



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Realidad Aumentada y Patrimonio

Usos actuales y futuros

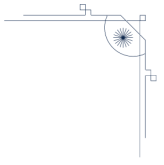
Alejandra Pizarro Vinent

Tutor:
Xavier Rubio Campillo

Máster en Gestión de Patrimonio Cultural
y Museología

Barcelona, 2023





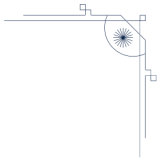
AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Barcelona, por la apertura de este máster que ha permitido complementar mi cualificación profesional.

A mi tutor, el Dr. Xavier Rubio, por ayudarme durante toda la investigación, por sus consejos, sugerencias, orientación, y sobre todo por la confianza que depositó en mí y en este trabajo desde el comienzo y guiarme constantemente con paciencia para poder llevarlo a cabo.

A mi madre que sembró en mí la pasión por las artes y el patrimonio y a mi familia, por su apoyo, consejos y especialmente por animarme cuando dudaba de mí misma, estaba bloqueada y sentía que no podía avanzar o que no lograría acabar.





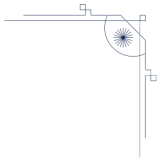
RESUMEN

Desde hace años la idea de vivir en mundos virtuales parecía ser solo ciencia ficción pero, con el avance de la tecnología, esta idea se está convirtiendo en una realidad cada vez más viable. En las últimas décadas ha aumentado el uso de nuevas tecnologías para proporcionar experiencias más interactivas en numerosos campos, desarrollando aplicaciones para crear mundos virtuales capaces de sumergir a las personas a un nuevo espacio más llamativo y dinámico. Uno de esos campos es el patrimonio, el cual ha empezado a jugar más con estas tecnologías que experimentan con la realidad y la virtualidad, como lo sería la Realidad Aumentada, haciéndolas parte de actividades turísticas y museológicas.

El presente trabajo pretende hacer un análisis documental de la información que se tiene hasta el momento y estudiar e interpretar diversos factores comunes mediante una catalogación de 50 casos en donde instituciones patrimoniales hayan usado la RA.

Palabras clave: patrimonio, realidad aumentada, patrimonio virtual, tecnologías inmersivas, investigación

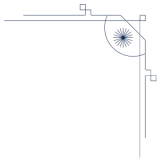




ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.3 ESTADO EN CUESTIÓN	3
1.3.1 PATRIMONIO	3
1.3.2 PATRIMONIO VIRTUAL (PV)	3
1.3.2.1 Difusión de PV	7
1.3.3 TECNOLOGÍAS INMERSIVAS	8
2 REALIDAD AUMENTADA	10
2.1 CÓMO FUNCIONA	13
2.2 USOS GENERALES	15
3 METODOLOGÍA	25
3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS	29
4 RESULTADOS	38
5 DISCUSIÓN	72
6 CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	80
WEBGRAFÍA	85
WEBGRAFÍA DE LAS TABLAS	86
ANEXO DE VIDEOS REFERENCIADOS EN EL APARTADO 2.2 USOS GENERALES	102
ANEXO DE CÓDIGOS DEL R-STUDIO	107





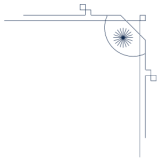
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	8
Figura 2.....	10
Figura 3.....	10
Figura 4.....	12
Figura 5.....	12
Figura 6.....	13
Figura 7.....	16
Figura 8.....	16
Figura 9.....	17
Figura 10.....	17
Figura 11.....	17
Figura 12.....	18
Figura 13.....	18
Figura 14.....	19
Figura 15.....	19
Figura 16.....	20
Figura 17.....	20
Figura 18.....	21
Figura 19.....	21
Figura 20.....	22
Figura 21.....	22
Figura 22.....	23
Figura 23.....	23
Figura 24.....	24
Figura 25.....	38
Figura 26.....	40
Figura 27.....	41
Figura 28.....	42
Figura 29.....	42
Figura 30.....	43
Figura 31.....	44
Figura 32.....	45
Figura 33.....	45
Figura 34.....	46
Figura 35.....	47
Figura 36.....	54
Figura 37.....	54
Figura 38.....	55
Figura 39.....	56
Figura 40.....	56
Figura 41.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	33
Tabla 2.....	48
Tabla 3.....	58
Tabla 4.....	66





1 INTRODUCCIÓN

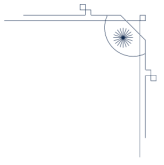
Desde hace más de 30 años la idea de vivir en mundos virtuales parecía ser solo ciencia ficción pero, con el avance de la tecnología, esta idea se ha ido convirtiendo en una realidad cada vez más viable. En las últimas décadas ha habido un aumento en el uso de las nuevas tecnologías para proporcionar experiencias más interactivas en numerosos campos, desarrollando aplicaciones para crear mundos virtuales o híbridos capaces de sumergir a las personas a un nuevo espacio más llamativo y dinámico. Uno de esos campos es el patrimonio, el cual ha empezado a jugar más con estas tecnologías que experimentan con la realidad y la virtualidad, como lo sería la Realidad Aumentada (RA), haciéndolas parte de actividades turísticas y museológicas. Pero ¿qué se sabe de la RA en las instituciones patrimoniales?

El patrimonio cultural ha estado experimentando con las tecnologías inmersivas para mejorar la experiencia turística y cumplir su función de comunicar y educar sobre el patrimonio. La Realidad Aumentada (RA) se ha estado abriendo paso en el campo de patrimonio cultural como una tecnología ideal para proporcionar a los visitantes información mejorada, personalizada y agradable que aumente la intención del público de volver a visitar el lugar (Han et al., 2014 y Leue et al., 2015 en Dieck y Jung, 2016).

La RA es una de las muchas opciones de tecnología inmersiva que el Patrimonio Virtual está aprovechando para reconstruir edificios históricos y monumentos como eran en la antigüedad, permitiendo también que el usuario interactúe tanto con el entorno real como con la escena virtual. En el campo educativo el Patrimonio Virtual sirve como una plataforma de aprendizaje, motivación y comprensión de hechos y elementos históricos para todos los que quieran estudiar e investigar. Al reconstruir digitalmente el patrimonio cultural se consigue preservar, proteger e interpretar las culturas y su historia. Así mismo, al intentar restaurar un antiguo entorno real que ya no existe, se logra que el usuario pueda sumergirse en esa nueva realidad, generando un vínculo entre el usuario moderno y la cultura antigua representada. (Noh et al., 2009).

Según algunos investigadores, el uso de la RA en exposiciones y espacios patrimoniales permite que el visitante pueda verse incluido en el discurso, ya que ellos son los que deciden dónde enfocarse y hacer sus propias interpretaciones de la información superpuesta por la RA (Bulencea y Egger, 2015 en Dieck y Jung, 2016). No solo eso, sino que la RA permite que la experiencia no se limite a un espacio en concreto y en cambio posibilita transportar la información para que el usuario pueda volver a experimentarla desde su casa, lo que añade al elemento educativo que es muy importante dentro del patrimonio cultural (Dieck y Jung, 2016).



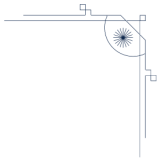


Otro motivo para usar la RA es que, en el caso de los museos, estos pueden no tener suficiente espacio o recursos necesarios para exhibir todos los objetos de sus colecciones, o porque estos mismos no se encuentran en condiciones para ser expuestas al público, por lo que una forma de visualizarlos e interactuar con ellos tanto in situ como en cualquier otro espacio puede ser mediante AR (Walczak, 2004).

Hay muchas formas en las que el patrimonio virtual está usando la RA o podría usarla. En este trabajo se analizarán varios casos que se encuentran vigentes en la actualidad y algunos pasados para ver qué uso le dan a la RA, qué complicaciones han tenido, qué beneficios y qué más podrían hacer.

El presente trabajo pretende hacer un análisis documental de la información que se tiene hasta el momento, empezando con los objetivos que se esperan cumplir con esta investigación, la definición de los términos importantes, una breve revisión del estado en cuestión, y la descripción de los métodos utilizados. La segunda parte del trabajo consistirá en la catalogación de 50 casos en donde instituciones patrimoniales (sean museo, galería, espacio arqueológico, etc.) hayan usado la RA, con la que se creará un dataset para estudiar diversos factores comunes que permitan responder las preguntas de investigación. Para finalizar, habrá una sección de resultados donde se visualizarán e interpretarán los resultados de este dataset y se finalizará con un apartado de discusión donde se relacionan estos resultados e interpretaciones en el contexto de las preguntas de investigación originales y se comentan las posibilidades de la Realidad Aumentada dentro del patrimonio. El trabajo concluye con un resumen de la información obtenida, las fortalezas, retos y limitaciones de usar esta metodología, y una reflexión personal de lo que se ha aprendido de esta investigación.





1.2 OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es identificar los usos que se le están dando a la RA en las instituciones patrimoniales, mayoritariamente museos, y ver si esta tecnología aporta en la misión de investigar, preservar, educar y comunicar el patrimonio, y de qué otras formas podrían hacerlo a futuro.

Al buscar bibliografía sobre RA y patrimonio la mayoría de artículos (Fenu & Pittarello, 2018; Mendoza et al., 2015; Ibañez-Etxeberria et al., 2020; Kamariotou et al., 2021; Mourkoussis et al., 2002; Petrucco & Agostini, 2016; Roussou, 2007; entre otros) se enfocaban en un proyecto en concreto, o en RA y educación, RA en turismo, reacción del público al usar RA en un espacio patrimonial específico (arqueología, ciencia, arte...), etc. pero ninguno incluía un estudio de todo lo que hay ni el impacto que está teniendo la RA en el patrimonio en general. Debido a esta carencia en las investigaciones actuales, se vio la necesidad de hacer un estudio global de todas las instituciones que usan o han usado RA para poder tener un panorama general y responder a la pregunta ¿qué usos se le están dando a la RA en el campo del patrimonio comparado con otros campos?

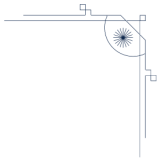
La hipótesis del trabajo es que, por ahora, el uso que se le está dando a la RA va ligado a su novedad y atractivo tecnológico, pero no aporta ninguna enseñanza sobre el patrimonio que contribuya a su preservación, más bien solo atrae al público a que lo usen en ese momento, pero no deja un rastro a largo plazo.

No hay mucha gente que haya oído hablar de la RA o sepa qué es o en qué se diferencia de la Realidad Virtual (RV), o sea consciente de su uso constante en redes sociales y otras actividades, pero está tan presente que más de uno la habrá usado en el contexto patrimonial sin saberlo. Además, el hecho de que la RA sea una tecnología emergente solo muestra que aún hay muchas formas de experimentar con esta y sacarle su máximo potencial, más allá de su uso más básico.

Para evaluar la plausibilidad de esta hipótesis, a través de un análisis de datos de algunos casos conocidos se espera ver qué factores causan alguna diferencia en el uso que se le da a la RA en la institución y responder a unas preguntas específicas:

- ¿Qué aporta la RA en organismos culturales que antes no estaba?
- ¿Por qué las instituciones culturales están optando por usar la RA?
- ¿Varían los usos según la temática de la institución o el país?
- ¿Qué se podría hacer que no se está haciendo ya?





1.3 ESTADO EN CUESTIÓN

En este capítulo se va a proporcionar contexto de lo que trata el trabajo, definiendo brevemente lo que es el patrimonio, lo que significa el término patrimonio virtual (PV), qué son las tecnologías inmersivas, qué hace la RA y explicar cómo está siendo utilizada en diversos campos hasta llegar a su uso en el patrimonio.

1.3.1 PATRIMONIO

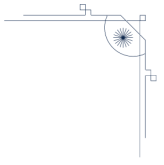
Cuando se habla de patrimonio digital o virtual, las fronteras de lo que es patrimonio y lo que no lo es se difuminan cada vez más a causa del complejo diálogo entre realidad física y realidad virtual. Como tal, se ha considerado necesario explicitar qué definición de patrimonio se usa en este trabajo. La definición escogida es útil porque tiene en cuenta las particularidades de nuestro enfoque, centrándose no solo en patrimonio cultural material sino también en patrimonio natural e intangible. Según Beng-Kiang Tan: *“El término amplio ‘patrimonio’ se refiere al estudio de la actividad humana no solo a través de la recuperación de restos, como es el caso de la arqueología, sino también a través de la tradición, el arte, las evidencias culturales y las narrativas.”* (2009, p. 144) O como dice la UNESCO: *“El patrimonio es el legado cultural que recibimos del pasado, que vivimos en el presente y que transmitiremos a las generaciones futuras. ...no se limita a monumentos y colecciones de objetos. Comprende también expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados, como tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativos a la naturaleza y el universo, y saberes y técnicas vinculados a la artesanía tradicional (Home | UNESCO, s.f.).”*

En otras palabras, podría decirse que el patrimonio es todo aquello que representa la historia e identidad de una cultura y por lo tanto hay una misión de conservarlo y cuidarlo. Algunos de estos artefactos o lugares patrimoniales ya se han arruinado hasta el punto que ya no pueden contar su historia completa o no son accesibles, pero los avances tecnológicos han permitido que al menos se logre una preservación digital de estos (Nazrita, 2018). Es allí donde llega lo que se conoce como Patrimonio Virtual.

1.3.2 PATRIMONIO VIRTUAL (PV)

En la década de los 2000 el avance tecnológico en la manipulación del 3D y el surgimiento de la ingeniería inversa y gráficos por computadora permitieron la creación de herramientas digitales que juegan con la realidad y virtualidad de una forma que permite la interactividad con los usuarios. Es por eso que el patrimonio y muchos más ámbitos se han podido beneficiar de esto (Kassahun, 2018).

Esta explosión de la sociedad digital ha tenido un gran impacto en la preservación y presentación del patrimonio, que ha permitido al público interactuar con materiales y



entornos que de otro modo serían inaccesibles, haciendo uso de estas tecnologías digitales para preservar los artefactos patrimoniales y permitir que el público interactúe con los materiales en línea (MacLeod et al., 2021).

Numerosos autores anteriores han generado un consenso en la definición de patrimonio virtual como por ejemplo Addison, Refsland, Stone o Roussou que definen el Patrimonio Virtual como una fusión entre Patrimonio Cultural y Realidad Virtual, pero hay quienes consideran que el Patrimonio Virtual incluye más tipos de tecnologías y que sus inicios serían con los modelos 3D exhibidos en museos o exhibiciones de tecnología basadas en las redes (Champion, 2013).

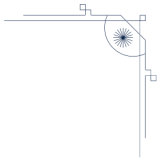
En base a esto, podría definirse Patrimonio Virtual como todo entorno virtual que esté integrado en la cultura y un campo emergente que aplica tecnologías de realidad inmersiva y herramientas digitales al patrimonio cultural para simular, preservar, difundir e interpretar artefactos, sitios y actores de importancia histórica, artística, religiosa y cultural, tal como son hoy o cómo podrían haber sido en el pasado, de una forma que ofrece a la gente la posibilidad de experimentar sitios históricos reconstruidos virtualmente en 3D como visitantes, viajeros o incluso como residentes (Champion, 2013; Hafizur, 2009; Jacobson, 2007; Kassahun et al., 2021).

No confundir con patrimonio digital, el cual aborda todos los materiales informáticos de valor perdurable que bien pueden ser textos, bases de datos, imágenes fijas o en movimiento, grabaciones sonoras, material gráfico, programas informáticos o páginas Web, entre otras (*Noción de patrimonio digital | UNESCO s.f.*).

Lo que hace el patrimonio virtual es digitalizar materiales existentes de la cultura y difundirlos a través de nuevas bases de datos, permitiendo que la cultura se vuelva más accesible e incluso se convierta en un medio de expresión artística. La idea de usar la tecnología en el contexto cultural surge de la nueva museología que está más orientada a la experiencia del visitante. Al tratarse de algo nuevo e innovador, se cree que será más llamativo para el visitante y le ofrecerá una mejor experiencia, a la vez que llamará más la atención (Kamarioutu, 2021). Pero el resultado final del aprendizaje no es solo obtener conocimientos, sino proporcionar un entorno que provoque que los usuarios piensen, descubran y hagan conexiones significativas con los artefactos patrimoniales por sí mismos para llegar a tener una apreciación cultural que promueva el deseo de proteger el patrimonio para el beneficio de las generaciones futuras (Nazrita, 2018).

Cada objeto del mundo real, ya sea un museo, un edificio histórico o un objeto, se modela para poder crear un entorno virtual interactivo (Noh et al., 2009). André Malarux sería el primero en proponer algo parecido a un museo virtual en 1947, un museo imaginario, sin paredes o límites espaciales con toda la información de sus objetos patrimoniales accesibles a todos, pero no sería hasta la década de los 60 que la tecnología empezaría a usarse en museos, empezando con el proceso de documentación y gestión de colecciones. Con el paso del tiempo los métodos





tecnológicos usados dentro del patrimonio virtual han ido avanzando y evolucionando, empezando como exhibiciones inmóviles que se servían de texto e imágenes digitales, y pasando a hacer exhibiciones más interactivas con imágenes de alta resolución, videos y presentaciones hipermedia, Web3D, cartografía geoespacial, RV, RA, exhibiciones virtuales, mundos inmersivos, sensores que se utilizan para recopilar datos de visitantes, aplicaciones educativas, etc. Estos cambios también han permitido que el museo pase de ser un centro de conservación de artículos patrimoniales a un centro educativo, informativo y entretenido, que el público pase de ser espectadores inactivos a participantes animados. (Kamarioutu, 2021).

Respecto a desarrollar una aplicación de Patrimonio Virtual exitosa, según Noh et al. (2009) se deben cumplir ocho requisitos: alta precisión geométrica, captura de todos los detalles, fotorrealismo, alto nivel de automatización, bajo costo, portabilidad, flexibilidad de la aplicación y eficiencia del tamaño del modelo.

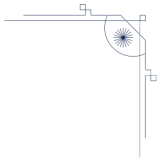
Aun así, la digitalización del patrimonio presenta algunas dificultades. Como todo lo nuevo, esto también presenta unas dudas y cuestiones como “¿Cómo pueden los usuarios aprender a través de la interacción los significados y valores de los demás? ¿Necesitamos interactuar como lo hicieron los habitantes originales? ¿Cómo podemos averiguar cómo interactuaron y, a través de la naturaleza limitada y restrictiva de la tecnología actual, garantizar que la interacción sea significativa, educativa y agradable? ¿Cómo sabemos cuándo se alcanza un aprendizaje significativo?” (Champion, 2013, p. 8) ¿qué tanto se puede preservar digitalmente? ¿Cómo comunicar su valor y significado al público?

Muchos autores critican que, por el momento, el proceso de reconstrucción de patrimonio virtual solo expresa un flujo de datos unidireccional, con una etapa que se preocupa por la autenticación de datos, otra en la exactitud en su recreación y otra que se enfoca en el dominio por la tecnología, por lo que el resultado final no permite una interpretación o actualización posterior de la información y falla en la interacción del usuario y la interpretación del patrimonio y por consiguiente en comunicar el valor y significado del artículo patrimonial (Beng-Kian y Hafizur, 2009).

Gran parte de las simulaciones digitales o virtuales carecen de cambios, interacciones o capacidad para almacenar el historial de interacciones. Incluso los entornos virtuales basados en actividades los participantes actúan más de visitantes en vez de ser activos, por lo que no aprenden ni reflexionan sobre el significado o valor del espacio o artículo patrimonial (Champion, 2013).

También está el hecho de que, para poder crear un entorno virtual interactivo, cada objeto del mundo real debe renderizarse desde cero, lo cual requiere mucha memoria y aumenta el costo de cómputo, reduciendo la velocidad de renderizado para realizar digitalmente espacios a gran escala. Es por eso que se ha empezado a considerar más el uso de la RA, ya que esta no tiene que modelar todo en el mundo





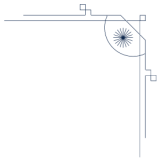
real, sino que solo agrega un determinado objeto virtual en el mundo físico, lo cual acelera el proceso de renderizado y supera los problemas de costos de cálculo (Noh et al., 2009).

Por otra parte, el proceso de digitalización es muy costoso, por lo que el museo o espacio patrimonial tiene que decidir qué recursos y colecciones son esenciales para ser salvaguardadas digitalmente, a la vez que asegurarse de que el espacio físico siga siendo importante y valioso. No solo lo técnico debe tenerse en cuenta sino también el contenido y la comunicación. El visitante debe ser partícipe de la experiencia y la historia debe estar hecha de una forma que todos los usuarios puedan comprenderla y aprender de ella. También, como el proceso de digitalización es bastante costoso, no todos los países pueden permitirse un conjunto completo de dispositivos digitales, no solo por temas económicos sino por conocimientos técnicos precisos que no se adquieren en todas partes o no son económicamente accesibles a todos (Kamarioutu, 2021).

Dentro de los retos también se encuentran la necesidad de presentar contenido preciso pero creíble, proporcionar una interacción apropiada pero significativa, y vincular el contenido y la interacción en un período de tiempo abreviado (Champion, 2013), la complejidad de desarrollo, inaccesibilidad de las tecnologías de realidad virtual inmersivas, la complejidad en el uso y alto mantenimiento, lo cual puede restringir la capacidad del patrimonio virtual para satisfacer las necesidades de su público (Roussou, 2008, en Beng-Kian y Hafizur, 2009).

El trabajo de preservación y conservación lo suele hacer un experto en el objeto o sitio cultural específico, pero digitalmente el encargado es el diseñador, que es experto en tecnología pero no necesariamente en patrimonio o cómo comunicar la información cultural. Pueden enfocarse más en el realismo y los detalles visuales pero no tomar en cuenta los requerimientos que imperan en el valor y significado del artefacto. Pero ¿cómo se puede digitalizar el significado y valor histórico de estos artefactos? El conservador suele ser el que decide qué información omitir y dar al público en base a su relevancia, pero con las tecnologías es el público quien decide qué omitir y qué ver, así que ¿cómo el patrimonio virtual puede facilitar el aprendizaje cultural? (Nazrita, 2018).

Independientemente de la tecnología utilizada y sus limitaciones, en lo que la mayoría de expertos coinciden es que la comunicación entre el personal del museo y el técnico encargado de crear digitalmente el entorno virtual u objetos reconstruidos es fundamental, puesto que no se puede esperar que los primeros sean expertos en tecnologías o que los segundos sean expertos en cultura. Al mismo tiempo, el sistema debe proporcionar a los visitantes del museo o espacio patrimonial una interfaz intuitiva, de manera que los usuarios puedan interactuar con los contenidos digitales de manera fácil y natural, así como lo harían con objetos en el mundo real (Walczak, 2004).



1.3.2.1 Difusión de PV

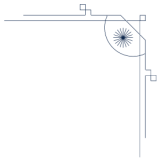
Uno de los puntos claves para la difusión del Patrimonio Virtual es asegurarse que las herramientas visuales e interactivas del dispositivo sean adecuadas para los usuarios, sobre todo aquellos que no son expertos en tecnologías multimedia (Cignoni y Scopigno, 2008, en Kassahun, 2018). Los primeros ejemplos de PV fueron los modelos 3D expuestos, por lo general, en exposiciones de museos (Champion, 2013). Después de estos, la RV se volvió la tecnología inmersiva predilecta para restaurar las culturas antiguas creando una simulación de estas como un entorno real en el que el usuario pueda sumergirse y comprenderla interactuando con su entorno (Noh et al., 2009).

Como las tecnologías de realidad inmersiva crean un entorno inteligente que responde a la presencia humana y se adapta dinámicamente admitiendo tecnología móvil (la cual casi todos los usuarios tienen), estas se están convirtiendo en una de las opciones principales a la hora de crear Patrimonio Virtual. “Los museos son espacios compartidos, y es muy importante que las tecnologías de realidad inmersiva adopten esta característica” (Kassahun, 2021, p. 2). Hay muchos tipos de tecnologías inmersivas que pueden ser usadas dentro del patrimonio, pero su uso dependerá del objetivo que tenga la institución. Kassahun hizo un estudio de las realidades inmersivas en el patrimonio virtual en 2018 y clasificó el uso de la realidad inmersiva (no solo RA sino también RV, RM, etc.) en:

- Educar (permitir que los usuarios aprendan sobre el patrimonio y cumplir con la misión de divulgar y difundir el patrimonio)
- Mejorar las exposiciones (para generar una experiencia más memorable para el visitante)
- Permitir la exploración (para que los usuarios puedan visualizar y explorar espacios históricos y puedan interpretarlos desde una nueva perspectiva, a la vez que adquirir nuevos conocimientos)
- Reconstruir (lo que permite que los usuarios puedan visualizar e interactuar con reconstrucciones de espacios patrimoniales perdidos por el paso del tiempo)
- Creación de museos virtuales (los cuales simulan y presentan el patrimonio de forma digital para ser más accesible).

En el campo de la educación el PV se ha convertido en una plataforma que potencia el proceso de aprendizaje, genera motivación y ayuda a los estudiantes e investigadores a comprender mejor determinados hechos y elementos históricos (Noh et al., 2009). De hecho, los métodos de aprendizaje interactivos basados en juegos se han vuelto cada vez más prominentes, con la creación de mundos virtuales que contribuyen a la preservación de los artefactos del patrimonio cultural intangible (MacLeod et al., 2021).





La experiencia no debe definirse solamente por estándares de calidad sino en cómo ser presentada al público. Se puede seguir un modelo mixto: la organización cultural propietaria del contenido puede fijar criterios de calidad y mantener el control sobre la distribución del contenido, pero el mercado regulado debe ofrecer los canales de distribución del contenido al público (Kamarioutu, 2021). Las posibilidades de interacción son el núcleo básico para promover el sentido del lugar y la experiencia. La interacción en un entorno virtual crea un significado para el usuario que depende de la acción situada, la interacción encarnada y el proceso de cognición valorado por los antecedentes culturales o sociales del usuario (Beng-Kian y Hafizur, 2009).

Según un estudio que hizo Sharron (2015) algo fundamental para atraer al público a espacios patrimoniales es la curiosidad y esta puede surgir cuando el estimulante presentado contenga una complejidad, novedad, incertidumbre y/o conflicto. De allí que se apliquen las nuevas tecnologías inmersivas para comercializarse y atraer a un mayor público, ya que estas son actualmente una complejidad y una novedad que sigue en desarrollo, lo cual hará que las personas intenten obtener más información.

1.3.3 TECNOLOGÍAS INMERSIVAS

Y ¿qué son las tecnologías inmersivas? Kassahun (2018) utiliza este término para para aglomerar todas las tecnologías que combinan el contenido real con el digital como lo serían la Realidad Virtual (RV), Realidad Mixta (RM), Virtualidad Aumentada (VA) y la Realidad Aumentada (RA) misma (Figura 1).

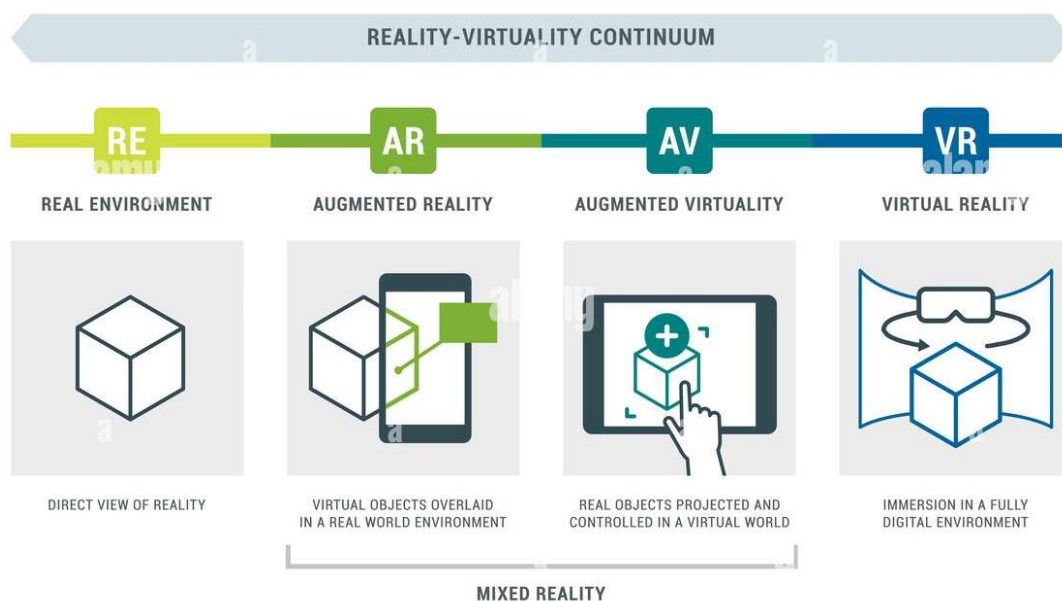
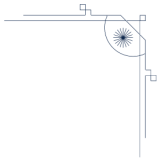


Figura 1: Tipos de tecnologías inmersivas. Obtenido de: *Infografía continua de realidad-virtualidad con ejemplos: Entorno real, realidad aumentada, virtualidad aumentada y realidad virtual* Imagen Vector de stock - [Alamy](https://www.alamy.com), 01/02/2020





De forma muy resumida, la VA sería lo opuesto a la RA. Mientras que la RA utiliza contenido digital para complementar el entorno real, la VA utiliza contenido real del entorno para complementar un mundo virtual. La RV es la creación de un mundo virtual con contenido digital en su totalidad que bien puede imitar un lugar real existente o ser uno imaginado completamente, de manera que el usuario se sumerge en un entorno simulado sin poder interactuar con el entorno real. La RM juega con la RA y la VA mezclando los entornos virtuales y reales de forma más variada (Kassahun, 2018). También ha habido otros autores que dicen que la RA y la VA son subcategorías dentro de la RM y que, en cierto modo, son una forma de RM (Noh et al., 2009).

Tanto las aplicaciones de RV como las de RA buscan localizar el punto de vista del usuario, pero su objetivo es diferente. Como la RA añade contenido digital a una superficie física real, esta tiene que hacer un seguimiento para poder superponer este contenido, es decir, debe hacer una reevaluación continua de poses y ángulos para poder alinear con precisión lo que pretende añadir o proyectar virtualmente. Con la RV ese seguimiento no es necesario, ya que no interactúa con el entorno real, por lo que su objetivo es asegurarse de que el contenido virtual que muestra esté lo suficientemente bien hecho para generar esa experiencia inmersiva en el usuario (Rogby y Smith, 2013 en Kassahun, 2018).

Dentro de las tecnologías inmersivas se utilizan tres tipos de pantallas. La primera, utilizada por la RA, RV y RM, es la llamada Head-Mounted-Displays (HMD). Esta puede ser de dos tipos: transparencia óptica, es decir, que permite a los usuarios ver parte del entorno real mediante lentes especiales; o de video, la cual proporciona una vista de las transmisiones de video a través del HMD por múltiples cámaras portátiles (Figura 2). El segundo tipo de pantalla es utilizada solo por la RA y se llama Spatial AR o SAR. Esta superpone la información virtual directamente sobre el entorno real mediante proyección con video-proyectores o mediante holografía, basándose en un seguimiento sin marcadores de baja latencia (Figura 3). El tercer y último tipo también se puede utilizar en la RA, RV y RM, y se trata de los dispositivos portátiles o unidades de disco duro. Estos combinan la cámara digital con sensores inerciales, GPS y una pantalla portátil. Este tipo de pantalla es bastante usada en el patrimonio virtual en el campo de la investigación (Kassahun, 2018).



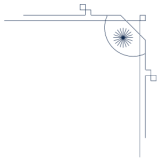


Figura 2: Ejemplo de dispositivos HDM. Obtenida de: *Head-Mounted Display (HMD)* – [xropedia](#), s.f.

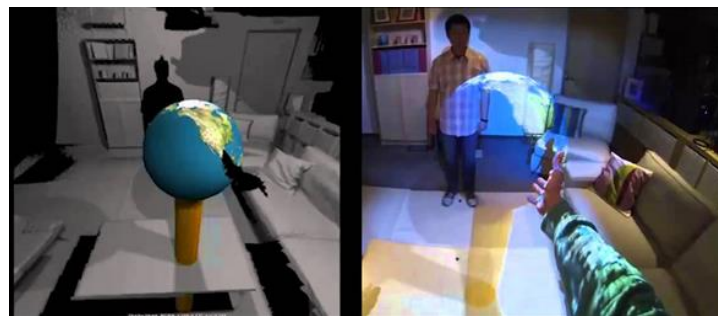


Figura 3: SAR. Imagen obtenida del canal de YouTube *Microsoft Research*: <https://www.youtube.com/watch?v=Df7fZAYVAIE>

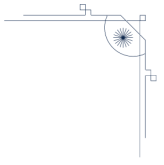
Las aplicaciones de realidad inmersiva más avanzadas necesitan muchos cálculos, y para ello necesitan conectar estos dispositivos, que como son portátiles tienen un hardware básico, a una computadora de altas prestaciones que pueda realizar todos los cálculos. Desde una perspectiva de hardware, generalmente se necesita un sistema de última generación para generar y renderizar escenas virtuales realistas en tiempo real. Estas necesitan estar equipadas con unidades de procesamiento y mucha memoria para poder funcionar. Por suerte, hoy en día tenemos dispositivos móviles que incluyen este equipo junto con pantallas de alta resolución y pantalla táctil, lo cual ayuda a la RA en espacios exteriores (Ibid).

2 REALIDAD AUMENTADA

El objetivo de este trabajo es evaluar una de las tecnologías inmersivas más populares en el mundo del patrimonio: la RA. Ahora que ya hemos hablado brevemente de algunas tecnologías inmersivas, nos centraremos más a fondo en varias definiciones de RA para tener una mejor comprensión de su funcionamiento, sus ventajas y limitaciones.

La definición más aceptada de RA fue proporcionada por Azuma (1997) como “*un sistema que combina contenido real y virtual, proporciona un entorno interactivo en tiempo real y se registra en 3D*” (Kassahun, 2018, p.7:3). Según Azuma (2001) la RA tiene tres características básicas: combinar objetos virtuales con los del mundo





real, se ejecuta en tiempo real y permite la interacción entre usuarios y objetos virtuales.

Kirkley & Kirkley (2004) (en Yoon y Wang, 2014) dicen que la RA es un híbrido entre la realidad normal y la realidad virtual que tiene el potencial de permitir que los usuarios experimenten y perciban elementos virtuales como parte de su mundo actual, mejorando de esa forma la percepción y la interacción con el mundo real.

Zakiah Noh et al. (2009) en cambio, dice que la RA es una tecnología en el área de realidad mixta, al tratarse de una combinación entre objetos reales y datos generados por computadora que coexisten en el mismo espacio. Se trata de un complemento a la realidad en vez de una sustitución completa como podría ser la RV. En este caso, Noh describe las características básicas de la RA como: combinación real y virtual, interacción en tiempo real y registro en 3D.

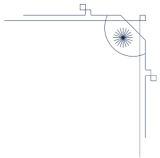
Según Park et al. (2015) la RA es una técnica de interacción humano-computadora (HCI) que proporciona información virtual (generada por computadora) combinada con el mundo real para que los usuarios puedan interactuar con la RA de acuerdo con sus sentidos y reconocimiento, y se puede utilizar en varios campos tales como las industrias, la atención médica, la educación, el entretenimiento y las aplicaciones móviles.

Mandy Ding (2017) definió la RA como una tecnología que impone capas con contenido virtual frente un entorno real, permitiendo a cualquier usuario de teléfono inteligente apuntar el dispositivo en un punto determinado para verlo “cobrar vida” o generar un detalle o movimiento sobre la escena fija real.

Entendiendo que la RA es un campo no maduro, en el que aún se están explorando el potencial, limitaciones, y consecuencias para nuestra sociedad, y el patrimonio en concreto, hay ciertos desacuerdos en cómo se define esta tecnología, pero si se resume todas las definiciones anteriores, se puede explicar la RA como un tipo de tecnología que mezcla el mundo real con imágenes virtuales, creando una nueva realidad en la que la información visible de nuestro entorno sea amplificada con nueva información, gracias a la tecnología virtual, que los usuarios pueden manipular para obtener distintas percepciones del mundo físico.

Como se ha mencionado antes, la RA utiliza pantallas digitales creando entornos 3D virtuales que se mezclan con el mundo real y brinda acceso a datos normalmente ocultos que las personas pueden usar para desarrollar más a fondo sus conocimientos dentro de un área específica. (Yoon y Wang, 2014) Como la RA combina el mundo virtual con el real, es necesario localizar el punto de vista del usuario, por ello los dispositivos de RA también suelen incluir GPS para detectar tanto la ubicación del usuario como la orientación del dispositivo y crear el elemento virtual encima de un punto específico ya existente, mejorando lo que vemos, oímos y sentimos (Ding, 2017). En espacios interiores es más común que la RA haga uso





del seguimiento basado en marcadores o sin marcadores (Figura 4), HMD transparentes, pantallas portátiles o espaciales e interfaces tangibles, colaborativas, híbridas o multimodales. Los sistemas de interior no necesitan GPS, pero si la pantalla es un HMD, entonces el sistema podría usar sensores de inercia para rastrear el punto de vista del usuario. En cambio, la RA al aire libre se basa en gran medida en el seguimiento híbrido y sin marcadores, las pantallas portátiles y las interfaces tangibles. En algunos casos se utilizan HMD de transparencia óptica e interfaz colaborativa (Kassahun, 2018, p.7:12).

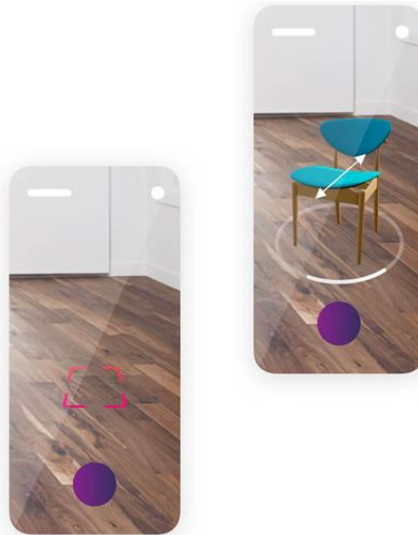


Figura 4: Seguimiento de marcadores y sin marcadores. Obtenido de: *Seguimiento de Marcador y Superficie* - [Onirix](#), s.f.

Otro método usado en la RA es el SLAM o Mapeo y Localización Simultánea (Figura 5). Este método puede detectar los bordes de un modelo a partir de una serie de imágenes, sin necesidad de identificar previamente el entorno real. La técnica se ilustra cuando se conecta una computadora con una cámara en vivo, transformándola en una posición de sensor en tiempo real. SLAM se basa en RA sin Marcadores, lo cual genera un gran impacto en la experiencia del usuario, pero tiene unas limitaciones, como por ejemplo, si la cámara se mueve muy rápido, los objetos superpuestos se perderán en el seguimiento debido a la correlación de la velocidad de fotogramas (Hammady et al., 2018).

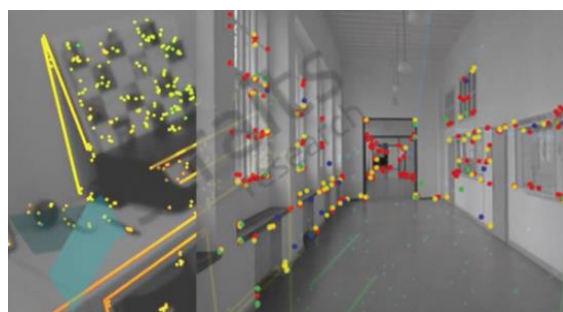
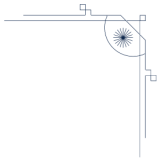


Figura 5: Ejemplo de SLAM. Obtenido de: *SLAM Technology: How Companies are Using It in AR*, s.f. <https://community.nxp.com/t5/Rapid-IoT/SLAM-Technology-How-Companies-are-Using-It-in-AR/td-p/1203969>



Dentro de la RA, también se ha desarrollado en los últimos años lo que se conoce como Realidad Aumentada Espacial (SAR), que es una tecnología basada en proyección y básicamente permite producir contenidos inmersivos superponiendo la virtualidad y el entorno del mundo real. Esta masifica la inmersión del usuario al proyectar una variedad de información combinada con contenido virtual en objetos del mundo real. Para aumentar el contenido utiliza un proyector de haz sobre el objeto real, una computadora, una cámara y una maqueta de un producto como superficie de proyección. En este tipo de RA no hace falta que el usuario utilice una tablet o dispositivo móvil inteligente (figura 6) (Park et al., 2015).



Figura 6: Dispositivos móviles inteligentes. Obtenido de: *5 mil millones de personas tendrán un teléfono celular a finales de 2017* – [Almomento](#), 27/02/2017

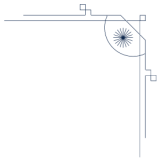
La RA puede venir con beneficios y desventajas. Beneficios: la novedad de la tecnología logra captar la atención. Desventajas: al tratarse de tecnología, esta tiene que ser actualizada con el tiempo para que siga funcionando.

2.1 CÓMO FUNCIONA

En términos técnicos, los elementos básicos para crear RA son: la pantalla donde se proyectará la imagen virtual, la cámara digital que capta el entorno real, un procesador con suficiente potencia para procesar las imágenes que ha captado la cámara antes de enviarlas a la pantalla, y finalmente componentes como acelerómetros, GPS, giroscopios, brújula digital, sensores ópticos, bluetooth e identificación por radio frecuencia. Varios de estos elementos ya fueron mencionados en el apartado de tecnologías inmersivas, pero aparte de estos, también se necesita un software de RA que será el que interprete los datos de ubicación del espacio físico real y los movimientos del dispositivo para así proyectar los elementos virtuales (Martínez y Hernández, 2015).

Como se mencionó antes con las tecnologías inmersivas, también hace falta un seguimiento para poder añadir el contenido virtual al mundo físico. Este seguimiento se puede conseguir de dos maneras: mediante sensores físicos o cámaras. Las aplicaciones de RA en el campo del Patrimonio Virtual suelen elegir hacer este seguimiento mediante el uso de cámaras. Uno de los tipos de seguimientos es el





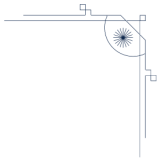
basado en marcadores, el cual utiliza una cámara digital, algoritmos de visión y puntos de referencia fácilmente reconocibles colocados en entornos interiores o exteriores. El ejemplo más conocido de estos son los códigos QR. Estos marcadores pueden ser pasivos, es decir, marcadores impresos (el cual sería el caso de la RA) o activos, es decir, emisores de infrarrojos (IR). Sin embargo, este tipo de seguimiento necesita muy buenas condiciones de luz, por lo que se ve limitado dentro del patrimonio virtual debido a la posibilidad de daño de los objetos que no puedan recibir mucha luz (Kassahun, 2018).

El otro tipo de seguimiento es sin marcadores y está basado en la visión. Es un tipo de seguimiento que se sirve de dispositivos físicos como el GPS, giroscopio, brújulas digitales, etc. que permiten al dispositivo captar donde poner la información virtual (Martínez y Hernández, 2015). Con estos dispositivos se sigue la postura de la cámara mediante la detección y el reconocimiento de características geométricas en el entorno real para establecer correspondencias de coordenadas de imagen 2D y mundo 3D. Su imperfección vendría a ser la gran cantidad de procesamiento que requiere, lo cual ralentiza la representación de lo virtual sobre el entorno real. En este caso, este tipo de seguimiento es igual de factible tanto en interiores como exteriores, pero como se ha mencionado, requiere de una base de datos muy grande para captar todas las imágenes del mundo real para cada objeto virtual (Kassahun, 2018).

Ya que la RA depende del seguimiento, las cámaras digitales son importantes para tomar la información del mundo real y transmitirla al software que creará la RA aumentada (Martínez y Hernández, 2015), ya sea mediante sensores electromagnéticos, acústicos o inerciales. Cuando la RA se usa en una aplicación móvil o en dispositivos de entrada físicos se considera RA tangible. Al ser una interfaz tangible se permite la interacción entre la información a través de objetos físicos con el contenido generado por computadora que usa la RA (Kassahun, 2018).

Este es el tipo de interfaz que suele usarse dentro del Patrimonio Virtual. Otros tipos de interfaces son: las interfaces colaborativas, las cuales utilizan varias pantallas para hacer actividades tanto remotas, como presenciales o compartidas, basándose en configuraciones de sobremesa para proyectar información virtual. Estas pantallas bien pueden ser las HMD transparentes o la SAR, las cuales se han mencionado anteriormente. Otro tipo de interfaz es la basada en dispositivos, la cual es de interacción y utiliza Interfaz Gráfica del Usuario (GUI), interfaces hápticas¹ y dispositivos convencionales. Un tercer tipo de interfaz es la basada en sensores, que usa dispositivos de detección para comprender los modos de interacción naturales. La penúltima interfaz, la híbrida, integra varias interfaces distintas que se complementan y se usan junto con una gama de dispositivos de interacción. Estas

¹ Dispositivos que permiten al usuario tocar, sentir o manipular objetos simulados en entornos virtuales y sistemas teleoperados.



interfaces brindan la posibilidad de colaboración de múltiples usuarios cuando son utilizadas en aplicaciones de RA. Para finalizar, la interfaz multimodal fusiona dos o más modos de interacción naturales combinando dispositivos de detección para percibir las modalidades de interacción natural de las personas (Ibid).

2.2 USOS GENERALES

Aunque la mayoría de gente no es consciente de esto, la RA está más presente en nuestras vidas de lo que parece y actualmente es utilizada en muchos campos. El uso más básico y extendido son los códigos QR², los cuales proliferaron sobre todo en 2020 debido al Covid-19 y permiten al usuario, después de apuntar al código con la cámara del teléfono inteligente, redirigirse a una web para obtener un tipo de información en específico (cartas de restaurantes, empleo, nueva colección de ropa, red Wi-Fi, filtros, etc.).

La interacción entre realidad y virtualidad en este caso es casi imperceptible porque de ver una imagen en el mundo real se pasa a una web digital y ahí acaba la RA, pero sigue siendo uno de los ejemplos más comunes.

Otro de los ejemplos más conocidos son los videojuegos, como la app de *Pokémon Go!* y los filtros de Snapchat, Instagram y TikTok, pero también es utilizada para campos más complejos como la medicina, ingeniería, automovilística, deportes, negocios, conciertos, marketing y, por supuesto, la cultura.

Para entender los usos actuales y el potencial de la RA en el patrimonio es necesario, como primer paso, explorar sus usos más allá de este campo de aplicación. Para ello se ha realizado un estudio documental para identificar las aplicaciones de la RA en distintos ámbitos.

Algunos ejemplos son³:

- **Redes Sociales:** Este puede ser el campo en el que la RA puede pasar más desapercibida ya que muchas personas la usan sin saberlo y se trata de los filtros de Instagram, Snapchat, TikTok, etc. que enfocan la cara de la persona con la cámara y le agregan algún detalle como orejas de perro, maquillaje, o un fondo nevado, por poner unos ejemplos.

² Un tipo de combinación de barras y cuadros blancos y negros que contiene una información determinada. El usuario puede acceder a esta información leyendo el código mediante un lector óptico que permite enviar al usuario a un espacio en la web donde ver la información

³ Véase anexo en página 102 para consultar los videos referenciados



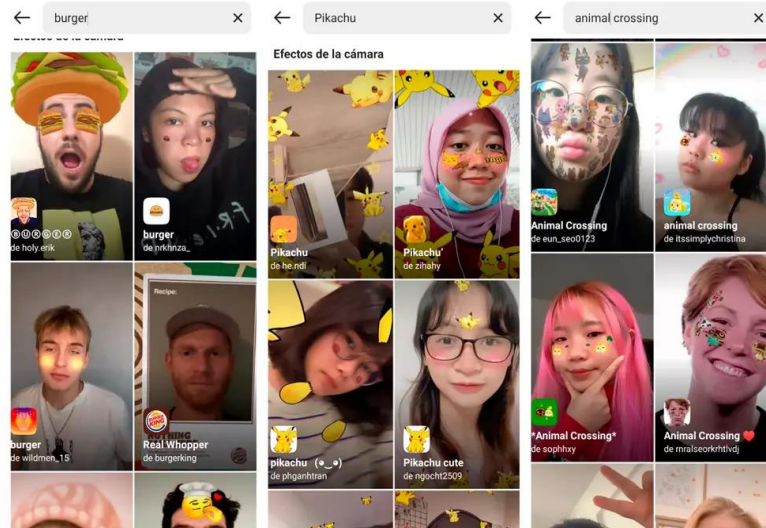
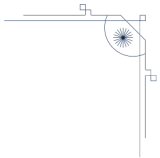


Figura 7: Ejemplos de filtros de Instagram. Obtenida de: *Cómo encontrar filtros de Instagram más divertidos* [Imagen]. (s.f.). [ADSLZone](#)

- **Juegos:** Los videojuegos puede que sean el campo que más experimenta con la tecnología, por lo que la RA no es una excepción. Algunos ejemplos incluyen aplicaciones para móvil como: Ghost Snap AR Horror Survival, Aliens on the Table, Jurassic World Alive, Pokemon Go, Invizimals, entre otros. En todas estas aplicaciones el usuario puede ir por diversas áreas, ya sea su casa, la calle, centros, etc. y encontrarse con ayuda de la RA a algún personaje correspondiente del juego, ya sea un dinosaurio, un fantasma, un alien o un Pokemon.

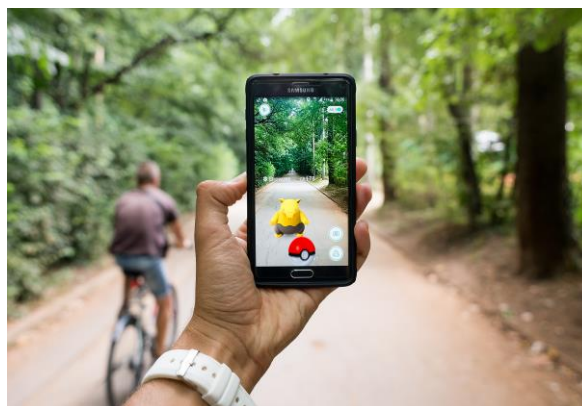


Figura 8: Ejemplo de RA en Pokemon Go! Obtenida de: *Pokémon Go firm enters the metaverse: Niantic's alternative to Meta's "dystopian nightmare"* [Imagen]. (s.f.). [Verdict](#).

- **Parques de atracciones:** Varios parques de atracciones han empezado a aplicar la RA para mejorar la experiencia de sus visitantes. Hay un caso de una compañía de Reino Unido que ha añadido marcadores en diferentes zonas de parques de atracciones para que el usuario pueda tomarse fotos en la zona con una imagen interactiva e incluso usar la RA en los souvenirs.



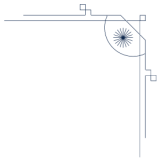


Figura 9: Ejemplo de uso de RA en parques. Imagen obtenida del canal de YouTube de *Futurism*.

El VR Park en Dubái es un parque de atracciones que solo tiene juegos que usan tanto RV como RA, al igual que en Malasia también hay un parque con temática de RV y RA llamado The Rift. También hay parques en donde se han puesto marcadores en las filas de las atracciones para hacer las largas esperas más amenas con juegos que se activan a partir de un código QR que pueden abrir desde sus dispositivos móviles.



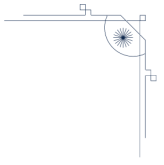
Figura 10: Ejemplo de uso de RA en parques. Imagen obtenida del canal de YouTube *floydmueller*

Los parques de Disney también han experimentado con la RA para orientar y facilitar información de la zona e incluso han usado la RA Espacial para crear proyecciones para entretener y sorprender a los visitantes.



Figura 11: Ejemplos de SAR. Imagen obtenida del canal de YouTube *Studio 10 films*

- **Conciertos:** Recientemente en algunos conciertos se ha querido enriquecer la experiencia del público mediante efectos causados por la RA ya sea



mediante aplicaciones móviles como en el caso de ZOAN o sobretodo mediante Mapping y proyecciones, ya sea para crear un efecto visual que magnifique el espectáculo o como fue el caso de un grupo de K-Pop en el que una de sus integrantes no podía estar en el escenario y usaron la RA Espacial para proyectarla en el escenario.

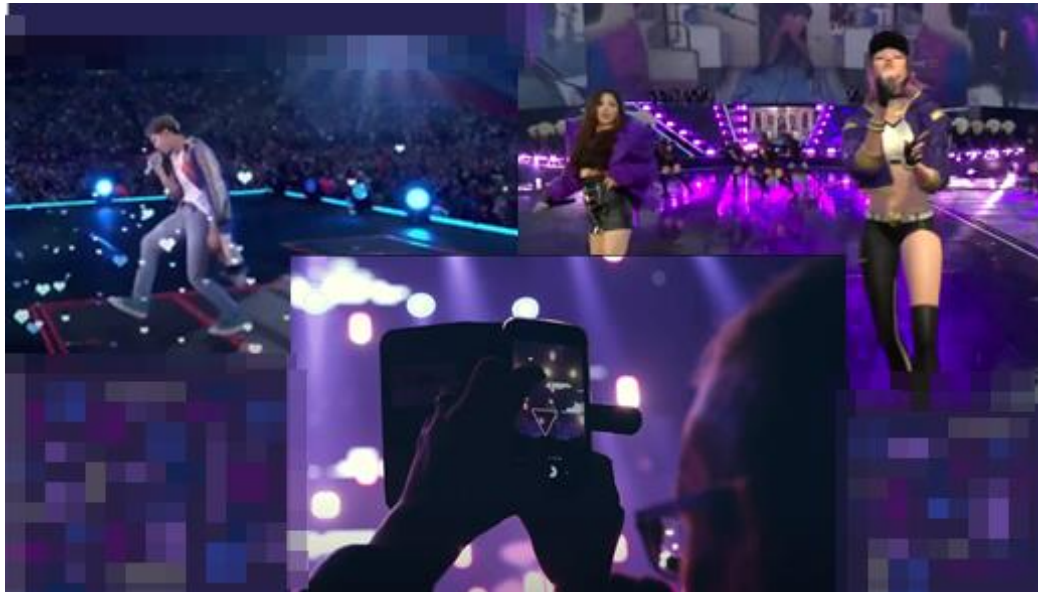


Figura 12: Ejemplo de RA en concierto. Collage hecho a partir de capturas de los videos referenciados

- **Noticieros:** En varios noticieros y programas televisivos, sobre todo en clima y deportes o para mostrar las elecciones presidenciales, por ejemplo, se ha usado la RA para poder explicar mejor la información con las imágenes reales proporcionadas, un ejemplo común en deportes es usar RA con Vitz. En general, los noticieros se benefician de la RA para poder ilustrar mejor la información para el espectador.



Figura 13: Ejemplos de RA en noticieros. Imágenes obtenidas del canal oficial de YouTube de Vitz

- **Negocios:** Un uso generalizado en el mundo de los negocios es la tarjeta de contacto, que aplica la RA para ofrecer más información del contacto que no

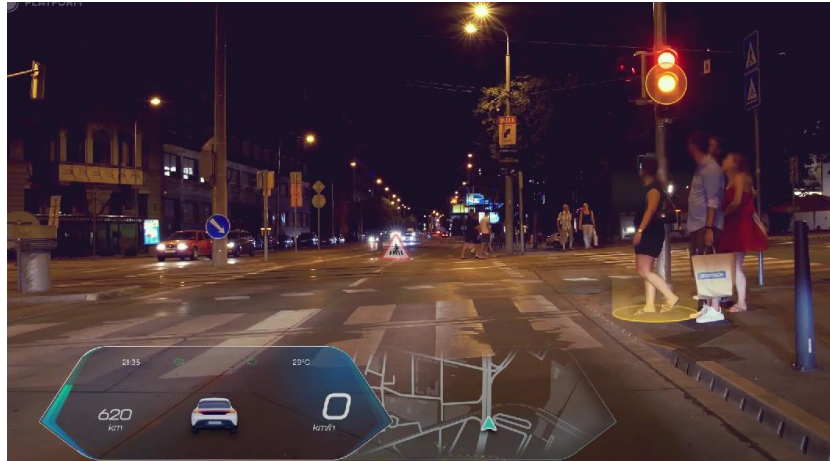
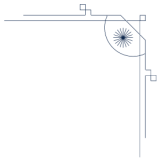


Figura 16: Ejemplo de RA en navegación. Imagen obtenida del canal de YouTube PLATFORM

- **Publicidad:** Dentro del campo de la publicidad es donde se pueden encontrar más ejemplos de las RA, ya que llama la atención por su novedad. Uno de los ejemplos sería el uso de RA en libros animados con ofertas para captar la atención del comprador, campañas de marketing como Lynx (interactuar con ángeles virtuales al pisar una señal del suelo); TG Mag Extra (revista que daba vida a algunas imágenes); Pepsi Max (parada de bus que les daba una imagen que los asustara e hiciera que miraran la parte de atrás del cartel donde se promociona Pepsi); Pizza Hut (menú que añade detalles y un personaje interactivo antes de pedir la orden); Stockholms is your canvas (app de RA que hace que el arte urbano de la ciudad cobre vida).

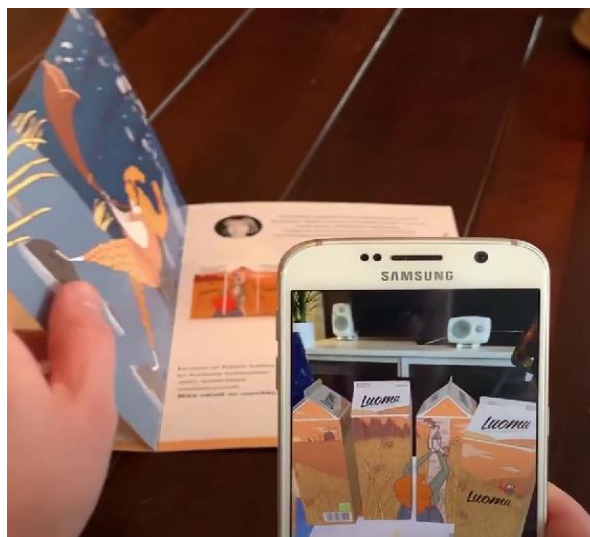
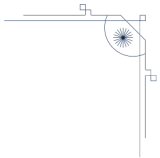


Figura 17: Ejemplo de RA en un libro. Imagen obtenida del canal de YouTube RINKI Group

También hay pancartas publicitarias que con el móvil puede crear una imagen en movimiento con RA, vallas publicitarias con RA para hacerlas más llamativas e interactivas, RA para probar ropa o animar perfumes, o casos como IKEA que con la RA colocan uno de sus productos en la casa del comprador interesado para tener una idea de cómo se vería, o Rolex que usa





la RA para tener una idea de cómo se vería un modelo específico en la muñeca, Warby Parker permite analizar la estructura de la cara para recomendar la mejor forma de gafas para el comprador con la RA, Nike tiene una app mide el tamaño del pie para recomendar la talla de zapatos que mejor se ajuste y dar una idea de cómo se ve; y así hay muchos más ejemplos. Un caso interesante es el de un artículo de ingeniería que usó la RA para dinamizar el contenido del artículo.

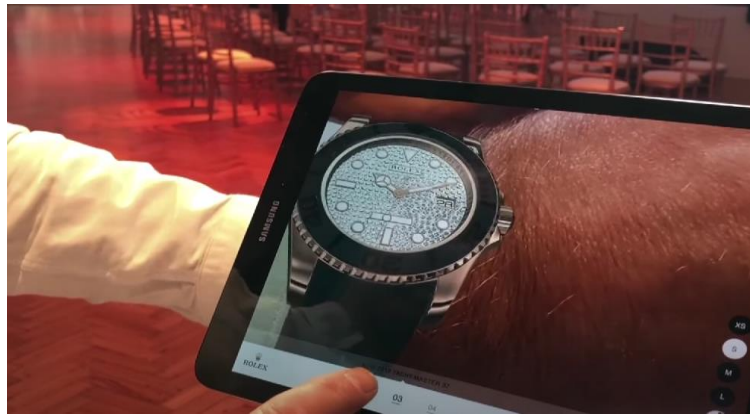


Figura 18: Ejemplo de RA para probar diferentes tipos de reloj. Imagen obtenida del canal de YouTube *Bernard Marr*

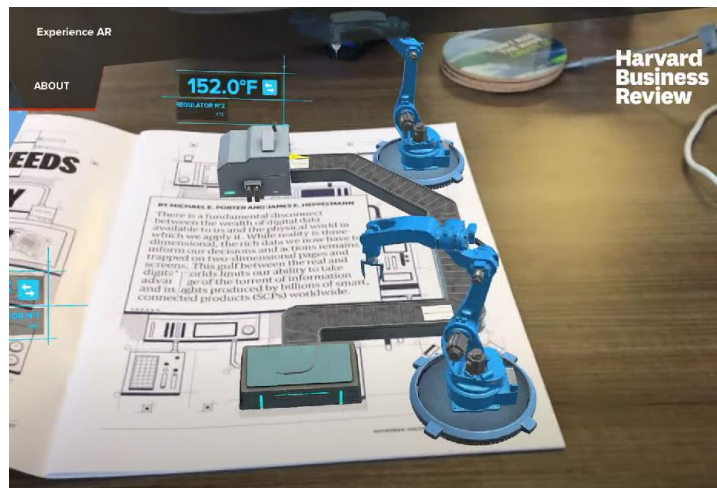


Figura 19: Ejemplo de RA en un artículo de revista. Imagen obtenida del canal de YouTube *Jake Steinerman*

- **Ingeniería/construcción:** En el campo de la ingeniería la RA se está usando para crear, mover y manipular modelos en 3D que permitan analizar, discutir y evaluar diseños y conceptos y mezcla los diseños virtuales en espacios reales para ver si funcionan.

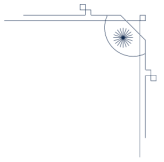


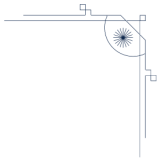
Figura 20: Ejemplo de RA en ingeniería. Imagen obtenida del canal de YouTube *HOLIGHT*

XYZ Reality ha creado unas gafas que usan la RA en espacios de construcción para asegurarse de que todo se está construyendo bien sin errores o comunicarse con más gente mostrando el terreno sin que estén muchas personas allí y mostrando modelos en 3D del producto para que la información sea más accesible. También se está usando la RA para ayudar al mantenimiento: reduciendo errores, previniendo riesgos y aumentando la productividad. Proporciona diferentes opciones de productos con los que hacer el mantenimiento y con la RA se ve si funcionaría o no. vGIS Inc. también sería un ejemplo de RA en construcción civil.



Figura 21: Ejemplo de RA en ingeniería. Imagen obtenida del canal de YouTube *vGIS Inc.*

- **Medicina:** En el campo de la salud la RA permite visualizar cierta información del paciente durante una operación para asegurar que el doctor haga bien el trabajo. También se está utilizando para ayudar a diagnosticar mejor una enfermedad y hacer bien su tratamiento. Un ejemplo sería el Microscopio de RA “Senti AR”, el cual provee de visualización holográfica en tiempo real de la anatomía del paciente para que los cirujanos lo usen en procedimientos complicados. Este permite visualizar los órganos del paciente sin tener que abrir el cuerpo. Insight Medical System también ofrece cirugía asistida y Virti



ayuda a tomar decisiones bajo presión en una plataforma inmersiva con RA. Las Hololens también están creando modelos en 3D con RA para las cirugías y se está empezando a considerar las posibilidades de la RA en la radiología.



Figura 22: Ejemplo de cirujana usando RA para ver la mejor opción de tratar a su paciente. Imagen obtenida del canal de YouTube *Science Time*

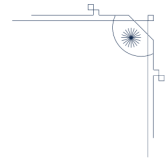
- **Películas:** Algunas películas o series de televisión también están mostrando la RA, ya sea como parte de una escena dentro de la historia, como sería el caso de la película de *Iron Man* quien usa las proyecciones en RA, al igual que en *El Juego de Ender*, basado en la novela de mismo nombre de 1985 escrita por Orson Scott Card, o la serie coreana de Netflix *Memorias de la Alhambra* la cual trata de un hombre atrapado en un juego de RA en el que la realidad y lo virtual se van difuminando. También hay un caso diferente con la película Disney “Remembering”, la cual para promocionarse generó un mapa de RA para añadir a la experiencia de la película.



Figura 23: Escena de “Memorias de la Alhambra” en el que se ve al protagonista en el mundo real viendo una imagen virtual. Obtenida de: *ANÁLISIS | Recuerdos de la Alhambra S01E01: Episodio 1* [Imagen]. (s.f.). [Malditos Nerds](#).

- **Educación:** para finalizar, los educadores se están valiendo de la RA para hacer el aprendizaje más llamativo para sus estudiantes, simplificar





conceptos complicados, mejorar la participación de los estudiantes, motivarlos y obtener mejores resultados. Un ejemplo sería la RA explicando ecuaciones matemáticas de geometría proyectando la figura en 3D para ilustrar mejor lo que hace la ecuación. Otro ejemplo serían unos libros en los que las imágenes cobran vida con la RA y facilitan la explicación, hay casos así de ingeniería y ciencias. También hay varias aplicaciones que permiten a los profesores crear sus propios contenidos con la RA, personalizando la forma de aprendizaje como UniteAR, Aurasma, Arsat, LearnAR, etc.

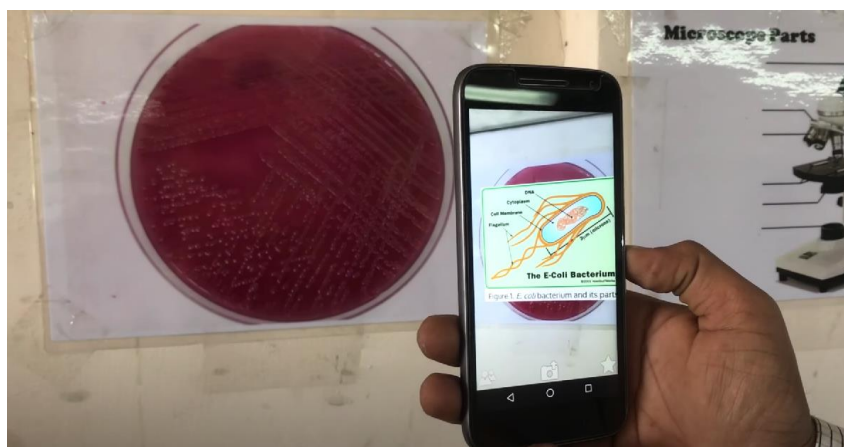
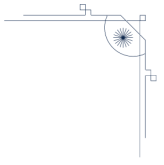


Figura 24: Ejemplo de RA para estudiar la célula en clase. Imagen obtenida del canal de YouTube Vishal Bhoir

Por lo que se ve en estos ejemplos, la RA se usa generalmente para:

Campo	Objetivo/función
Parques de atracciones, juegos, redes sociales, conciertos, películas	Entretener o impresionar al espectador magnificando la realidad con detalles virtuales
Educación, noticieros, negocios	Aportar o proporcionar información extra que el espacio físico no puede mostrar
Ingeniería, medicina, coches	Practicidad o facilitar una acción
Publicidad, conciertos, negocios, educación	Llamar la atención y mantener el interés del espectador

En este capítulo se ha planteado cómo dentro del campo del patrimonio existe un subcampo conocido como Patrimonio Virtual, el cual se trata de proyectos patrimoniales que se sirven de tecnologías inmersivas, entre las cuales se encuentra la RA. Se ha explicado brevemente la diferencia de la RA con las otras tecnologías inmersivas, cómo funciona, y cuáles son los usos generales que tiene la RA en diferentes campos. En el siguiente capítulo se verá la metodología empleada para conocer los usos de la RA en el campo del patrimonio.



3 METODOLOGÍA

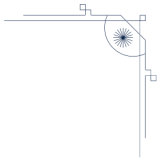
El objetivo de este trabajo es definir los usos actuales de la RA en el patrimonio. Para ello, se ha definido una metodología en la que se hace un análisis documental, recopilando la mayor cantidad de casos de RA en instituciones patrimoniales y analizarlas juntas para tener resultados generales y no de un solo caso en concreto.

Primeramente se analizó el estado de la cuestión para identificar qué tanto se ha estudiado la RA en el campo del Patrimonio, cuáles suelen ser las preguntas que surgen y cuáles son respondidas. En base a la información recopilada fue que se decidió hacer un estudio general, ya que en la mayoría de casos solo hay estudios que se enfocan en una sola rama o caso concreto, ya sea educación y patrimonio usando RA, turismo patrimonial y RA, RA en arqueología, RA en exposición de arte, etc.

La mayoría de trabajos centrados en la RA en patrimonio usan una aproximación metodológica cualitativa basada en Focus Groups y por eso mismo en un principio se consideró hacer un FG para ver la efectividad de la actividad de RA y si cumplía los objetivos. Sin embargo, este método no es idóneo para nuestra pregunta de investigación porque, por una parte, los casos de RA en instituciones patrimoniales en Barcelona son pocos, solo hay uno vigente que se sepa que sigue en funcionamiento, otro que ya no funciona, otro que no se sabe si sigue funcionando o no y uno que fue temporal, por lo que el estudio se vería muy limitado y no lograría obtener suficiente información para responder a las preguntas de investigación. Por otra parte, y en la misma línea, aunque se agregaran casos de otras ciudades españolas, el estudio seguiría limitándose a unos pocos casos y el trabajo pasaría de ser un estudio del estado general de la situación al estudio de un par de instituciones.

Una aproximación más efectiva es la del estudio documental, que ha sido elegido en este caso. Esta metodología consiste en obtener, analizar, interpretar y comparar información sobre un objeto de estudio a partir de un cúmulo de fuentes documentales, con el fin de construir nuevos conocimientos en base a una lista de objetivos específicos. En este caso el objeto de estudio son las aplicaciones de RA usadas en el campo del patrimonio. Con esta metodología también se pretende proporcionar un archivo que recopile información que suele estar separada y distribuida en varios estudios y facilitar el acceso a toda esa información.

Haciendo un estudio de todos los ejemplos actuales que hay de la RA en el patrimonio y comparándolos entre ellos en cuestión de mecánica, público objetivo, temática, objetivos, etc. se puede tener una idea más clara de todo lo que se está haciendo y todo lo que podría hacerse en el futuro con la RA que pueda beneficiar al patrimonio en su preservación, investigación y educación.



Para poder obtener estos resultados se empezó haciendo una prueba piloto con 22 muestras de museos e instituciones que han usado RA y crear un dataset que permita analizar estas muestras. Dependiendo de los resultados se decidiría si continuar con esta metodología o cambiarla.

La elección de estas 22 muestras fue en base a dos factores: el primero es la proximidad de la zona, para saber cuántos casos hay en Barcelona y, al encontrar pocos, ver cuántos hay en el resto de España. El segundo factor es en base a los primeros ejemplos que se mencionan en artículos o noticias online cuando se busca RA en museos.

Una vez elegida la muestra se buscó todos los artículos y noticias que hablaban al respecto para, a partir de allí, crear unas categorías en común según la información que hay al alcance y su posible relevancia para la pregunta de investigación. Estas categorías terminaron siendo:

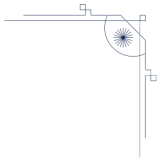
Fecha: Para poder ver cuándo empezó a aparecer en centros patrimoniales la tecnología RA, si ha habido una época en la que hubo un boom de instituciones que usan RA, si solo fue temporal o sigue vigente, etc. Como no había suficientes fuentes que especificaran las fechas para todas las muestras, la información fue obtenida de forma general, tomando en cuenta el año de publicación de los artículos que daban la noticia de la RA en la institución.

Localización: Para poder ver en qué países es más común ver el uso de la RA en centros patrimoniales, si hay algún factor en estos que determine una mayor o menor presencia de RA en sus instituciones patrimoniales, como por ejemplo el económico, el tecnológico, o el cultural.

Objetivo: Uno de los datos más importantes a obtener para responder la pregunta de investigación es el objetivo de estas instituciones al querer usar la RA, si lo hacen con fines educativos, turísticos, para entretener, para modernizar, para ser más accesibles, etc. Esta información se encontraba en los artículos de todas las muestras en palabras de los representantes de la institución o los creadores de la tecnología RA. También se tomó en cuenta la actividad de la propia tecnología RA para manifestar estos objetivos.

Cada institución o espacio patrimonial tenía un objetivo distinto a la hora de usar RA, pero como se quiere responder si cumplen con la función de preservar, investigar, educar y comunicar el patrimonio, se intentó dividir esos objetivos en estas categorías. Lo que separa las categorías de educar y comunicar es que la segunda se ha aplicado cuando el objetivo es atraer más público al lugar o parece haber más fines turísticos y comerciales, mientras que educar es cuando la RA se usa para mostrar cualquier tipo de información y lo importante es proporcionarla al público.



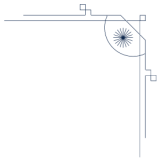


Colaboración: Buscando fuentes para seleccionar las muestras se vio cómo en algunos casos el proyecto era iniciativa de la institución patrimonial, mientras que en otros era iniciativa de expertos informáticos, por lo que se consideró que hacer una categoría de los organismos responsables de hacer un proyecto de RA en el centro patrimonial podría mostrar diferentes variables respecto al resultado del producto dependiendo de quien tuvo la iniciativa, y su efectividad para cumplir los objetivos. En algunas muestras encontrar esta información era más complicado que en otras y lo más probable es que falten responsables que no se han podido encontrar, pero en todas siempre había algún artículo que mencionaba lo suficiente para identificar a quién pertenecía la iniciativa.

Aquí se quiere ver quién tuvo la iniciativa de la actividad de la RA para ver si esto hacía una diferencia en su mecánica y función, por lo que se dividen los factores entre, iniciativa por parte de la empresa tecnológica o algún estudiante de informática que se haya comunicado con la institución patrimonial y haya propuesto la RA; iniciativa por parte de la institución patrimonial que, o bien ya tiene un equipo digital y con ellos ya acordaron qué hacer, o buscaron alguna empresa de RA e hicieron su pedido. En el caso de la categoría de ambos, es cuando la información no estaba clara y no se puede confirmar si quien tuvo la iniciativa fue una empresa tecnológica o una institución patrimonial.

Dispositivo: Si el dispositivo es una Tablet, un proyector, un teléfono, si fue dado por el museo o es una app que el usuario pueda descargar, permite evaluar la accesibilidad y durabilidad de la tecnología RA, además de destacar los posibles fallos y complicaciones, por lo que se decidió crear esta categoría. La información podía ser obtenida tanto desde la web de los centros que todavía tienen su artículo sobre su RA en línea, y en los artículos de noticia publicados. Para estudiar de qué forma el público puede usar la RA se hizo una categorización entre: tipo de dispositivo, es decir, aplicación de teléfono móvil, Tablet proporcionada en la institución patrimonial, gafas HDM proporcionadas por la institución patrimonial, proyectores o filtro de una red social; y según cómo se pueda acceder a ella, es decir si es una aplicación gratuita, viene incluida con la entrada al museo (la cual puede ser gratis o de pago dependiendo del lugar) o hay que pagar un ticket aparte para poder usarla.

Público objetivo: La información se obtuvo de los artículos de noticias publicados y la web de la institución patrimonial o compañía tecnológica correspondiente, en los cuales en la mayoría de casos se mencionaba de forma específica el rango de edad del público al que querían llegar. Esta categoría sirve para saber el contexto en el que se pretende usar la RA, si es porque se cree que al ser algo tecnológico podría captar la atención de los jóvenes o si puede ayudar y facilitar la información a gente mayor. En muchos casos los artículos que hablaban de la actividad en RA mencionaba a un público objetivo general o decía que la actividad es para todos los públicos, pero en los casos en los que había videos, el público presente oscilaba entre estos cuatro: niños, jóvenes, adultos y familias, por lo que no se han incluido el



público mayor o con necesidades especiales. Se quiso también incluir la categoría de público extranjero pero esta terminó siendo aplicada a todos los casos así que se decidió omitirla.

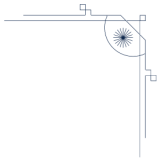
Temática: Esta categoría se obtiene directamente viendo el tipo de institución y para ver si es más frecuente el uso de la RA en un ámbito u otro y cuestionar el por qué, o si es irrelevante a la hora de incluir esta tecnología. En este caso, la selección de las temáticas fue basada en la temática usada en la RA, más que de la institución. Por eso en el caso del museo de la bolsa, el cual como institución tiene una temática económica, entra en la categoría de bellas artes, ya que la actividad de RA aplicada en el museo es sobre obras de arte; igual que en el caso de la iglesia de Taüll, la cual tendría una temática religiosa, pero el mapeo de RA trata con la pintura al fresco. Al final estas actividades de RA dentro de la muestra utilizan las temáticas: bellas artes, escultura, arquitectura, arqueología, etnografía, historia, ciencias naturales y automóviles.

Mecánica de la RA: En esta categoría se pretende hacer un análisis cualitativo para analizar de qué forma es utilizada la RA en la actividad, si como un juego, como guía, como detalle extra, etc. para ver si hay un patrón, si este parece ser útil para los objetivos, si hay más opciones que aún no se han explorado, etc. La información fue obtenida en base a las descripciones de la actividad que hay en los artículos y páginas webs de la institución más los videos en YouTube al respecto.

Relevancia dentro de la exposición: Esta categoría permite ver si el uso de la RA afecta, influye o genera algún impacto en la experiencia del visitante en comparación a no tener RA. Esta información se obtuvo mediante la descripción de la actividad mostrada en los artículos de prensa o la página web de la institución. En este gráfico se quiere ver las funciones que se le han dado a la RA dentro de la institución patrimonial, dividiéndolas entre:

1. **formar parte de una exposición temporal:** por lo que la RA fue hecha expresamente para esa actividad
2. **Complementar la exposición permanente:** lo cual implica que la RA viene incluida en la entrada de la institución y forma parte del recorrido habitual, aunque el público pueda decidir si usarla o no
3. **Formar parte de una actividad específica:** es decir, puede que esté o no incluida en la exposición permanente, pero no viene incluida en el recorrido habitual y es una actividad temporal
4. **Un objeto específico:** es como una mezcla de los puntos 2 y 3 pero se utiliza en un solo objeto de la exposición en lugar de varios

Impacto cuando sale: Con esta categoría se pretende ver qué tan promocionada estaba la RA en el centro patrimonial para que vaya el público objetivo y si tuvo un impacto lo suficientemente grande para que se siguiera hablando de eso. Esta información se obtuvo buscando todos los artículos que se podían encontrar del



tema y viendo sus fechas de publicación para ver por cuánto tiempo este fue relevante.

Duración de la actividad: En vista que muchos de los artículos o entradas de la web mencionaban este detalle se consideró agregarlo para ver, en parte la relevancia de la RA, y considerar cuál podría ser el tiempo ideal para hacer que la gente si quiera usar la RA. En este caso la división de factores se quiso hacer con un valor aproximado entre cinco minutos, alrededor de media hora, cerca de una hora o más de dos horas.

A partir de estos factores se pretende hacer una visualización de datos con la representación gráfica de esta información, para poder identificar los distintos patrones y comprender su relación. Para ello, una vez hechas las tablas con estos factores, se hizo uso de Rstudio, un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación, para hacer gráficas de cada factor por separado y luego todas sus combinaciones para ver las relaciones entre los distintos factores y hacer una visualización de datos.

Al ver que los resultados proporcionaban información suficiente para hacer un análisis rico que pueda responder las preguntas de investigación se agregó a la muestra 28 casos más. Se volvieron a hacer las gráficas y la visualización de datos con todos los 50 casos seleccionados para la muestra. Finalmente se hizo un análisis detallado de los datos de cada sección y una discusión más genérica de estos en base a las preguntas de investigación.

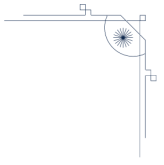
3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se han buscado varios casos de RA usado en el patrimonio, pero no se han podido añadir todos a la muestra debido a, en algunos casos, la falta de información, y al hecho de que otros casos no formaban parte de un lugar patrimonial en concreto, como lo son los casos de KeyARt, “Meet Vermeer” o Trick Eye por ejemplo.

KeyARt es una aplicación de RA gratuita para móvil que ofrece una visita guiada en RA en un museo, galería, muestra o espacio determinado del patrimonio cultural. Se trata de una aplicación que trabaja con varios organismos patrimoniales en Estados Unidos, Inglaterra, Italia, Francia y España y parece tener intención de expandirse a más países (*KeyARt - La nuova app per la visita al museo in realtà aumentata*, s.f.). Al tratarse de un caso que no se encuentra promocionado por ninguna de estas organizaciones patrimoniales e incluye varios espacios patrimoniales, se ha decidido no incluirlo en la muestra.

“Meet Vermeer” es un proyecto de Google que incluye 36 pinturas de Vermeer obtenidas de 18 museos a lo largo de 7 países. Ya sea mediante la plataforma Arts & Culture o la aplicación móvil, el usuario podrá encontrarse una galería de RA con las 36 pinturas de Veermer (*Google Uses AR to let the world ‘meet Vermeer’*, s.f.).





Igual que el caso anterior, se trata de un proyecto en el que se incluyen muchos organismos y puede seguir expandiéndose, y los museos que forman parte del proyecto no lo promocionan como actividad del museo, y en caso de hacerlo, sería incluir en la muestra 18 museos que tendrán todos los mismos valores y factores, ya que al final se trata de un mismo proyecto.

Trick Eye puede que sea el caso más singular porque se trata de un Museo de RA que tiene nueve sedes en Asia y una en América y en el que la gente puede alterar e interactuar de distintas maneras con varias obras de arte distribuidas en varias zonas (Rosales, 2018). Como no se trata de un proyecto de RA que una institución ha querido aplicar como nuevo recurso sino de un museo propio, con sus obras y varias sedes, se pensó que valía la pena mencionarlo, aunque no pudiera añadirse a la muestra.

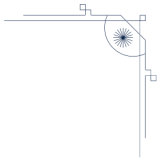
Otro caso de museo de RA fue el 3DAR Trick Art Museum de Santa Mónica, que abrió en 2020 y ahora solo queda el comentario de un blog y lo que fueron sus redes sociales (Instagram, Facebook) para saber un poco de él, ya que cerró permanentemente en 2021 y su canal de YouTube y página oficial ya no existen (*A Guide to 3DAR Trick Art Museum in Santa Monica*, s.f.).

Hay otros casos que quisieron agregarse a la muestra, pero al final fueron eliminados debido a la poca información que había al respecto. Uno de ellos es el caso de The Kennedy Space Centre en Merritt Island, el cual suele ser mencionado en artículos que ponen ejemplos de RA usada en el patrimonio, pero aparte de estas menciones, cuando se busca individualmente o en la web del centro, no hay información al respecto. Por lo que el artículo menciona, el centro utiliza hologramas de RA a lo largo de su exhibición de varios astronautas explicando su experiencia (Coates, 2022).

Otro de los casos fue el del Asian Civilisations Museum de Singapur, el cual ha usado RA dos veces, pero solo una de esas pudo ser añadida a la muestra. En el segundo caso, se trata de la celebración de la décima edición de la semana de las artes en Singapur, en 2022, en la que los visitantes pueden hacer un tour con gafas de RA que vienen con audio e imágenes 3D para aprender del pasado cultural asiático. Desafortunadamente solo un artículo proveía un poco de información al respecto (Goh, 2022).

Los siguientes tres casos fueron mencionados en un mismo artículo, pero al buscar más información al respecto individualmente al final no se encontró nada. Estos son el caso del Laguna Beach Art Museum, en California, el cual al parecer usó la RA para hacer que unas fotos tuviesen movimiento; el caso del Science Museum en Londres, el cual con la RA convirtió en guía turístico a un presentador del programa de televisión Top Gear llamado James May para hablar sobre máquinas de vapor y las primeras computadoras domésticas (Rieland, 2012); y finalmente el caso del Getty Museum en Los Ángeles, el cual data de 2012 y solo se encontró un artículo





más en el que explica que con la RA se podía superponer en algunos cuadros el trabajo de conservación detrás, o también “sacar” algunas de las obras del museo para que el visitante pueda estudiarla desde todos sus ángulos (Terdiman, 2012), pero de nuevo, no había más artículos que pudiesen proporcionar suficiente información para agregarlos a la muestra.

Finalmente, los otros dos casos que en un inicio se quería incluir a la muestra y al final no se pudo son del Cosmocaixa en Barcelona. El primero se trata de una colaboración entre la Cosmocaixa y la Universidad Online de Cataluña (UOC), hecha cerca de 2013 por estudiantes de la UOC para la cabeza de Triceratops de la Cosmocaixa, en la que con la RA el esqueleto cobraba vida y se movía, a la vez que proporcionaba información. Por desgracia solo la página web oficial de la UOC tenía un apartado que hablaba al respecto, pero este ya no existe desde finales de 2022⁴ y la propia web del centro tampoco menciona esta actividad. Esto se puede deber a que la actividad ya no funciona, pues en una visita al centro se pudo ver la opción de abrir un código QR pero al intentarlo este no funcionaba. En cualquier caso, como la única fuente que había fue eliminada y no se pudo encontrar más, se tuvo que eliminar de la muestra.

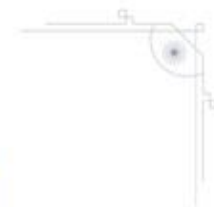
El segundo caso, también de la Cosmocaixa, se trata de una exposición temporal de 2022 en colaboración con el Science Museum de Londres llamada *El Sol. Viviendo con nuestra estrella*. En una parte de la exposición había una bola blanca gigante con un código QR que se podría escanear con las tablets que había alrededor para poder ver el sol y datos al respecto. De todos los artículos sobre la exposición solo uno hacía mención de la RA, en la que no se explicaba ni en qué contexto se aplicaba, ni el objetivo detrás, ni el público objetivo, ni su función dentro de la exposición, ni se le dio mucha importancia (Martín Valbuena, 2022). Una visita a la exposición permitió ver su mecánica, que se trataba de 4 tablets, alrededor de la bola blanca previamente mencionada, las cuales eran muy pesadas y que por el cable que las conectaba al lugar, era muy difícil mover para ver el sol apropiadamente y muy altas para los niños. Aparte de eso, ni siquiera en el centro sabían que tenían una exposición con RA si se preguntaba al comprar las entradas. Debido a esto, al final se optó por solo mencionar el caso pero no incluirlo en la muestra, ya que faltaban datos demasiado relevantes.

Es muy probable que haya muchos casos más que se han tenido que omitir en el trabajo, ya que la información disponible es bastante escasa y, como se puede ver en los ejemplos anteriores, esta va desapareciendo con el tiempo, por lo que fue bastante complicado conseguir hacer una muestra variada con casos de RA en el patrimonio que tuviese suficiente información con la que trabajar.

Finalmente, los casos seleccionados para la muestra fueron 50 y son los siguientes:

⁴ Página de la UOC: <https://www.transfer.rdi.uoc.edu/es/casos/experiencia-de-realidad-aumentada-sobre-el-craneo-del-triceratops-expuesto-en-el-cosmocaixa> (Última consulta: 04/12/2022)

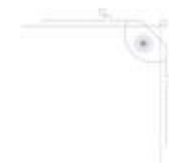




Institución	Breve introducción
(Artivive) Museo Albertina de Viena	Museo que se encuentra en el centro de Viena y que alberga dibujos, acuarelas, grabados y pinturas que datan de los siglos XIX-XX
Art Gallery of Ontario (ReBlink)	Museo de arte en el centro de Toronto que alberga la mayor colección de arte canadiense y obras que datan desde el siglo I hasta el presente de Europa, África y Oceanía
Asian Art Museum	Museo de arte asiático localizado en San Francisco y con una colección que data de hace más de 6.000 años
Augmented DuSable Museum	Museo de Historia Afroamericana localizado en Chicago que se dedica al estudio y preservación de la historia, cultura y arte afroamericanos
Belvedere Museum	Conjunto palaciego de Viena que alberga una gran colección de arte medieval y barroco austriaco perteneciente a la colección imperial
Casa Batlló	Edificio de época modernista hecho por Antoni Gaudí en Barcelona e inscrito a la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO
Circo Maximo RA	Espacio de ruinas arqueológicas que fue el primer hipódromo de Roma y que solía utilizarse para celebrar los <i>Ludi</i> ⁵
Colección del Museo Ruso (Artefact)	Centro localizado en Málaga que forma parte de una de las sedes del Museo Estatal Ruso y que tiene exposiciones anuales de obras de arte rusas
Cuseum & Pérez Art Museum (Invasive Species)	También llamado PAMM, es un museo localizado en Miami que alberga obras de arte contemporáneo y del siglo XX de América, Europa Occidental y África
Lara Augmented Reality On Mural	Se trata de un mural con arte urbano ubicado en Budapest

⁵ Juegos público celebrados en la antigua Roma para celebrar fiestas religiosas u ocasiones especiales





Library of Trinity College (Proyecto Jonathan Swift)	Biblioteca de la universidad más antigua de Dublín, la Trinity College que guarda colecciones especiales de libros, manuscritos y archivos antiguos
Musée d'Art Moderne	Museo de arte moderno de París dedicado al arte del siglo XX
Musée d'Orsay 1	Pinacoteca de París dedicada a las artes plásticas del siglo XIX
Musée d'Orsay 2	Pinacoteca de París dedicada a las artes plásticas del siglo XIX
Musée de Louvre - Louvre Lens Le Secret des Mines	Museo nacional de Francia localizado en París y con sedes en Lens y Abu Dhabi que alberga esculturas, pinturas, artes gráficas, objetos de arte y antigüedades orientales, egipcias, griegas, etruscas, romanas e islámicas
Musée des Beaux-Arts de Rennes	Museo francés ubicado en Rennes y que alberga la colección del marqués de Robin de pinturas y esculturas europeas de los siglos XVI-XX, objetos de arte de Europa, África y América, y antigüedades regionales, romanas, etruscas, griegas y egipcias
Museo de Ewha Womans University	Museo de Seúl que abrió con el fin de preservar el patrimonio cultural coreano con una colección que data de tiempos prehistóricos e incluye arqueología, historia, arte popular, arte moderno y contemporáneo
Museo de la Acrópolis (CHESS)	Museo arqueológico griego localizado en Atenas y que alberga esculturas de piedra y bronce obtenidas de la Acrópolis de Atenas y varios restos arqueológicos de los alrededores
Museo de la Casa de la Bolsa	Museo mexicano que pretende difundir el conocimiento de la cultura bursátil y la historia de la Bolsa de Valores del país
Museo de la Ciudad de Antequera (AURASMA)	También conocido como MVCA es un museo de bellas artes, arqueológico y etnológico con una colección que data desde la prehistoria hasta la actualidad
Museo de las Civilizaciones Asiáticas	Ubicado en Singapur, alberga una colección de objetos de culturas y civilizaciones pan-asiáticas y materiales de la historia de China, Sudeste Asiático, Asia Meridional y Asia Occidental





Museo di Arte Urbana	Museo de realidad aumentada localizado en Milán y que destaca obras de arte urbano a lo largo de la ciudad
Museo Lázaro Galdiano (Enigma Galdiano)	Museo estatal de origen privado y ubicado en Madrid que alberga la colección de arte reunida por el editor José Lázaro Galdiano
Museo Nacional de Arte de Letonia	Museo localizado en Riga que alberga la colección más rica de arte nacional de Letonia data desde mediados del siglo XVIII hasta la actualidad
Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Enigma Ciencia)	También conocido como MNCN, es una de las instituciones científicas españolas más antiguas dedicada al estudio y difusión de las ciencias naturales y alberga la colección de ciencias naturales más importante de España
Museo Nacional de Singapur (Story of the Forest)	Museo más antiguo de Singapur y se centra en la historia de la ciudad
Museo Nacional de Singapur 2	Museo más antiguo de Singapur y se centra en la historia de la ciudad
Museo Sorolla	Museo estatal español que solía ser el taller y vivienda del pintor español Joaquín Sorolla y que hoy en día alberga una gran colección de sus obras y objetos que coleccionó en vida
Muséum national d'Histoire naturelle en París	Museo de historia natural de rango nacional de Francia que conserva las colecciones científicas, la investigación científica, la educación superior y la difusión de la cultura científica
Museum of Celtic Heritage	También conocido como Keltenmuseum y ubicado cerca de Salzburgo, se trata de un museo que contiene descubrimientos del período La Tene de la Edad del Hierro obtenidos en Dürrnberg



National Gallery, National Portrait Gallery y Royal Academy of Arts - AR Gallery	Son tres instituciones artísticas localizadas en Londres que albergan grandes colecciones de pinturas, retratos y obras de arte de Europa que datan desde el siglo XIII al XX
Noir Centre Pompidou	Centro Nacional de Arte y Cultura de París que alberga centro de investigación musical y acústica y posee una de las colecciones de arte moderno y contemporáneo más completas del mundo
Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition	No se trata de ninguna institución sino una exposición temporal que se está moviendo en diferentes centros hasta 2024 para mostrar la historia de la catedral hasta su última restauración
Parque arqueológico de Carnuntum	Es un parque arqueológico ubicado al este de Austria que solía ser un importante asentamiento romano fundado a mediados del siglo I d.C.
Philadelphia Butterfly Pavilion	Museo sobre insectos que se encuentra en la parte noreste de Filadelfia y exhibe insectos vivos y especímenes montados
RA Coliseo	Se trata del más grande anfiteatro romano, construido en el siglo I d.C. y dedicado al emperador Nerón
RA Pompeya	Es un sitio arqueológico localizado en la zona de la Campania y que solía ser una ciudad romana que conoció su fin el año 79 d.C. después de la erupción del monte Vesubio
Realidad Aumentada de las Culturas en el Museo de América (RACMA)	El Museo de América es un museo nacional español localizado en Madrid y alberga las colecciones de arqueología, arte y etnografía americanos datados desde el Paleolítico hasta la actualidad
Riga Motor Museum	Ubicado en Letonia, se trata del museo de vehículos antiguos más grande de los países bálticos operado por el Ministerio de Transporte de la República de Letonia
Royal Ontario Museum	También conocido como ROM, es el museo de historia natural y cultura mundial más grande de Canadá, ubicado en Toronto



Royal Ontario Museum 2	También conocido como ROM, es el museo de historia natural y cultura mundial más grande de Canadá, ubicado en Toronto
San Diego Museum of Art	Museo de bellas artes que alberga una colección de obras de arte mayoritariamente europeo y algunas partes de Asia, que data del 5.000 a.C. al 2001 d.C.
Sant Climent de Taüll	Es una iglesia románica que se encuentra en el valle de Bohí, Lérida, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO
Senckenberg Museum (BioKompass)	Es uno de los dos museos de historia natural más grandes de Alemania que destaca por su colección de esqueletos de dinosaurios
Smithsonian National Museum of Natural History (Skin and Bones)	Es un museo de historia natural localizado en Estados Unidos y que alberga una colección de más de 125 millones de especímenes de plantas, animales, fósiles, minerales, rocas, meteoritos y objetos culturales humanos
Stedelijk Museum	Museo de arte moderno y arte contemporáneo ubicado en Ámsterdam
Sunshine Aquarium	Es un acuario localizado en Tokio
Tarraco RA	Hoy conocida como Tarragona, fue una antigua ciudad romana cuyo conjunto arqueológico fue declarado Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO
Tate Modern Gallery (untold stories)	Galería de arte localizada en Londres que alberga la colección nacional de arte moderno y contemporáneo internacional del Reino Unido
The Franklin Institute Terracotta Warriors Exhibition	Es un centro de educación e investigación científica y museo de ciencias localizado en Filadelfia

Tabla 1: Instituciones



4 RESULTADOS

Fecha de inicio y final de la implementación de RA

Como ya se mencionó al inicio del trabajo, la tecnología de RA surgió casi al mismo tiempo que la digitalización en 3D, pero no es hasta las últimas décadas que las instituciones patrimoniales empezaron a usarla. Con el gráfico de la figura 25 se puede observar que ya hay unos primeros indicios de RA en 2010 y que va aumentando su número con los años, siendo 2017 el año con más proliferaciones. También se observa cómo, a pesar de haber disminuido un poco los números en los siguientes años, en 2018, 2019 y 2021 también hay un número elevado de casos de RA.

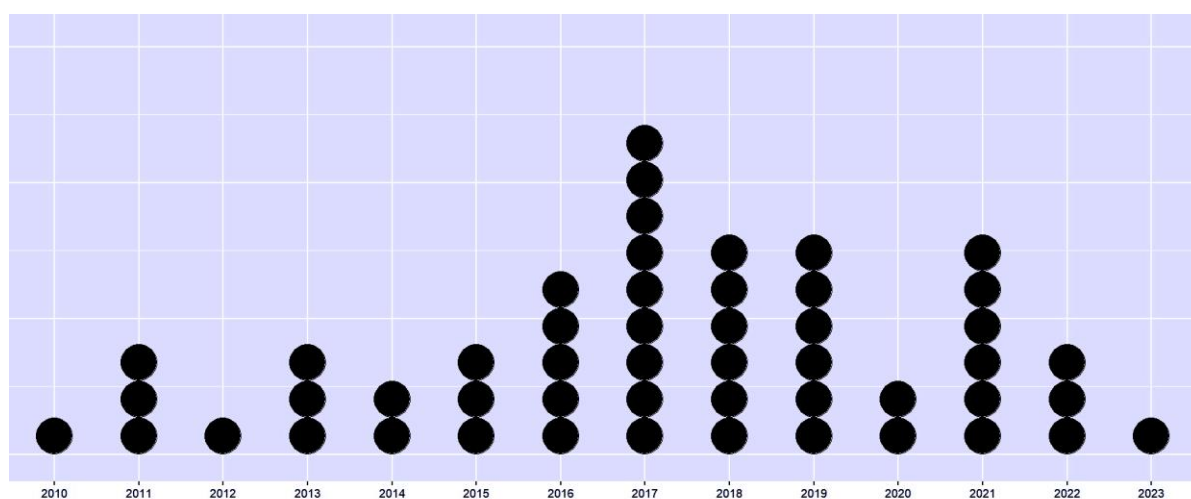
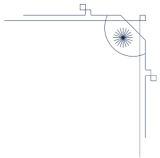


Figura 25: Diagrama de puntos que muestra el número anual de tecnologías de RA implementadas en instituciones patrimoniales entre 2010 y 2023

Este tipo de tecnología requiere de un constante mantenimiento para seguir siendo vigente por mucho tiempo. En el gráfico de la figura 26 se puede ver cómo hay instituciones que optaron por hacer su actividad con RA temporal, ya sea:

- **Por meses:** como son cinco casos, el del Stedelijk Museum, Noir en el Centre Pompidou, la colaboración de la National Gallery, National Portrait Gallery y Royal Academy of Arts, el Museo de las Civilizaciones Asiáticas y el Museo de Ewha Womans University.
- **Un año:** como el caso de ocho de las muestras, The Franklin Institute, The Senckenberg Museum, el Royal Ontario Museum, el Museo Sorolla, el Museo de la Casa de la Bolsa, el Cuseum & Pérez Art Museum, la Art gallery de Ontario y el Museo Albertina de Viena.
- **De 2 a 4 años:** lo cual se ve en siete instituciones, la Tate Modern Gallery, RACMA, Museo Nacional de Singapur, Museo Nacional de Arte de Letonia, AURASMA, Museo de la Acrópolis, y la actividad del Circo Máximo en Roma.



Después se ven unos casos que surgieron hace casi una década y parecen seguir vigentes hasta la fecha, no informando de una fecha de finalización, y que vendrían a ser las siguientes diez instituciones: Tarraco RA, Skin and Bones del Smithsonian, Sant Climent de Taüll, Riga Motor Museum, RA Coliseo, Museum of Celtic Heritage, Story of the Forest en el Museo Nacional de Singapur, el Museo di Arte Urbana, app Lara en el mural de Budapest y la Casa Batlló.

Hay unos siete casos en blanco, el Sunshine Aquarium, el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, el Museo de Lázaro Galdiano, Musée de Beaux-Arts de Rennes, el Museo de Orsey, el Proyecto de la Trinity College y el Asian Art Museum. Esto se debe a la falta de información respecto a la fecha final de su implementación de RA, la cual se asume que ya no sigue vigente debido a que las páginas oficiales de la institución no mencionan ni promueven la actividad de RA.

Como se ha podido ver en las gráficas, hay unos factores que sobresalen del resto. En el caso de la línea de tiempo, se puede ver que el comienzo de la RA sería en 2010, cuando esta tecnología empezaría a ganar popularidad en otros campos como los filtros de las redes sociales o los juegos, pero no sería hasta 2016-2017 que habría una gran proliferación de actividades de RA en el campo patrimonial. Como toda novedad, esta suele tomar un tiempo en ganar popularidad.

Es posible que la aparición de artículos académicos hablando sobre la RA y el patrimonio en los años 2013-2016 aportaran a que en 2017 hubiese un mayor interés por parte de las instituciones patrimoniales en experimentar con esta tecnología y aplicarla. Se ve que el 2018 esta iniciativa bajó un poco pero sigue siendo más elevada que los primeros años.

Que en 2020 los casos bajaran podría deberse al Covid-19 y el hecho de que la tecnología de RA viene mejor usarla in situ y al no poder salir de nuestras casas, no sería la tecnología más apropiada para las personas. Sin embargo en 2021 volvieron a subir los casos.

En 2022 parece que volvieron a bajar, pero dos de los casos omitidos en la muestra datan de ese año, por lo que puede decirse que el uso de RA se ha mantenido estable e incluso este año ya están surgiendo nuevos casos.

También es curioso notar cómo en la mitad de los casos que surgieron en 2016 y 2017 parece que la intención era usar la RA de forma temporal, mientras que las iniciativas que surgieron después la mayoría pretende tener una continuidad. Esto podría explicar por qué el número de casos de 2018 en adelante fue más bajo que en 2017. Los casos anteriores a este año no documentan si pretendían ser temporales, o si la intención es que fueran permanentes y debido a la falta de mantenimiento de la tecnología RA terminaron. En caso de tratarse de la segunda opción, esto también podría explicar que en 2016-2017 los casos aumentaran y variaran entre actividades temporales y permanentes.

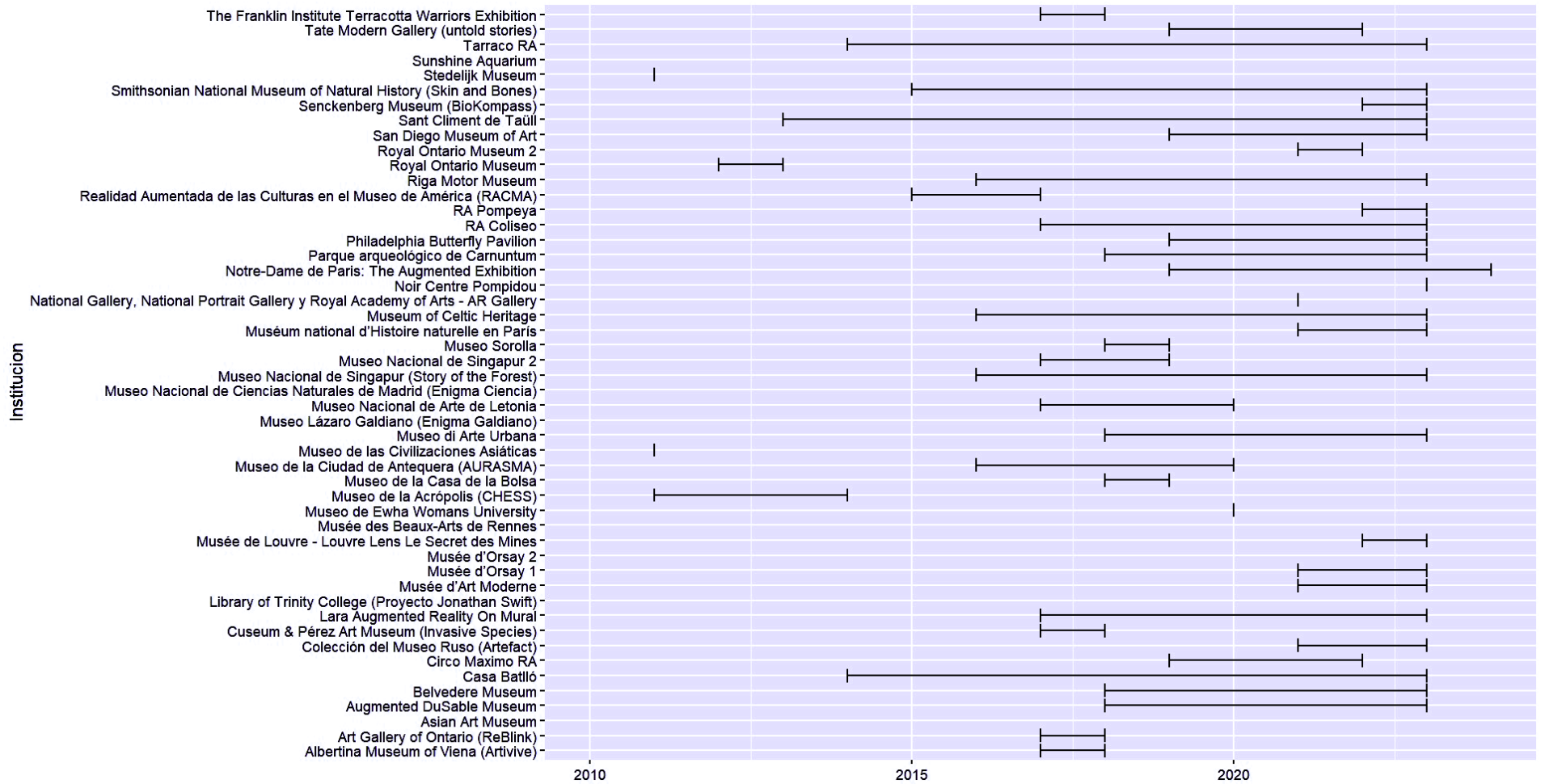
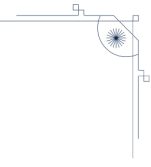
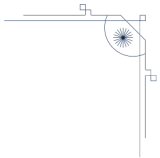


Figura 26: gráfico que muestra la temporalidad anual de las actividades de RA en las instituciones patrimoniales



Es posible que la temporalidad sea más efectiva a la hora de usar RA, ya que vuelve la actividad más novedosa y única, y saber que hay un límite de tiempo para experimentarla puede que sea el incentivo para atraer a más público. En caso de ser así, ¿valdría la pena usar los recursos económicos de la institución patrimonial en esta tecnología? o ¿cada cuánto habría que proponer una actividad con RA?

Otra razón para usar la RA de forma temporal puede deberse al mantenimiento que requiere esta tecnología, por lo que, al usarla de forma temporal, se evita su caducidad y que en unos años el producto se vuelva obsoleto o se vea anticuado.

Ciudades en las que se ha usado la RA para el patrimonio

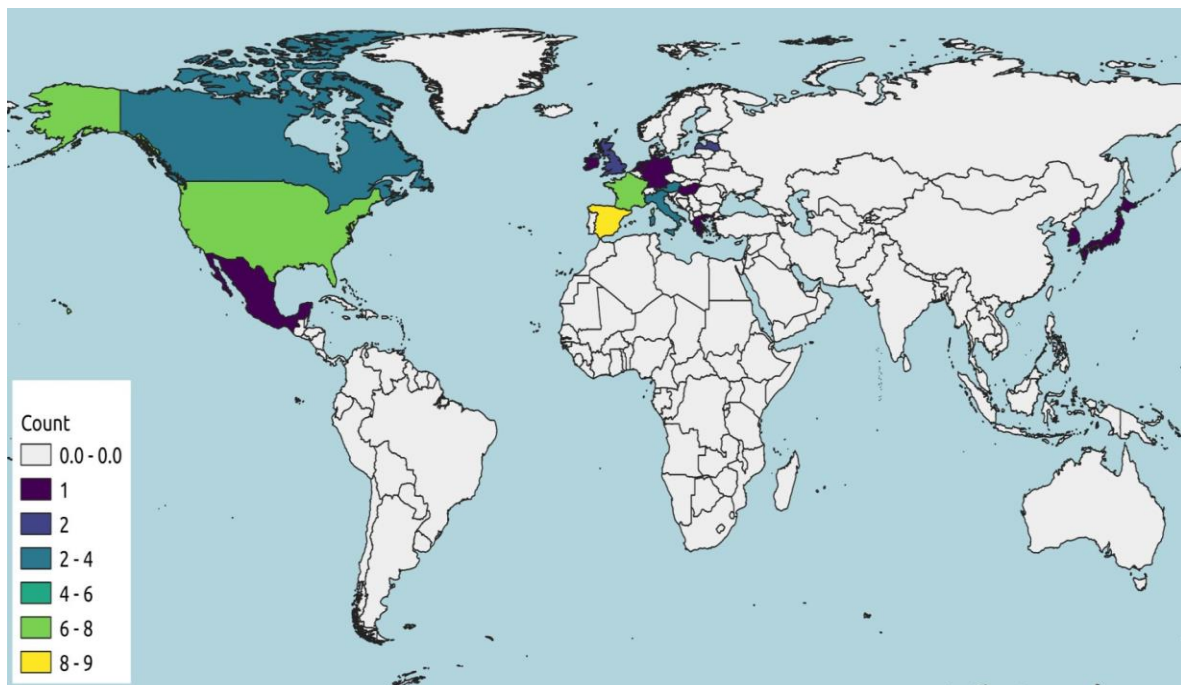
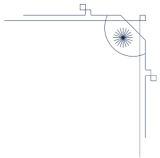


Figura 27: mapa resaltando los países donde se encuentran las instituciones

En el mapa se puede ver según los colores en qué países hay más instituciones patrimoniales que usan RA, España siendo la que más destaca, seguida de Estados Unidos y Francia y luego por Canadá e Italia.

Una de las posibles causas es el algoritmo de búsqueda que, al buscar en determinados idiomas, muestra más resultados, pero al no buscar en ruso, por ejemplo, no aparecerían resultados provenientes de Rusia. Otra opción es el hecho de que, al recopilar información mediante noticias y blogs online, varios hayan sido eliminados después de usar la actividad de RA y ya no quede registro de haber existido en determinadas instituciones.

Debido a esto, no se puede asumir con certeza que España sea el país que más ha experimentado con la RA, pero tomando en cuenta todos los países en conjunto, se puede ver que todos los que han usado RA son países donde el turismo es muy



popular, por lo que el uso de RA en ellos puede ser una estrategia para atraer a más público.

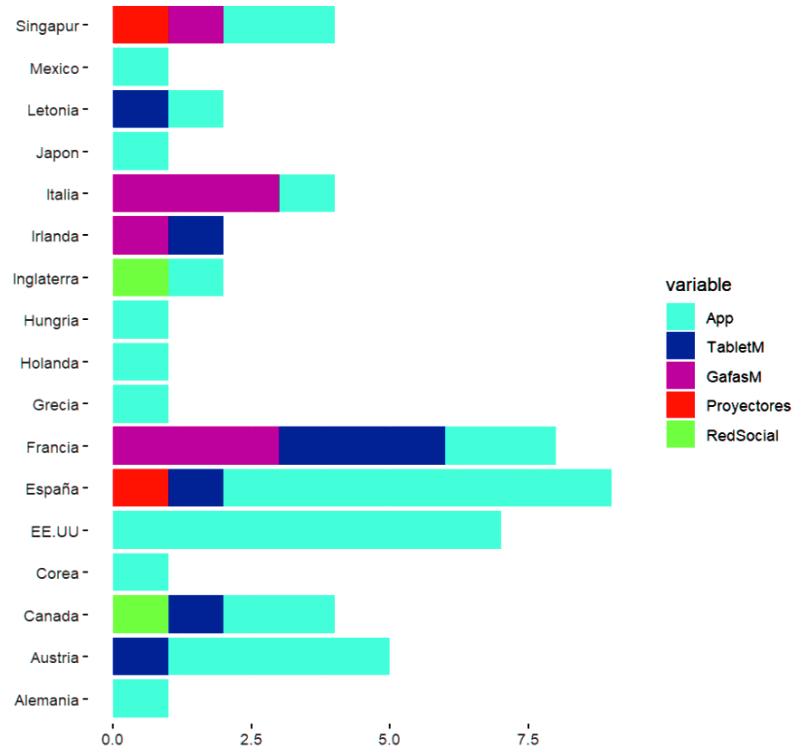


Figura 28: gráfico de barras con los países y el dispositivo que usan para la RA

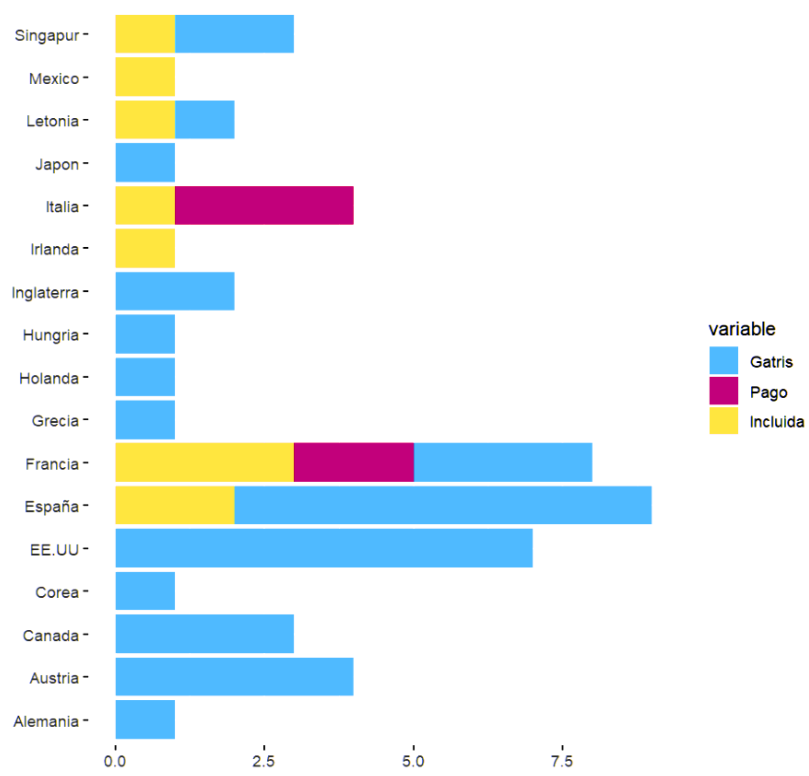
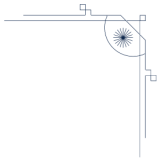


Figura 29: gráfico de barras con los países que usan RA y su precio

En la figura 28 se puede ver que en todos los países, a excepción de Irlanda, el uso de RA se efectúa a partir de una aplicación móvil que el usuario puede descargar a





través de Google Play o App Store. Solo hay dos casos en el que se usan proyecciones, en España y Singapur. Igual que solo hay dos casos en los que la RA se usa mediante filtros de redes sociales, Canadá con Snapchat e Inglaterra con Instagram. En Irlanda y Francia usan gafas HDM y Tablets. En Austria, Canadá y Letonia, aparte de la app, solo utilizan Tablets, mientras que en Italia y Singapur solo las Gafas HDM.

En la figura 29 se puede ver que la RA suele ser gratis o venir incluida en la entrada de la institución. Francia e Italia son los únicos países en los que la actividad en RA es de pago. En España, Francia, Irlanda, Italia, Letonia, México y Singapur la actividad de RA viene incluida en la entrada a la institución que, en la mayoría de casos, suele ser de pago.

Es interesante descubrir que la mayoría de casos de RA se encuentran en España, Francia y Estados Unidos, seguidos por Austria, Singapur, Italia y Canadá. Estos países forman parte de los 50 países con mejor economía (*Los países más ricos del mundo*, s.f.), por lo que el factor económico es uno de los factores que influye en la aplicación de la tecnología RA. Que España sea el país con más casos también puede deberse a que es el país europeo con mayor familiaridad con las tecnologías de RV y RA (portaltic, 2022). También es interesante que, de estos países, solo en España, Francia e Italia la actividad de RA se cobra, porque aunque en el caso de algunas instituciones la actividad venga incluida en la entrada, esta es de pago. Esto también pueda deberse a que los casos de pago suelen ser los que vienen con tablets y/o gafas de RA incluidas, por lo que el gasto por crear la actividad puede ser mayor y esta es la forma de compensar y ver si la inversión ha producido ganancias.

Público objetivo

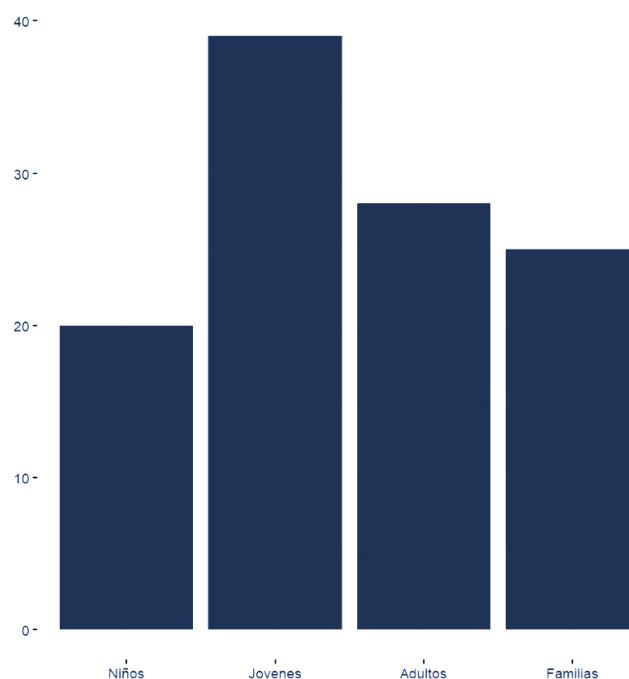
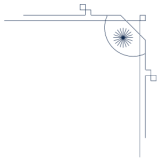


Figura 30: gráfico de barras que muestra la cantidad de veces que las instituciones patrimoniales tienen en cuenta a alguna de estas tipologías de público para su actividad en RA



Cada vez que se crea una exposición, una ruta turística, una actividad específica, etc. se debe tener en cuenta a quién va dirigido, para poder proporcionar una experiencia atrayente conforme a los gustos e intereses de ese público específico. En la figura 30 se puede ver un gráfico que muestra cuatro tipos de público: niños, jóvenes, adultos y familias. En más de una ocasión la institución dirigía su actividad a un público general, pero para saber cuál de todas las variables predominaba se decidió marcar más de una cuando el caso lo ameritaba. Se puede observar cómo el público joven fue la audiencia escogida por 39 de las 50 instituciones, siendo el mayoritario, mientras que el de los niños por sí solos es el más bajo y solo sube cuando se incluyen en las familias.

Temática en la que se utiliza la RA

Tomando en cuenta la clase de museo, el ámbito de la exposición o el lugar patrimonial se han clasificado ocho temáticas dentro de la muestra: arqueología, arquitectura, automóvil, Bellas Artes, Ciencias, Escultura, Etnografía e Historia.

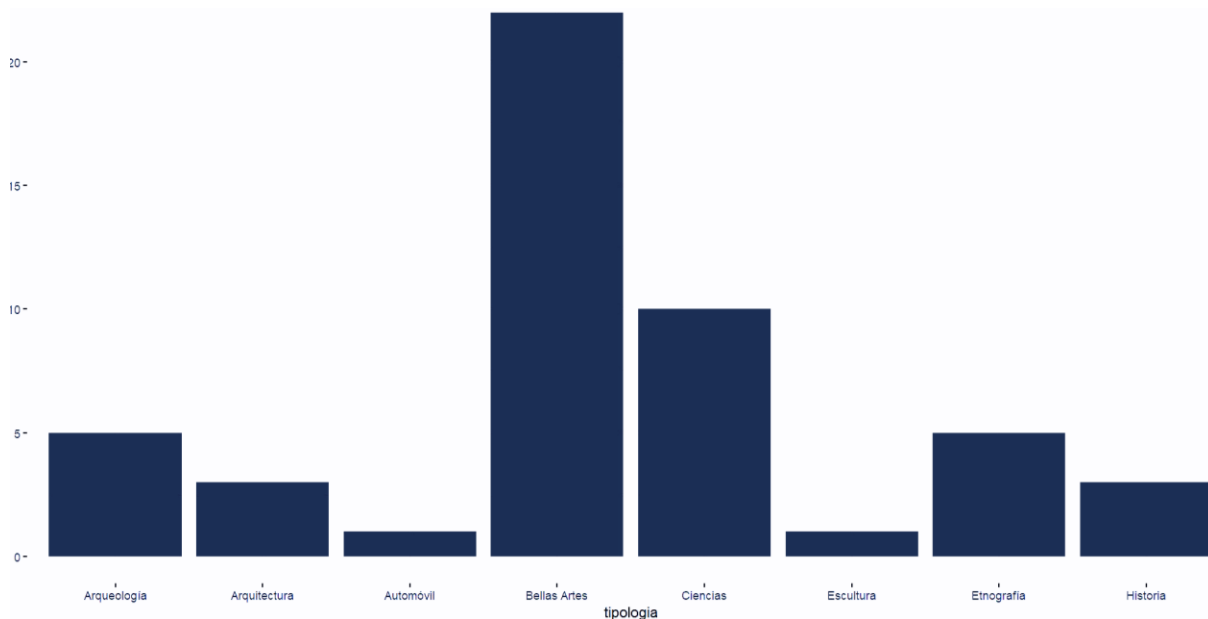


Figura 31: gráfico de barras que muestra las temáticas en las que suele usarse la RA y la cantidad de veces que ha sido usada

En la figura 31 se puede ver que la RA suele utilizarse más en el campo de las bellas artes, componiendo 29 de las 50 instituciones, seguido por el campo de las ciencias naturales. Se ve solo un caso puntual en temáticas automovilísticas y escultura, y un par más en historia y arquitectura, siendo los menos comunes.

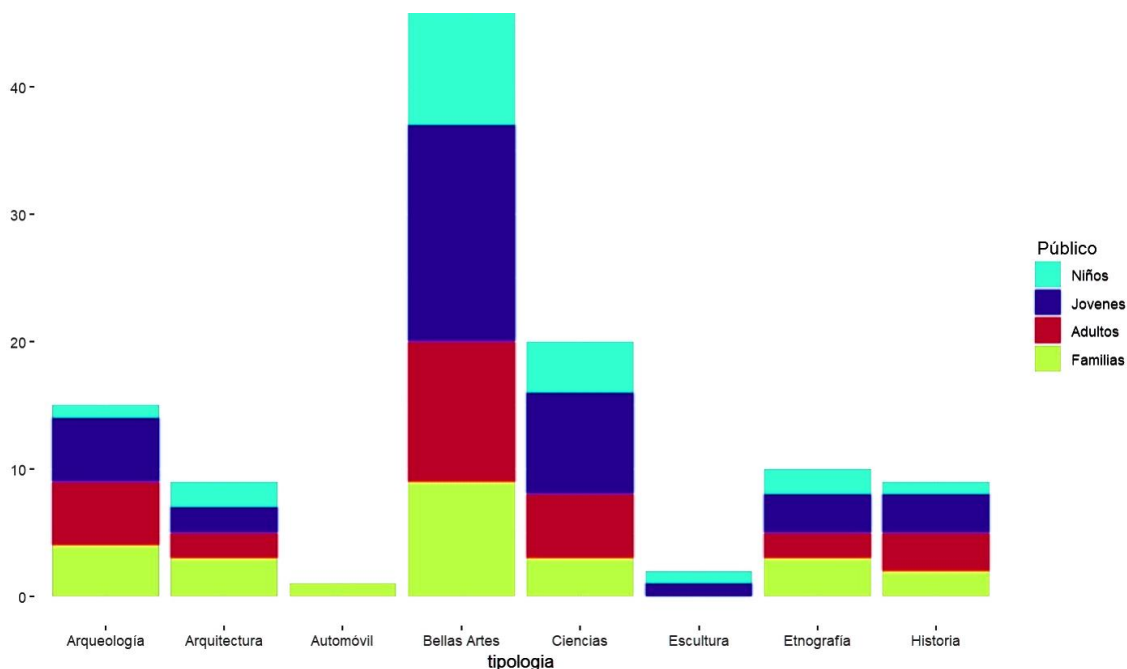
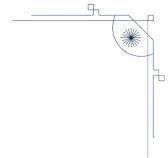


Figura 32: gráfico de barras que muestra la temática en la que se usa la RA y el público al que va dirigido

En la figura 32 también se puede ver cómo en la mayoría de temáticas el público objetivo es variado. En el caso de arqueología e historia los niños son el público minoritario, incluyendo familias, mientras que tanto en bellas artes como en ciencias el público objetivo principal es el joven. En el caso de la temática automovilística solo hay un caso y su público objetivo es el familiar, al igual que en el único caso de escultura el público objetivo son los niños y jóvenes.

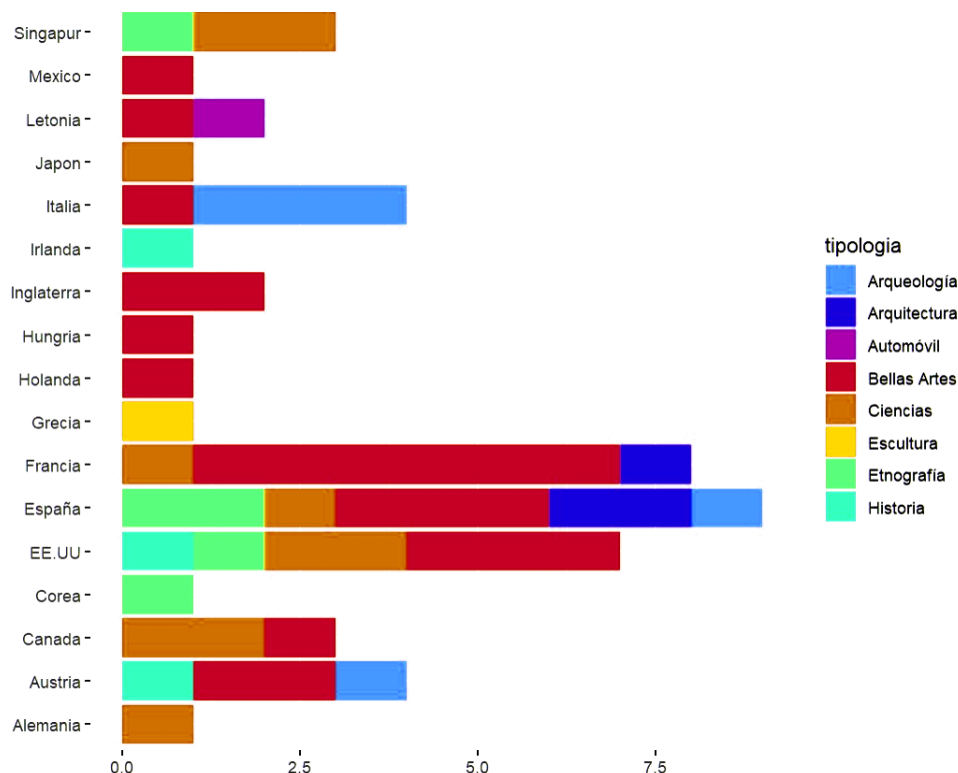
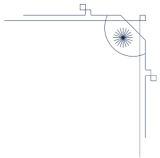


Figura 33: gráfico de barras que muestra en qué países se usa la RA en las determinadas temáticas



En la figura 33 se puede ver en qué países predomina cada una de estas temáticas. Solo Letonia tiene la temática automovilística y Grecia la escultórica. Solo en España y Francia se ha usado la RA en el ámbito de la arquitectura. También se puede ver que en Italia predomina el uso de la RA en el ámbito de la arqueología y en Francia predominan las bellas artes. Solo tres países, Austria, Estados Unidos e Irlanda han usado la RA en el ámbito de historia, y solo cuatro países, Corea, España, Singapur y de nuevo Estados Unidos han usado RA en el ámbito etnográfico. Estados Unidos y España parecen ser los países que usan la RA en más variedad de ámbitos.

Dentro de la tipología de museos e instituciones patrimoniales que utilizan la RA la temática predominante suele ser las bellas artes, seguida de las ciencias naturales. Por lo general los centros patrimoniales con temáticas de arte no suelen ser muy interactivos, lo cual puede hacer que pierda atractivo ante el público infantil y joven. Entre estos datos y los de los objetivos, es posible asumir que las instituciones esperan que con la RA puedan aumentar este público. Lo cuestionable es, ¿por qué creen que con esta tecnología lograrán atraer a este público? ¿Basta solo con promocionarse con RA o tienen más éxito dependiendo del uso que le den a la RA? También está el hecho de que, en algunos casos, la RA es usada por el propio artista para resaltar su obra y hacer al público parte de su creación, por lo que parece que esta tecnología también es una herramienta de expresión artística con la que experimentar.

Objetivo detrás del uso de la RA

Para poder proteger el patrimonio y asegurar su longevidad hay que seguir unas misiones muy importantes: investigar, educar, comunicar y preservar.

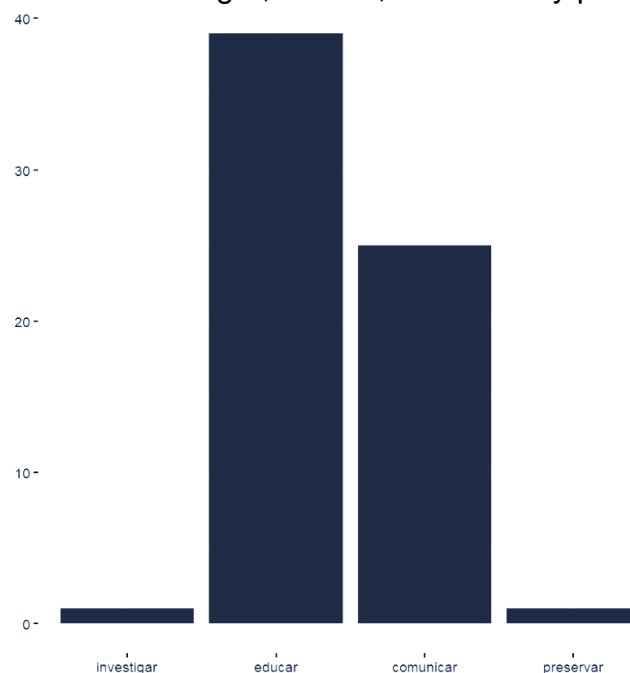


Figura 34: gráfico de barras que muestra el objetivo detrás del uso de la RA y cuántas veces lo ha sido

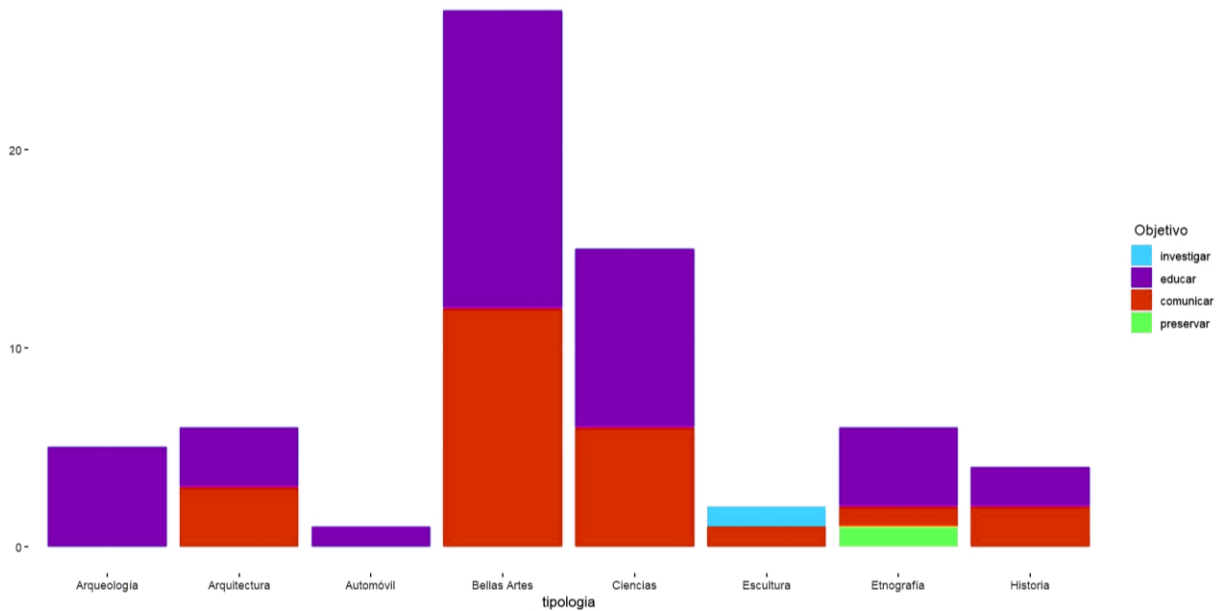
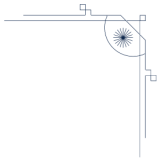


Figura 35: gráfico de barras en el que se muestra el objetivo de la RA según la temática del sitio patrimonial

Los objetivos generales de cada institución al crear su RA se han clasificado dentro de estas misiones y en la figura 34 se puede ver que solo una institución incluye la investigación y otra la preservación, pero lo que predomina al querer usar la RA es la misión de educar.

En la figura 35 se ve que en el único caso de temática automovilística y los casos de arqueología solo han tenido como objetivo la educación. Solo en el único caso de temática escultórica se tuvo como objetivo investigar y solo una institución con temática etnológica tuvo como objetivo la preservación de patrimonio al usar la RA.

La tabla 2 proporciona más detalle al mostrar el objetivo definido explícitamente por cada centro y se puede observar cómo en varios casos se repiten frases como “hacer que la obra o el animal cobren vida”, “viajar al pasado” o “generar una experiencia más interactiva”.



Institución	Objetivo
Albertina Museum of Viena (Artivive)	Atraer a visitantes fuera del campo del arte y llamar su atención con algo distractor. Cambiar la forma en que se crea y consume el arte y construir la comunidad en torno al arte de realidad aumentada
Art Gallery of Ontario (ReBlink)	Usar el arte y la tecnología para comentar el pasado y el presente, mezclar historia y modernidad, y generar un impacto en la experiencia del visitante, asombrarlo
Asian Art Museum	Ayudar a mostrar más material educativo sobre partes específicas de la exhibición. Brindar a los visitantes una capa interactiva divertida adicional a su experiencia de exhibición
Augmented DuSable Museum	Dar a los visitantes acceso a información adicional
Belvedere Museum	Explicar las biografías de los artistas, la historia de sus obras de arte y el proceso de su pintura, llevar toda la información relevante de la biografía y la historia del arte a las obras clásicas, asegurando que seguirán encontrando audiencias en el futuro
Casa Batlló	Mostrar la casa como Gaudí la concibió y descifrar el idioma del arquitecto. El éxito de la proyección que hacen en la fachada fue la motivación de intentar explorar más la RA. También se pretende sustituir los audio-guías con la RA
Circo Maximo RA	Hacer que el visitante pueda "viajar al pasado" y ver cómo era el circo y cómo era usado en su época
Colección del Museo Ruso (Artefact)	Propuesta para presentar las colecciones de los museos de Rusia en un formato moderno y dinámico en tiempos de Covid-19 cuando el museo estaba cerrado
Cuseum & Pérez Art Museum (Invasive Species)	Crear algo artísticamente extraordinario y tecnológicamente innovador. Usar la RA como un lienzo para nueva creación artística y como nuevo medio y canal de distribución, exponer el arte de una forma que permita que la gente interactúe con la obra. Ver las posibilidades de la RA como una herramienta educativa o un nuevo método para atraer y guiar a sus visitantes en el campo del arte. Generar una nueva experiencia.
Lara Augmented Reality On Mural	Dar vida a la obra y resaltar el arte urbano de la ciudad



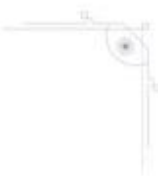
Library of Trinity College (Proyecto Jonathan Swift)	Se trata más de un caso de estudio para ver lo que aporta el uso de videos volumétricos en la realidad aumentada para el patrimonio. Crear una guía turística digital que embellezca de forma lúdica la experiencia museológica de los visitantes del museo
Musée d'Art Moderne	Descubrir de forma lúdica a los 110 científicos que componen el famoso cuadro "La Fée Électricité", permite comprender realmente la importancia científica y social del trabajo de Dufy. Crear un diálogo entre artes y ciencias.
Musée d'Orsay 1	Hacer que los niños y el público joven miren el arte de otra forma, presentar la naturalidad de los encuentros con las obras de arte, dar vida a la magia de las obras maestras en el sentido literal
Musée d'Orsay 2	Combinar observación, placer y educación. Con motivo de la restauración del cuadro
Musée de Louvre - Louvre Lens Le Secret des Mines	Entretener, promover el patrimonio y las obras del museo, animar a los visitantes a descubrir la ciudad de otra manera
Musée des Beaux-Arts de Rennes	Enriquecer la percepción del visitante de la obra y enseñar cosas que no se ven a simple vista de ella
Museo de Ewha Womans University	Compartir con el público los aspectos únicos y diversos de la sociedad de Joseon y permitir que el público comparta en redes sociales la experiencia
Museo de la Acrópolis (CHESS)	Proveer a los visitantes de experiencias narrativas digitales interactivas, investigar, implementar y evaluar tanto la experiencia de historias interactivas personalizadas para visitantes de sitios culturales como su autoría por parte de los expertos en contenido cultural
Museo de la Casa de la Bolsa	Ofrecer nuevas experiencias a través del arte. Las obras por sí mismas guardan mensajes y hablan de México.
Museo de la Ciudad de Antequera (AURASMA)	Mostrar información adicional de una manera entretenida y diferente a lo convencional para poder atraer a un público más joven
Museo de las Civilizaciones Asiáticas	Mejorar el atractivo de la experiencia del museo para los visitantes más jóvenes. Especialmente diseñado para contar una historia que complemente el contenido y el flujo de la exposición





Museo di Arte Urbana	Descubrir un Milán escondido e inesperado lleno de imaginación, creatividad y color
Museo Lázaro Galdiano (Enigma Galdiano)	Convertir los museos en una experiencia divertida, lúdica y educativa para familias buscando interacción entre padres e hijos. Incluir los museos de Madrid entre las propuestas más atractivas de 'planes con niños'
Museo Nacional de Arte de Letonia	Abordar la escasez de guías, así como las preferencias de consumo de información de las personas
Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Enigma Ciencia)	Convertir los museos en una experiencia divertida, lúdica y educativa para familias buscando interacción entre padres e hijos
Museo Nacional de Singapur (Story of the Forest)	Presentar el pasado colonial de Singapur en contraste con su modernidad actual
Museo Nacional de Singapur 2	Preservar el patrimonio cultural, y usar la RA como una oportunidad de "retroceder en el tiempo" para que las personas puedan comprender más claramente la historia del monumento específico y también puedan saber cómo era cuando se construyó por primera vez
Museo Sorolla	Generar una experiencia interactiva única. Potenciar el turismo y la educación. Adaptar los contenidos históricos a los dispositivos autónomos de los usuarios (móvil y Tablet) con el objetivo de generar una forma didáctica de divulgar cultura acorde a las tendencias sociales del siglo XXI
Muséum national d'Histoire naturelle en París	Educar sobre las especies extintas y arrojar luz sobre las especies actuales y sobre las buenas prácticas de los pueblos indígenas
Museum of Celtic Heritage	Aprender más sobre el patrimonio celta de una manera divertida e interesante. La intención de los avatares es presentar el conocimiento de una manera que afecte emocionalmente a los visitantes a través de la narración de historias.
National Gallery, National Portrait Gallery y Royal Academy of Arts - AR Gallery	Generar una nueva manera de ver arte y una nueva forma de experimentar una exposición de arte. Al ser en las calles puede que también sea una forma de atraer visitantes al museo para ver más





Noir Centre Pompidou	Se quiere que el público pueda sumergirse en la historia y sacar a la luz la historia de Claudette Colvin. Entender su historia como si la viviéramos en carne propia
Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition	La iniciativa surgió después de que la catedral se quemara en 2019. En lo que se hacían planes de restauración se quiso hacer una exposición temporal que sería trasladada por varios museos para mostrar cómo era y los cambios que ha tenido la catedral hasta la actualidad para aquellos que no pudieron verla antes del incendio. La exposición está diseñada para atraer a visitantes de todas las edades con una búsqueda del tesoro virtual para niños donde pueden buscar elementos incrustados en las pantallas de realidad aumentada
Parque arqueológico de Carnuntum	Dar vida a los restos romanos
Philadelphia Butterfly Pavilion	Hacer que los visitantes realmente se involucren en el museo
RA Coliseo	Hacer que el visitante pueda "viajar al pasado" y ver cómo era el coliseo y su historia
RA Pompeya	Hacer que el visitante pueda "viajar al pasado" y ver cómo era la ciudad antes del Vesubio
Realidad Aumentada de las Culturas en el Museo de América (RACMA)	Mostrar información sobre las áreas culturales de América y las culturas expuestas en el museo sin tener que modificar el mapa. También, la información a incluir era bastante extensa y quería que esta no se quedase solo dentro del propio museo sino que fuese accesible desde fuera de él
Riga Motor Museum	Crear un museo atractivo que involucre a todo tipo de personas para visitarlo (diferentes edades, familias, etc.) y tener una visita repetitiva. Presentar soluciones interactivas y multimedia, destacando las colecciones del museo y exhibiciones únicas
Royal Ontario Museum	La tecnología ha sido elegida por su interactividad y afición por crear contenido dinámico. El museo ha optado por utilizar la tecnología RA para revivir las especies expuestas
Royal Ontario Museum 2	Las ballenas virtuales son parte de una campaña de marketing para la nueva exhibición del Museo Real de Ontario para crear conciencia sobre la exhibición
San Diego Museum of Art	Compensar la falta de experiencias interactivas del museo

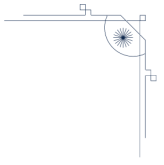




Sant Climent de Taüll	El reto museográfico de integrar y mostrar en Sant Climent, al mismo tiempo, los nuevos descubrimientos y la reproducción de la pintura mural del MNAC abrió la puerta a plantear la viabilidad de una museografía virtual.
Senckenberg Museum (BioKompass)	Complementar la exposición con información adicional sobre la fauna
Smithsonian National Museum of Natural History (Skin and Bones)	Reinventar la forma en que los visitantes del museo pueden experimentar especímenes seleccionados del "Bone Hall". Se trata de compartir algunas de las historias no contadas detrás de una de las colecciones más icónicas del museo e invitar a los visitantes a interactuar con ella. Dar un motivo para que los visitantes se pararan a visitar esa sala
Stedelijk Museum	Compartir historias de las obras de arte de una forma innovadora y estimular al público y a los profesionales a desarrollar sus propios recorridos añadiendo fotos, información e historias. La aplicación brinda la posibilidad de agregar relevancia a las colecciones de arte moderno. Al mostrar los objetos virtualmente en un entorno desconocido para el museo, también se crea una perspectiva completamente nueva
Sunshine Aquarium	Nueva forma innovadora de atraer a más visitantes y asegurarse de que realmente lleguen allí
Tarraco RA	Hacer que el visitante pueda "viajar al pasado" y ver cómo era la ciudad en su época
Tate Modern Gallery (untold stories)	Involucrar al espectador para tener una curiosidad, comprensión y memoria más profunda de la obra de arte y el artista. Generar una experiencia más interactiva de una visita al Tate
The Franklin Institute Terracotta Warriors Exhibition	Mostrar al público los objetos de los guerreros terracota que ya no tienen y proporcionar información sobre ellos

Tabla 2: objetivos de las instituciones patrimoniales al usar RA





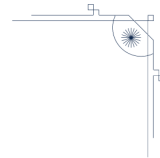
De los diferentes objetivos de cada institución, se puede ver que los que más destacan son el educativo: en el caso de querer que el público pueda adquirir más información que no se encuentra en el mundo físico ayudándose de la RA, como lo es reconstruir un espacio histórico, un esqueleto o mostrar los colores originales de esculturas y frescos que han perdido su policromía, por poner algunos ejemplos. Y el otro objetivo es comunicar: atraer a un público que no suele estar interesado en el patrimonio con algo que pueda llamar su atención y con lo que puedan involucrarse. Como se ha visto, solo un caso tenía como objetivo la investigación, y otro único tenía el objetivo de preservar. Sin embargo, el caso que tiene como objetivo la investigación, lo que se pretende investigar es la experiencia de los visitantes cuando se utiliza la interactividad para educar, por lo que la RA no es usada para investigar sobre el patrimonio sino que es la que es estudiada para ver si sirve para educar respecto al patrimonio. En el caso de la preservación, hay dos inconsistencias. La primera es que la actividad de RA es temporal, por lo que lo que se quiere preservar también será preservado temporalmente. La segunda inconsistencia es que los objetos no han sido preservados con RA sino con la digitalización que luego sería proyectada con la RA, pero que puede guardarse en la web o en una memoria, por lo que la RA no forma parte del proceso de preservación, sólo de comunicación.

Tal y como dicen Sharron y Abraham (2015), para que el público sienta interés en el patrimonio, la curiosidad juega un papel muy importante y esta solo se consigue cuando el estimulante es complejo, novedoso y genera incertidumbre y conflicto. Ahora mismo las tecnologías virtuales se caracterizan por la inmersión e interacción lo cual aporta la complejidad y novedad, pero la incertidumbre y conflicto solo aparecerán dependiendo de cómo se use la tecnología. En cualquier caso, parece que esa es la motivación de las instituciones que usan la RA para atraer más público, pero si la RA se vuelve en una tecnología común en el patrimonio, ¿en el futuro seguirá siendo considerada una novedad? ¿Podrá aportar algo a la larga?

Colaboraciones, tipo de dispositivo, relevancia dentro de la exposición y duración de la actividad

En la figura 36 se puede ver en qué países la iniciativa de usar RA para el patrimonio viene de una institución patrimonial, una empresa tecnológica o si fue algo conjunto. En cinco países, Alemania, Grecia, Holanda, México y Japón las iniciativas solo son por parte de las instituciones patrimoniales o artistas, quienes buscan a los expertos tecnológicos para crear su visión. En Corea, Hungría y Letonia, en cambio, la iniciativa venía por parte de alguna empresa tecnológica o estudiante de diseño digital y serían quienes contactarían a la institución patrimonial y propondrían el proyecto. También se puede ver que en Canadá, Inglaterra y Singapur en algunos casos quien tiene la iniciativa es la institución patrimonial y en otros la empresa informática, en Canadá y Singapur predominando la patrimonial. En Estados Unidos, España, Francia e Italia es donde se ven todos los casos,





teniendo menor iniciativa la institución patrimonial. En Austria la iniciativa suele surgir de las empresas o estudiantes de informática y en ocasiones como colaboración conjunta entre institución y empresa tecnológica.

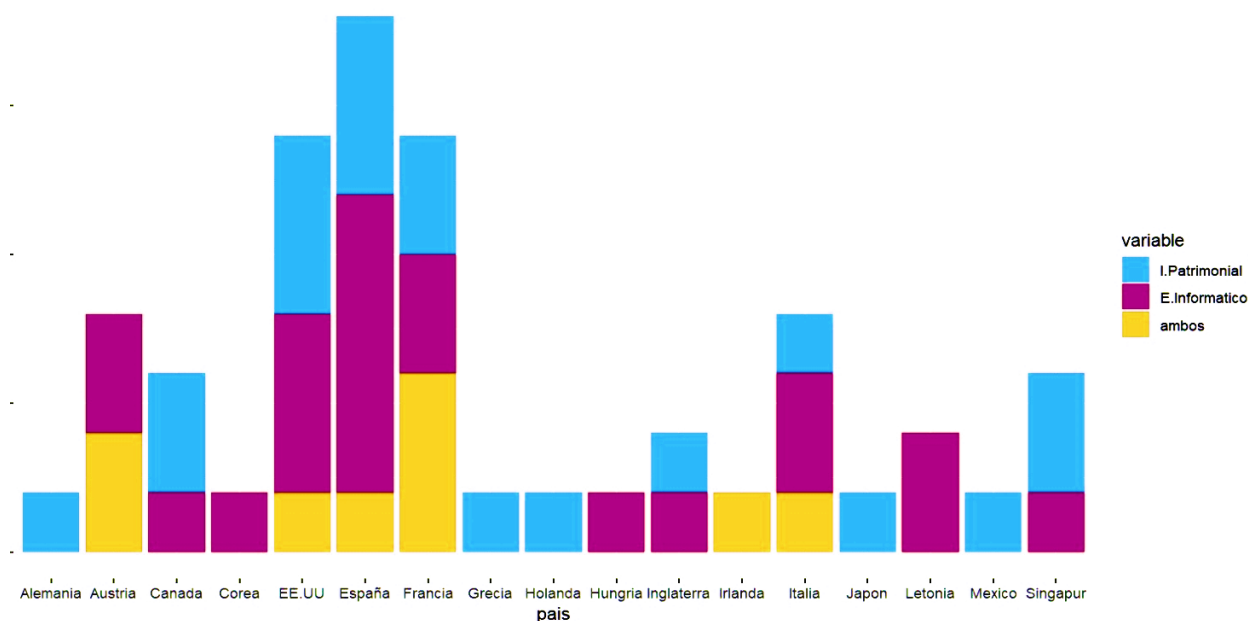


Figura 36: gráfico de barras con los países y el organismo que propone el uso de la RA

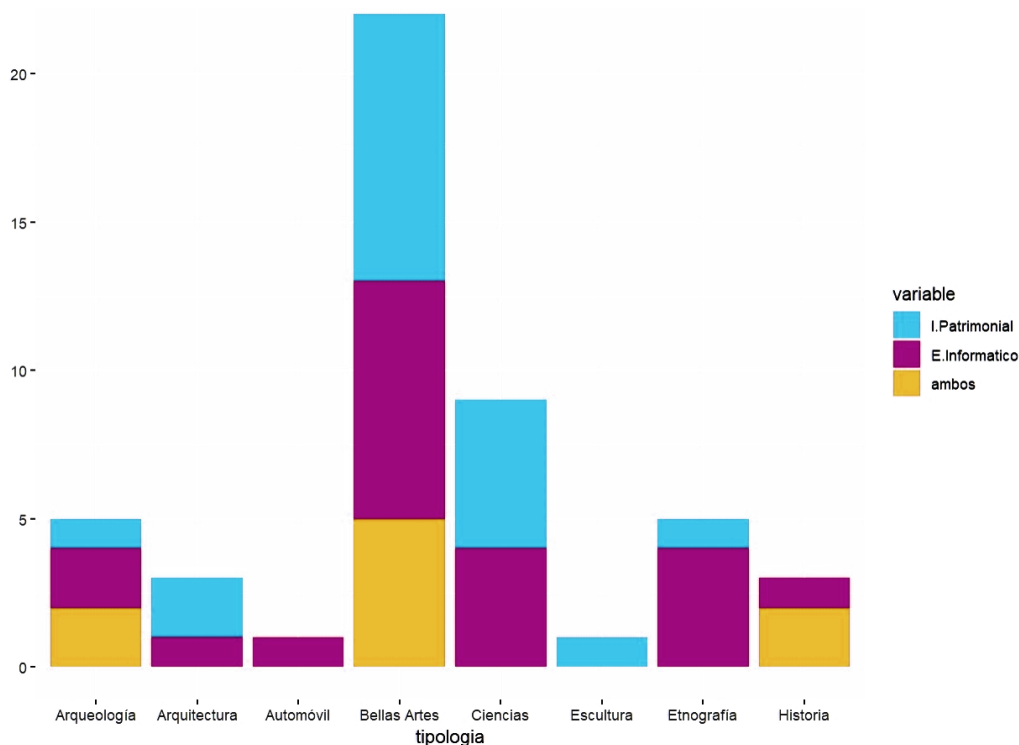
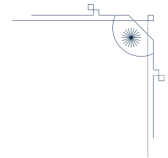


Figura 37: gráfico de barras que muestra qué organismo tiene la iniciativa de usar la RA según la temática del lugar patrimonial

Como se observa en la figura 37, tanto en bellas artes como en arqueología la iniciativa está equilibrada entre institución patrimonial, empresa informática y colaboración conjunta. Estas junto con el caso de la temática histórica son las





únicas en las que la iniciativa ha sido un trabajo conjunto entre ambas organizaciones. En el campo de la arquitectura y las ciencias la iniciativa suele ser de la institución patrimonial, mientras que en el ámbito etnológico la iniciativa ha sido por parte de un experto informático.

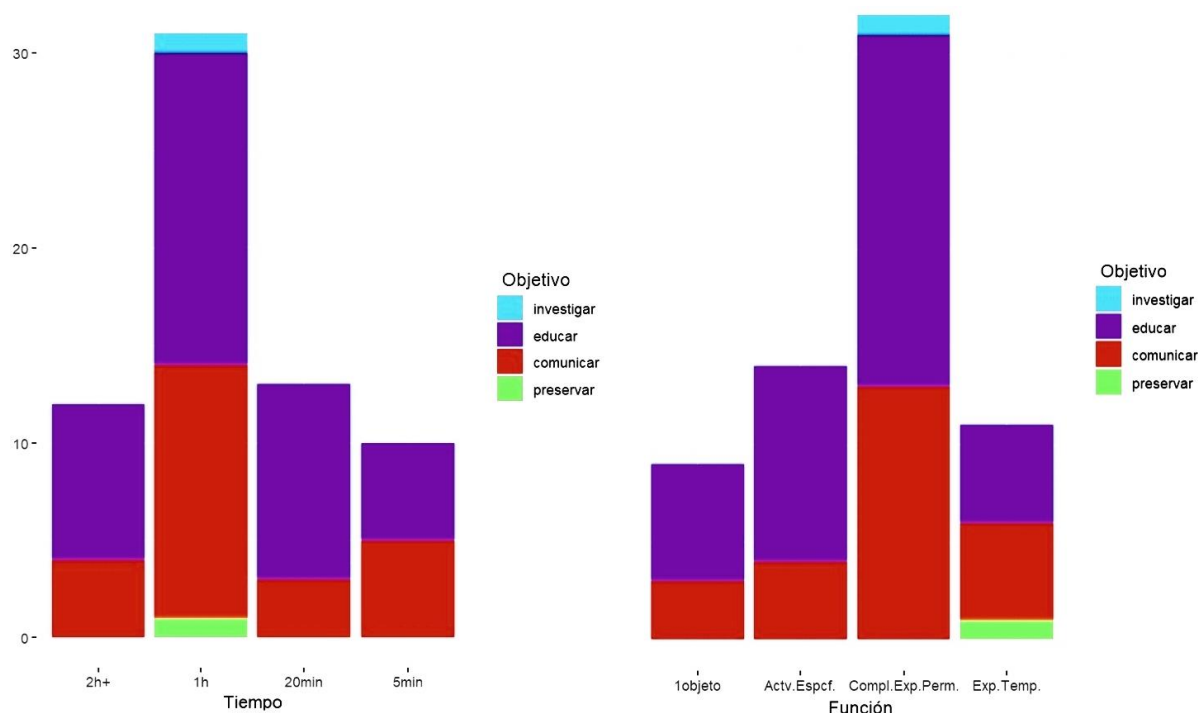


Figura 38: gráfico de barras en el que se muestra el tiempo aproximado en el que dura la actividad de RA (izquierda) según su objetivo y la función que cumple la RA dentro del espacio patrimonial (derecha) según su objetivo

En el gráfico de la izquierda de la figura 38 se puede observar que la mayoría de las actividades de RA tienen una duración aproximada de una hora y que es solo en este tiempo en el que se incluye el objetivo de investigar y preservar. Se puede observar también que las actividades que duran media hora suelen estar más orientadas a la educación que a la comunicación.

En el gráfico de la derecha de la misma figura 38 se ve que en la mayoría de casos la RA se agrega a la exposición permanente ya existente y que es la misma función que tiene la RA que se hizo con el objetivo de investigar. Curiosamente la RA utilizada con el objetivo de preservar se ha hecho en una exposición temporal.

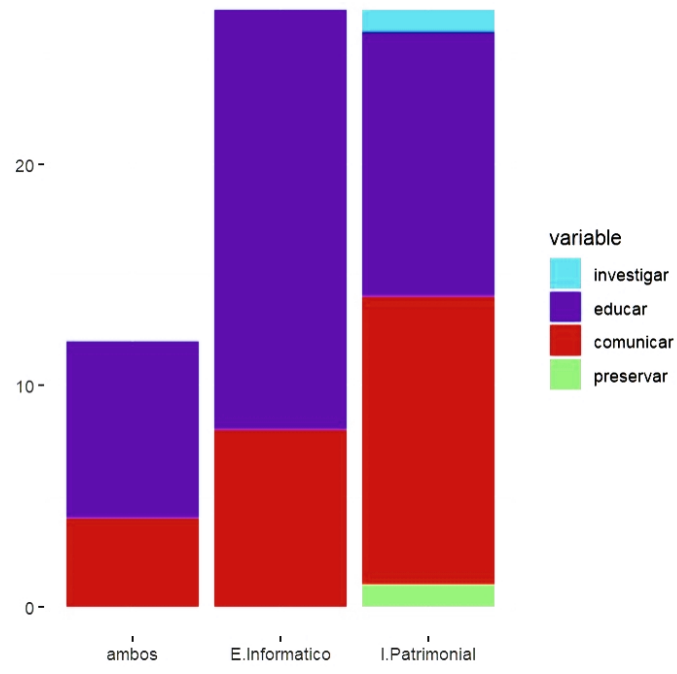
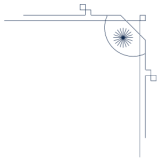


Figura 39: gráfico de barras en el que se muestra qué organismo tiene la iniciativa de usar RA junto con los objetivos detrás de esta

En la figura 39 se puede observar cómo en el caso de ser la empresa informática la que propone la RA el objetivo predominante es el de educar. Cuando es la institución patrimonial la que hace la propuesta, el objetivo de comunicar es un poco mayor que el de educar, y también es el único caso en el que el objetivo también es investigar o preservar.

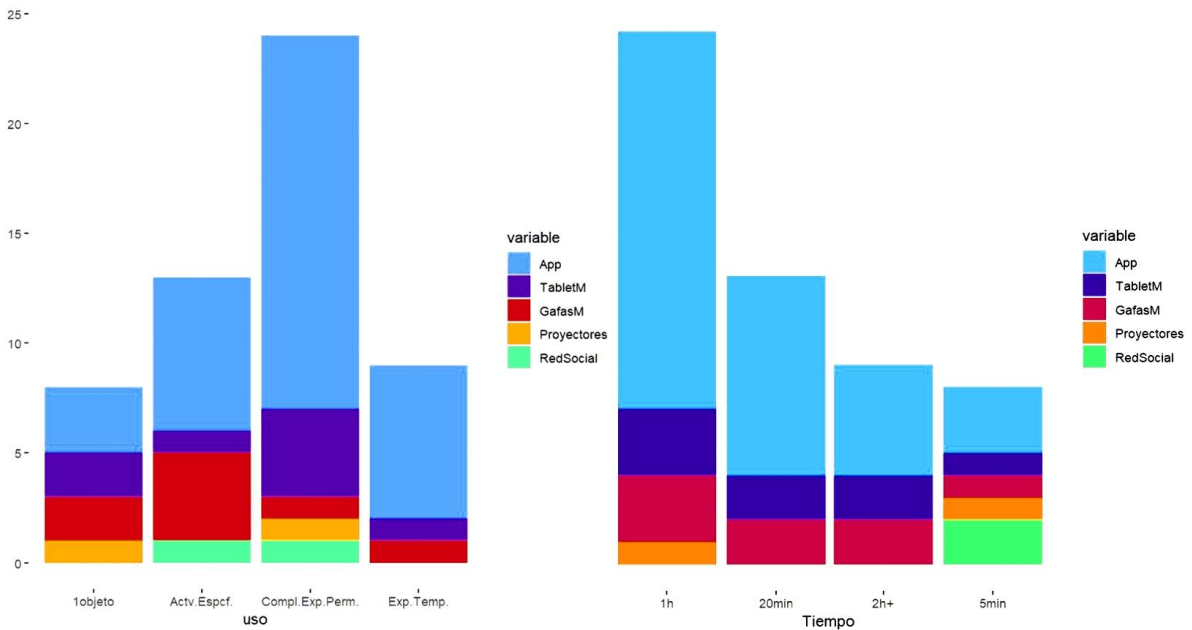


Figura 40: gráficos de barras que muestran el dispositivo utilizado según la función que tenga la RA dentro del espacio patrimonial (izquierda) y la duración de la actividad en RA y el dispositivo utilizado (derecha)

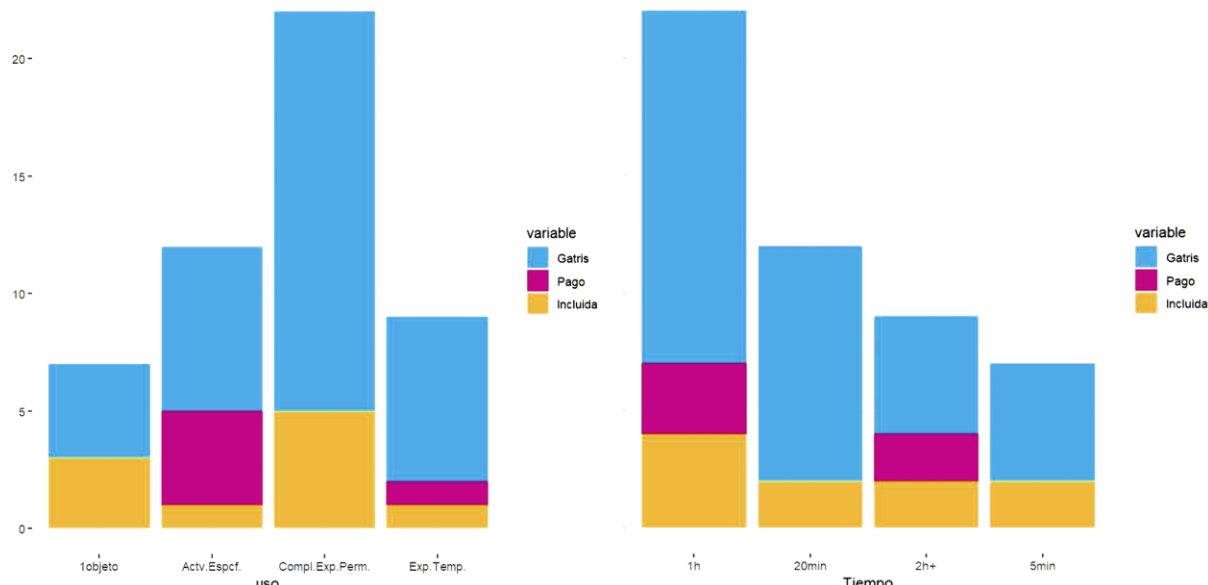
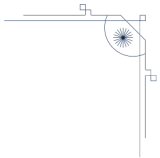


Figura 41: gráficos de barras que muestran el valor de la RA y la función de esta dentro del espacio patrimonial (izquierda) y la duración de la actividad en RA junto con su valor (derecha)

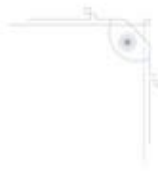
En la figura 40 se ve que en la mayoría de casos las instituciones presentan su RA a través de aplicaciones de teléfonos inteligentes, los cuales se ven que son de acceso gratuito en la figura 41, lo que parece permitir su uso fuera de la institución y ser más accesible.

En la figura 41 también se puede ver en el gráfico de la izquierda que solo en caso de tratarse de una actividad específica o una exposición temporal la experiencia en RA es de pago, y en el gráfico de la derecha se ve que solo las actividades de mayor duración (1h y +2h) son de pago.

Las instituciones también suelen incluir la RA como una actividad extra de la exposición permanente, puede que para hacer que los que ya la hayan visitado quieran volver o para hacer la experiencia general de la visita más interactiva, inmersiva y memorable sin que se trate de algo temporal

Se puede ver que el estándar de duración de la actividad con RA suele ser de una hora aproximadamente, seguida de media hora. ¿Es demasiado? ¿Es suficiente? ¿El público sí hace la actividad en ese tiempo?

En las exposiciones temporales se puede ver que la preferencia son las aplicaciones móviles gratis que permiten al usuario desinstalar una vez cumplida la experiencia y a la vez pueda suponer menos gasto económico que incluir material en el museo como las gafas o proyectores. Esta preferencia también se ve en las actividades que complementan la exposición permanente, aunque parece que en estos casos se juega con todas las opciones, incluyendo las redes sociales, para ver de qué manera acercarse mejor al público.



Mecánica de la RA

Institución	Mecánica de la RA
Albertina Museum of Viena (Artivive)	La app hace que algunas de las obras más populares del museo cobren vida y se muevan, acompañadas de un breve texto. A veces se amplían los detalles, a veces se añade película o material fotográfico, a veces aparecen burbujas de diálogo o nuevas figuras en las escenas. Los artistas pueden llevar a los visitantes en un viaje a través del tiempo, explicar lo que hay debajo, mejorar el arte con animaciones o mostrar cómo se hicieron las obras de arte
Art Gallery of Ontario (ReBlink)	Los temas de la pintura cobran vida y son transformados, reflejando una visión de nuestra realidad cotidiana en el siglo XXI. Cada intervención proporciona un comentario único basado en la investigación de las obras originales, todo con la consulta de los curadores y el equipo de educación y divulgación de la AGO
Asian Art Museum	Los visitantes pueden ver las obras de forma virtual por todos sus ángulos e interactuar con estos objetos. También pueden tomar fotos con ellos y publicarlas en redes sociales
Augmented DuSable Museum	La experiencia comienza con un holograma de Harold Washington. El holograma Harold, completo con movimiento y gestos, ofrece un breve saludo y una descripción general de la exhibición. También hay una pared de fotomatón y, cuando se lanza, los visitantes pueden tomar una foto con el holograma Harold Washington usando su dispositivo móvil y luego compartirla en las redes sociales. Además, los artefactos y las imágenes que se han seleccionado como marcadores lanzan experiencias tales como videos relacionados, preguntas de trivia y datos sobre los artefactos
Belvedere Museum	A ocho obras del pintor austriaco de renombre mundial se les ha dado una capa de imagen digital adicional a las imágenes de rayos X, infrarrojos y macro que fueron desarrolladas por el departamento de restauración de Belvedere
Casa Batlló	El interior ha sido digitalizado y se creó un video que se ve a través de una tableta. El visitante puede descubrir cómo la familia Batlló vivió en Barcelona hace 100 años, descubriendo los muebles del piso noble y sorprendiéndolo por las animaciones de las formas orgánicas y naturales de la arquitectura que cobran vida
Circo Maximo RA	Mediante la RA el visitante puede sumergirse totalmente en la historia del sitio gracias a las reconstrucciones arquitectónicas y paisajísticas de todas sus fases históricas: desde la primera y sencilla construcción en madera, hasta las glorias de la época imperial, desde la Edad Media hasta las primeras décadas del siglo XX





Colección del Museo Ruso (Artefact)	El visitante puede escanear la obra expuesta y obtener más información sobre la pieza, el artista y el periodo en el que se enmarca, además de conocer, a través de un programa de realidad aumentada, detalles curiosos y poco conocidos del lienzo. El programa permite personalizar el contenido, agregando información adicional sobre las imágenes, añadir la audioguía o contener imágenes sobre exposiciones pasadas
Cuseum & Pérez Art Museum (Invasive Species)	Aparte de hacer que las obras cobren vida, permite que los usuarios caminen dentro de la obra o añadan cosas nuevas. También la app recrea las obras que fueron robadas y que están expuestas en la sala con un cuadro en blanco
Lara Augmented Reality On Mural	Al usar la RA el contenido del mural cobra vida y se vuelve dinámico
Library of Trinity College (Proyecto Jonathan Swift)	Se proyecta a un actor haciendo de Jonathan Swift usando una forma de comunicación cómica y juguetona
Musée d'Art Moderne	La app permite tener acceso a biografías completas y descripciones de los inventos de 108 científicos, así como explicaciones artísticas y técnicas; un sistema de filtros para personalizar la experiencia con la obra; y el público tendrá acceso al conocimiento enciclopédico en torno a la obra, accesible desde el museo a través de un teléfono inteligente gracias a un código QR
Musée d'Orsay 1	La app toma forma de cuento infantil y escenifica la escultura de la bailarina de Edgar Degas cobrando vida en el museo, pasando de obra en obra para cumplir una misión. Incluye sonido para hacerlo más inmersivo. Otra de las opciones permite superponer tomas de infrarrojos en el lienzo real
Musée d'Orsay 2	La app da vida al "estudio del pintor" de Courbet. Los usuarios pueden "entrar" en el Estudio del Pintor y explorarlo durante un paseo en el que los personajes revelan sus secretos. Además, un componente interactivo revela de forma divertida el proceso de creación del cuadro y los retos de su restauración. Una de las opciones permite superponer tomas de infrarrojos en el lienzo real. La experiencia es visual y sonora
Musée de Louvre - Louvre Lens Le Secret des Mines	Juego inspirado en el Assassin's Creed que ofrece al usuario una aventura inmersiva en el museo y la ciudad de manera diferente partiendo con un teléfono inteligente en busca del tesoro de los Templarios, ayudados por pistas y acertijos para resolver. En cada punto de interés a lo largo del camino, se revelan partes de la memoria de Lens e información inusual, revelando el patrimonio cultural y arquitectónico de la ciudad





Musée des Beaux-Arts de Rennes	Para acceder a la Realidad Aumentada, los visitantes deben posicionarse frente a la obra y enmarcarla con el dispositivo. Este ofrece 16 rutas diferentes de visitas guiadas. Con el auricular, también dan sonido a la obra que cobra vida con la RA, lo cual ayuda a que el usuario se sumerja más en la experiencia. El visitante puede observar un detalle con lupa, recortar, mover o borrar un fragmento, modificar el color dominante de la obra para comprender la técnica utilizada por el artista. También se familiariza con los distintos lugares de exposición de la obra escaneando las viñetas pegadas al reverso de la obra
Museo de Ewha Womans University	En la mayoría de las obras se puede usar la RA para hacer que sus dibujos se muevan y cobren vida, igual que añaden filtros para que la gente pueda tomarse fotos y publicarla en redes
Museo de la Acrópolis (CHESS)	Juego que recompensa al visitante por encontrar ciertas estatuas a partir de sus contornos, brindando más información sobre la exhibición y dirigiendo a la siguiente etapa del juego
Museo de la Casa de la Bolsa	Un lugar donde los personajes en los cuadros salen de su sitio, se envuelven de sonidos y hay animales que brotan de las paredes. En cada cuadro empieza una historia que termina de contarse con la Realidad Aumentada. Esta historia puede ser complementada o antagónica, la intención es hacer reflexionar al espectador por medio de una sorpresa visual o auditiva
Museo de la Ciudad de Antequera (AURASMA)	A través de las 24 piezas que se encuentran en la aplicación, el usuario puede disfrutar de esculturas pertenecientes a distintos períodos históricos, cuadros, representaciones artísticas, vitrinas y figuras del patrimonio local con las cuales se puede interactuar y conocer su propia historia. Hace que las obras cobren vida o que personajes históricos regresen a la vida y cuenten su historia mediante el escáner de códigos QR. Incluye lectura fácil, locuciones y contenido audiovisual subtulado, tomando en cuenta la accesibilidad
Museo de las Civilizaciones Asiáticas	La función de RA usa la cámara del teléfono para enfocar un marcador, del cual aparecerá un guerrero de terracota virtual en su pantalla. Los marcadores también aparecerán en folletos de exhibición, anuncios de noticias y, durante la mayor parte de julio, en la estación de MRT de Dhoby Ghaut. La aplicación se divide en siete capítulos interactivos, cada capítulo destaca al menos un objeto de la exposición e intenta involucrar a los visitantes en un nivel más personal. A medida que avanza la historia, los visitantes responden a marcadores de imágenes que lanzan experiencias de RA y de juego que dan vida a los objetos



Museo di Arte Urbana	Cada obra, enmarcada con la cámara de un teléfono inteligente, genera una nueva imagen, transformando la original en una nueva creación de arte digital
Museo Lázaro Galdiano (Enigma Galdiano)	Es un videojuego de una yincana formada por una serie de minijuegos y contenido virtual en 360° con RA. Utiliza personajes de la colección para guiar al usuario en su aventura. Para avanzar por las pruebas de la aventura es necesario encontrar ciertas obras de la colección, apuntar a ellas con el móvil y así acceder al contenido asociado a esa pista
Museo Nacional de Arte de Letonia	Algunas exhibiciones permanentes en el museo, como pinturas, tienen funciones de RA que permiten a los visitantes obtener más información sobre las obras de arte, sus autores o las personalidades representadas en su trabajo. También hay una función RA que permite a los visitantes explorar las características arquitectónicas que se descubrieron durante los trabajos de reconstrucción. La esencia de esta funcionalidad es que las personas puedan encontrar información de una manera atractiva a su propio tiempo y ritmo
Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Enigma Ciencia)	A través de una yincana formada por una serie de minijuegos, contenido virtual en 360° y otras pistas para avanzar en la aventura y que permitirán reconstruir fósiles, cazar animales del pasado, los niños pueden convertirse en paleontólogos por un día
Museo Nacional de Singapur (Story of the Forest)	Instalación inmersiva que transforma 69 dibujos de la Colección William Farquhar de Dibujos de Historia Natural en animaciones tridimensionales. Los visitantes descienden por un pasadizo a través de un vasto bosque interactivo habitado por los animales de Singapur. Para la app, los visitantes que capturen con éxito la imagen de los animales o plantas en sus teléfonos desbloquearán un breve dossier sobre cada especie de planta o animal
Museo Nacional de Singapur 2	Con la app los visitantes ven cómo eran en el pasado algunos puntos del museo y qué solía estar expuesto en ciertas zonas, junto con su información
Museo Sorolla	Se utiliza la RA para que el pintor J. Sorolla cobre vida y enseñe su obra en primera persona al visitante, explicando sus cuadros en Realidad Aumentada y Realidad Mixta como si fuera el guía del Museo. En la App el visitante puede fotografiarse con Sorolla y su mujer Clotilde y compartir en Redes Sociales la experiencia





Muséum national d'Histoire naturelle en París	La RA revive animales extintos a escala real. También transporta al usuario a los lugares donde habitaban estas especies. Una voz cuenta la historia de estas especies y sus interacciones con los humanos. La guía es una paloma migratoria desaparecida que acompaña de especie en especie
Museum of Celtic Heritage	Una aplicación móvil llamada "The Speaking Celt" acompaña a los visitantes con un celta aumentado que sirve como guía del museo. El celta cuenta historias sobre su forma de vida, explica elementos del museo y se relaciona con los visitantes de forma interactiva. Los visitantes tienen que encontrar unos objetivos redondos para que aparezca el curador virtual aumentado, lo cual pertenece al sector de la gamificación
National Gallery, National Portrait Gallery y Royal Academy of Arts - AR Gallery	Dentro de la app se encuentra un mapa que destaca el rastro de placas contemporáneas que se encuentran en las paredes repartidas por el West End, desde Orange Street hasta St. Martin's Lane, Leicester Square hasta Piccadilly Circus, alrededor de St. James's hacia Piccadilly. Cada placa contiene una descripción del sendero, la pintura específica y un código QR. Cuando se escanea, se abre la aplicación y el usuario puede inclinar el teléfono hacia el marcador Art of London ubicado en la pared para ver la pintura a través de la RA
Noir Centre Pompidou	Archivos, vídeos, imágenes originales y trailers acompañan la creación holográfica de Stéphane Foenkinos y Pierre-Alain Giraud. El mundo virtual y el mundo real se mezclan creando un frágil puente entre nosotros y la Historia. Los sonidos, la voz del narrador y la música completan para sumergir al visitante en la historia de una mujer comprometida con los derechos humanos, en un período terrible de la historia
Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition	Para navegar por la exposición, cada visitante utilizará un HistoPad, una Tablet de RA que permite a las personas elegir su propia experiencia en profundidad. El HistoPad proporciona un recorrido inmersivo e interactivo que transporta a los visitantes a través del tiempo
Parque arqueológico de Carnuntum	Incluye visualizaciones de 360 grados de restos arquitectónicos como el foro, el anfiteatro, la muralla o la villa urbana, entre otros, que se pueden visualizar tanto en RV como en RA, incluyendo una vista estereoscópica para Googles 3D. La última actualización de la aplicación viene con un visor 3D de artefactos arqueológicos
Philadelphia Butterfly Pavilion	En el "Modo mural", los visitantes colocan su dispositivo sobre el mural para ver cómo emerge una mariposa monarca de su crisálida en realidad aumentada. En el "Modo Foto", los usuarios pueden tomar una foto con familiares y amigos y la mariposa virtual para guardarla en el rollo de su cámara o compartirla a través de las redes sociales con otros
RA Coliseo	A través de las gafas se puede ver cómo era el coliseo en su época y recrear escenas de las actividades que pasaban allí





RA Pompeya	Revive la vida cotidiana de los habitantes de Pompeya hace 2000 años mediante gafas de RA con audio que cuenta la historia. El visitante puede ver reconstrucciones históricas animadas en 3D superpuestas
Realidad Aumentada de las Culturas en el Museo de América (RACMA)	Convierte un mapa mudo situado en el suelo de una de las salas del Museo en una representación viva del continente americano, y proporciona información sobre las distintas áreas y culturas expuestas en él. Para ello se ha optado por poblar el mapa con personajes que representan cada una de las culturas. Al interactuar con estos personajes, el visitante accede a la información relacionada con las áreas culturales que representan
Riga Motor Museum	La RA permite a los visitantes aprender sobre la construcción de un automóvil de la vieja escuela. Cinco tablets están ubicadas alrededor del vehículo a través de las cuales los invitados pueden revelar varias capas y aprender cómo se veía el automóvil en el pasado y cómo funcionan el motor, la caja de cambios y el diferencial. Permiten al visitante explorar temas importantes en profundidad, participar creativamente y disfrutar visualmente
Royal Ontario Museum	La app pone carne en los huesos de los dinosaurios y les da vida. Los visitantes pueden ver a los dinosaurios y cómo se movían, cómo se veían, cómo se veían sus texturas y piel. Además de usarse en la exhibición del museo, la aplicación iOS también dará vida a los dinosaurios en las calles de Toronto. Aquellos con un iPhone o iPad pueden apuntar su dispositivo a un anuncio de parada de autobús de Ultimate Dinosaurs para ver un Giganotosaurus (como un T-Rex, solo que más grande) rasgar el anuncio y mostrar sus dientes puntiagudos.
Royal Ontario Museum 2	Al escanear un código QR aparecen ballenas en el cielo con las que el usuario se puede tomar fotos y publicarlas en las redes. Los usuarios de Snapchat también podrán usar Face Lens de la plataforma para nadar virtualmente con las ballenas o convocar a una ballena azul para que aparezca en cualquier momento y en cualquier lugar con 3D World Lens de Snapchat
San Diego Museum of Art	La aplicación está diseñada para mapear las visitas con anticipación y contiene una amplia visión y perspectiva de las colecciones del museo. A través de la aplicación, los visitantes pueden "dar vida al arte" apuntando la cámara de su teléfono a piezas específicas de la exhibición. Un ejemplo es una escena de montones de heno en un pasto que se transforma en algo con más color y detalle. Esta transformación ocurre cuando la dirección y la fuente de luz cambian dentro de la pintura. Los sutiles cambios de color en la experiencia RA muestran la dedicación de Monet al estudio de la luz y cómo puede transformar un solo sujeto una y otra vez.
Sant Climent de Taüll	La proyección se efectúa con seis proyectores de vídeo de alta definición, que llenan de imagen todo el espacio central de la iglesia. Es una puesta en escena que ayuda al visitante a entender la técnica pictórica de los frescos románicos y al mismo tiempo descubrir las diferentes representaciones iconográficas que componen la pintura mural

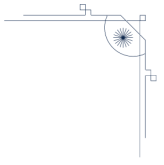




Senckenberg Museum (BioKompass)	La app está hecha para que cada usuario la personalice según sus intereses. A parte de mostrar videos, tours, mapa del museo y actividades interactivas, la parte de RA hace que los esqueletos expuestos cobren vida y se muevan en el espacio
Smithsonian National Museum of Natural History (Skin and Bones)	En la aplicación 13 esqueletos de la exhibición cobran vida a través de la RA. La aplicación agrega detalles para mostrar cómo se mueven o lucen en vida o cómo funcionan sus esqueletos. Después de instalar la aplicación en sus dispositivos móviles, los usuarios simplemente eligen el animal que les interesa de un mapa de la sala. Cada elección de animales tiene un menú de experiencias audiovisuales inmersivas, que incluyen videos, animaciones y actividades. Cuando los usuarios eligen un elemento del menú marcado con 'RA', dirigen sus cámaras al espécimen y la RA activa gráficos en 3D. También hay lecciones en video sobre 13 animales que duran entre 30 segundos y 2 minutos. La aplicación está sujeta a fallas y puede tomar varios intentos para que se reproduzcan los videos de RA. Si un dedo errante cubre la lente de la cámara, los videos se detienen y comienzan de nuevo desde el principio
Stedelijk Museum	Se presentarán seis obras de arte, realizadas para la ocasión por seis estudiantes de academias de arte holandesas. A través de un teléfono inteligente se puede ver expresiones multimedia (audio, imagen, video, animación) para piezas seleccionadas de la colección. No solo dentro, sino también fuera del museo, el público recibe enriquecedoras historias sobre obras de arte y lugares de una forma virtual única. Historias creadas tanto por profesionales como por el público. Si se sigue un ARtour en la ciudad, hay que apuntar el teléfono inteligente a lugares etiquetados que revelarán información sobre la conexión de ese lugar con el arte y el diseño moderno
Sunshine Aquarium	Un amistoso grupo de pingüinos guían amablemente al público hacia el acuario
Tarraco RA	Permite al usuario sumergirse "in situ" en el pasado gracias a las recreaciones en vídeo de monumentos y espacios de Tarragona. Los espectadores pueden ver cómo se reconstruyen los edificios romanos emblemáticos de la ciudad, como el circo, las murallas, el teatro o el anfiteatro, y descubrir los secretos arquitectónicos del Imperio Romano. Asimismo, pueden experimentar las carreras de cuadrigas en el circo, las luchas de gladiadores en el anfiteatro o el ambiente civil romano en el foro o en el templo
Tate Modern Gallery (untold stories)	La aplicación muestra imágenes interactivas que hablan con la narrativa oculta de cada pieza, específicamente desafíos sociales y culturales que el artista y el sujeto enfrentaron en ese momento
The Franklin Institute Terracotta Warriors Exhibition	La experiencia AR muestra representaciones de cómo se predice que aparecieron las esculturas hace más de dos mil años. La función AR de la aplicación también muestra armas y artefactos aumentados digitalmente que están en manos de las antiguas estatuas de terracota

Tabla 3: Mecánica que utiliza la aplicación de RA de cada institución patrimonial





La tabla 3 resume la mecánica que utiliza cada institución patrimonial al usar RA, respondiendo la pregunta ¿Qué se hace con la RA?

En muchos casos se añade información extra que no cabe en el lugar o se añaden efectos especiales que pueden llamar la atención a detalles que no se ven a simple vista. Por otra parte, en el caso de lugares arqueológicos u objetos que han perdido su policromía, la RA proyecta aquello que se había perdido según cómo los investigadores creen que debía ser en base a la información que tienen y estos permiten generar una sensación en el público de estar en el pasado.

La otra función común es usar la RA como un tipo de guía turística del lugar, lo cual bien podría ser el trabajo de una persona física, por lo que es una opción para no contratar personal y ahorrar dinero, o para hacer al guía más interesante, como en el caso del Museo Sorolla, que hace que el propio pintor de las obras expuestas sea el guía que explica el significado detrás de su creación, o el caso del Muséum National d'Histoire Naturelle de París, el cual hace que una de sus aves sea la guía, entre otros casos.

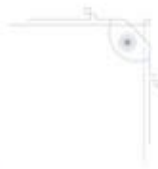
Por último, la otra mecánica más destacable es la que utiliza la gamificación y con la RA genera un juego entre los objetos del mundo físico y las pistas proporcionadas con la tecnología virtual para mantener la atención del público y enseñarle en el proceso. Como bien dicen MacLeod et al. (2021), el campo de los videojuegos parece ser beneficioso dentro del proceso de aprendizaje en los niños y jóvenes, ya que estos poseen la capacidad de reformar y ayudar a reforzar el compromiso de los jugadores con los materiales de aprendizaje, precisamente por generar un conflicto o tarea a realizar que despierte su curiosidad. Al permitir que el usuario tenga control de la actividad se estimula su compromiso y la motivación de seguir informándose dentro del mundo del juego.



Impacto y publicaciones cuando sale la actividad de RA

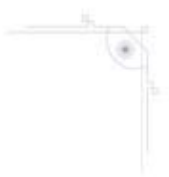
Institución	Impacto cuando sale	Se sigue hablando después de un tiempo
Albertina Museum de Viena (Artivive)	Artículos online, videos y web de la compañía tecnológica	No hay noticias desde 2020
Art Gallery of Ontario (ReBlink)	Artículos online, web de la compañía tecnológica y del museo	No hay noticias o comentarios desde 2018 pero en la página del museo todavía sale como una actividad pasada
Asian Art Museum	Blog personal y pdf del museo de cuando salió la app	No, solo hay un blog de 2013 y algunas menciones en páginas que pone ejemplos de RA en museos, pero ni siquiera el propio museo menciona la RA en el apartado de la exposición de los guerreros de terracota
Augmented DuSable Museum	Página web de la empresa tecnológica y Facebook	Ni siquiera la propia web del museo lo menciona
Belvedere Museum	Web del museo, de la empresa tecnológica y video	Se sigue mostrando la información desde la web del museo
Casa Batlló	Video, página web del museo, artículos online	No hay noticias al respecto pero se sigue incluyendo en la entrada en la web del museo
Circo Maximo RA	Sitio web de la empresa tecnológica, web del lugar arqueológico, web de turismo y artículos de periódico	La última mención fue en 2022, año en que acabó la actividad
Colección del Museo Ruso (Artefact)	Web del museo y artículos de periódico	No hay noticias o menciones desde 2021 pero la última actualización de la app ha sido este año (2023)
Cuseum & Pérez Art Museum (Invasive Species)	Artículos online, video y web del museo. La inauguración de la exhibición fue cubierta por publicaciones tecnológicas líderes, incluidas VentureBeat, AppleInsider, 9to5Mac...	No hay noticias desde 2019





Lara Augmented Reality On Mural	Blogs y video en YouTube de la cuenta de la app LARA	Al solo haber noticias en blogs personales, no hay fecha de publicación por lo que no hay manera de saber si siquiera el mural sigue existiendo
Library of Trinity College (Proyecto Jonathan Swift)	Video, web de la biblioteca y artículo de proyecto del creador	No se ha vuelto a mencionar desde 2021
Musée d'Art Moderne	Artículos, web del museo y video	Sigue promocionándose en la web del museo
Musée d'Orsay 1	Artículos online y videos	Aún no acaba
Musée d'Orsay 2	Web de la compañía Orange, artículos online y solía estar en la web del museo pero ya no	No hay noticias ni menciones desde 2015
Musée de Louvre - Louvre Lens Le Secret des Mines	Artículos online, páginas de turismo y del museo, videos	Aún no acaba pero sigue habiendo artículos
Musée des Beaux-Arts de Rennes	Un par de artículos	No, ni siquiera el museo o la compañía Orange lo mencionan en sus páginas
Museo de Ewha Womans University	Web oficial del museo y de las empresas tecnológicas, artículo online y video	Un blog actualizó la noticia en 2023 pero no hay muchos artículos o menciones al respecto
Museo de la Acrópolis (CHESS)	Promocionada en la web del museo, periódico internacional y video	No hay noticias o comentarios desde 2018
Museo de la Casa de la Bolsa	Un par de artículos y video en YouTube	No, hay muy pocos artículos o noticias al respecto y la más reciente data del 2018





Museo de la Ciudad de Antequera (AURASMA)	Páginas webs y video	No hay mención de ella desde 2020 ni se encuentra promocionada en la web del museo
Museo de las Civilizaciones Asiáticas	Un par de artículos online y blog	El último artículo data de 2012
Museo di Arte Urbana	Blogs, páginas de turismo, artículos online, página oficial del museo	Si, el último artículo de 2022 lo menciona como el primer museo de RA de arte urbano y también se menciona en TripAdvisor
Museo Lázaro Galdiano (Enigma Galdiano)	Artículos online, página de la universidad y de la empresa PadaOne, videos, noticiero	No hay noticias desde 2018. La app sigue disponible para descargar en la App Store pero no se ha actualizado desde hace 6 años
Museo Nacional de Arte de Letonia	Web de la empresa tecnológica, y aparece mencionada en un artículo sobre RA en museos	La información solo se encuentra en la web de la empresa tecnológica
Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (Enigma Ciencia)	Web del museo, videos, artículos de periódico, web de la compañía PadaOne, web de la universidad	No ha habido artículos desde 2020 y la última actualización de la app fue hace 3 años
Museo Nacional de Singapur (Story of the Forest)	Promocionada en la web del museo y algunos artículos	Si, se sigue promocionando en su web y apareciendo en las búsquedas
Museo Nacional de Singapur 2	Artículos online	Última publicación en 2019 antes del covid
Museo Sorolla	Web de la empresa tecnológica, videos, noticieros (tve), Facebook	No hay noticias nuevas desde 2019 ni se ha actualizado la app desde entonces





Muséum national d'Histoire naturelle en Paris	Página web del museo y video, artículos de periódico	Aún no acaba
Museum of Celtic Heritage	Web de la empresa tecnológica, artículos de online y artículo académico del proyecto	No hay noticias después de 2017 y no se promociona en la web del museo
National Gallery, National Portrait Gallery y Royal Academy of Arts - AR Gallery	artículos online y videos	No hay menciones desde 2021
Noir Centre Pompidou	Web del museo y artículos online y de periódico y radio, video	Si pero la actividad es reciente
Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition	Artículos, páginas web de los museos donde se va a presentar la exposición, página de la empresa tecnológica y videos	Sigue hablándose pero la exposición durará hasta 2024
Parque arqueológico de Carnuntum	Artículos, página web de la empresa tecnológica y video	En 2022 se hizo un artículo académico respecto a la aplicación en el lugar, pero no hay noticias nuevas
Philadelphia Butterfly Pavilion	Web del museo y de la empresa tecnológica	Solo se menciona en la web del museo
RA Coliseo	Página de turismo y artículo de periódico	La actividad sigue vigente y las páginas para comprar el boleto aparece si se busca qué cosas hacer en Roma
RA Pompeya	Página de la actividad y de turismo	La actividad sigue vigente y las páginas para comprar el boleto aparece si se busca qué cosas hacer en Pompeya





Realidad Aumentada de las Culturas en el Museo de América (RACMA)	Artículo de prensa, publicación del TFG en la web de la universidad	No se menciona en ningún artículo desde 2017 ni aparece en la web del museo
Riga Motor Museum	Web del museo, web de la empresa tecnológica y un par de artículos online	Aparte de la publicidad en la propia web del museo el último artículo se publicó en 2018, y de ese entonces tampoco hay muchas menciones
Royal Ontario Museum	Artículos online y página del museo	No hay noticias desde que se estrenó la actividad
Royal Ontario Museum 2	Web del museo y un artículo	Sigue viéndose en la web del museo como actividad pasada pero no hay mención al respecto desde 2021
San Diego Museum of Art	Artículos online y web del museo	Sigue promocionándose en la web del museo
Sant Climent de Taüll	La noticia de la presentación y el boca a boca fueron los únicos canales para llegar al público. Se ha encontrado información también en un blog, artículos, web oficial del lugar, artículo académico del proyecto y video	La mención más reciente del mapeo fue en un artículo de 2020
Senckenberg Museum (BioKompass)	Web del museo	No hay noticias desde 2021
Smithsonian National Museum of Natural History (Skin and Bones)	Artículos, periódicos, página web del museo y videos	No hay noticias o comentarios desde 2017 pero en la página del museo todavía sale como una actividad

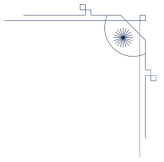




Stedelijk Museum	Web del museo, de la empresa tecnológica, blogs, artículos de periódico y artículo del proyecto por parte del museo	La web del museo todavía menciona la app como eventos pasados pero no hay artículos posteriores a 2011
Sunshine Aquarium	Artículos online	No hay menciones desde 2014
Tarraco RA	Artículos de periódico, blog, página de turismo, video	La última mención fue en 2018, antes del Covid, por lo que se desconoce si la app sigue funcionando actualmente
Tate Modern Gallery (untold stories)	Página de la compañía The Mill, artículos de periódicos, un premio, videos	No hay artículos o mención desde 2019
The Franklin Institute Terracotta Warriors Exhibition	Varios artículos de periódico y página de la empresa tecnológica	La última noticia que hubo fue en 2018 y fue una denuncia porque los guerreros terracota eran réplicas y eso no lo decían en ninguna parte. No hay rastro de la actividad en la web del museo

Tabla 4: recepción que tiene la aplicación de RA de cada institución y duración de su popularidad





Por lo que se pudo ver en la tabla 4, son muy pocos los casos en los que se hace una gran difusión de la RA, y aún así esta difusión no suele pasar de cinco fuentes (sin incluir la página de la institución). Además está el hecho de que después de la promoción de la RA cuando recién es implementada, luego no vuelve a hablarse de ella ni cuando se trata de una actividad temporal, ni cuando se supone que debe ser permanente.

Algo curioso a destacar es cómo se supone que, para muchas instituciones, el objetivo de la RA es atraer a un público más joven, pero la difusión nunca es por redes sociales, a pesar de tratarse del medio más usado por este público para comunicarse, adquirir información y estar al corriente con la actualidad. Incluso en los dos casos en los que la actividad de RA se hace mediante las redes sociales, se trata de un filtro que hay que buscar en caso de saber que existe mediante otra fuente. Viendo que la mayoría de promoción de la actividad de RA en las instituciones patrimoniales era muy baja y en medios que el público objetivo mayoritario tal vez no viese mucho, se puede concluir que lo más probable es que la actividad de RA suela pasar desapercibida, fallando a su objetivo de comunicar.

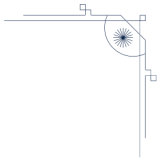
5 DISCUSIÓN

Al inicio del trabajo se planteó la hipótesis de que el uso que se le está dando a la RA va ligado a su novedad y atractivo tecnológico, pero no aporta ninguna enseñanza sobre el patrimonio que contribuya a su preservación, y solo atrae al público en ese momento, pero no deja un rastro a largo plazo. En base a esto, se hicieron varias preguntas sobre la forma en que se está usando la RA en el patrimonio para poder responder a la pregunta general de qué usos se le están dando a la RA en el campo del patrimonio comparado con otros campos:

- ¿Qué aporta la RA en las funciones de las instituciones patrimoniales que antes no estaba?

Revisando solo la mecánica, los objetivos y la repercusión que ha tenido la actividad en RA la pregunta puede que solo pueda ser respondida a medias. En el caso particular del arte, parece que algunos artistas han incorporado la RA como parte de su obra para hacerla más dinámica o involucrar al propio público en su creación. A rasgos generales y viendo los casos de la muestra, parece ser que es un recurso útil para cubrir alguna carencia o limitación, como lo es el caso de hacer un guía turístico con RA a falta de personal o incorporar información sobre el objeto patrimonial sin tener que preocuparse por la falta de espacio donde poner la información o dañar el elemento directamente.

El hecho de que usar RA implique interactuar con el entorno y usar una tecnología que puede traer nuevos elementos (en ocasiones inexistentes, perdidos o intocables) al mundo real permite que el público sea más activo y que la información que se quiere dar pueda ser recibida con mayor entusiasmo.



Es posible que la novedad en esta tecnología también ayude a llamar la atención y captar el interés del público para que vaya a más espacios patrimoniales, pero para saber eso con exactitud sería necesario hacer un estudio de público o una encuesta preguntando si lo que los llevó a ir a ese lugar patrimonial fue el enterarse de que había RA y querían experimentar con ella, o si fue algo que se encontraron estando allí e hizo su experiencia más memorable, o si directamente no les afectó en su visita.

Al final, saber con exactitud si la RA aporta en algo o no va a deberse a si los objetivos detrás de su uso fueron cumplidos, y si estos objetivos suelen ser en base a la experiencia de la gente, la única forma de saber si les aporta algo a los visitantes es preguntando a ellos directamente.

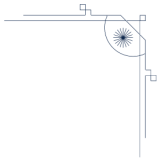
- ¿Por qué las instituciones culturales están optando por usar la RA?

Esta pregunta parece que puede ser respondida fácilmente con solo leer los objetivos detrás de cada institución patrimonial que ha usado la RA, pero si también se une esa información con la mecánica que deciden utilizar para su actividad en RA y la función que cumple dentro del espacio patrimonial, no solo se responde sino que también proporciona una respuesta a una pregunta nueva, y es ¿en qué circunstancias va mejor añadir RA en lugar de otro tipo de tecnología inmersiva?

Por lo que se ha visto en los ejemplos de mecánica, la tecnología de RA permite mostrar más ángulos de un objeto o proporcionar más información que de otra forma no cabría en el espacio. El aporte visual también permite conocer mejor elementos que ya han desaparecido o recrear información que solo se tiene escrita. En el aprendizaje hay gente que es más visual y para poder retener la información mejor necesitan ponerle una imagen, por lo que agregar ese elemento virtual ayuda en el aprendizaje. También está el hecho de que la mayoría de veces, el interés por el pasado recae en el espacio u objeto original, por lo que servirse de la RA para añadir un elemento virtual en el espacio físico patrimonial, puede generar más impacto que usar la RV que no permite interactuar con el entorno real. Sobre todo en casos de recreación en espacios arqueológicos, añadir detalles virtuales de elementos históricos perdidos a un lugar en ruinas mientras el usuario está en el espacio, sirve para sentir una mayor conexión entre la persona y el elemento patrimonial que simplemente verlo renderizado en 3D. Por otra parte, en el campo del arte parece que el arte digital también se está abriendo paso y añadir detalles a las obras mediante RA les da un nuevo significado a la vez que permite al público interactuar y jugar con ella en vez de ser pasivo.

En lo que respecta a los objetivos que exponían las propias instituciones, lo que más se repite es el de mostrar a través de la RA información extra y atraer a más público. Si se toma en cuenta la gráfica de público objetivo se ve que el público objetivo predominante es el joven e infantil, los cuales parecen ser el público más difícil de captar, por lo que con el uso de la RA o tecnologías parece ser que





esperan captar a este público con mayor facilidad. Si se ven varios trabajos de estudio en los que se hace un focus group para una actividad específica de algún museo o lugar patrimonial con RA, el público que suele ser elegido para calcular la efectividad de la aplicación suele ser el joven y/o el infantil. Un ejemplo con público infantil sería el de Wang y Yoon (2014), quienes hicieron un estudio sobre cómo los procesos y las interacciones con las tecnologías conducen a un mayor aprendizaje, y obtuvieron sus respuestas gracias a la participación de 70 estudiantes de entre 11-13 años en un museo de ciencias. Aparentemente en sus resultados poco menos de la mitad de los estudiantes creían que la tecnología de RA les ayudó a ver más detalles del fenómeno del campo magnético y otros dijeron que poder interactuar con el dispositivo de RA fue útil en su aprendizaje. Un ejemplo con público joven es el del proyecto de Damala et al. (2008), quienes crearon una app de RA que servía como guía del museo de Bellas Artes de Rennes y estudiaron su recepción con estudiantes entre 18 y 22 años, la mayoría de los cuales no encontraron que el “aumento” de los objetos reales facilitaran el acceso al contenido.

En base a los resultados y ejemplos se puede decir que estas instituciones no solo optan por la RA para aportar más información, sino que esperan que esta pueda llegar a un público que es menos frecuente. La pregunta sería si lo consiguen, puesto que como se mencionó en los resultados, la difusión de la actividad en RA es escasa y no en medios que el público objetivo mayoritario suele ver.

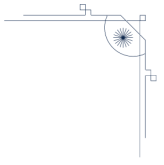
- ¿Varían los usos según la temática de la institución o el país?

Sí. Se ha podido ver que en el caso de las pinturas, la RA suele ser usada como parte de la obra, ya sea para darle movimiento o hacer al público partícipe de algún detalle nuevo. También se ha podido ver que en el caso de los espacios científicos se utiliza para reconstruir un esqueleto y darle movimiento, y en la arqueología reconstruye un espacio ya desaparecido. Sin embargo, dentro de las mismas temáticas hay diferencias también en los usos que le dan a la RA que luego son similares con otras temáticas, como en el caso de crear guías, como en el caso del Sunshine Aquarium (con temática científica), el Museum of Celtic Heritage (historia) y el Museo Sorolla (pintura), por poner unos ejemplos. Otro uso muy frecuente en todas las temáticas, sin excepción, es el de usar la RA para añadir información extra. Respecto al país, los usos no son tan diferentes según la zona, pero si se puede ver que solo en países anglosajones fue que se utilizó una red social para usar la RA y que solo en algunos países de Europa y en Singapur se han utilizado Gafas para la RA, por lo que lo que varía según el país no es tanto la mecánica de la RA sino los medios o dispositivos que usan para poder emplearla.

- ¿Qué podría hacer el patrimonio con la RA que no se haya hecho ya?

Siguiendo los resultados de la mecánica se ve que lo más frecuente es que se use como guía (en sustitución a guías turísticas), de forma lúdica mediante juegos que permiten al usuario buscar información del tema de forma más activa (como en el





caso de la yincana), como recreación de un espacio histórico u objeto (como cuando los huesos de dinosaurio expuestos terminan recubiertos de carne como se verían mediante la RA), como animación de una obra de arte estática, o como capa para añadir información extra (como en el caso de rayos X en obras de arte). Esto aporta a las misiones de educar y comunicar, pero ignoran las de preservar o investigar.

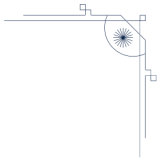
Igual que se comentó en la pregunta anterior, estos usos actuales con la intención de educar y comunicar van mayoritariamente dirigidos a un público joven e infantil. Esto no significa que los adultos no puedan verse atraídos a la actividad, pero ¿un público mayor podría disfrutar de estas actividades? Tal vez dependiendo del tipo de actividad con RA haya mayor o menor éxito, pero tomando en cuenta que la institución puede proporcionar el dispositivo o que incluso la app suele estar hecha de forma que sea fácil usar la RA, podría decirse que también disfrutarían de ver la información sobre el elemento patrimonial de esta forma novedosa.

Igualmente, y a pesar de tratarse de una tecnología bastante accesible, no parece que haya una intención directa de proyectarla a un público con necesidades especiales, el único ejemplo dentro de la muestra siendo AURASMA. Dieck y Jung (2016) comentaban el caso del Museo de la mina de estaño Geevor, el cual creó una aplicación de RA para mejorar la experiencia de los visitantes y también ayudar a los guías turísticos durante los períodos de mayor actividad. Esto me hizo pensar en el caso del museo en el que hice las prácticas, The Little Museum of Dublin. En este museo la entrada venía con la visita guiada, ya que esta era fundamental para la experiencia y explicar la historia de los objetos expuestos. En más de una ocasión vino gente sorda y como no había un guía que supiera lenguaje de signos, la entrada era gratis y se les dejaba mirar, pero perdían gran parte de la información ya que esta no estaba expuesta y solo se obtenía mediante el tour. El motivo era que porque no eran habituales, por lo que no venía a cuento tener un guía turístico que sepa lenguaje de signos, pero si usaran la RA para manifestar a un guía que si sepa lenguaje de signos o incluso que personifique a los personajes históricos de los que se hablaba en el tour, entonces, aunque sea en escasos casos esporádicos, cuando fuera público con sordera podría disfrutar de la misma experiencia que el resto. También podría usarse como una alternativa de presentar información a gente neurodivergente, pero habría que explorar de qué forma.

Por otra parte, en lo que respecta a la investigación y a la preservación, los usos podrían ser mucho más distintos. En el caso de la investigación, la digitalización suele usarse sobre todo en arqueología para escanear y recrear, gracias a las cámaras, espacios a los que no pueden acceder y así poder estudiarlos, por lo que parece que la RA sería inservible, o al menos a nadie se le ha ocurrido de qué forma usarla para beneficiar a una investigación.

En el caso de la preservación, de nuevo nos encontramos con que la digitalización ya cubre la recreación de un espacio u objeto que, en caso de perderse, ya queda reservado de forma digital, por lo que en este caso la RA podría aplicar de una





forma que no sea tan directa con el objeto patrimonial. Mirando los usos en otros campos como ingeniería, medicina o automovilística, que la usan con fines más prácticos, un uso que podría darse a la RA dentro de la preservación podría ser en los almacenes de los museos en los que se conservan las colecciones pero pueden estar desordenados, haciendo que, a veces, a la hora de buscar algún objeto o archivo, tome mucho tiempo o se terminen perdiendo cosas. Si un día se organiza todo el espacio y se va digitalizando todo en el proceso, se podría usar la RA la próxima vez que se quiera buscar algo para saber seguro donde se encuentra, aplicando una búsqueda y permitiendo a los marcadores localizarlo.

Revisando las respuestas a estas preguntas se ha concluido que la hipótesis es mitad verdadera y mitad falsa.

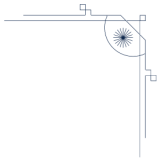
Sí se está usando la RA por su atractivo tecnológico y por ser una tecnología reciente que todavía está creciendo, por lo que genera curiosidad y atrae a un público en su momento; y revisando la falta de noticias después de que acabara la actividad de RA y la falta de menciones al respecto en general, se afirma que no deja un rastro a largo plazo. De hecho es cuestionable si seguirá llamando la atención en un futuro en el que la RA ya no sea una novedad sino parte del día a día.

Sin embargo, que usar la RA no aporte alguna enseñanza sobre el patrimonio y no contribuya a su preservación no tiene por qué ser una verdad rotunda.

Se ha visto en la muestra que, en muchos casos, con la RA se genera un entorno en el que el público pueda interactuar con el entorno real actual mientras recibe información de cómo solía ser dicho entorno en el pasado (o cómo se creía que era), ya sea en espacios arqueológicos o lugares patrimoniales, o tratándose de restos de especies como en el caso de los dinosaurios. Aunque hayan especies, objetos y espacios patrimoniales que se hayan perdido y de los que solo se sepa mediante escritos, el crear una digitalización o diseño virtual para hacer una actividad al respecto ya permite otro medio de preservación de información aparte del escrito. Sobre todo en el caso del patrimonio inmaterial que no requiere de objetos sino de experiencias, poder usar la RA para recrear estas experiencias puede mantenerlas vivas en la memoria de la gente.

Por otra parte, usar la gamificación en el patrimonio (como en los ejemplos de la yincana con RA dentro del museo) puede influenciar a los usuarios y enseñar de forma más entretenida y memorable. Hay algunos estudios (Cesaria et al., 2020; Khan et al., 2020; Hammady et al., 2016; Zainuddin et al., 2020) que afirman que aplicar la gamificación en el aprendizaje genera buenos resultados. La única forma de comprobar si esto aplica a los casos de la muestra sería haciendo un análisis de público con todas las instituciones que usan la RA como juego y ver los resultados, o proponer nuevas aplicaciones de RA con temática lúdica y estudiar su impacto después de lanzarla al público.





Volviendo a la información que si se ha obtenido con este estudio, es verdad que dependiendo del uso que se le dé a la RA esta puede que no aporte ninguna enseñanza, como en el caso de las aplicaciones que solo usan la RA para añadir movimiento a un objeto inmóvil, ya sean pinturas a las que se le añadieron efectos especiales con la RA o, por ejemplo, la app del Philadelphia Butterfly Pavilion, que solo usa la RA para crear una mariposa con la que tomarse fotos pero esta no aporta ninguna información sobre estas sino que están solo por entretenimiento. Por lo tanto, que la RA aporte alguna enseñanza dependerá de la estrategia que utilice la institución a la hora de crear una actividad con RA. En algunos casos se ha visto que si se usa con fines educativos, y en otros casos se ha usado para entretener.

6 CONCLUSIONES

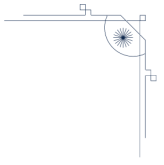
Con este trabajo se pretendía agrupar los diferentes casos de espacios patrimoniales que usan la RA y ver de qué forma se sirven de esta tecnología. Se ha hecho un estudio del estado en cuestión y creado una muestra con 50 casos y 11 factores que se han revisado y analizado para poder ver las opciones que existen de RA en el patrimonio y considerar las que podrían existir si se sigue experimentando con esta tecnología.

Como se ha podido ver en la discusión, hay varias formas de usar la RA en el campo del patrimonio. Ya sea como un tipo de guía del espacio usando una imagen de algún personaje que ya no existe, usando la gamificación para presentar retos e interactividad, reconstruyendo espacios perdidos u objetos o seres incompletos (ej. Esqueletos de dinosaurio o la policromía de una escultura), o simplemente generando movimiento a un objeto estático para hacerlo más llamativo y añadiendo información extra que no cabe en el mundo real.

En algunos casos se ha podido ver que el uso de la RA es innecesario o no aprovechado, como cuando simplemente se usa para animar un objeto o personaje en el lugar sin aportar ninguna información extra o cuando se usa como código QR y redirige a un video o imagen que bien podrían ser expuestos en el lugar sin necesidad de usar RA. Es en estos casos en los que la hipótesis parece plausible, ya que la RA no aporta nada nuevo o diferente a lo que podría aportar un letrero o un panel con un video, pero los casos anteriores muestran que, aunque se aproveche la RA por su atractivo tecnológico y novedoso, esta puede aportar en la educación del patrimonio y preservar su memoria si se utiliza de forma inteligente.

Por otro lado, la segunda mitad de la hipótesis que dice que la RA solo atrae al público a que lo usen en ese momento, pero no deja un rastro a largo plazo también parece plausible, ya que fue bastante difícil encontrar estas actividades de RA en instituciones patrimoniales, y a lo largo de la investigación algunas de las fuentes fueron eliminadas. De hecho, algo que me sorprendió bastante fue ver la cantidad de casos en el estado español y cómo ni yo ni gente de mi entorno sabíamos de estos casos, lo cual ya dice bastante de lo poco efectiva que es la difusión actual de





la actividad en RA. Que en gran parte de los casos la RA sea una actividad temporal, de la cual no se habla una vez acabada, y que los métodos para difundir esta actividad no sean muy efectivos para llegar al público que la mayoría de instituciones pretende atraer, hace pensar que, independientemente del uso que se le quiera dar a la RA, este es inútil si luego no logra llegar a la gente, por lo que debería ser algo a tomar en cuenta en el futuro.

Personalmente creo que usar esta metodología documental fue la mejor opción para poder mostrar todo el estado en cuestión y aglomerar una cantidad de información y datos que están separados, ya que había una necesidad de agrupar en un solo documento la mayoría de casos de RA en el patrimonio, repasar sus usos y ver si cumplen la función de preservar, investigar, educar y comunicar el patrimonio, por lo que me alegra haber podido proporcionar información en un nuevo formato que espero pueda facilitar investigaciones futuras más profundas del tema.

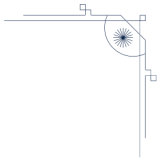
Creo que con este trabajo he abierto la puerta a una mayor comprensión del uso de la RA en el patrimonio y da paso a nuevos estudios como el de la recepción de diferentes tipos de público a estas actividades de RA, haciendo encuestas y grupos de estudio. Para un trabajo de máster eso era inviable si tomamos en cuenta que la muestra incluía 50 casos de 17 países distintos y la falta de tiempo y recursos económicos de una estudiante para ir a todos ellos y conseguir el grupo, pero esta opción se encuentra abierta para un doctorado en el futuro que permita complementar este estudio mucho más.

Se ha podido ver al inicio del trabajo que la RA no es la única tecnología inmersiva que están usando las instituciones patrimoniales, pero es una que se está abriendo paso debido a su atractivo tecnológico que permite interactuar tanto con el entorno real como con un entorno virtual. Al ser una tecnología con la que todavía se están explorando sus posibilidades, los usos han sido variados, ya sea aprovechándola para crear un juego, suplir la falta de personal, añadir detalles que no se pueden añadir al mundo físico o animar imágenes estáticas para hacerlas más llamativas, pero lo que es más evidente es que el patrimonio aprovecha la RA sobre todo para educar al público de una forma menos tradicional y para atraerlo al lugar patrimonial.

Tal vez según se va evolucionando y aprendiendo mejor sobre esta tecnología se pueda usar no solo en el propio espacio patrimonial sino como una forma de atraer a la gente al espacio, como por ejemplo:

- Haciendo filtros online de RA con información del objeto o lugar patrimonial que hagan que la gente quiera participar más
- Creando pequeños juegos de RA que se puedan jugar con objetos desde casa y dejen una incógnita que solo se podría resolver si se va al lugar
- Aprovechando el propio patrimonio que hay en las calles de cada ciudad y dejando códigos QR que al escanear traigan a una versión en RA del autor

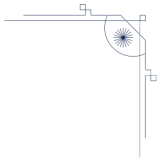




de la pieza escultórica, arquitectónica, de arte urbano, etc. y de un poco de información al respecto

También creo que sería bastante útil explorar la RA en el campo de la accesibilidad, pero habría que estudiar más a fondo las necesidades especiales para saber de qué forma la RA pueda proporcionar algo nuevo y eficaz.

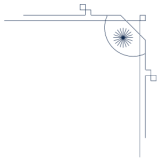
Habría que ver si la RA podría aportar algo nuevo a la investigación y preservación del patrimonio que no funcione ya con otros métodos, pero por el momento, a nivel educativo y de comunicación, va progresando. Todavía hay mucho que se puede averiguar sobre las formas de investigar, preservar, educar y comunicar el patrimonio aprovechando las tecnologías inmersivas, pero el constante avance tecnológico permite que cada vez sea más fácil experimentar y explorar de qué formas se pueden seguir aprovechando para cumplir los objetivos del patrimonio.



BIBLIOGRAFÍA

- Addison, A. C. (2000). Emerging trends in virtual heritage. *IEEE Multimedia*, 7(2), 22-25. <https://doi.org/10.1109/93.848421>
- Affleck, J., & Kvan, T. (2005). *REINTERPRETING VIRTUAL HERITAGE*. 169-178. <https://doi.org/10.52842/conf.caadria.2005.169>
- Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A Survey of Augmented, Virtual, and Mixed Reality for Cultural Heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3145534>
- Bekele, M. K., & Champion, E. (2019). A Comparison of Immersive Realities and Interaction Methods: Cultural Learning in Virtual Heritage. *Frontiers in Robotics and AI*, 6, 91. <https://doi.org/10.3389/frobt.2019.00091>
- Bekele, M. K., Champion, E., McMeekin, D. A., & Rahaman, H. (2021). The Influence of Collaborative and Multi-Modal Mixed Reality: Cultural Learning in Virtual Heritage. *Multimodal Technologies and Interaction*, 5(12), 79. <https://doi.org/10.3390/mti5120079>
- Caro-Martínez, M., Hernando-Hernández, D. & Díaz, G. (2015) *RACMA o cómo dar vida a un mapa mudo en el Museo de América*. Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego, 24 de junio 2015, Barcelona
- Cesaria, F., Cucinelli, A. M., De Prezzo, G., & Spada, I. (2020). Gamification in Cultural Heritage: A Tangible User Interface Game for Learning About Local Heritage. En H. Kremers (Ed.), *Digital Cultural Heritage* (pp. 411-422). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15200-0_28
- Champion, E. (2006). Evaluating cultural learning in an online virtual environment. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 16(3/4), 173. <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2006.009197>
- Champion, E. (2014). *History and Cultural Heritage in Virtual Environments*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199826162.013.020>
- Champion, E. M. (Ed.). (2021). *Virtual Heritage: A Concise Guide*. Ubiquity Press. <https://doi.org/10.5334/bck>
- Damala, A., Cubaud, P., Bationo, A., Houlier, P., & Marchal, I. (2008). Bridging the gap between the digital and the physical: design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. *Proceedings of the 3rd*

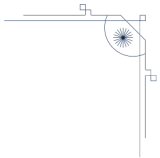




International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts - DIMEA '08, 120. <https://doi.org/10.1145/1413634.1413660>

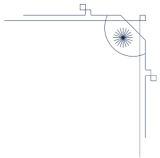
- Deutschmann, M., Outakoski, H., Panichi, L., & Schneider, C. (2010). *Virtual Learning, Real Heritage Benefits and Challenges of Virtual Worlds for the Learning of Indigenous Minority Languages*. International ICT for Language Learning 2010, Florence Italy. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:umu:diva-44293>
- Dieck, M. C., & Jung, T. H. (2017). Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach. *Journal of Destination Marketing & Management*, 6(2), 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2017.03.002>
- Dieck, M. C., & Jung, T. (Eds.). (2019). *Augmented Reality and Virtual Reality: The Power of AR and VR for Business*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-06246-0>
- Ding, M., & others. (2017). Augmented reality in museums. *Museums & augmented reality—A collection of essays from the arts management and technology laboratory*, 1-15.
- Fenu, C., & Pittarello, F. (2018). Svevo tour: The design and the experimentation of an augmented reality application for engaging visitors of a literary museum. *International Journal of Human-Computer Studies*, 114, 20-35. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.01.009>
- Gómez Chova, L., López Martínez, A., & Candel Torres, I. (Eds.). (2019). *EDULEARN19 conference proceedings*. IATED Academy.
- Hammady, R., Ma, M., & Temple, N. (2016). Augmented Reality and Gamification in Heritage Museums. En T. Marsh, M. Ma, M. F. Oliveira, J. Baalsrud Hauge, & S. Göbel (Eds.), *Serious Games* (Vol. 9894, pp. 181-187). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45841-0_17
- Hammady, R., Ma, M., & Powell, A. (2018). User Experience of Markerless Augmented Reality Applications in Cultural Heritage Museums: 'MuseumEye' as a Case Study. En L. T. De Paolis & P. Bourdot (Eds.), *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics* (Vol. 10851, pp. 349-369). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95282-6_26
- Hincapié, M., Díaz, C., Zapata-Cárdenas, M.-I., Rios, H. de J. T., Valencia, D., & Güemes-Castorena, D. (2021). Augmented reality mobile apps for cultural heritage reactivation. *Computers & Electrical Engineering*, 93, 107281. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107281>





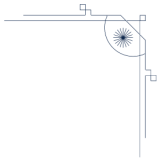
- Hu, X., Ng, J., & Lee, J. H. (2019). VR creation experience in cultural heritage education: A preliminary exploration. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 56(1), 422-426.
<https://doi.org/10.1002/pras.42>
- Ibañez-Etxeberria, A., Gómez-Carrasco, C. J., Fontal, O., & García-Ceballos, S. (2020). Virtual Environments and Augmented Reality Applied to Heritage Education. An Evaluative Study. *Applied Sciences*, 10(7), 2352.
<https://doi.org/10.3390/app10072352>
- Ibrahim, N., & Ali, N. M. (2018). A Conceptual Framework for Designing Virtual Heritage Environment for Cultural Learning. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 11(2), 1-27. <https://doi.org/10.1145/3117801>
- Ioannides, M. (Ed.). (2018). *Digital Cultural Heritage: Final Conference of the Marie Skłodowska-Curie Initial Training Network for Digital Cultural Heritage, ITN-DCH 2017, Olimje, Slovenia, May 23–25, 2017, Revised Selected Papers* (Vol. 10605). Springer International Publishing.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-75826-8>
- Jacobsen, J., & Holden, L. (2007). Virtual Heritage: Living in the Past. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 10(3).
- Jaillot, V., Istasse, M., Servigne, S., Gesquière, G., Rautenberg, M., & Lefort, I. (2020). Describing, comparing and analysing digital urban heritage tools: A methodology designed with a multidisciplinary approach. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 17, e00135.
<https://doi.org/10.1016/j.daach.2020.e00135>
- Jung, T. H., & tom Dieck, M. C. (2017). Augmented reality, virtual reality and 3D printing for the co-creation of value for the visitor experience at cultural heritage places. *Journal of Place Management and Development*, 10(2), 140-151. <https://doi.org/10.1108/JPM-D-07-2016-0045>
- Kalay, Y. E., Kvan, T., & Affleck, J. (Eds.). (2008). *New heritage: new media and cultural heritage*. Routledge.
- Kamariotou, V., Kamariotou, M., & Kitsios, F. (2021). Strategic planning for virtual exhibitions and visitors' experience: A multidisciplinary approach for museums in the digital age. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 21, e00183. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2021.e00183>
- Kane, E., & Crawford, D. B. A. (2018). *The Augmented Museum: Essays on Opportunities and Uses of Augmented Reality in Museums*. Lulu.com.





- Keil, J., Pujol, L., Roussou, M., Engelke, T., Schmitt, M., Bockholt, U., & Eleftheratou, S. (2013). A digital look at physical museum exhibits: Designing personalized stories with handheld Augmented Reality in museums. 2013 *Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)*, 685-688. <https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6744836>
- Khan, I., Melro, A., Carla, A., & Oliveira, L. (2020). Systematic Review on Gamification and Cultural Heritage Dissemination. *Journal of Digital Media & Interaction*, 3 n.º 8, 19-41 Páginas. <https://doi.org/10.34624/JDMI.V3I8.21934>
- Luigini, A., Parricchi, M., Basso, A., & Basso, D. (2019). Immersive and participatory serious games for heritage education, applied to the cultural heritage of South Tyrol. *Interaction Design and Architecture(s)*, 43, 42-67. <https://doi.org/10.55612/s-5002-043-003>
- Machidon, O. M., Duguleana, M., & Carrozzino, M. (2018). Virtual humans in cultural heritage ICT applications: A review. *Journal of Cultural Heritage*, 33, 249-260. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.01.007>
- Mendoza, R., Baldiris, S., & Fabregat, R. (2015). Framework to Heritage Education Using Emerging Technologies. *Procedia Computer Science*, 75, 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.244>
- Moorhouse, N., tom Dieck, M. C., & Jung, T. (2019). An experiential view to children learning in museums with Augmented Reality. *Museum Management and Curatorship*, 34(4), 402-418. <https://doi.org/10.1080/09647775.2019.1578991>
- Mortara, M., & Catalano, C. E. (2018). 3D VIRTUAL ENVIRONMENTS AS EFFECTIVE LEARNING CONTEXTS FOR CULTURAL HERITAGE. *Italian Journal of Educational Technology, IJET-ONLINE FIRST*. <https://doi.org/10.17471/2499-4324/1026>
- Mourkoussis, N., Liarokapis, F., Darcy, J., Pettersson, M.I., Petridis, P., Lister, P.F., & White, M. (2002). *Virtual and Augmented Reality Applied to Educational and Cultural Heritage Domains*.
- Noh, Z., Sunar, M. S., & Pan, Z. (2009). A Review on Augmented Reality for Virtual Heritage System. En M. Chang, R. Kuo, Kinshuk, G.-D. Chen, & M. Hirose (Eds.), *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development* (Vol. 5670, pp. 50-61). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03364-3_7
- O'dwyer, N., Zerman, E., Young, G. W., Smolic, A., Dunne, S., & Shenton, H. (2021). Volumetric Video in Augmented Reality Applications for Museological Narratives: A User Study for the Long Room in the Library of Trinity College





Dublin. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 14(2), 1-20.

<https://doi.org/10.1145/3425400>

Park, M. K., Lim, K. J., Seo, M. K., Jung, S. J., & Lee, K. H. (2015). Spatial augmented reality for product appearance design evaluation. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(1), 38-46.

<https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.11.004>

Petrucco, C., & Agostini, D. (2016). Teaching Cultural Heritage using Mobile Augmented Reality. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, Vol 12, No 3 (2016): Special Issue: EMEMITALIA Conference 2016.

<https://doi.org/10.20368/1971-8829/1180>

Pierce, B. A. (2002). *Virtual and Augmented Reality Applied to Educational and Cultural Heritage Domains*.

Roussou, M. (2001). Immersive interactive virtual reality in the museum. *Proc. of TiLE (Trends in Leisure Entertainment)*.

Sharron, & Abraham, J. (2015). The Role of Curiosity in Making Up Digital Content Promoting Cultural Heritage. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 184, 259-265. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.05.089>

Stone, R., & Ojika, T. (2000). Virtual heritage: what next? *IEEE Multimedia*, 7(2), 73-74. <https://doi.org/10.1109/93.848434>

VV.AA. *PROCEEDINGS OF THE 15TH EUROPEAN CONFERENCE ON GAME BASED LEARNING ECGBL*. (2021). ACPIL.

Wojciechowski, R., Walczak, K., White, M., & Cellary, W. (2004). Building Virtual and Augmented Reality museum exhibitions. *Proceedings of the ninth international conference on 3D Web technology*, 135-144.

<https://doi.org/10.1145/985040.985060>

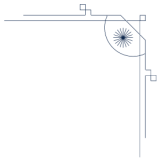
Yoon, S. A., & Wang, J. (2014). Making the Invisible Visible in Science Museums Through Augmented Reality Devices. *TechTrends*, 58(1), 49-55.

<https://doi.org/10.1007/s11528-013-0720-7>

Zainuddin, Z., Chu, S. K. W., Shujahat, M., & Perera, C. J. (2020). The impact of gamification on learning and instruction: A systematic review of empirical evidence. *Educational Research Review*, 30, 100326.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100326>





WEBGRAFÍA

A Guide to 3DAR Trick Art Museum in Santa Monica. (s.f.). Jaz Wanderlust. <https://jazwanderlust.com/3dar-santa-monica/>

Coates, C. (2022, 17 de abril). *How Museums are using Augmented Reality Museum Next.* <https://www.museumnext.com/article/how-museums-are-using-augmented-reality/>

Goh, R. (2022, 15 de enero). *Futuristic experience at Asian Civilisations Museum – Rylan Goh Illustration.* Rylan Goh Illustration. <https://rylangohillustration.com/art-and-fantasy/futuristic-experience-at-asian-civilisations-museum/>

Google Uses AR to let the world ‘meet Vermeer’. (s.f.). Irish Tech News. <https://irishtechnews.ie/google-uses-ar-to-let-the-world-meet-vermeer/>

Home | UNESCO. (s.f.). Home | UNESCO. <https://www.unesco.org/en>

KeyARt - La nuova app per la visita al museo in realtà aumentata. (s.f.). Archeomatica. <https://www.archeomatica.it/ict-beni-culturali/keyart-la-nuova-app-per-la-visita-al-museo-in-realta-aumentata>

Los países más ricos del mundo. (s.f.). DatosMundial.com. <https://www.datosmundial.com/paises-mas-ricos.php>

Martín Valbuena, C. (2022, 23 de marzo). *CosmoCaixa invita a volver a mirar el Sol.* The New Barcelona Post. <https://www.thenewbarcelonapost.com/cosmocaixa-barcelona-invita-volver-mirar-sol/>

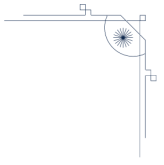
Noción de patrimonio digital. (s.f.). UNESCO. <https://es.unesco.org/themes/information-preservation/digital-heritage/concept-digital-heritage#:~:text=El%20patrimonio%20digital%20está%20formado,industrias,%20sectores%20y%20regiones%20diferentes.>

Portaltic. (2022, 15 de junio). *España es el país europeo más familiarizado con el metaverso y las tecnologías de realidad virtual y aumentada.* europapress.es. <https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-espana-pais-europeo-mas-familiarizado-metaverso-tecnologias-realidad-virtual-aumentada-20220615123933.html>

Rieland, R. (2012, 14 de agosto). *Augmented Reality Livens up Museums.* Smithsonian Magazine. <https://www.smithsonianmag.com/innovation/augmented-reality-livens-up-museums-22323417/>

Rosales, E. (2018, 28 de noviembre). *Llega a México el primer museo de realidad aumentada.* DineroenImagen. <https://www.dineroenimagen.com/actualidad/llega-mexico-el-primer-museo-de-realidad-aumentada/105027>





(s.f.). <https://www.transfer.rdi.uoc.edu/es/casos/experiencia-de-realidad-aumentada-sobre-el-craneo-del-triceratops-expuesto-en-el-cosmocaixa>

Terdiman, D. (2012, 27 de julio). *At Getty Museum, revelations of art via tech*. CNET. <https://www.cnet.com/culture/at-getty-museum-revelations-of-art-via-tech/>

WEBGRAFÍA DE LAS TABLAS

¡Pon un dinosaurio en tus manos! | Museo Nacional de Ciencias Naturales. (s.f.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. <https://www.mncn.csic.es/es/visita-el-mncn/exposiciones/pon-un-dinosaurio-en-tus-manos>

A celtic museum experience using augmented reality. (s.f.). ViMM. <https://www.vimm.eu/2017/11/30/a-celtic-museum-experience-using-augmented-reality/>

A Milano il primo Museo di Arte Urbana Aumentata - Latitudes. (s.f.). Latitudes. <https://www.latitudeslife.com/2017/12/milano-museo-arte-urbana-aumentata/>

About - Artivive. (s.f.). Artivive. <https://artivive.com/about/>

ACM: Terracotta Warriors by Magma Studios Pte Ltd. (s.f.). AppAdvice. <https://appadvice.com/app/acm-terracotta-warriors/438871689>

AGENCIAS. (2021, 3 de febrero). *Artefact, las obras del San Petersburgo de Málaga en realidad aumentada*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20210203/6219812/artefact-obras-san-petersburgo-malaga-realidad-aumentada.html>

Aplicación ARTEFACT - Colección del Museo Ruso / Málaga. (2021, 3 de febrero). Colección del Museo Ruso / Málaga. <https://www.coleccionmuseoruso.es/aplicacion-artefact/>

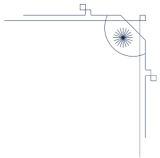
Art of London Augmented Gallery - National Portrait Gallery. (s.f.). Home - National Portrait Gallery. <https://www.npg.org.uk/visit/art-of-london-augmented-gallery>

ARtours - V2_ Lab for the Unstable Media. (s.f.). V2_ Lab for the Unstable Media. <https://v2.nl/works/artours>

At the Franklin Institute, ancient relics meet augmented reality - Technical.ly. (s.f.). Technical.ly. <https://technical.ly/startups/terracotta-warriors-franklin-institute-augmented-reality/>

Atelier CLIC en ligne sur le thème "mapping et immersion vidéo dans les musées et lieux de patrimoine". (2021, 30 de septiembre). Club Innovation & Culture CLIC France. <https://www.club-innovation-culture.fr/musee-art-moderne-paris-nouveau-dispositif-numerique-fee-electricite-dufy/>





Au musée d'Orsay, les dispositifs de réalité augmentée au service de l'art n'ont pas résisté bien longtemps au public ! (2015, 17 de mayo).

Flickr. <https://www.flickr.com/photos/dalbera/17172234923>

Augmented Reality - Philadelphia Insectarium and Butterfly Pavilion. (s.f.).

Philadelphia Insectarium and Butterfly

Pavilion. <https://www.phillybutterflypavilion.com/philly-insects-ar/>

Augmented Reality – LBI ArchPro. (s.f.). LBI

ArchPro. <https://archpro.lbg.ac.at/methodological-development/augmented-reality/?lang=en>

Augmented Reality - San Diego Museum of Art. (s.f.). San Diego Museum of

Art. [https://www.sdmart.org/augmented-](https://www.sdmart.org/augmented-reality/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZyOuoDpzmlaGvBGCl5B2HBav32DhABD7gBQuulTX7BiqjiGwMPEE7IaAhS-EALw_wcB)

[reality/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZyOuoDpzmlaGvBGCl5B2HBav32DhABD7gBQuulTX7BiqjiGwMPEE7IaAhS-EALw_wcB](https://www.sdmart.org/augmented-reality/?gad=1&gclid=Cj0KCQjwr82iBhCuARIsAO0EAZyOuoDpzmlaGvBGCl5B2HBav32DhABD7gBQuulTX7BiqjiGwMPEE7IaAhS-EALw_wcB)

Augmented Reality and Art: bringing innovation in museum. (s.f.). AR

MARKET. <https://www.arealitymarket.com/en/augmented-reality-and-art/>

Augmented Reality and the Museum Experience | museumsandtheweb.com. (s.f.).

MuseWeb – Conferences | Publishing |

Consulting. https://www.museumsandtheweb.com/mw2011/papers/augmented_reality_and_the_museum_experience

Augmented Reality App brings Dinosaurs to life at Museum. (s.f.). It

Business. <https://www.itbusiness.ca/news/augmented-reality-app-brings-dinosaurs-to-life-at-museum/18072>

Augmented Reality Art Gallery 2021. (s.f.). Art of

London. <https://artoflondon.co.uk/events/augmented-reality-art-gallery>

Augmented Reality Art Exhibition In South Korea 2020. (s.f.).

Otosection. <https://otosection.com/augmented-reality-art-exhibition-in-south-korea-2020/>

Augmented Reality for visitor attractions: a checklist for a successful AR experience.

(s.f.). Bloolooop. <https://bloolooop.com/technology/opinion/ar-experience-checklist-museums/>

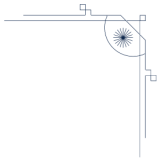
Augmented Reality in Cultural Heritage - Inglobe Technologies. (s.f.). Inglobe

Technologies. <https://www.inglobetechnologies.com/augmented-reality-cultural-heritage/>

Augmented reality outside the Museum of Art! (s.f.). Cool San Diego

Sights! <https://coolsandiegosights.com/2020/11/14/augmented-reality-outside-the-museum-of-art/>





Augmented Reality Tor of Roman Colosseum €10 — VIDI GUIDES. (s.f.). VIDI GUIDES. <https://www.vidiguides.com/walking-tours/cambridge-walking-tours-city-pack-old-h9ndn-6j4j5>

Baker, N. (2012a, 16 de julio). *Augmented reality apps bring exhibitions to life*. U.S. <https://www.reuters.com/article/net-us-app-exhibitions-idUSBRE86F0PN20120716>

Baker, N. (2012b, 16 de julio). *Dinosaurs roar to life with museum's augmented reality app*. The Globe and Mail. <https://www.theglobeandmail.com/technology/tech-news/dinosaurs-roar-to-life-with-museums-augmented-reality-app/article4420174/>

Barriuso, N. (2016, 22 de marzo). *¿Cómo es una visita con realidad aumentada? Descúbrelo en la Casa Batlló*. Croma Cultura. <https://www.cromacultura.com/realidad-aumentada-casa-batllo/>

Barthebin, J. (2022, 4 de febrero). *Webinaire "Itinérance des expositions culturelles et scientifiques: hybridation des formats, nouveaux marchés"*. Club Innovation & Culture CLIC France. <https://www.club-innovation-culture.fr/musee-orsay-france-televvisions-lucid-realities-petite-danseuse-degas-realite-augmentee/>

Behance. (s.f.). Behance. <https://www.behance.net/gallery/43238057/Living-Space>

Belvedere Museum Vienna | Upper Belvedere permanent collection. (s.f.). Belvedere Museum Wien | Startseite. <https://www.belvedere.at/en/permanent-collection#AugmentedReality>

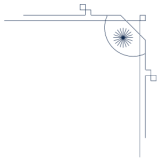
Belvedere Museum Wien | Das Belvedere digital erleben. (s.f.). Belvedere Museum Wien | Startseite. <https://www.belvedere.at/en/discover/augmented-reality>

Bernard, L. (2022, 4 de febrero). *La Petite Danseuse au musée d'Orsay : une application en réalité augmentée autour du chef-d'œuvre de Degas | Connaissance des Arts*. Connaissance des Arts. <https://www.connaissancedesarts.com/musees/musee-orsay/la-petite-danseuse-au-musee-dorsay-une-nouvelle-application-en-realite-augmentee-autour-du-chef-doeuvre-de-degas-11169612/>

BioKompass Augmented Reality App · Senckenberg Naturmuseum Frankfurt. (s.f.). Senckenberg Naturmuseum Frankfurt. <https://museumfrankfurt.senckenberg.de/en/biokompass/biokompass-project-modules/biokompass-augmented-reality-app/>

Bonasio, A. (2018, 20 de junio). *Augmented Reality Will Reinvent How We Experience Art*. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/alicebonasio/2018/06/20/augmented-reality-will-reinvent-how-we-experience-art/?sh=601ea151636c>





Carnuntum App. (s.f.). Torrejon Estudio. <https://torrejonestudio.com/en/project/carnuntum-app/>

Carnuntum – Augmented Reality Experience of a Roman Gladiator School | Creative Cultural Heritage Cooperation Projects. (s.f.). Creative Cultural Heritage Cooperation Projects | Toolkit. https://creativech-toolkit.salzburgresearch.at/case_study/carnuntum-augmented-reality-experience-of-a-roman-gladiator-school/

Carnuntum Augmented Reality mobile application. (s.f.). ViMM. <https://www.vimm.eu/project/carnuntum-augmented-reality-mobile-application/>

Cherry Thian | Museums and the Web ASIA 2012. (s.f.). Museums and the Web ASIA 2012 | The inaugural conference of Museums and the Web in Asia. <https://mwa2012.museumsandtheweb.com/cherry-thian/index.html>

CHESS | Acropolis Museum | Official website. (s.f.). Αρχική | Μουσείο Ακρόπολης | Επίσημος ιστοχώρος. <https://www.theacropolismuseum.gr/en/research-programes/chess>

CHESS - The CHESS project. (s.f.). CHESS - The CHESS project. <https://chessexperience.eu/>

China's Terracotta Warriors get armed with AR. (s.f.). <https://news.cgtn.com/news/334d6a4d79597a6333566d54/index.html>

CIRCO MAXIMO EXPERIENCE. (s.f.). Sistema Musei di Roma Capitale. <https://museiincomuneroma.vivaticket.it/it/tour/circo-maximo-experience/2513>

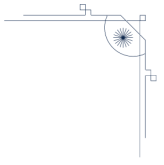
Circo Maximo Experience - La storia attraverso la realtà aumentata. (s.f.). Circo Maximo Experience - La storia attraverso la realtà aumentata. <https://www.circomaximoexperience.it/>

Circo Maximo Experience, la visita immersiva fino ad agosto 2022 - Arte Magazine. (2022, 30 de mayo). Arte Magazine - Il quotidiano di Arte e Cultura. <https://artemagazine.it/2022/05/30/circo-maximo-experience-la-visita-immersiva-fino-ad-agosto-2022/>

Circo Maximo Experience, la visita in realtà aumentata e virtuale continua per tutta l'estate. (2022, 22 de mayo). RomaToday. <https://www.romatoday.it/eventi/cultura/circo-maximo-experience-giugno-luglio-agosto-2022.html>

Circo Maximo Experience, un viaggio immersivo per viverlo così come era ai tempi dell'antica Roma. (s.f.). Turismo Italia News - Il quotidiano on-line dedicato al turismo - Turismo Italia News. <https://www.turismoitalianews.it/viaggi-personaggi/20114->





[circo-maximo-experience-un-viaggio-immersivo-per-viverlo-cosi-come-era-ai-tempi-dell-antica-roma](#)

Clegg, C. (2014, 13 de julio). *Navigate Tokyo with the help of augmented reality penguins!* SoraNews24 -Japan News-. <https://soranews24.com/2014/07/13/navigate-tokyo-with-the-help-of-augmented-reality-penguins/>

Cuseum & Pérez Art Museum Miami Bring Exhibition to Life with AR — Cuseum. (s.f.). Cuseum. <https://cuseum.com/blog/cuseum-perez-art-museum-miami-bring-exhibition>

D, C., & J, C. (2023, 7 de abril). *Plongez dans une histoire forte et touchante avec "Noire", l'installation en réalité augmentée du Centre Pompidou.* Sortiraparis.com : Les meilleures sorties restaurant, cinéma, spectacle, théâtre, concert, musée, balade, soirée à Paris et Ile de France. <https://www.sortiraparis.com/arts-culture/exposition/articles/291472-noire-au-centre-pompidou-l-installation-en-realite-augmentee-qui-nous-fait-revivre-l-histoire#:~:text=Pour%20nous%20immerger%20dans%20cette,avril%20au%2029%20mai%202023>

Digital, M. (2018, 21 de septiembre). *La Realidad Aumentada en el Museo de la Bolsa.* Grupo Milenio. <https://www.milenio.com/cultura/laberinto/la-realidad-aumentada-en-el-museo-de-la-bolsa>

Digital Start | Belvedere Museum Vienna. (s.f.). Belvedere Museum Wien | Startseite. <https://www.belvedere.at/en/digital>

DuSable Museum of African American History - BUNDLAR. (s.f.). BUNDLAR. <https://bundlar.com/client/dusable-museum/>

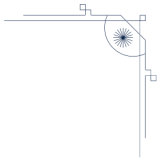
DuSable Museum Unveils New Augmented Reality App Powered by BUNDLAR - BUNDLAR. (s.f.). BUNDLAR. <https://bundlar.com/dusable-museum-unveils-new-augmented-reality-app-powered-by-bundlar/>

El Museo Sorolla en Realidad Aumentada gracias a la innovación de 6DLab - Leganés Tecnológico. (s.f.). Leganés Tecnológico. <https://leganestecnologico.es/museo-sorolla-realidad-aumentada-gracias-la-innovacion-6dlab/>

El mapping de Sant Climent de Taüll. (s.f.). Mnemosine. <http://revista.museologia.cat/es/article/el-mapping-de-sant-climent-de-taull-193>

Enhancing Views of History: Terracotta Warriors and Augmented Reality | The Pew Center for Arts & Heritage. (s.f.). The Pew Center for Arts & Heritage. <https://www.pewcenterarts.org/grant/enhancing-views-history-terracotta-warriors-and-augmented-reality>





Embracing the Space: The Digital in Museums. (s.f.). National Heritage Board - Pride in our Past, Legacy for our Future. <https://www.nhb.gov.sg/nationalmuseum/research-and-publications/resources-and-publication-list/musing---nms-blog/digimuse>

Engadget. (2018, 26 de marzo). *An AR app returns stolen Gardner paintings to their frames* | Engadget. https://www.engadget.com/2018-03-26-gardner-heist-stolen-paintings-arkit.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAEeUaGD DIGwWrE-g-zhjOmy8Mo8-SclepvP7r0KtAb8bp3Ucb_SHStwKA_Bg3LFCNF0z0VUa61AaFMNnW0HX-gT3B3iWjmhze_Y2BuLsiJdls9ihg4bx-5jvXAtqVakzXltsGWL2N9XLC8tKndoJNu_H7nrv2b1F6HD2Uc-b0k

Enigma Galdiano en los museos de Madrid - Catalunya Vanguardista. (2016, 2 de noviembre). Catalunya Vanguardista. <https://www.catalunyavanguardista.com/enigma-galdiano-en-los-museos-de-madrid/>

"Enigma Galdiano" un juego gratuito de Realidad Aumentada para familias y niños en el Museo Lázaro Galdiano. (s.f.). Museo Lázaro Galdiano. Un Museo para el Coleccionismo en Madrid. http://www.flg.es/museo/visita-el-museo/juego-realidad-aumentada-familias-ninos-gratis#.Y_zKbnaZM2w

Enigma Madrid. (s.f.). PadaOne Games. <https://www.padaonegames.com/enigma/>

Experience the Terracotta Warriors in augmented reality. (s.f.). ViMM. <https://www.vimm.eu/2018/02/23/experience-the-terracotta-warriors-in-augmented-reality/>

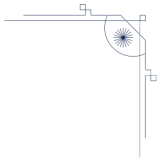
Fabric of Digital Life Archive. (s.f.). Fabric of Digital Life Archive. <https://fabricofdigitallife.com/Detail/objects/4950>

Fabrique ontwikkelt ARtours voor het Stedelijk Museum. (s.f.). Webdesign. <http://www.webdesign.nl/nieuws/12/fabrique+ontwikkelt+artours+voor+het+stedelijk+museum? x tr sl=nl&x tr tl=es&x tr hl=es&x>

flavia amabile. (2017, 14 de junio). *Viaggio in 3D al Colosseo, arrivano le visite con la realtà aumentata.* La Stampa. <https://www.lastampa.it/cultura/2017/06/14/news/viaggio-in-3d-al-colosseo-arrivano-le-visite-con-la-realta-aumentata-1.34582520/>

Forsyth, M. (2021, 5 de agosto). *Blue Whales Are Swimming Through Toronto's Skies & You Can Even Snap A Selfie With Them.* Narcity. <https://www.narcity.com/toronto/the-rom-has-virtual-whales-in-toronto--you-can-snap-a-selfie-with-them>





France Blues » Blog Archive » Noire : la vie méconnue de Claudette Colvin au Centre Pompidou. (s.f.). France Blues. <https://franceblues.com/?p=9163>

Geronikolakis, E. (2017, 15 de octubre). *Augmented Reality used to reveal the history of the National Museum of Singapore*. ViMM. <https://www.vi-mm.eu/2017/10/15/augmented-reality-used-to-reveal-the-history-of-the-national-museum-of-singapore/>

Get Our Insect AR App | Philadelphia Insectarium & Butterfly Pavilion. (s.f.). Philadelphia Insectarium and Butterfly Pavilion. <https://www.phillybutterflypavilion.com/insect-ar-app-download/>

Giantomasso, C. (2018, 26 de julio). *Nei musei con la realtà aumentata*. TgTourism. <https://www.tgtourism.tv/2018/07/castel-santangelo-la-realta-aumentata-68819>

Goldman, S. (2023, 7 de febrero). *The 'race starts today' in search as Microsoft reveals new OpenAI-powered Bing, 'copilot for the web'*. VentureBeat. <https://venturebeat.com/ai/the-race-starts-today-in-search-as-microsoft-reveals-new-ai-powered-bing-copilot-for-the-web/>

Google Uses AR to let the world 'meet Vermeer'. (2018, 4 de diciembre). Irish Tech News. <https://irishtechnews.ie/google-uses-ar-to-let-the-world-meet-vermeer/>

Guardian staff reporter. (2014, 4 de abril). *Tell me a story: augmented reality technology in museums*. the Guardian. <https://www.theguardian.com/culture-professionals-network/culture-professionals-blog/2014/apr/04/story-augmented-reality-technology-museums>

Gustave Courbet - L'atelier du peintre en réalité augmentée. (s.f.). Gustave Courbet peintre : biographie et tableaux célèbres. <http://www.gustave-courbet.net/fr/actualites-ressources/l-atelier-du-peintre-en-realite-augmentee.32.html>

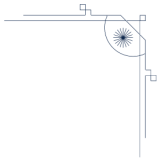
Home | Notre-Dame, The Augmented Exhibition. (s.f.). Accueil | Notre-Dame, l'exposition augmentée. <https://notredameexpo.com/en/>

How can Singapore's museums attract millennials? (s.f.). GovInsider. <https://govinsider.asia/intl-en/article/how-can-singapores-museums-attract-millennials>

Hurdle, J. (2017, 29 de septiembre). *Arming China's Terracotta Warriors — With Your Phone (Published 2017)*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2017/09/29/science/china-terracotta-warriors-augmented-reality.html>

iat20. (2019, 18 de diciembre). *▷ Realidad aumentada en museos: nueva ventana al arte - IAT*. IAT. <https://iat.es/tecnologias/realidad-aumentada/museos/>





Iglesias de La Vall de Boí en 3D. (s.f.).

Segre.com. https://www.segre.com/es/noticias/cultura/2021/06/26/iglesias_la_vall_boi_3d_139032_1112.html

Imageen Tarraco. (s.f.). Tarragona

Turisme. <https://www.tarragonaturisme.cat/es/empresa-de-activitats/imageen-tarraco>

Innovation and digitalization of cultural resources in Riga Motor Museum in Latvia | Interreg Europe - Sharing solutions for better policy. (s.f.). Interreg Europe | Interreg Europe - Sharing solutions for better policy. <https://www.interregeurope.eu/good-practices/innovation-and-digitalization-of-cultural-resources-in-riga-motor-museum-in-latvia>

International tour | Notre-Dame, The Augmented Exhibition. (s.f.). Accueil | Notre-Dame, l'exposition augmentée. <https://notredameexpo.com/en/expositions.html>

Jiménez, J. (2018, 14 de marzo). *Sorolla guía a los visitantes de su museo gracias a la 'Realidad Aumentada'* - RTVE.es.

RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20180314/sorolla-guia-visitantes-su-museo-gracias-realidad-aumentada/1695701.shtml>

Jonathan Swift – A Mixed Reality Application for Trinity Library’s Long Room – V-SENSE. (s.f.). V-SENSE – Extending Visual Sensation through Image-Based Visual Computing. <https://v-sense.scss.tcd.ie/research/6dof/xr-jonathan-swift/>

KeyARt - La nuova app per la visita al museo in realtà aumentata. (s.f.).

Archeomatica. <https://www.archeomatica.it/ict-beni-culturali/keyart-la-nuova-app-per-la-visita-al-museo-in-realta-aumentata>

Kohles, C. (2019, 10 de abril). *Life sciences museum features 3D AR augmentations in Butterfly Pavilion.* Wikitude. <https://www.wikitude.com/showcase/life-sciences-museum-3d-augmentations-butterfly-pavilion/>

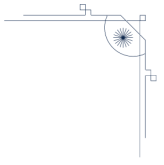
La Casa Batlló ofereix una experiència virtual a través d'un centenar de videoguies amb realitat augmentada. (2014, 19 de marzo). betevé. <https://beteve.cat/ciencia-i-tecnologia/casa-batllo-realitat-aumentada/>

La Fee Electricite de Raoul Dufy (s.f.). Paris Musées. <https://www.mam.paris.fr/fr/la-fee-electricite-de-raoul-dufy>

La Réalité Augmentée à l'épreuve de l'activité des visiteurs de musée - Hello Future Orange. (2018, 26 de junio). Hello Future. <https://hellofuture.orange.com/fr/la-realite-augmentee-a-lepreuve-de-lactivite-des-visitieurs-de-musee/>

Lara Augmented Reality On Mural. (s.f.). Oto Section. <https://otosection.com/lara-augmented-reality-on-mural/>





Latvian National Museum of Art interactive guide & augmented reality mobile app. (s.f.). Cube. <https://www.cube.lv/projects/lnmm-app>

Les Beaux-arts ajoutent du virtuel aux oeuvres. (s.f.). Rennes Maville : Actus, sorties, bons plans, restos, annonces - Rennes.maville.com. https://rennes.maville.com/actu/actudet_-Les-Beaux-arts-ajoutent-du-virtuel-aux-oeuvres_loc-1458326_actu.Htm

Live Ancient Rome: un tour del Colosseo in realtà virtuale. (s.f.). Archeomatica. <https://www.archeomatica.it/ict-beni-culturali/live-ancient-rome-un-tour-del-colosseo-in-realta-virtuale>

Living space – Fat Heat. (s.f.). Fat Heat – Graffiti, Augmented Reality, Animation, Illustration. <https://fatheat.hu/portfolio-item/living-space/>

LLC, B. (2019, 26 de febrero). *The Augmented DuSable Museum.* App Store. <https://apps.apple.com/us/app/the-augmented-dusable-museum/id1448751065>

LNMM app | Our works | CUBE Mobile. (s.f.). Mobilo aplikāciju izstrāde. <https://www.cubemobile.lv/en/our-works/lnmm-mobile-app>

Los cuadros de Monet y Picasso cobran vida gracias a la realidad aumentada en Viena. (2017, 22 de noviembre). EL PAIS. <https://www.elpais.com.uy/vida-actual/los-cuadros-de-monet-y-picasso-cobran-vida-gracias-a-la-realidad-aumentada-en-viena>

Marciel, C. (2018, 10 de abril). *El Museo Sorolla en Realidad Aumentada gracias a la innovación de 6DLAb - Leganés Tecnológico.* Leganés

MAUA, il primo museo di arte urbana aumentata - BASE Milano. (s.f.). BASE Milano. https://base.milano.it/nasce-maua_museo-di-arte-urbana-aumentata/

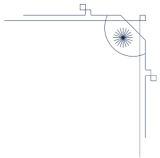
MAUA: the new open air street art museum of Milan. (s.f.). dooid Magazine. <https://magazine.dooid.it/en/interests-en/maua-the-new-street-museum-of-milan/>

MAUA: THE OPEN AIR MUSEUM OF AUGMENTED URBAN ART IN MILAN. (s.f.). Into the Wonderland. <https://intothewonderland.weebly.com/maua-the-open-air-museum-of-augmented-urban-art-in-milan.html>

Milan's Museum of Augmented Urban Art - MILAN Welcome City Guide. (s.f.). MILAN Welcome City Guide. <https://www.wheremilan.com/museum-culture/museums-news/milans-museum-augmented-urban-art/>

Montgallo, J. (2012, 24 de julio). *Augmented reality comes to the Royal Ontario Museum.* QR Code Press. <https://www.qrcodepress.com/augmented-reality-comes-to-the-royal-ontario-museum/8510779/>





Moreno, S. (2019, 14 de junio). *El Museo Nacional de Ciencias Naturales ya se puede visitar en realidad aumentada*. El

País. https://elpais.com/elpais/2019/06/13/ciencia/1560425935_242429.html

Motormuseum leads with interactivity and augmented reality - Overlyapp. (s.f.).

Overlyapp - Overlyapp. <https://overlyapp.com/case-study/motormuseum-leads-with-interactivity-and-augmented-reality/>

Muñoz, A. (2017, 28 de julio). *Los museos se vuelcan con un nuevo visitante: el virtual*. Cinco

Días. https://cincodias.elpais.com/cincodias/2017/07/27/fortunas/1501180259_640378.html

Musée d'Art Moderne de Paris – Visite en réalité augmentée - Agence Inside Learning - Création d'applications de réalité virtuelle et augmentée. (s.f.).

Agence Inside Learning - Création d'applications de réalité virtuelle et

augmentée. <https://insidelearning.fr/2021/11/03/musee-art-moderne-realite-augmente/>

Museum, A. (s.f.). *ALBERTINA Museum on Instagram: "Augmented reality at the ALBERTINA museum! Did you know that you can bring some masterpieces in #MonetToPicasso to life with your smartphone? Just download the @artiviveapp, visit the exhibition and search for the little A next to the artworks. You will definitely be surprised. #AugmentedReality #AR #Albertina #AlbertinaMuseum"*.

Instagram. <https://www.instagram.com/p/BvQsrwBIBcv/>

Museum offers augmented reality exploration for engaging storytelling - Overlyapp.

(s.f.). Overlyapp - Overlyapp. <https://overlyapp.com/case-study/museum-offers-augmented-reality-exploration-for-engaging-storytelling/>

Museums bring history and culture to life with AR technology. (s.f.).

Blooloop. <https://blooloop.com/museum/in-depth/museum-ar/>

MXCity. (2019, 12 de enero). *La espectacular realidad aumentada de Yunuen*

Esparza en el Foto Museo. MXCity | Guía de la Ciudad de

México. <https://mxcity.mx/2019/01/la-espectacular-realidad-aumentada-de-yunuen-esparza-en-el-foto-museo/>

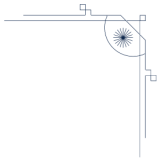
Naranjo, J. C. (2018, 26 de octubre). *La 'app' que permite descubrir la Tarraco romana en todo su esplendor*. Crónica

Global. https://cronicaglobal.elespanol.com/creacion/vida-tecky/app-tarraco-romana-realidad-aumentada_190088_102.html

Noire - La vie méconnue de Claudette Colvin. (s.f.). Centre

Pompidou. <https://www.centrepompidou.fr/fr/programme/agenda/evenement/Ytgu1Nq>





Noire, le racisme en réalité augmentée au Centre Pompidou - Toutelaculture. (s.f.).
Toutelaculture. <https://toutelaculture.com/spectacles/theatre/noire-le-racisme-en-realite-augmentee-au-centre-pompidou/>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition. (s.f.-a). France-Amérique. <https://france-amerique.com/notre-dame-de-paris-the-augmented-exhibition/>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition. (s.f.-b). The Historic New Orleans Collection Museum. <https://my.hnoc.org/11568>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition. (s.f.-c). Visit New Orleans | Official New Orleans Tourism Website. <https://www.neworleans.com/event/notre-dame-de-paris:-the-augmented-exhibition/86879/>

Notre-Dame de Paris : the Augmented Exhibition, Collège des Bernardins – Paris | Histoverly. (s.f.). Solutions de Visites Augmentées | Histoverly. <https://histoverly.com/en/works/2021-12-23-«-notre-dame-de-paris-l'exposition-augmentee-»-college-des-bernardins--paris.html>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition | National Building Museum. (s.f.). National Building Museum |. <https://www.nbm.org/exhibition/notre-dame-de-paris-the-augmented-exhibition/>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition | The Historic New Orleans Collection. (s.f.). The Historic New Orleans Collection | The Historic New Orleans Collection. <https://www.hnoc.org/exhibitions/notre-dame-de-paris-augmented-exhibition>

Notre-Dame de Paris: The Augmented Exhibition | Villa Albertine. (s.f.). Villa Albertine. <https://villa-albertine.org/events/notre-dame-de-paris-augmented-exhibition>

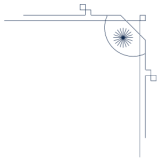
Palladino, T. (2017, 26 de agosto). *Terracotta Warriors Receive Augmented Reality Treatment from the Franklin Institute.* Next Reality. <https://next.reality.news/news/terracotta-warriors-receive-augmented-reality-treatment-from-franklin-institute-0179674/>

Pantocrator (s.f.). Mapping Pantocrator Sant Climent de Taüll. <https://pantocrator.cat/projectes/>

Paula. (2020, 28 de enero). *Terracota Warriors augmented reality experience at the Franklin Institute.* Wikitude. <https://www.wikitude.com/showcase/terracotta-warriors-augmented-reality-at-the-franklin-institute/>

Penguins lead the way in augmented marketing stunt - Because. (s.f.). Because. <https://www.becausexm.com/blog/brand-experience-penguins-lead-the-way-in-augmented-marketing-stunt>





Pestiaux, F. (2022, 2 de noviembre). *En mode Assassin's Creed, on a retrouvé un trésor grâce au jeu Louvre-Lens: Le Secret des Mines*. La Voix du Nord. <https://www.lavoixdunord.fr/1248972/article/2022-11-02/retrouve-un-tresor-enfoui-sous-le-musee-grace-au-jeu-louvre-lens-le-secret-des>

Pompei AR Tour Piano Famiglia 2 adulti + 2 ragazzi biglietto incluso - Tour in Realtà Aumentata a Pompei, Ercolano, Napoli. (s.f.). Tour in Realtà Aumentata a Pompei, Ercolano, Napoli. <https://www.ar-tour.it/prodotto/pompei-piano-famiglia/>

Prabu, K. (2013, 16 de octubre). *Japan tourist attraction uses digital penguins to increase visits*. News on Travel Technology, Distribution and the Digital Economy | PhocusWire. <https://www.phocuswire.com/Japan-tourist-attraction-uses-digital-penguins-to-increase-visits>

R. (2020, 20 de julio). *Al Circo Massimo con la realtà aumentata - RomaSette*. RomaSette. <https://www.romasette.it/al-circo-massimo-con-la-realta-aumentata/>

Realidad Aumentada para la mejora de la experiencia del visitante en los museos de Antequera - DTI. (s.f.). DTI. <https://www.destinosinteligentes.es/bbpps/realidad-aumentada-para-la-mejora-de-la-experiencia-del-visitante-en-los-museos-de-antequera/>

ReBlink | Art Gallery of Ontario. (s.f.). Art Gallery of Ontario. <https://ago.ca/exhibitions/reblink>

ReBlink – LEX. (s.f.). LEX – Alex Mayhew's personal website. <https://www.alexmayhew.com/portfolio-item/reblink/>

ReBlink will make you look twice | Art Gallery of Ontario. (s.f.). Art Gallery of Ontario. <https://ago.ca/agoinsider/reblink-will-make-you-look-twice>

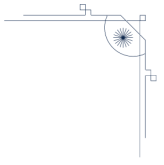
Reporter, S. (2014, 8 de marzo). *AR Penguins Lead Lost Visitors to Tokyo Sunshine Aquarium*. International Business Times UK. <https://www.ibtimes.co.uk/ar-penguins-lead-lost-visitors-tokyo-sunshine-aquarium-1439460>

Revivre, les animaux disparus en réalité augmentée. (s.f.-a). Galeries, Jardins, Zoo - Jardin des Plantes. <https://www.jardindesplantesdeparis.fr/fr/programme/galeries-jardins-zoo-bibliotheques/revivre-animaux-disparus-realite-augmentee-4077>

Revivre, les animaux disparus en réalité augmentée. (s.f.-b). Muséum national d'Histoire naturelle. <https://www.mnhn.fr/fr/experience/revivre-les-animaux-disparus-en-realite-augmentee>

Revivre, les animaux disparus en réalité augmentée. (s.f.-c). Paris.fr, site officiel de la Ville de Paris. <https://www.paris.fr/evenements/revivre-les-animaux-disparus-en-realite-augmentee-11871>





Riga Motor Museum exhibition. (s.f.).

Behance. <https://www.behance.net/gallery/44571089/Riga-Motor-Museum-exhibition>

ROM Leads Way in Transforming Museum Experience with Augmented Reality.

(s.f.). Royal Ontario Museum. <https://www.rom.on.ca/en/about-us/newsroom/press-releases/rom-leads-way-transforming-museum-experience-augmented-reality>

ROM Makes Waves in Toronto's Skyline. (s.f.). Royal Ontario

Museum. <https://www.rom.on.ca/en/about-us/newsroom/press-releases/rom-makes-waves-in-torontos-skyline>

Roma, immergersi nella storia del Circo Massimo con la realtà aumentata e virtuale.

(2019, 23 de mayo). idealista/news. <https://www.idealista.it/news/vacanze/meteoristiche/2019/05/22/131192-roma-immersersi-nella-storia-del-circo-massimo-con-la-realta-aumentata-e-virtuale>

Rosales, E. (2018, 28 de noviembre). *Llega a México el primer museo de realidad*

aumentada. DineroenImagen. <https://www.dineroenimagen.com/actualidad/llega-mexico-el-primer-museo-de-realidad-aumentada/105027>

SA Special Report: 'Story of the Forest' exhibit at the National Museum of

Singapore. (s.f.). Shogakukan Asia - Publisher of English edition

Manga. <https://shogakukan.asia/sa-special-report-story-of-the-forest-exhibit-at-the-national-museum-of-singapore/>

Sae-eun, P. J.-h. P. (2020, 31 de agosto). *Scenes from 19th century Joseon shown through visual technology.* Ewha

Voice. <http://evoice.ewha.ac.kr/news/articleViewAmp.html?idxno=10415>

Said, N. (2017, 14 de abril). *National Museum of Singapore uses augmented reality to tell building's history.* The Straits

Times. <https://www.straitstimes.com/lifestyle/arts/national-museum-of-singapore-uses-augmented-reality-to-tell-buildings-history>

Samsung crea una app de realidad virtual que recrea Tarraco. (s.f.). Hobby

Consolas. <https://www.hobbyconsolas.com/industria/samsung-crea-app-realidad-virtual-que-recrea-tarraco-163>

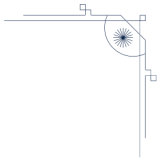
San Diego Museum of Art adopts new technology in reopening. (s.f.). USD Student

Media. <https://uofsdmedia.com/san-diego-museum-of-art-adopts-new-technology-in-reopening/>

Sánchez, M. C. (2016, 23 de mayo). *Antequera, pionera en Realidad Aumentada.* La Opinión de

Málaga. <https://www.laopiniondemalaga.es/municipios/2016/05/23/antequera-pionera-realidad-aumentada-28379964.html>





Scavi di Pompei in Realtà Aumentata - Ancient and Recent. (s.f.). Ancient and Recent. <https://www.ancientandrecent.com/it/tour/scavi-di-pompei-in-realta-aumentata/>

Scenes From 19th Century Joseon. (s.f.).

Rebel9. <https://www.rebel9.co.kr/en/works/19th-century-joseon/>

Senckenberg App · Senckenberg Naturmuseum Frankfurt. (s.f.). Senckenberg Naturmuseum Frankfurt. <https://museumfrankfurt.senckenberg.de/en/your-visit/mediaguide/>

Smartphone-App erweckt Kunstwerke in der Albertina zum Leben. (s.f.).

vienna.at. <https://www.vienna.at/smartphone-app-erweckt-kunstwerke-in-der-albertina-zum-leben/5560873>

Smithsonian Brings Historic Specimens to Life in Free “Skin and Bones” Mobile App | Smithsonian Institution. (s.f.). Smithsonian

Institution. <https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-brings-historic-specimens-life-free-skin-and-bones-mobile-app>

Smith, T. R. (2015, 27 de marzo). *App review: See Natural History skeletons before they were just bones.* Washington

Post. https://www.washingtonpost.com/lifestyle/magazine/app-review-see-natural-history-skeletons-before-they-were-just-bones/2015/03/23/21adad24-bba4-11e4-b274-e5209a3bc9a9_story.html

Sociedad, E. P. (2015, 28 de agosto). *RACMA, una app de realidad aumentada para conocer el Museo de América de Madrid.*

europapress.es. <https://www.europapress.es/sociedad/noticia-racma-app-realidad-aumentada-conocer-museo-america-madrid-20150828182846.html>

Stedelijk artours exhibition: 'ik op het museumplein'. (s.f.). Stedelijk Museum

Amsterdam. <https://www.stedelijk.nl/en/news/stedelijk-artours-exhibition-ik-op-het-museumplein>

Stedelijk Museum ARtours | Museum+Mobile. (s.f.).

Museum+Mobile. <http://museummobile.matrix.msu.edu/387/>

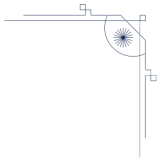
STIRworld. (2022, 15 de junio). *Histoverly opens an intimate portal to Notre-Dame at the National Building Museum.* STIRworld - architecture, design and art

magazine. <https://www.stirworld.com/see-features-histoverly-opens-an-intimate-portal-to-notre-dame-at-the-national-building-museum>

Story of the Forest. (s.f.-a). National Heritage Board - Pride in our Past, Legacy for

our Future. <https://www.nhb.gov.sg/nationalmuseum/our-exhibitions/exhibition-list/story-of-the-forest>





Story of the Forest. (s.f.-b). Story of the Forest | teamLab. <https://www.teamlab.art/w/story-of-the-forest/>

Street art Milano: nasce MAUA Museo di arte urbana aumentata. (s.f.). Milano Weekend. <https://www.milanoweb.it/articoli/street-art-milano-maua/>

Supporting the creation of non-linear everyday AR experiences in exhibitions and museums: An authoring process based on self-contained building blocks. (s.f.). Frontiers. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2022.955437/full>

Tate Britain Uses AR to Bring Its Paintings to Life. (2019, 12 de septiembre). Branding.news. <https://www.branding.news/2019/09/12/the-tate-britain-uses-ar-to-bring-its-paintings-to-life/>

Tech in Asia. (s.f.). Tech in Asia - Connecting Asia's startup ecosystem. <https://www.techinasia.com/terracotta-warriors-ar-app>

The real Milan Underground: an open-air graffiti museum | Visititaly.eu. (s.f.). <https://www.visititaly.eu/art-and-culture/the-real-milan-underground-an-open-air-graffiti-museum>. <https://www.visititaly.eu/art-and-culture/the-real-milan-underground-an-open-air-graffiti-museum>

The SF Asian Art Museum Unveils AR iOS App For Its Terracotta Warriors. (s.f.). TNW | Apps. <https://thenextweb.com/news/asian-art-museum-san-francisco-augmented-ios-app-terracotta-warriors-exhibit>

The speaking celt | Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct. (s.f.). ACM Conferences. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2968219.2974044>

The Tate | Untold Stories - The Mill. (s.f.). The Mill. <https://www.themill.com/work/case-study/the-tate-untold-stories/>

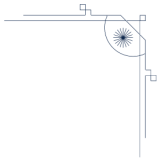
Top Guide to Street Art and Murals in Budapest (s.f.). Sticks & Spoons Food Travel Blog | Sweden. <https://www.sticksandspoons.com/post/top-guide-to-street-art-and-murals-in-budapest-you-must-see>

Tour di Pompei in Realtà Aumentata e biglietto d'ingresso | musement. (s.f.). Musement. <https://www.musement.com/it/pompei/tour-di-pompei-con-realta-aumentata-e-biglietto-d-ingresso-331282/>

Universidad Complutense de Madrid. (2016, noviembre). Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/un-juego-gratuito-auna-realidad-virtual-y-aumentada-para-visitas-con-ninos-al-museo-lazaro-galdiano>

Universidad Complutense de Madrid. (2019, 12 de junio). Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/profesores-de-la-ucm-disenan-un-videojuego-con-realidad-aumentada-para-el-museo-nacional-de-ciencias-naturales>





Vídeo mapping y su uso en patrimonio #taull1123 - reharq _ Libe Fernández Torrónategui.* (s.f.). reharq* _ Libe Fernández Torrónategui. <https://www.reharq.com/video-mapping-y-su-uso-en-patrimonio/>

Visita con niños el Museo de la Ciudad de Antequera | La Diversiva. (2020, 27 de agosto). Actividades para niños en Málaga | La Diversiva. <https://ladiversiva.com/visita-con-ninos-el-museo-de-la-ciudad-de-antequera/>

Visita Guidata Colosseo in Realtà Virtuale - Ancient and Recent. (s.f.). Ancient and Recent. <https://www.ancientandrecent.com/it/tour/visita-guidata-colosseo-in-realta-virtuale/>

Visites, spectacles, conférences, ateliers... Toute la programmation du Louvre-Lens ! (s.f.). Louvre-Lens. <https://www.louvre-lens.fr/activity/le-secret-des-mines-a-partir-du-19-octobre/>

Volumetric Video in Augmented Reality Applications for Museological Narratives: A User Study for the Long Room in the Library of Trinity College Dublin. (s.f.). ACM Digital Library. <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3425400>

Webinaire "Itinérance des expositions culturelles et scientifiques: hybridation des formats, nouveaux marchés". (s.f.). Club Innovation & Culture CLIC France. <https://www.club-innovation-culture.fr/gamme-au-musee-des-beaux-arts-de-rennes-pour-admirer-linvisible/>

Webinaire "Itinérance des expositions culturelles et scientifiques: hybridation des formats, nouveaux marchés". (2015, 7 de mayo). Club Innovation & Culture CLIC France. <https://www.club-innovation-culture.fr/musee-dorsay-et-orange-font-vivre-atelier-du-peintre-courbet/>

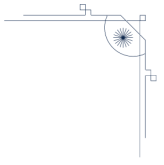
Webinaire "Itinérance des expositions culturelles et scientifiques: hybridation des formats, nouveaux marchés". (2022, 26 de octubre). Club Innovation & Culture CLIC France. <https://www.club-innovation-culture.fr/louvre-lens-secret-mines-nouvelle-experience-assassins-creed-realite-augmentee/>

Why Augmented Reality Will Save Museums Worldwide - Artivive. (s.f.). Artivive. <https://artivive.com/why-augmented-reality-will-save-museums-worldwide/>

Xperimenta Cultura | Viajar en el tiempo ya es posible gracias a la Realidad Aumentada. (s.f.). Xperimenta Cultura | Design + People + Media. <https://xperimentacultura.com/tarraco-streetmuseum/>

Yetzer Studio | Philly Insects AR. (s.f.). Yetzer Studio. <https://www.yetzerstudio.com/philly-insects-ar>





ANEXO DE VIDEOS REFERENCIADOS EN EL APARTADO 2.2 USOS GENERALES

About Cars. (2021, 16 de enero). *Panasonic's Innovative Augmented-Reality HUD Could Be in Cars by 2024* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=cLgMnSTSxog>

Accenture Technology. (2021, 12 de julio). *Augmented for Surgical Success: A Reality Now* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nXFOFGmPNd0>

amarcus79. (2015, 14 de marzo). *iron man augmented reality 1* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Y1TEK2Wf_e8

AR MR XR. (2022, 6 de enero). *SAMSUNG envisions the future of the connected car with augmented reality* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-4AWclfNMvE>

Bernard Marr. (2019, 16 de julio). *4 Amazing Examples Of How AR Is Used In Business To Create A Better Customer Experience* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=ulsEZiP_Pwc

Bitar Labs. (2015, 16 de noviembre). *Educational Augmented Reality for kids!* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YeZZFoZYXLw>

BR Softech. (2021, 14 de octubre). *5 Successful Campaigns of Augmented Reality in Marketing (2021) | AR Marketing Examples* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=w5WBQNjz4vo>

Build In Brief - The B1M. (2021, 23 de noviembre). *AR Has Arrived in Construction* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3cFINhTKtsg>

Cyient. (2019, 2 de julio). *Augmented Reality Maintenance Training* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=G5qnu15WOuU>

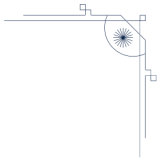
Denys Gamers Tutorial. (2019, 12 de noviembre). *Simple Augmented Reality Personal Card / Business Card Concept* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LuH4fFlyubc>

Emiliusvgs. (2019, 9 de diciembre). *Cat Reaction Filter Augmented Reality | Tik Tok Meitu ;Teoría!* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=MDBxklFiCPk>

Emiliusvgs. (2019, 12 de noviembre). *Starbucks Instagram Filter | Holiyay | Augmented reality* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VqDH3lflBnA>

Eventagrate Group. (2018, 22 de mayo). *AR STAGE* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3lOINgsStJw>





Faber. (2020, 10 de noviembre). *Virtual event stage with mind blowing augmented reality | Club xR* [Video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=o1WNMAj_U3w

Fingent. (2021, 10 de febrero). *Augmented Reality in Education | Transforming Learning Experience | Fingent* [Video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=iJ_gb6MuLhU

floydmueller. (2020, 21 de febrero). *Reducing Perceived Waiting Time in Theme Park Queues via an Augmented Reality Game* [Video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=pxwbP5_R4dw

Futurism. (2016, 12 de diciembre). *You'll Definitely Want To Visit This Augmented Reality Theme Park* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=Bpj6f1yUb3k>

HOLO-LIGHT. (2020, 30 de septiembre). *AR Engineering Space: Next-Level Interaction | Holo-Light* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=AYd7KC0yzKw>

Jake Steinerman. (2019, 1 de agosto). *HBR Augmented Reality Article* [Video].

YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OER14CXkiOE>

James Alliban. (2010, 16 de marzo). *LearnAR - eLearning with Augmented Reality*

[Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7G3H3ImCWIE>

Jasper Recitas. (2019, 26 de enero). *Augmented Reality App for Science education*

[Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nXa9FH5VJYc>

Johns Hopkins Medicine. (2021, 13 de febrero). *New Augmented Reality Technology Guides Spine Neurosurgeon to Success* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=BpouKQpXOa4>

JuStCaLIMeR3y. (2018, 23 de septiembre). *Augmented Reality Broadcasting*

Compilation [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=s8lb3JCNqcc>

JustNismo - AndroidTopGames. (2018, 18 de julio). *Top 10 AUGMENTED REALITY Games Android/iOS 2020 | Best High Graphics AR Games* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=SrCFbGBYFL4>

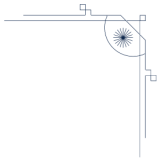
Keen Collective \ Digital Agency. (2022, 24 de junio). *Extend Beyond 3D Billboard \ Augmented Reality* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=OB726gC6vel>

KIVISENSE. (2022, 29 de agosto). *In-Store AR Experience | Viktor&Rolf Flowerbomb Campaign with AR Try-on Experience* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=OEshKn9WBeE>





Learning by i3d in VET. (2019, 1 de julio). *Digital Book: Augmented & Virtual Reality(AR/VR) Based Interactive Engineering Training* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=mwrHkbLCHPO>

Mike Olsen. (2012, 16 de enero). *Magic Vision, where Augmented Reality meets Disney Theme Parks* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=zzezlqkfMvw>

Newton Nordic. (2021, 7 de octubre). *Augmented Reality in live TV broadcast of American presidential elections 2020 - Spidercam Mini* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=j4oV5WJ2AqU>

PLATFORM. (2019, 26 de noviembre). *Future of Augmented reality (AR) in Cars* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=jPqN78-sbWo>

Phiar. (2020, 17 de enero). *Phiar - AI-Powered AR Navigation for Driving* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=0m-eA1vVIZ4>

Rachit Dubey. (2011, 1 de marzo). *Maths Operations - Augmented Reality* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JKn7W8uAt3k>

RGL Gaming. (2018, 5 de noviembre). *"POP/STARS" Opening Ceremony AR Concert - LoL 2018 World Championship* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7I7AFxcG644>

Ricardo Gardener. (2020, 16 de noviembre). *How to Use Face Filters on TikTok and AR Filters* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=nwT64wPQTWA>

RINKI Group. (2019, 28 de febrero). *Examples of Augmented Reality (AR) in Marketing* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wjxH3I0wdqg>

Science Time. (2020, 13 de junio). *The Future of Augmented Reality - AR in Healthcare* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=w9mXtVHSlv4>

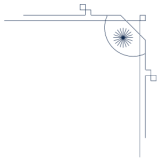
Snapchat. (2020, 11 de junio). *Introducing Local Lenses | Snap Partner Summit 2020* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=4jA1RM5_WMc

Spatial. (2018, 24 de octubre). *Spatial - Collaborate from Anywhere in AR* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=PG3tQYIZ6JQ>

Studio 10 Films. (2017, 7 de noviembre). *Video Article: The power of VR, AR, and Projection in a Theme Park* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xjYaA6DkBXk>

stYpe. (2020, 28 de mayo). *BTS "Love Yourself" World Tour AR Stage + PTZ Head & RedSpy tracking* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=V9Qb1Ocll80>





The Medical Futurist. (2018, 5 de mayo). *Explaining Augmented Reality in Medicine In One Minute! - The Medical Futurist* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=wVZ2oFm4B3w>

The Rift. (2018, 13 de diciembre). *INTRODUCING The Rift | Largest VR/AR theme park in SEA* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6afOsL0GjXg>

The Verge. (2021, 26 de agosto). *Snapchat's new AR camera can identify the world around you* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=lrR7nc_rHJE

Thrillophilia. (2019, 4 de diciembre). *VR Park - Dubai | World's Best Augmented & Virtual Reality Hub* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=XamSMQ43uS8>

Tim Brzezinski. (2018, 27 de julio). *Getting Started with GeoGebra Augmented Reality* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Uyo0p4Lwi98>

UMass Chan Medical School. (2017, 31 de julio). *Augmented reality: HoloLens for patient, medical education* [Video]. YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=dYuhb_k8nt8

UniteAR: Augmented Reality. (2019, 13 de abril). *Augmented Reality in Education* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=W-tKrfXpBmE>

vGIS Inc. (2022, 16 de marzo). *Engineering-grade augmented reality for construction* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Up5fRqxZy4U>

vGIS Inc. (2021, 9 de septiembre). *High-accuracy Augmented Reality for civil construction projects* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=8TER9NOIbDY>

Vishal Bhoir. (2018, 4 de marzo). *Use of Augmented Reality in Education* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=GG90QEvwmEU>

Vizrt Official. (2017, 26 de abril). *The Big AR Show* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=znIpeoH7q5s>

Vizrt Official. (2019, 20 de agosto). *TVNZ uses AR graphics to enhance their live storytelling capability* [Video]. YouTube.

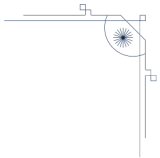
<https://www.youtube.com/watch?v=UyNperrNhs8>

Vizrt Official. (2019, 4 de enero). *Vizrt 2019 showreel* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=g-5HRXYhGnc>

Vizrt Official. (2019b, 18 de septiembre). *Vizrt at IBC2019: The Big AR Sports Show* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=imeeHx0mn_0





Where Can I Stream. (2022, 14 de septiembre). *Disney+ releases its first AR-enabled short film, 'Remembering,' starring Brie Larson* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=C0-PMom3ksQ>

WOA Creative Company. (2021, 23 de abril). *AUGMENTED REALITY | Advertising | Billboard* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=gm8Zq8zh2wY>

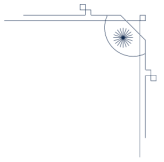
Zero Density. (2022, 23 de marzo). *Live Violin Concert / Conference featuring AR elements powered by Reality Engine* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=JL7X761fO4Q>

ZOAN. (2019, 13 de diciembre). *ZOAN - Vesala AR Experience* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=novd7z-v6rl>





ANEXO DE CÓDIGOS DEL R-STUDIO

Código para la gráfica de la figura 25:

```
> library(reshape2)
> inicio <- melt(inicio, id='Institucion')
> inicio <- na.omit(inicio)
> library(ggplot2)
> ggplot(inicio, aes(x=variable)) + geom_dotplot()
```

Código para la gráfica de la figura 26:

```
> dfFechas = data.frame(fechas)
> library(ggplot2)
> ggplot() + geom_errorbarh(data=dfFechas, mapping=aes(y=Institucion
, xmin=Inicio, xmax=Fin))
```

Código para la gráfica de la figura 28:

```
> dflocalizacion = data.frame(localizacion)
> dfdispositivos <- data.frame(dispositivos)
> dflocalizacion_dispositivos <- cbind(dflocalizacion, dfdispositivo
s[2])
> dflocalizacion_dispositivos <- cbind(dfdispositivos[2:6], dflocali
zacion["pais"])
> library(reshape2)
> dflocalizacion_dispositivos <- melt(dflocalizacion_dispositivos, i
d='pais')
> dflocalizacion_dispositivos <- na.omit(dflocalizacion_dispositivos
)
> library(ggplot2)
> ggplot(dflocalizacion_dispositivos, aes(pais)) + geom_bar(aes(fill
= variable)) + coord_flip()
```

Código para la gráfica de la figura 29:

```
> dfprecio = data.frame(precio)
> dflocalizacion = data.frame(localizacion)
> dfprecio_localizacion <- cbind(dfprecio, dflocalizacion[2])
> dfprecio_localizacion <- cbind(dfprecio[2:4], dflocalizacion ["pai
s"])
> library(reshape2)
> dfprecio_localizacion <- melt(dfprecio_localizacion, id='pais')
> dfprecio_localizacion <- na.omit(dfprecio_localizacion)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfprecio_localizacion, aes(pais)) + geom_bar(aes(fill = var
iable)) + coord_flip()
```

Código para la gráfica de la figura 30:

```
> library(reshape2)
> publico <- melt(publico, id='Institucion')
> publico <- na.omit(publico)
> library(ggplot2)
> ggplot(publico, aes(x=variable)) + geom_bar()
```

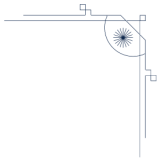
Código para la gráfica de la figura 31:

```
> library(ggplot2)
> ggplot(tematica, aes(x=tipologia)) + geom_bar()
```

Código para la gráfica de la figura 32:

```
> dfpublico = data.frame(publico)
> dftematica <- data.frame(tematica)
> dfpublico_tematica <- cbind(dfpublico, dftematica[2])
```





```
> dfpublico_tematica <- cbind(dfpublico[2:5], dftematica["tipologia"
])
> library(reshape2)
> dfpublico_tematica <- melt(dfpublico_tematica, id='tipologia')
> dfpublico_tematica <- na.omit(dfpublico_tematica)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfpublico_tematica, aes(tipologia)) + geom_bar(aes(fill = v
ariable))
```

Código para la gráfica de la figura 33:

```
> library(ggplot2)
> ggplot(TyL, aes(x=pais)) + geom_bar(aes(fill=tipologia)) + coord_fl
ip()
```

Código para la gráfica de la figura 34:

```
> library(reshape2)
> objetivo <- melt(objetivo, id='Institución')
> objetivo <- na.omit(objetivo)
> library(ggplot2)
> ggplot(objetivo, aes(x=variable)) + geom_bar()
```

Código para la gráfica de la figura 35:

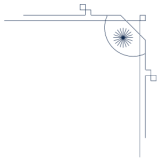
```
> dfobjetivo = data.frame(objetivo)
> dftematica <- data.frame(tematica)
> dfobjetivo_tematica <- cbind(dfobjetivo, dftematica[2])
> dfobjetivo_tematica <- cbind(dfobjetivo[2:5], dftematica["tipologi
a"])
> library(reshape2)
> dfobjetivo_tematica <- melt(dfobjetivo_tematica, id='tipologia')
> dfobjetivo_tematica <- na.omit(dfobjetivo_tematica)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfobjetivo_tematica, aes(tipologia)) + geom_bar(aes(fill =
variable))
```

Código para la gráfica de la figura 36:

```
> dflocalizacion = data.frame(localizacion)
> dfcolaboraciones = data.frame(colaboraciones)
> dflocalizacion_colaboraciones <- cbind(dflocalizacion, dfcolaborac
iones[2])
> dflocalizacion_colaboraciones <- cbind(dfcolaboraciones[2:4], dflo
calizacion["pais"])
> library(reshape2)
> dflocalizacion_colaboraciones <- melt(dflocalizacion_colaboracione
s, id='pais')
> dflocalizacion_colaboraciones <- na.omit(dflocalizacion_colaboraci
ones)
> library(ggplot2)
> ggplot(dflocalizacion_colaboraciones, aes(pais)) + geom_bar(aes(fi
ll = variable))
```

Código para la gráfica de la figura 37:

```
> dfcolaboraciones = data.frame(colaboraciones)
> dftematica = data.frame(tematica)
> dftematica_colaboraciones <- cbind(dftematica, dfcolaboraciones[2]
)
> dftematica_colaboraciones <- cbind(dfcolaboraciones[2:4], dftemati
ca["tipologia"])
> library(reshape2)
> dftematica_colaboraciones <- melt(dftematica_colaboraciones, id='t
ipologia')
```

```
> dftematica_colaboraciones <- na.omit(dftematica_colaboraciones)
> library(ggplot2)
> ggplot(dftematica_colaboraciones, aes(tipologia)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

Código para la gráfica de la figura 38:

Izquierda:

```
> dfobjetivo = data.frame(objetivo)
> dfduracion <- data.frame(duracion)
> dfobjetivo_duracion <- cbind(dfobjetivo, dfduracion[2])
> dfobjetivo_duracion <- cbind(dfobjetivo[2:5], dfduracion["Tiempo"])
> library(reshape2)
> dfobjetivo_duracion <- melt(dfobjetivo_duracion, id='Tiempo')
> dfobjetivo_duracion <- na.omit(dfobjetivo_duracion)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfobjetivo_duracion, aes(Tiempo)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

Derecha:

```
> dfobjetivo = data.frame(objetivo)
> dffuncion <- data.frame(funcion)
> dfobjetivo_funcion <- cbind(dfobjetivo, dffuncion[2])
> dfobjetivo_funcion <- cbind(dfobjetivo[2:5], dffuncion ["uso"])
> library(reshape2)
> dfobjetivo_funcion <- melt(dfobjetivo_funcion, id='uso')
> dfobjetivo_funcion <- na.omit(dfobjetivo_funcion)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfobjetivo_funcion, aes(uso)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

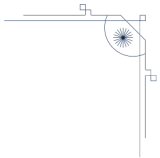
Código para la gráfica de la figura 39:

```
> dfobjetivo = data.frame(objetivo)
> dfcolaboraciones = data.frame(colaboraciones)
> dfobjetivo_colaboraciones <- cbind(dfobjetivo, dfcolaboraciones[2])
> dfobjetivo_colaboraciones <- cbind(dfobjetivo [2:5], dfcolaboraciones ["inciatiava"])
> library(reshape2)
> dfobjetivo_colaboraciones <- melt(dfobjetivo_colaboraciones, id='inciatiava')
> dfobjetivo_colaboraciones <- na.omit(dfobjetivo_colaboraciones)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfobjetivo_colaboraciones, aes(inciatiava)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

Código para la gráfica de la figura 40:

Izquierda:

```
> dffuncion = data.frame(funcion)
> dfdispositivos <- data.frame(dispositivos)
> dffuncion_dispositivos <- cbind(dffuncion, dfdispositivos[2])
> dffuncion_dispositivos <- cbind(dfdispositivos[2:6], dffuncion ["uso"])
> library(reshape2)
> dffuncion_dispositivos <- melt(dffuncion_dispositivos, id='uso')
> dffuncion_dispositivos <- na.omit(dffuncion_dispositivos)
> library(ggplot2)
```



```
> ggplot(dffuncion_dispositivos, aes(uso)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

Derecha:

```
> dfduracion <- data.frame(duracion)
> dfdispositivos <- data.frame(dispositivos)
> dffuncion_dispositivos <- cbind(dfduracion, dfdispositivos[2])
> dffuncion_dispositivos <- cbind(dfdispositivos[2:6], dffuncion["Tiempo"])
> library(reshape2)
> dffuncion_dispositivos <- melt(dffuncion_dispositivos, id='Tiempo')
> dffuncion_dispositivos <- na.omit(dffuncion_dispositivos)
> library(ggplot2)
> ggplot(dffuncion_dispositivos, aes(Tiempo)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

Código para la gráfica de la figura 41:

Izquierda:

```
> dffuncion = data.frame(funcion)
> dfprecio = data.frame(precio)
> dffuncion_precio <- cbind(dffuncion, dfprecio[2])
> dffuncion_precio <- cbind(dfprecio[2:4], dffuncion ["uso"])
> library(reshape2)
> dffuncion_precio <- melt(dffuncion_precio, id='uso')
> dffuncion_precio <- na.omit(dffuncion_precio)
> library(ggplot2)
> ggplot(dffuncion_precio, aes(uso)) + geom_bar(aes(fill = variable))
)
```

Derecha:

```
> dfduracion <- data.frame(duracion)
> dfprecio <- data.frame(precio)
> dfduracion_precio <- cbind(dfduracion, dfprecio[2])
> dfduracion_precio <- cbind(dfprecio[2:4], dfduracion["Tiempo"])
> library(reshape2)
> dfduracion_precio <- melt(dfduracion_precio, id='Tiempo')
> dfduracion_precio <- na.omit(dfduracion_precio)
> library(ggplot2)
> ggplot(dfduracion_precio, aes(Tiempo)) + geom_bar(aes(fill = variable))
```

