio en las aulas. Poder acceder a libros descatalogados, obras de arte originales o representaciones escénicas desde la propia aula abre una serie de oportunidades muy interesantes para los docentes. Para facilitar esto, los prototipos pueden incluir propuestas de actividades que sigan el patrón descrito previamente en el caso del proyecto PLATA. Concretamente, las actividades deben ir acompañadas de notas pedagógicas que faciliten al profesorado su ejecución, incluyendo ayuda en el análisis competencial de los currículos para permitir su inclusión en las programaciones y los documentos de centro.

4. Discusión

La metodología PLATA propuesta para la digitalización del patrimonio cultural cumple con los requisitos establecidos por la Recomendación 2011/711/UE de la Comisión Europea sobre la digitalización y accesibilidad en línea del material cultural y la conservación digital. En concreto, sigue las directrices en cuanto a la creación de contenidos digitales accesibles y de alta calidad, la interoperabilidad de los sistemas y la preservación a largo plazo de los datos digitales. Además, facilita que las instituciones, independientemente de su tamaño, puedan implementar procedimientos estandarizados que garanticen una adecuada conservación del patrimonio cultural a través de formatos digitales sostenibles y accesibles, como lo demanda la Recomendación de la UE.

La metodología PLATA que se ha descrito en este artículo permite trabajar dentro principios rectores establecidos por UNESCO que relacionan la cultura con los Objetivos y metas de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Concretamente, el indicador que se refiere a políticas y medidas que facilitan el acceso a expresiones culturales diversas en el entorno digital. En estos principios rectores e indicadores, UNESCO el riesgo de aculturación debido a que la distribución y producción de productos culturales depende en recursos de grandes empresas globales que influyen directamente en la promoción de expresiones culturales que pueden arrinconar las expresiones regionales y locales. La metodología PLATA de digitalización ha permitido la digitalización del patrimonio editorial de la Residencia de Estudiantes, superando el concepto de gemelo digital, e incorporando tecnologías interactivas, consulta de archivos en la nube e inteligencia artificial. La aplicación en el futuro de esta metodología para la digitalización de patrimonio local de todo tipo -editorial, arquitectónico, inmaterial, etc- es una propuesta metodológica que puede combatir el riesgo de monopolio y aculturación denunciado por UNESCO.

5. Agradecimientos

El presente texto nace en el marco del Proyecto de digitalización de Archivos con Tecnología interactiva —PLATA—, desarrollado conjuntamente por la Residencia de Estudiantes de Madrid y el grupo de investigación de Innovación y Tecnología desde y para la Educación, la Cultura y la Sociedad -ECSIT- de UDiT: Universidad del Diseño, Innovación y Tecnología.

Referencias

- Beyoda, A. (1997). Qué es interactividad. *Sin papel*. <http://www.sinpapel.com/art0001.shtml>
- Comisión Europea. (27 de octubre de 2011). *Recomendación 2011/711/UE de la Comisión sobre la digitalización y la accesibilidad en línea del material cultural y la conservación digital*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 283, 39-45.
- Comisión Europea. (2020). *Programa Horizonte 2020: Clúster 2*. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en>
- Comisión Europea. (2021, 10 de noviembre). *Recomendación (UE) 2021/1970 de la Comisión Europea*. Diario Oficial de la Unión Europea, L 402, 23-32.
- Cross, N. (2004). Expertise in design: an overview. *Design Studies*, 25(5), 427-441. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.06.002>
- Herban, S., Costantino, D., Alfio, V., & Pepe, M. (2022). Use of Low-Cost Spherical Cameras for the Digitisation of Cultural Heritage Structures into 3D Point Clouds. *Journal of Imaging*, 8(1), 13. <https://doi.org/10.3390/jimaging8010013>
- Masenya, T. (2021). The use of metadata systems for the preservation of digital records in cultural heritage institutions. *Journal of the South African Society of Archivists*, 54. <https://doi.org/10.4314/jsasa.v54i1.5>
- Norman, D. (2023). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic books.
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. <https://www.mdsocialesa2030.gob.es/eu/agenda2030/documentos/aprobacion-agenda2030.pdf>
- ONU. (2017). *Nueva Agenda Urbana*. Habitat III.
- ONU. (2024). *Objetivos de Desarrollo sostenible*. Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- ONU-Habitat. (2020). *Plan Estratégico 2020-2023*. <https://onu-habitat.org/index.php/plan-estrategico-2020-2023>
- ONU-Habitat. (2022). *1ER ESTADO GLOBAL DE LAS METRÓPOLIS: Gestión Metropolitana desde la Política, Legislación, Gobernanza, Planificación, Finanzas y Economía*.
- Pandey, R., & Kumar, V. (2020). Exploring the Impediments to Digitization and Digital Preservation of Cultural Heritage Resources: A Selective Review. *Preservation, Digital Technology & Culture*, 49, 26-37. <https://doi.org/10.1515/pdte-2020-0006>
- Ribes, X., Bonet, M., Guimerà i Orts, J.A., Fernández-Quijada, D., & Martínez-García, L. (2009). Multimedia e interactividad en el material docente de soporte y su aplicación a los estudios de comunicación. *EduTec-E. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 30, 1-25. <https://doi.org/10.21556/edutec.2009.30.445>
- Residencia de Estudiantes. (s.f.). *Residencia de Estudiantes*. <https://www.residencia.csic.es/>
- Ruppert, T., & Abonyi, J. (2020). Integration of real-time locating systems into digital twins. *Journal of Industrial Information Integration*, 20, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100174>
- Sanz, J. J. G (2013). El libro electrónico en educación: histología práctica con iBooks Author. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, 26, 1-7. <http://dim.pangea.org/revista26>
- Sorli, A. (2022). EUROPEAN R&D FUNDING. THE FRAMEWORK PROGRAMMES AND THE NEXT GENERATION EU. *DYNA*. <https://doi.org/10.6036/10352>
- Sternberg, R. J. (1997). *Successful Intelligence*. Plume.
- UNESCO. (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*. <https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf>
- UNESCO. (2005a). *Actas de la Conferencia General, 33a reunión, París, 3-21 de octubre de 2005, v. 1: Resoluciones*. París: UNESDOC. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000142825_spa
- UNESCO. (2005b). *Convención de 2005 sobre la Protección y la Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales*. Obtenido de <https://www.unesco.org/creativity/es/2005-convention>
- UNESCO. (2022). *Re | Pensar las políticas para la creatividad. Plantear la cultura como un bien público global*. <https://www.unesco.org/reports/reshaping-creativity/2022/es>
- UNESCO. (2024a). *Creative Cities Network*. <https://www.unesco.org/en/creative-cities>

- UNESCO. (2024b). *Institute for lifelong learning*. UNESCO Global Network of Learning cities: <https://www.uil.unesco.org/en/learning-cities>
- UNESCO. (2024c). *UNESCO Cities Platform*. <https://www.unesco.org/en/sustainable-cities>
- UNESCO. (2024d). *World Heritage Convention*. World Heritage Cities Programme: <https://whc.unesco.org/en/cities/>
- Unity Technologies. (2023). *Unity pricing: Plans & features*. Unity. <https://unity.com>
- Varas Chiquito, M., García Plua, J. C., Bustamante Chong, M. y Bustamante Chong, C. (2020). Gemelos digitales y su evolución en la industria. *RECIMUNDO*, 4(4), 300-308. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).noviembre.2020.300-308](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).noviembre.2020.300-308)