
TECNOLOGÍA Y MUSEOS: LA EXPERIENCIA DEL MUSEO NACIONAL THYSSEN-BORNEMISZA

JAVIER ESPADAS BARDÓN
JOSÉ MARÍA GOICOECHEA GARCÍA
SUSANA PÉREZ PÉREZ
ALEJANDRA MARTOS FIGUEROA
JUÁN ÁNGEL LÓPEZ MANZANARES
RUFINO FERRERAS MARCOS
SALVADOR MARTÍN MOYÁ

El Museo Nacional Thyssen-Bornemisza es una institución pública gestionada por la Fundación Colección Thyssen-Bornemisza FSP, fundación sin ánimo de lucro del sector público cuyo fin es la conservación, exposición y difusión de una de las colecciones de pintura más importantes del mundo, con más de ochocientas obras de arte reunidas a lo largo de siete décadas por la familia Thyssen-Bornemisza y adquiridas por el Estado español en 1993. Durero, Rafael, Tiziano, Rembrandt, Caravaggio, Monet, Renoir, Cézanne, Van Gogh, Morisot, Picasso, Hopper, Rothko... son algunos de los grandes nombres presentes en el museo, que ofrece un recorrido por la historia del arte occidental desde el siglo XII al XX. Desde 2004 también se exhiben las obras en alquiler de la Colec-

ción privada de la Baronesa Carmen Thyssen-Bornemisza.

Desde su fundación el museo ha aplicado la tecnología en sus operaciones y exposiciones para mejorar la experiencia del visitante y la gestión interna. La versión más visible y conocida de la tecnología se manifiesta a través de su presencia digital, que incluye sus sitios web, concentradores de contenidos especializados en cultura como son Europeana¹ o la plataforma Google Art & Culture², y su activa participación en redes sociales como Instagram, X, Facebook y TikTok. Además, mantiene canales en YouTube y diversas plataformas de podcast, lo que diversifica su oferta cultural y amplía su alcance entre diferentes audiencias, adaptándose a las preferencias contemporáneas de consumo de contenido. Atrás ha quedado el temor del museo, con su primera página web, de recibir menos visitan-

1 Museo Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Europeana. <https://www.europeana.eu/en/collections/organisation/1985-thyssen-bornemisza-museum>

2 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza, Madrid, Spain - Google Arts & Culture. (s. f.). Google Arts & Culture. <https://artsandculture.google.com/partner/museo-thyssen-bornemisza>

tes por tener online sus colecciones: nada más alejado de la realidad, en estos más de 25 años se ha comprobado cómo todos los museos han incrementado su presencia digital a la vez que aumentaban sus visitas presenciales. Una presencia digital de calidad es un aliciente para la visita.

El uso de la tecnología es mucho más amplio, continuo y profundo. Desde su fundación el museo ha considerado a la tecnología en general, y la digitalización en particular, un elemento fundamental para el cumplimiento de su misión. Esta apuesta continuada permitió al Museo Thyssen enfrentarse con éxito a la ausencia de visitantes y el cierre físico de su sede como consecuencia de la pandemia Covid-19. En este periodo de crisis nunca visto, la institución supo aprovechar su infraestructura tecnológica y sus contenidos digitales para permitir a los visitantes seguir disfrutando de las obras de arte en sus casas, en un ordenador, un teléfono móvil o incluso en su Smart TV.

INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La permanente evolución de la tecnología, en especial las denominadas tecnologías digitales, ha obligado a empresas e instituciones de todos los sectores a enfrentarse a un permanente estado de cambio, adopción y evolución, un estado que actualmente se denomina *Transformación Digital*. Este cambio está profundamente determinado por la velocidad con que las innovaciones tecnológicas se suceden y se adaptan, una rapidez que no deja de asombrar, como los tan sólo dos meses que tardó ChatGPT en alcanzar la cifra de 100 millones de usuarios frente a otras aplicaciones como Facebook o Twitter (X) que necesitaron más de cuatro años.

Esta velocidad en los cambios debe hacernos reflexionar sobre el concepto de transformación y afrontarlo no como un proceso concreto en el que un museo en un aspecto determinado pasa de un modelo A a un modelo B, sino como un estado de cambio

permanente en el que las transformaciones e innovaciones se suceden permanentemente, casi impuestas por los hábitos de sus audiencias y en muchas ocasiones sin haber finalizado o consolidado transformaciones previas. Este carácter de cambio constante exige a los museos modificaciones en sus procedimientos, mayor flexibilidad y adaptabilidad, así como la capacitación de sus plantillas.

En el ámbito museístico, esta transformación tiene múltiples facetas entre las que destacan: la digitalización de colecciones con archivos de alta resolución; los sistemas de gestión; el desarrollo de experiencias interactivas como aplicaciones móviles y exposiciones virtuales; la implementación de plataformas de e-learning y contenido multimedia educativo; el uso estratégico de redes sociales y personalización de la experiencia del visitante; el análisis de datos de audiencias para mejorar la experiencia y la toma de decisiones o el desarrollo de estrategias de datos enlazados y abiertos (Open/Linked Data).

En su libro "Diffusion of Innovations" (1962), Everett Rogers clasifica a los usuarios en cinco categorías basadas en la adopción de nuevas tecnologías: innovadores, primeros seguidores, mayoría precoz, mayoría tardía y rezagados. El museo a lo largo de los años ha intentado posicionarse como "adoptante temprano" o, al menos, dentro de la "mayoría temprana" en la curva de Rogers, con el objetivo no solo mejorar la experiencia del visitante y la preservación del patrimonio cultural, sino también de asegurar la sostenibilidad y el impacto del museo en un mundo cada vez más digital.

La apuesta por la innovación y el uso de la tecnología en general, y más específicamente las denominadas tecnologías digitales, queda formalmente reflejada en los últimos tres planes estratégicos. El Plan Estratégico del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza para el período 2013-2018³ tiene en consideración los cambios en los intereses y hábitos de los visitantes y establece como una prioridad la incorporación de la tecnología como parte básica de su oferta, tanto on-line como presencial, y convertir esto en

3 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Estrategia del museo. <https://www.museothyssen.org/transparencia/estrategia>

un factor diferencial. A continuación, el Plan Estratégico 2019-2023 marca entre sus objetivos colocar al museo a la vanguardia de la innovación estableciendo las siguientes líneas directrices: liderar la modernización del modelo museístico, potenciar la adopción digital, innovar en contenidos y experiencias tanto presenciales como digitales.

Por último, el Plan Estratégico vigente, 2024-2028, recoge por primera vez el concepto de Innovación y Transformación Digital, para promover la adopción de tecnologías y estrategias innovadoras para mejorar la experiencia de los visitantes, así como la gestión interna de la institución. Es una transformación que se estructura en líneas bien diferenciadas: la omnicanalidad de la oferta; la experiencia del visitante; la optimización de procesos de gestión y servicios; la transparencia y la gestión basada en datos. El plan se ha materializado en múltiples aplicaciones y servicios entre las que destacan la aplicación de gestión empresarial, que integra finanzas, ventas, servicios y operaciones, permitiendo al museo trabajar de manera más eficiente, rápida y segura. En el ámbito artístico, destaca TMS (The Museum System) de Gallery Systems, una solución integral organizada en módulos que facilitan la gestión de colecciones, su conservación y la planificación de exposiciones y actividades. Para administrar las relaciones con los visitantes, se emplea una aplicación en modalidad *cloud* que centraliza y organiza la información, ofreciendo una visión 360 grados de sus interacciones e historial, lo que permite personalizar y mejorar su experiencia. Finalmente, la inteligencia de negocio se apoya en aplicaciones basadas en un modelo tradicional de *datawarehouse* para analizar datos y tomar decisiones informadas, orientando la gestión hacia un enfoque *datadriven*.

Esta rápida evolución digital lleva asociada el establecimiento de marcos normativos y legales dirigidos a garantizar los datos de los usuarios, la propiedad intelectual, la propiedad industrial y la seguridad de los servicios digitales. A lo largo de los años, el museo ha fortalecido su reputación, mejorando la confianza de sus visitantes tanto en su vertiente presencial como online mediante el

desarrollo de estrategias y proyectos para cumplir con las normativas vigentes como: el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico (LSSI), el Esquema Nacional de Seguridad (ENS) o la Directiva de Seguridad de Redes y Sistemas de Información (NIS2).

ÁREAS DE APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Con objeto de ilustrar cómo el Museo Thyssen-Bornemisza ha aplicado y aplica la tecnología en el cumplimiento de su misión, se han seleccionado tres ámbitos que, aunque, como se verá más adelante, hacen un uso intensivo de la tecnología, no son las primeras que nos vienen a la mente cuando se habla de innovación en los museos.

La tecnología aplicada a la comunicación

La tecnología digital ha transformado la comunicación institucional en los museos, permitiendo una difusión inmediata de información a través de medios digitales, *newsletters* y redes sociales, alcanzando audiencias millonarias en minutos. Los periodistas tienen acceso instantáneo a recursos como imágenes y notas de prensa en un canal⁴ con contenidos exclusivos para profesionales, lo que agiliza la actualización de información. El *streaming* ha ganado popularidad, especialmente con las grabaciones de ruedas de prensa, y el alcance de las comunicaciones se ha expandido a creadores de contenido digital, ampliando la audiencia potencial. En el ámbito de la comunicación institucional el primer efecto del uso de la tecnología digital ha sido la inmediatez con la que se difunden comunicaciones como las notas de prensa. En muy poco tiempo, a menudo al cabo de unos minutos, esa información ya aparece en algún medio digital. Si a esto se le añade el uso de una *newsletter* y de los perfiles de redes sociales, la audiencia de esa información es prácticamente millonaria e inmediata.

4 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. <https://www.museothyssen.org/>

La tecnología aplicada a la educación

Con la puesta en marcha, hacia el año 2000, de la web MuseoThyssen.org, el Área de Educación del museo desarrolló un proyecto especial integrado es este sitio institucional. Con la denominación de *Pequeño Thyssen*, se creó un canal que pretendía ser un recurso educativo no formal que acercara a la infancia las colecciones a través del juego. Un “lugar” en el que experimentar con el arte, en el que la interacción y la participación fueran protagonistas y que marcó el comienzo de las iniciativas educativas *online* que poco tiempo después contaría con una presencia digital de carácter propio llamada EducaThyssen.org⁵.

Este primer sitio web educativo del museo añadió a una componente lúdica al proyecto elementos de características más formales, como recursos para las escuelas o una plataforma de cursos *online* y *webinars*, dirigida al profesorado. En 2017 apareció la segunda versión de EducaThyssen.org, en la línea de lo que en aquel momento era la Web 2.0, agregando herramientas de comunicación y participación por parte de los usuarios: comunidades de interés, foros, blogs, etc.

Con la disrupción que supuso la ubicuidad de lo digital y su expansión desde la web a otros dispositivos, se añadieron nuevos juegos que incorporaron la Realidad Aumentada (*Crononautas*, talleres virtuales como *Experiment Now*) o guías de exposiciones en formato). También se desarrolló un proyecto que puso especial atención en los dispositivos móviles y las *SmartTV*: *Second Canvas Thyssen*⁶, que implicó la digitalización de diferentes obras de la colección en súper-alta resolución, la creación de *storytellings* multimedia *ad hoc* y la incorporación de temas que hasta el momento eran tratados tangencialmente.

Desde 2015 se puso el acento en lo narrativo. Y de nuevo, lo lúdico y los aprendizajes en torno a otras formas de “contar” fueron una aportación significativa y un medio para incorporar otras fórmulas destinadas a la creación de conocimiento. En esta línea, un proyecto comunitario y colaborativo como el *Laboratorio Nubla*⁷ abrió las puertas del museo a un medio puramente gamificado, como son las consolas, con el que experimentó con un lenguaje propio de los videojuegos: *Nubla* o *M. La ciudad en el centro del mundo (Nubla II)* como videojuegos, o los talleres *Game Jam Weekend* o *Play Lab Thyssen Dream*. Propuestas posteriores como *Thyssen en Animal Crossing*⁸ buscaron nuevas maneras de estar en el entorno de los videojuegos creando un museo virtual dentro de una propuesta comercial; o iniciativas como *The Dedal Games*⁹ propiciaron una investigación en torno a la construcción participativa del conocimiento, la accesibilidad, la gamificación y lo digital a través del desarrollo de una videoaventura.

La búsqueda de nuevos temas y maneras de narrar tuvo uno de sus mayores exponentes en los *Docuwebs EducaThyssen*¹⁰. Saliendo de los espacios gamificados y recogiendo la experiencia cosechada en la producción audiovisual, junto a los aprendizajes generados con la app *Second Canvas Thyssen*, se pusieron en marcha diferentes documentales multimedia que buscaron romper con la linealidad del formato web, proponiendo al usuario una navegación diferente por una red de textos, vídeos, imágenes, audios..., e incorporando, de manera más explícita temas como las migraciones (*Artistas migrantes. Redes de cultura*), la crisis ecosocial (*Volver a la naturaleza*) o las tensiones y esperanzas que suscita una sociedad altamente urbanizada (*Cartas de amor a las ciudades*): estos proyectos fueron desarrollados a partir de la crisis sanitaria del COVID-19, momento en el que se

5 EducaThyssen. (2017). Web - Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. <https://www.educathyssen.org/>

6 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (2024). Apps ConectaThyssen. <https://www.museothyssen.org/conectathyssen/apps>

7 EducaThyssen. (2015). Nubla | Videojuego [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8SMNF-4UBmI>

8 EducaThyssen. (2020). Actividad - El Thyssen en Animal Crossing. <https://www.educathyssen.org/programas-publicos/educacion-digital/thyssen-animal-crossing>

9 EducaThyssen. (2021). Actividad - The Dedal Games. Videojuego inclusivo. <https://www.educathyssen.org/educacion-accion-social/comunidades-inclusivas/dedal-games-videojuego-inclusivo>

10 EducaThyssen. (2021). Proyecto - DocuWebs EducaThyssen. <https://www.educathyssen.org/docuwebs-educathyssen>

movilizaron una gran cantidad de herramientas y recursos digitales. Hoy, la iniciativa *Historias*¹¹ es una evolución de los documentales multimedia que, mediante un formato más sostenible y flexible a la hora de su desarrollo, busca continuar narrando las colecciones pictóricas desde ópticas diversas; la propuesta de *Visitas virtuales educativas*¹², pensadas para el profesorado y el alumnado de Educación Secundaria y Bachillerato, pretende romper las limitaciones físicas del museo en relación con el mundo académico formal; y la serie de cursos online *Experimenta*¹³ tiene como objetivo acercarse a un público adulto hibridando la historia del arte y la creación artística.

Por otro lado, muchos de los proyectos tuvieron y tienen una componente presencial muy significativa, unos por ser recursos que facilitan la visita al museo y al conocimiento que alberga o genera, otros por ser detonante de actividades y apoyo en el espacio físico. La tecnología, por ello, es también un recurso habitual en las salas. Iniciativas como *Aquí pintamos todos*¹⁴ se sirvió de un juego comercial para desarrollar actividades tanto en el museo como en aulas de diferentes centros educativos, y se crearon guías en papel y un conjunto de videotutoriales relacionados con técnicas artísticas; *La kepler*¹⁵, un dispositivo móvil destinado a las escuelas, o la utilización de dispositivos (tabletas, proyectores, grabadoras, altavoces, etc.) en las salas son un reflejo del compromiso educativo en el uso de la tecnología, junto a cursos y actividades vinculadas con el videomapping, la impresión 3D...

La tecnología aplicada a las exposiciones

Actualmente es frecuente encontrar nuevos medios tecnológicos en algunas de las

principales exposiciones internacionales. Su presencia, habitual desde hace años en los museos de ciencia e historia (como el "White Panorama"¹⁶ del Hiroshima Peace Museum), se ha extendido en las últimas décadas a muestras de moda, como la de *Alexander McQueen: Savage Beauty*¹⁷ (2015) en el Victoria & Albert Museum, con holografías de tamaño humano, o a las más tradicionales exposiciones de arte, como la que la Tate Modern dedicó en 2017 a Amedeo Modigliani, que incluía una recreación virtual de su estudio en Montparnasse.

De hecho, si las tecnologías han contribuido a la renovación museográfica reciente, su papel ha sido especialmente destacado en el ámbito expositivo. A ello ha contribuido el propio protagonismo de las exposiciones en el contexto museográfico contemporáneo, desbancando a labores antes consideradas fundamentales, como la conservación de las colecciones. Pero también el hecho de que las exposiciones se consideren escenarios privilegiados de experimentación museográfica. Otros factores que han acelerado la inclusión de la tecnología en el contexto expositivo son el afán de apelar a públicos más jóvenes, el énfasis en la participación ciudadana propio de las nuevas corrientes museológicas y el impacto de acontecimientos como la crisis de la Covid-19.

El Museo Thyssen-Bornemisza lleva décadas apostando por el uso de la tecnología en sus exposiciones y ensayando formatos novedosos. Ahora bien, siempre ha optado por un uso no invasivo, de manera que el protagonismo recaiga en las obras mostradas y en el relato expositivo. Ello no obsta para que se recurra a la tecnología con dos fines concretos: ampliar contenidos de la muestra y diversificar su alcance en públicos con intereses y gustos diversos.

11 EducaThyssen. (2024). Proyecto - Historias. <https://www.educathyssen.org/historias>

12 EducaThyssen. (2025). Visitas virtuales educativas. <https://www.educathyssen.org/visitas-virtuales-educativas-thyssen>

13 EducaThyssen. (2021). Cursos online - Experimenta. <https://www.educathyssen.org/cursos-online-educativos-experimenta>

14 EducaThyssen. (2012). Actividad - ¡Aquí pintamos todos! <https://www.educathyssen.org/profesores-estudiantes/aqui-pintamos-todos>

15 EducaThyssen. (2019). Actividad - Dispositivo móvil: La Kepler. <https://www.educathyssen.org/profesores-estudiantes/musarana/dispositivo-movil-kepler>

16 Walsh, P. (2022, January 28). Hiroshima Peace Museum's A-bomb Video Diorama | Get Hiroshima. Get Hiroshima. <https://gethiroshima.com/news/hiroshima-peace-museum-3d-representation-abomb/>

17 Victoria and Albert Museum, Digital Media webmaster@vam.ac.uk. (2015, August 14). Alexander McQueen: Savage Beauty - about the exhibition. Victoria and Albert Museum. <http://www.vam.ac.uk/content/exhibitions/exhibition-alexander-mcqueen-savage-beauty/about-the-exhibition/>

Respecto al proceso de documentación previo a una muestra, cualquier equipo curatorial cuenta actualmente con una amplia y muy fiable información vinculada a las nuevas tecnologías. Tal es el caso, en primer lugar, de las imágenes técnicas de las obras (superalta resolución, rasantes, infrarrojos, rayos X, ultravioleta, traseras, detalles, etc.). A ello se suman análisis de la composición química de los pigmentos y estudios dendrocronológicos de soportes de madera. Asimismo, cabe recordar la cada vez más abundante información de páginas web de museos, colecciones y obras subastadas en el mercado internacional (a través de plataformas como Artnet). Por último, la actual política de open-data de archivos, bibliotecas, hemerotecas y fototecas online no solo ha facilitado la preservación de las fuentes documentales, sino también su democratización.

La gestión de las exposiciones también se ha beneficiado en los últimos años de la aparición de nuevo software avanzado, vinculado al trabajo museográfico. Quizás el capítulo más destacado en este sentido lo aportan las complejas nuevas bases de datos, como TMS Collections. Este nuevo software, además facilitar el día a día de la gestión de los préstamos, permite el intercambio de información actualizada y fiable entre los diversos departamentos (exposiciones, conservación, educación, registro, restauración, montaje, comunicación, etc.) que participan en el proyecto. Otro tipo de software, no específicamente museográfico, que también ha contribuido a facilitar y economizar la gestión de proyectos expositivos es el dedicado al diseño espacial: programas como SketchUp, por ejemplo, facilitan el diseño de *mock-ups* digitales de las salas de exposiciones, anticipando retos del montaje.

Una vez inaugurada la exposición, la tecnología constituye un aliado imprescindible de cara a la ampliación de contenidos expositivos y a la difusión entre públicos diversos. Uno de medios habituales para alcanzar ambos objetivos son las ya tradicionales audioguías. Pese a tratarse de un formato clásico, en los últimos años también han sido partícipes de la renovación tecnológica. Así, además de las locuciones

al uso sobre los apartados y las obras más destacadas de la muestra, actualmente proveen al usuario con fotografías, vídeos e imágenes técnicas que hacen más interesante su experiencia.

Los códigos QR son una herramienta versátil para ampliar contenidos en exposiciones sin saturar visualmente el espacio. Ofrecen información adicional como biografías, técnicas artísticas y procedencias de obras o listas de Spotify.

Desde hace algunos años, también es frecuente la inclusión en las salas de exposición de vídeos e imágenes técnicas de algunas obras expuestas. En el primer caso, se trata de vídeos documentales que aportan testimonios sobre el argumento central de la exposición, que indagan en el contexto histórico o que explican las técnicas artísticas empleadas por los/as artistas y los procesos de restauración. El interés suscitado por las laboriosas campañas de restauración también ha dado lugar a que en ocasiones se incluyan en sala imágenes técnicas de las obras (rayos X, infrarrojos, detalles) que permiten apreciar el proceso creativo del artista y los *pentimenti* frecuentes de las obras.

Cualquier exposición ofrece, además, la ocasión perfecta para profundizar en el tema abordado. Para lograrlo, junto a los tradicionales formatos de simposios, conferencias y mesas de debate, el museo ha desplegado últimamente una muy activa programación de podcast y directos de Instagram que apelan al público más joven.

Por otro lado, si algo han aprendido los museos gracias a la pandemia es que estos no acaban en el ámbito físico. Es más, muchas instituciones consideran Internet como su "segunda sede". A menudo las páginas web se han convertido en verdaderos lugares de experimentación museográfica de formatos que, por diversa índole, no tienen cabida en el ámbito físico.

En caso concreto del Museo Thyssen-Bornemisza, las páginas web de las exposiciones están concebidas con el fin de difundir su contenido entre aquellas personas que o bien planean venir al museo, que muestran un interés ulterior a la visita, o que simplemente no pueden visitarlo por encontrarse

lejos. En ellas, el internauta tiene acceso a información general sobre la muestra, imágenes de las obras principales, vídeos, podcast, simposios, conferencias, mesas redondas, conciertos, etc. Desde hace unos años, dispone asimismo de visitas online en alta resolución que se pueden disfrutar desde casa de manera libre o de la mano de guías profesionales.

La tecnología aplicada a la restauración

Desde finales del siglo pasado, los equipos de restauradores empezaron a trabajar con otros expertos en distintas disciplinas químicas, físicas y biológicas. La simbiosis entre ciencia y arte se hizo realidad en ellos. Se establecieron medidas técnicas de conservación preventiva como el control de las condiciones de temperatura y humedad relativa a las que estaban expuestas las obras, así como la revisión de los sistemas de iluminación, lo que ayudó enormemente a prevenir daños y conservar correctamente las condiciones ambientales de las colecciones. Esta prevención ha evitado intervenciones más complejas en las obras. Además, se comenzaron a ampliar las aplicaciones de los equipamientos tecnológicos que en origen habían sido diseñados con otros fines.

Gracias al desarrollo físico de las imágenes digitales a finales del siglo XX y a los avances de los satélites, se crearon cámaras multiespectrales aplicadas en arte. Estas máquinas capturan imágenes en diferentes bandas del espectro luminoso, incluso las invisibles al ojo humano, que dan respuesta a interrogantes sobre una pintura o escultura, pues pueden detectar en un espacio de micras, antiguas composiciones subyacentes o daños en la estructura interna de una obra 3D.

Desde ese momento, aplicar la ciencia y la tecnología al estudio y conservación del arte es imprescindible. Para estudiar y expertizar una obra, es absolutamente necesario el apoyo de un examen científico que complemente toda la documentación histórica, estilística y formal que se conoce de la pieza.

El Área de Restauración del Museo Thyssen-Bornemisza tiene como objetivo conservar las obras de arte y restaurarlas, aplicando tratamientos que permitan corregir los daños que han sufrido a lo largo del tiempo o debido al envejecimiento de los materiales que las componen. A lo largo de los años, se ha ido dando un carácter más tecnológico a los procesos y se ha ido fundamentalmente invirtiendo en nuevos equipamientos de laboratorio, equipos de captación y difusión de imágenes o *dataloggers*, que son colocados en las obras.

Por otra parte, tan importante es conocer la obra con los nuevos sistemas técnicos de investigación como almacenar y custodiar toda la información que se obtiene de ellos. Por eso gracias al apoyo de áreas especializadas en tecnología se ha avanzado en la adquisición de ordenadores y dispositivos informáticos con mayor capacidad, lo que permite trabajar, por ejemplo, en la edición y unión de imágenes con equipos más potentes y almacenar toda la documentación con bases de datos más modernas como la aplicación TMS (The Museum System) de Gallery Systems previamente citada.

Con objeto de poner a disposición de sus visitantes el trabajo de restauración y el conocimiento adquirido sobre las obras, se han seguido dos caminos. El primero favoreciendo la presencia del público en el museo porque se continúan mostrando las obras en directo, pero acompañadas de una pantalla interactiva. La experiencia personal se enriquece directamente gracias a la tecnología ya que la gente puede ver mucha información hasta ahora poco conocida. Esta pantalla interactiva permite al visitante elegir la profundidad de lo que quiere conocer: desde una curiosidad a un artículo científico, puede centrarse en ampliar la imagen de una parte de la obra o descubrir inscripciones ocultas, firmas o fotos del reverso donde se encuentran sellos de lacre originales o etiquetas de sus viajes por el mundo.

El otro camino ha sido el virtual. El visitante tiene acceso a toda la documentación obtenida durante años de investigaciones en un canal específico de restauración¹⁸ con

18 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Restauración Thyssen. <https://www.museothyssen.org/restauracion>

publicaciones periódicas, investigaciones técnicas, vínculos con otras obras restauradas, vídeos de los procesos de restauración, conferencias sobre distintos proyectos, explicaciones técnicas y un innovador visor técnico¹⁹ en alta resolución. Este visor acerca una información, hasta hace poco exclusiva para los profesionales de la conservación, desde otro punto de vista, con métodos técnicos atractivos que antes no eran posibles, proporcionando, así, el acceso digital a aspectos esenciales de las pinturas.

El Museo Thyssen-Bornemisza trabaja en la línea de otras instituciones, como el Museo Nacional del Prado y el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, que han desarrollado proyectos tecnológicos innovadores que enriquecen el estudio y conservación del arte. El software Aracne²⁰, creado en colaboración con la Universidad de Sevilla, permite analizar la densidad y orientación de los hilos en los lienzos, facilitando la datación de obras de artistas como Velázquez. Por su parte, el Museo Reina Sofía ha implementado un sistema automatizado para capturar imágenes del Guernica con un robot²¹ que realiza tomas con precisión milimétrica. A nivel internacional, el Rijksmuseum ha utilizado inteligencia artificial para reconstruir “La ronda de noche”²² de Rembrandt, mostrando cómo la tecnología potencia la investigación artística.

PRINCIPALES RETOS

Con motivo del Día Internacional de los Museos del año 2021, el Museo Thyssen-Bornemisza realizó una encuesta a sus visitantes para conocer de primera mano cómo se imaginaban un museo del futuro. Las conclusiones quedan reflejadas en la Figura 1. Como no podría ser de otra forma, la presencialidad será clave en el futuro, pero también las experiencias, la interac-

ción que serán posibles con el desarrollo de proyectos tecnológicos.

Los visitantes imaginan un museo del futuro como un espacio tradicional a la vez que interactivo y tecnológico, donde podrán participar activamente y vivir experiencias inmersivas a través de realidad virtual, hologramas y robots, gafas de realidad aumentada, etc., innovaciones que permitirán interactuar con las obras de arte, recibir explicaciones didácticas y disfrutar de un aprendizaje sensorial y completo, haciendo del museo un lugar más dinámico y sostenible.

Son muchas las tecnologías que podrían ayudar a avanzar hacia ese espacio a la vez tradicional y tecnológico. A continuación, se identifican algunas de las que el Museo Thyssen-Bornemisza considera más relevantes por su carácter disruptivo.

La primera tecnología destacada son los Datos Abiertos y enlazados (Open/Linked data) que permitirán crear experiencias digitales utilizando contenidos enlazados entre ellos y con contenidos de terceros, de otros museos con datos abiertos o agregadores de contenidos como Europeana²³, siguiendo las iniciativas del Public Sector Information Group creado por la Comisión europea en 2002²⁴. Para poder ofrecer estas experiencias, los museos deben abordar un proyecto complejo que exige el diseño de un modelo semántico, contar con aplicaciones adecuadas para la catalogación y establecer un proceso continuo de digitalización para finalmente diseñar experiencias basadas en los datos enlazados.

La segunda tecnología debe ser considerada como una agrupación de tecnologías y es la Web 3.0, considerada como una nueva evolución de internet con una estructura más segura, descentralizada y controlada por los usuarios. A diferencia de la Web 2.0, que se caracteriza por la centralización de

19 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). *Visor técnico - Obras restauradas en alta resolución*. <https://www.museothyssen.org/restauracion/visor-tecnico>

20 About Aracne – GAPSC. (n.d.). <https://grupo.us.es/gapsc/aracne/about/>

21 Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. (n.d.). *Repensar Guernica* [Video]. Museo Nacional Centro De Arte Reina Sofía. <https://www.museoreinasofia.es/multimedia/estudio-gigapixel-guernica>

22 Operation Night Watch - Rijksmuseum. (n.d.). <https://www.rijksmuseum.nl/en/whats-on/exhibitions/operation-night-watch>

23 <http://www.europeana.eu/portal/es>

24 <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/public-sector-information-group-main-page>

datos en grandes plataformas y la interacción social, la Web 3.0 se basa en tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, la *blockchain* y la realidad virtual para ofrecer una experiencia más personalizada y segura.

Con el objetivo de adaptarse a un visitante cada vez más digitalizado, el museo ha apostado por la digitalización de sus exposiciones ofreciendo visitas virtuales de alta resolución, tanto a las colecciones como a las exposiciones temporales. El proyecto de "Museo Virtual"²⁵ añade a dichas vistas un guía para ofrecer una experiencia que permite explorar obras de arte con súper alta resolución, con una locución a cargo de un especialista y elegir el itinerario, pasando de una sala a otra y deteniéndose en los cuadros que cada cual prefiera.

Bajo el ámbito de la denominada Web3.0 y basados en la tecnología *blockchain*, los NFT (*Non-Fungible Tokens*) ofrecen un espacio tecnológico que los museos deben explorar. Pueden ser una innovación que permita atraer a nuevos públicos, crear versiones digitales únicas que los visitantes puedan coleccionar o intercambiar. Ejemplo de esta estrategia de digitalización de obras son el proyecto NFT "Les Vessants en Auvers"²⁶ de Van Gogh (julio, 2023), las postales NFT publicadas por el Museo Británico con motivo de la exposición "Hokusai: El Gran Libro de Imágenes de Todo" o los recuerdos digitales en formato NFT asociados a la exposición de Van Gogh en Auvers-sur-Oise²⁷ del Museo d'Orsay.

Frente a estas experiencias basadas en la digitalización de obras de las colecciones de los museos, también nos encontramos con experiencias NFT cuyo enfoque es la creación artística original en formato digital, es decir obras cuyo soporte es un archivo digital frente a un soporte tradicional como sería un lienzo, obras como el NFT del artista digital Mike Winkelmann vendido por Christie's o propuestas como la del Mu-

seo Universal del Hip Hop en el Bronx que lanzó una colección especial de NFTs que presentan a artistas icónicos de la historia del género²⁸.

La tercera tecnología se centra en la gestión de los datos y el desarrollo de una estrategia *data-driven* basada en tecnología de *Bigdata* que permitirá aprovechar el potencial de los datos para ofrecer servicios mejorados y optimizar la toma de decisiones. La digitalización genera grandes volúmenes de datos y los museos que sepan implementar plataformas que integren y analicen datos de diversas fuentes, tanto internas como externas, podrán obtener *insights* accionables que antes no eran accesibles. Al integrar datos de diferentes sistemas y fuentes, el museo podrá identificar patrones y tendencias que ayuden a mejorar la oferta cultural, así como a diseñar campañas de marketing y comunicación más efectivas, impulsar la eficiencia operativa y fortalecer su capacidad para atraer y retener visitantes.

Finalmente, la Inteligencia Artificial es sin duda la tecnología que un mayor impacto tiene y tendrá en nuestra sociedad, y en los museos como parte de esta. No es una tecnología nueva, el término específico "inteligencia artificial" y su uso formal en el ámbito científico comenzaron en 1956. El término fue acuñado por John McCarthy en 1956 durante una Conferencia de Dartmouth conocida como "Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence".

La inteligencia artificial abre un campo que aun solamente se puede vislumbrar. Sin duda, será significativa en la personalización de la visita al facilitar la adaptación de los contenidos digitales a cada persona, simplificará las tareas administrativas y de gestión, mejorará la accesibilidad incorporando sistemas de transcripción, traducción automática y reconocimiento de voz, será la base para un mejor conocimiento

25 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (s.f.-a). Disfruta de nuestras mejores obras con visitas virtuales únicas. <https://www.museothyssen.org/visita/descubre-visitas-virtuales>

26 Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (s. f.-a). Coleccionables digitales. <https://www.museothyssen.org/especial/olyverse-vestants-van-gogh>

27 Souvenirs digitaux de l'exposition « Van Gogh à Auvers-sur-Oise ». (s. f.). Musée D'Orsay. <https://www.musee-orsay.fr/fr/articles/souvenirs-digitaux-de-l'exposition-van-gogh-auvers-sur-oise-275626>

28 Universal Hip Hop Museum. (2022, 3 mayo). NFTs - The Hip Hop Museum. The Hip Hop Museum - The Home Of Hip Hop History. <https://uhhm.org/nfts/>

de las audiencias, optimizará las consultas que pasaran a realizarse en lenguaje natural o permitirá obtener un mayor conocimiento de las obras analizando y relacionando grandes volúmenes de datos propios y de terceros. Los ámbitos de ampliación de la inteligencia artificial son innumerables, pero al igual que cualquier otra innovación no está exenta de polémica y riesgos entre los que destacan la gestión de los derechos de autor de los contenidos con los que se alimentan las plataformas de inteligencia artificial para generar nuevos contenidos o el reconocimiento de creación artística creada por una inteligencia artificial.

CONCLUSIONES

Como conclusión, el uso sensato y continuo de la tecnología en el museo se ha confirmado como uno de los pilares de su éxito en la difusión de sus colecciones y actividades, así como en todos los aspectos relacionados con la gestión empresarial, la conservación de las colecciones, la educación o la generación de ingresos. Como se indica en este documento esta innovación es parte de la estrategia formal del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza y como tal está recogida en sus planes estratégicos. Es una innovación continua que en los próximos años estará muy marcada por tecnologías como la gestión de los datos, la realidad aumentada y virtual y, de forma muy transversal, por el uso de la inteligencia artificial.

Además, el caso del Museo Thyssen demuestra cómo la integración tecnológica no solo moderniza la institución, sino que también fortalece su papel como agente educativo, cultural y social. El equilibrio entre la tradición museística y la innovación digital se convierte en una fórmula eficaz para adaptarse a nuevos públicos y modos de interacción, sin renunciar a los valores esenciales de conservación y transmisión del patrimonio. La flexibilidad en la adopción tecnológica ha permitido al museo responder con agilidad a crisis como la pandemia, garantizando el acceso universal a sus contenidos.

Asimismo, la apuesta por herramientas como la realidad aumentada, las visitas vir-

tuales o los NFT abre una vía de exploración museográfica que trasciende los límites físicos y temporales del museo, facilitando la participación activa de las audiencias. Esta estrategia también posiciona al museo en un entorno competitivo en el que la cultura compite por la atención digital. Por ello, más allá del impacto cuantificable en métricas o visitantes, el verdadero valor reside en cómo la tecnología ha sido utilizada para transformar la experiencia cultural en una vivencia más accesible, inclusiva y relevante para una sociedad digital.

De cara al futuro, el Museo Thyssen-Bornemisza deberá seguir actuando como referente en innovación museística, contribuyendo al desarrollo de marcos normativos adaptados a las nuevas realidades digitales y reforzando las alianzas con centros educativos, tecnológicos y culturales para construir una comunidad de conocimiento abierta y resiliente.

REFERENCIAS

- About Aracne – GAPSC. (n.d.). <https://grupo.us.es/gapsc/aracne/about/>
- EducaThyssen (2012). Actividad - ¡Aquí pintamos todos! <https://www.educathyssen.org/profesores-estudiantes/aqui-pintamos-todos>
- EducaThyssen (2017). Web - Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. <https://www.educathyssen.org/>
- EducaThyssen. (2019). Actividad - Dispositivo móvil: La Kepler. <https://www.educathyssen.org/profesores-estudiantes/musarana/dispositivo-movil-kepler>
- EducaThyssen (2021). Cursos online - Experimenta. <https://www.educathyssen.org/cursos-online-educativos-experimenta>
- EducaThyssen. (2015). Nubla | Videojuego [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8SMNF-4UBmI>
- EducaThyssen. (2020). Actividad - El Thyssen en Animal Crossing. <https://www.educathyssen.org/programas-publicos/educacion-digital/thyssen-animal-crossing>
- EducaThyssen. (2021). Actividad - The Dedal Games. Videojuego inclusivo. <https://www.educathyssen.org/educacion-accion-social/comunidades-inclusivas/dedal-games-videojuego-inclusivo>
- EducaThyssen. (2021). Proyecto - DocuWebs EducaThyssen. <https://www.educathyssen.org/docuwebs-educathyssen>
- EducaThyssen. (2024). Proyecto - Historias. <https://www.educathyssen.org/historias>

- EducaThyssen. (2025). Visitas virtuales educativas. <https://www.educathyssen.org/visitas-virtuales-educativas-thyssen>
- EducaThyssen. (2021). Cursos online - Experimenta. <https://www.educathyssen.org/cursos-online-educativos-experimenta>
- Europeana (2025). Descubre el patrimonio cultural digital europeo <http://www.europeana.eu/portal/es>
- European Commission (2013). Public Sector Information Group main page. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/public-sector-information-group-main-page>
- Everett M. R. (1962). Diffusion Of Innovations. The Free Press A Division of Macmillan Publishing Co., Inc. 866 Third Avenue, New York.
- Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. (n.d.). Repensar Guernica [Video]. Museo Nacional Centro De Arte Reina Sofía. <https://www.museoreinasofia.es/multimedia/estudio-gigapixel-guernica>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (s. f.-a). Coleccionables digitales. <https://www.museothyssen.org/especial/olyverse-vessenots-van-gogh>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (s.f.-a). Disfruta de nuestras mejores obras con visitas virtuales únicas. <https://www.museothyssen.org/visita/descubre-visitas-virtuales>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Estrategia del museo. <https://www.museothyssen.org/transparencia/estrategia>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. <https://www.museothyssen.org/>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Restauración Thyssen. <https://www.museothyssen.org/restauracion>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (n.d.). Visor técnico - Obras restauradas en alta resolución. <https://www.museothyssen.org/restauracion/visor-tecnico>
- Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (2024). Apps ConectaThyssen. <https://www.museothyssen.org/conectathyssen/apps>
- Operation Night Watch - Rijksmuseum. (n.d.). Rijksmuseum.nl. <https://www.rijksmuseum.nl/en/whats-on/exhibitions/operation-night-watch>
- Souvenirs digitaux de l'exposition «Van Gogh à Auvers-sur-Oise». (s. f.). Musée D'Orsay. <https://www.musee-orsay.fr/fr/articles/souvenirs-digitaux-de-l'exposition-van-gogh-auvers-sur-oise-275626>
- Victoria and Albert Museum, Digital Media webmaster@vam.ac.uk. (2015, August 14). Alexander McQueen: Savage Beauty - about the exhibition. Victoria and Albert Museum. <http://www.vam.ac.uk/content/exhibitions/exhibition-alexander-mcqueen-savage-beauty/about-the-exhibition/>
- Walsh, P. (2022, January 28). Hiroshima Peace Museum's A-bomb Video Diorama | Get Hiroshima. Get Hiroshima. <https://gethiroshima.com/news/hiroshima-peace-museum-3d-representation-abomb/>

SOBRE LOS AUTORES

Javier Espadas Bardón es Licenciado en Informática (Universidad Pontificia de Salamanca), Executive MBA (Instituto de Empresa). Director de Tecnología del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

José María Goicoechea García es Licenciado en Historia de América (UCM), Máster de Periodismo (UAM-El País). Director de Comunicación del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

Susana Pérez Pérez es Licenciada en BBAA (UCM) especialidad restauración obras de arte, Grado en Restauración (ESCRBC), Máster en Restauración y Rehabilitación del Patrimonio (UAH). Responsable del Área de Restauración del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

Alejandra Martos Figueroa es Graduada en Restauración de Pintura (CEROA, Madrid) y Fine Arts Associates Degree (UM, Miami, Florida). Restauradora en Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

Juan Ángel López-Manzanares es Doctor en Historia del Arte (UCM). Conservador y responsable de contenidos en el Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

Rufino Ferreras Marcos es Pedagogo (UAM) e Historiador (UNED). Jefe del Área de Educación del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.

Salvador Martín Moyá es Licenciado en Historia (UMA), Máster en Gestión Cultural (UC3M). Responsable de Desarrollo Educativo del Museo Nacional Thyssen-Bornemisza.