



GRADO EN HISTORIA

**TRABAJO DE FIN DE GRADO REALIZADO POR
JUAN MANUEL GÓMEZ CAPILLA**

**TIC APLICADA AL PATRIMONIO CULTURAL: USO, DIFUSIÓN Y
ACCESIBILIDAD. EL ANFITEATRO ROMANO DE CARTAGENA**

BAJO LA DIRECCIÓN DE: PROF^a. D^a. BEGOÑA SOLER HUERTAS

UNIVERSIDAD DE MURCIA

Facultad de letras

Curso 2020/2021

Convocatoria de julio

DECLARACIÓN RESPONSABLE DE AUTORÍA DE TFG
GRADO EN HISTORIA

Juan Manuel Gómez Capilla, estudiante del Grado en Historia de la Universidad de Murcia, autor/a del TFG con título: “TIC APLICADAS AL PATRIMONIO CULTURAL: USO, DIFUSIÓN Y ACCESIBILIDAD. EL ANFITEATRO ROMANO DE CARTAGENA”, tutelado por el/la Dr/a D^a BEGOÑA SOLER HUERTAS y presentado para su defensa en la convocatoria de Julio del curso académico 2020/21

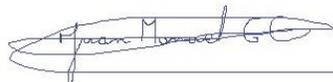
DECLARA BAJO JURAMENTO

Que el trabajo arriba citado es original, de manera que su contenido no vulnera la legislación en materia de Propiedad Intelectual, no contiene plagio y tampoco constituye un fraude de autoría por ser obra de terceros;

Que así lo ha hecho saber a quien tutela dicho trabajo, y de todo ello deja constancia, bajo su responsabilidad legal, mediante este documento, que se incluye en el TFG como página aparte, sin numerar y sin que compute en el tamaño exigible al mismo, inmediatamente después de la portada.

Que cumple así el requisito exigido para que el TFG, una vez depositado en la aplicación tf.um.es, sea sometido a Informe y Evaluación, en la medida en que es original, no contiene plagio ni es obra de terceros.

Murcia, 09 de 07 de 2021



ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	2
Justificación y objetivos	3
Metodología	5
Estado de la cuestión	6
1. TIC en la arqueología: Los modelos tridimensionales	8
1.1 Arqueología Virtual	9
2. TIC de la defensa del patrimonio al producto patrimonial	10
3. Accesibilidad al patrimonio cultural	12
3.1 TIC sinónimo de difusión y accesibilidad	15
4. Cinco TIC para crear un “producto patrimonial” al alcance de todos, obtención de un museo digital “low cost”	16
4.1 Obtención de datos:	19
4.2 Difusión y accesibilidad coste mínimo	20
5. Anfiteatro romano de Cartagena	23
6. TIC como accesibilidad al yacimiento	26
Conclusiones	29
Bibliografía	31
Anexos	36

Resumen: El presente trabajo de fin de grado (TFG), aborda la importancia de la información geométrica dentro de la arqueología, enfocada al uso social no al investigativo, centrándonos principalmente en la fotogrametría al igual que los modelos 3D realizados por games engines; ambos recursos usados, para el aprendizaje, divulgación y la accesibilidad que otorgan al yacimiento arqueológico, con un pensamiento accesible hacia diversos sectores poblacionales como la tercera edad o las personas discapacitadas.

Contando con el objetivo de musealizar mediante recursos virtuales los yacimientos arqueológicos, con el enfoque de la accesibilidad se expondrá un ejemplo de aplicabilidad como es el anfiteatro romano de Cartagena, exponiendo posteriormente diversas herramientas de coste gratuito de RV y RA, que pueden ayudar al arqueólogo si así lo desea a formar su propio museo digital amateur.

Abstract: This Final Degree Project (TFG) addresses the importance of geometric information in archaeology, focused on social use rather than research, focusing mainly on photogrammetry as well as 3D models made by games engines; both resources used for learning, dissemination and accessibility that give the archaeological site, with an accessible approach to various sectors of the population such as the elderly or disabled people.

With the aim of musealising archaeological sites through virtual resources, with a focus on accessibility, an example of applicability will be presented, such as the Roman amphitheatre in Cartagena, followed by the presentation of various free VR and AR tools that can help archaeologists to create their own amateur digital museum if they wish to do so.

Palabras Clave: 3D, Fotogrametría, Editor de videojuegos, Cartagena, patrimonio arqueológico, Sketechfab, Mozilla Hubs, accesibilidad, difusión.

Keywords: 3D, Photogrametry, Game engine, Cartagena, archaeological heritage, Sketchfab, Mozilla Hubs, accessibility, diffusion.

Introducción:

La gestión del patrimonio cultural ha estado sujeta a cambios desde el principio de siglo; influenciado por revolución tecnológica, el patrimonio cultural y en este caso de estudio específicamente el arqueológico ha sido acompañado a lo largo de su proceso de estudio, conservación, musealización por las nuevas tecnologías. Andados 21 años de siglo, las tecnologías digitales, de información, comunicación, redes sociales y demás, han conseguido conectarnos a nivel mundial, desde la web 2.0, lo que ha facilitado a su vez la conexión de la población con el patrimonio dentro de esta, democratizando el conocimiento, permitiendo su accesibilidad y difusión.

Hoy en día existen numerosas maneras de divulgar el patrimonio arqueológico, este estudio se centra en el uso de información geométrica matizada como modelos 3D, y su difusión a través de internet en el mundo actual, donde nos encontramos ante una población culta en lo digital, pudiendo acceder la mayoría de los individuos plenamente a este contenido desde su smartphone, ordenador o dispositivos especiales de Realidad virtual o aumentada.

Debido a que el patrimonio arqueológico por su propia idiosincrasia no siempre es accesible para un gran número de sectores poblacionales como los conformados por la tercera edad o personas en estado de discapacidad; internet es un puente cultural hacia estos sectores gracias a la documentación digital de bienes o la creación de modelos 3D, que pueden visualizarse a través de diferentes plataformas. Este trabajo tiene también como caso de estudio la recopilación de técnicas y herramientas para la obtención de modelos 3D como la fotogrametría con el programa gratuito Meshroom o la creación de modelos mediante un *game engine* gratuito llamado Blender además del uso de plataformas online del mismo modo gratuitas para su divulgación como Sketchfab; culmina el trabajo con la exposición de Mozilla Hubs otra aplicación gratuita que permite al arqueólogo crear museo virtual abierto con capacidad de 100 personas simultáneas. El trabajo aborda el yacimiento del anfiteatro romano de Cartagena como ejemplo a aplicar estas herramientas; probadas por el autor en las prácticas extracurriculares cursadas en 2020-2021.

Justificación y objetivos:

La investigación y el desarrollo del siguiente estudio surge de la experiencia adquirida durante el voluntariado de 2018 en el Anfiteatro Romano de Cartagena, por el programa “Abierto por obras” donde se realizaron visitas guiadas a grupos de visitantes en su mayoría locales previa inscripción en grupos controlados que accedían a los restos exhumados del anfiteatro tanto de la campaña actual como de las anteriores; donde para su acceso había que descender el cortado que hacía el perfil de la intervención arqueológica que constaba de unos 5 m de profundidad mediante pasarelas o escalones fácilmente desmontables de madera.

El cortado de 5 metros que había que salvar para poder acceder a los restos de las instalaciones monumentales, hacía que sectores poblacionales como los que se adscriben a la tercera edad o personas con discapacidad motriz no pudiera disfrutar de la totalidad de la experiencia; es en este punto donde entran las TIC; en una de las jornadas pude realizar un modelo fotogramétrico que aún día de hoy es de la poca información 3D abierta al público que existe del bien patrimonial.

En vistas del retraso del proceso de musealización parcial, que se alargará mínimamente hasta el 2023, según fuentes municipales del término de Cartagena.¹

Surge por consiguiente, este trabajo, que parte de la experiencia con la intención contribuir al conocimiento de las TIC y concienciar de la importancia de las TIC no solo para la investigación si no también como función de integración social, siendo de gran importancia para la accesibilidad de conocimiento, difusión y como un “arma social” (Fernández Díaz, A., et al, 2014, p. 426) para la pronta recuperación del yacimiento. Dando mayor acogida a las nuevas tendencias como la idea de musealizar espacios que no son un museo (Robles, L. G, et al, 2009, p. 4); mediante elementos virtuales basados principalmente en geometría y diversas técnicas de difusión para llegar a todos los públicos en lo que se conoce como Museo Virtual.

Las reconstrucciones volumétricas y datos geométricos que plasman en 3D el patrimonio con y como apoyo de infografías o las técnicas museológicas convencionales son los recursos elegidos en esta investigación para poder mostrar los avances de las intervenciones arqueológicas o el conjunto monumental que pudiera presidir un museo de sitio. Los objetivos de esta investigación

¹ Rivelles, E. (2021, 4 de enero) El Anfiteatro de Cartagena despegará en dos años. La Verdad <https://www.laverdad.es/murcia/cartagena/anfiteatro-cartagena-despegara-20210104214933-nt.html>

son diversos, pero bien definidos, diferenciándolos según su grado de desarrollo e importancia dentro del escrito en generales y específicos.

En consiguiente los objetivos generales pivotan entorno a la idea de accesibilidad, usando las TIC y modernas metodologías como tratamiento para esa carencia, bien desde lugares especializados, los propios hogares o en las visitas culturales a yacimientos arqueológicos o museos de sitio. De acuerdo con lo anterior, se han marcado los siguientes objetivos:

- En primer lugar, conocer el marco donde se desenvuelve el trabajo, es decir conocer el actual estado del uso de las TIC basadas en geometría para estos menesteres en España y como se han usado en distintos anfiteatros, poniendo especial interés en nuestra región, en la ciudad de Cartagena.
- Investigar sobre la propia dificultad o inaccesibilidad parcial o total del yacimiento para ciertos sectores poblacionales como la tercera edad o discapacitados motrices y el por qué es necesario usar TIC, en el transcurso de la excavación en nuestro caso de estudio como es el Anfiteatro de Cartagena.
- Investigar acerca de las TIC como unas potentes herramientas de difusión y la accesibilidad; con la creación de un “producto patrimonial” (Peinado Checa, Z. J, 2014, p. 102) que pueda atraer turismo y la posibilidad que ofrecen diversas TIC gratuitas que podrían hacer accesible el conocimiento de un yacimiento que quiera abrir sus excavaciones al público para enseñar tanto resultados como metodologías.

Como consecuencias de estas primeras cuestiones a abordar surgen otras tantas por efecto de su planteamiento con ambientes más específicas como:

- Resaltar el papel de la arqueología como ciencia aglutinadora de disciplinas y la nueva denominada Arqueología Virtual; la cual sienta sus bases en la aplicación de las TIC a la arqueología actual, usando técnicas de escaneo o fotogrametría para ampliar su base de datos o investigar hipótesis; por lo que se debería estudiar si es posible utilizar datos geométricos obtenidos de estudios o catalogaciones, para ser usados en otros fines como elemento divulgador.
- Exponer una serie de TIC aplicables a todo yacimiento, con un coste mínimo o gratuito para el arqueólogo y que dotan de gran vistosidad y alto nivel de difusión del yacimiento en cuestión. Por lo que en relación al anterior encontramos la democratización del

conocimiento y la cultura, por medio de la realidad virtual y aumentada con el uso de elementos 3D modelados o escaneados.

- Exponer el gran valor de la información geométrica virtual en sus diferentes usos, dentro de la arqueología, museología, distintos niveles educativos y divulgación general.

Como causa última, responder si es realmente factible musealizar entornos que no son un museo (Robles, L. G, et al, 2009, p. 4) como por ejemplo una excavación, un yacimiento (Teruel, M. D., & Viñals, M. J, 2018, p. 89) más allá de lo que se realizó recortadamente en el año 2018 en el Anfiteatro Romano de Cartagena. Si todo este procedimiento para una excavación es necesario o ¿Por qué podría serlo?

Metodología

Con la primera idea de trabajar sobre el anfiteatro romano de Cartagena y la digitalización de sus estructuras para darle accesibilidad a través de herramientas RV y RA como en eventos, se procedió a buscar en repositorios Dialnet y bases de datos como *academia* con el objetivo de encontrar en primera instancia bibliografía de proyectos donde se hubiera realizado una documentación con fotogrametría encontrando numerosos ejemplos con éxito. La siguiente búsqueda fue a través de la bibliografía referida en dichos artículos o citado donde encontré documentación acerca de la accesibilidad como el Libro Verde o la Carta ICOMOS.

Gracias al desarrollo de prácticas extracurriculares en CTCON 2020/2021 se han adquirido nuevos conocimientos en base a la digitalización y conocido nuevas herramientas como Mozilla Hubs, centrando el siguiente paso de la documentación en encontrar bibliografía exclusiva tanto de Hubs como se Sketchfab, al haber observado las sinergias y oportunidades que daban estas plataformas, encontrando. De la primera únicamente material documental en inglés mientras que para la segunda se pudo localizar la Revista digital de la Universidad de Valencia, la cual fue de gran ayuda a la hora de plantear los objetivos de este estudio, que han sido modificados ligeramente para incluir un apartado dedicado al funcionamiento de estas plataformas, sus beneficios y resultados de su aplicación.

El último paso fue documentarme sobre el anfiteatro romano de Cartagena, puesto tenía en posesión artículos desde el voluntariado de 2018/2019, con la nueva búsqueda se actualizó el contenido con la adquisición de 3 artículos nuevos de publicación reciente.

Estado de la cuestión:

Los modelos tridimensionales vieron la luz por primera vez en la década de los 80, del pasado siglo gracias a los trabajos realizados por G.N Andew en 1984. Los modelos fueron revolucionarios y prosperaron, hasta la publicación en 1990 de *Towards a virtual archaeology* por P.Reilly, autor que defendía el uso de estos modelos para crear un “sistema de interpretación” (Esclapés, J et al, 2013, p. 215) de los restos arqueológicos. La realización de modelos infográficos científicos, se efectúan acorde “hipótesis contrastadas” (Gómez Robles et al, 2009, p. 5) como herramienta de estudio y difusión educativa y por tanto son modelos que constan de un amplio respaldo documental y rigurosidad en su desarrollo.

La Arqueología virtual en combinación con la Arqueología de la Arquitectura (Villar, F. A, 2018, p. 48), ayuda realizar catalogaciones de enseres, materiales y a leer los paramentos de los bienes patrimoniales, toda esta obtención de datos realizada mediante la arqueología virtual es gracias a la toma de datos fotogramétricos de alta precisión que permiten que la intervención sea llevada por un número reducido de personas, que puedan analizar el yacimiento desde otros lugares sin que se pierda calidad, por ello la realización de modelos 3D fotogramétricos se ha consolidado en el sector, defendida como una “herramienta económica” (Villar, F. A, 2018, p. 56).

Actualmente la museología ha dado un gran cambio, mediante el uso y adopción de herramientas que hacen abandonar la concepción tradicional del Museo (Idem), hablamos de las TIC, especialmente las referentes a los modelos tridimensionales usados en contextos de patrimonio cultural, estos elementos pueden ser usados individualmente o de forma colectiva para crear recorridos virtuales, que a día de hoy son unas de las “herramientas más eficaces para el patrimonio arqueológico” (Esclapés, J, et al, 2013, p.212) debido a las características físicas de su posiblemente tortuosa ubicación.

La Web 2.0 y las tecnologías móviles serán los grandes aliados de estas disciplinas en el siglo XXI, maquetas que son implantadas en y como “proyecciones inmersivas, videojuegos, museos virtuales, recorridos interactivos, escenarios de mundo virtual (Forte, 2007; Biosca, 2010; Rivero, 2011; Rivero y López, 2013” (Vicent, et al, 2015, p.90). De este modo el espacio *on line* brinda el repositorio perfecto para el archivo y divulgación de estas maquetas que permiten un fácil acceso,

divulgación y dotado de una enorme capacidad para la transmisión y comunicación de conocimiento, encontrando tantos tipos de recursos como atribuciones se les pueda dar y consolidándose poco a poco los llamados museos virtuales. Estos pueden ser representados en mundos virtuales como Second life o Mozilla Hubs (Vicent, et al, 2015, p. 8).

Estos recursos apadrinados por estas diversas disciplinas son de gran importancia, lo que hace que sean usados por organismos nacionales e internacionales, gracias a sus innumerables beneficios; así pues en España es el sector público con ayuda de organismos privados o Grupos de Investigación son quienes se encargan de realizarlo (Gómez Robles, L. Quirosa García, V, 2009, p.8), siendo famoso el Proyecto Virgo o Itálica Virtual; la UNESCO ha sido uno de ellos organismos internacionales que más ha impulsado este uso de las TICS en referencia al patrimonio cultural como la realización de congresos como *World Heritage in the Digital Age* o el apoyo a diferentes proyectos de digitalización como es Zamaní.

El campo de la investigación en material 3D y su visualización ha sido investigado con profundidad desde principio de siglo siendo desde 2010 (Bolter, J. D et al, 2021, p. 10) cuando la investigación se volvió más ardua investigando en líneas paralelas prototipos de realidad aumentada y realidad virtual, hoy no existe apenas diferencia y la simbiosis de ambas da luz la realidad extendida, soportada y difundida principalmente en estos sectores gracias a la existencia de teléfonos inteligentes con buenas capacidades gráficas que permiten acercar el contenido al público y soportar dichas plataformas (Bolter, J. D et al, 2021, p. 2) de visualización. Es por ello que las visitas virtuales a este tipo de contenidos son una gran arma contra las limitaciones físicas (Boehner, K et al ,202, p. 2), estas aplicaciones muchas veces no han tenido el efecto deseado debido a la falta de planificación una mala estrategia en el proyecto (Jaime Sola no Ramírez Marta García-Muñoz Domínguez, 2015, p.145), estos recursos de difusión son especialmente importantes para “fomentar la accesibilidad sensorial y cognitiva” (Villalobos Gómez, A, 2010, p. 36).

Gracias a la concienciación social existen hoy en día políticas que mejoran de obligado la accesibilidad al bien en cuestión siendo como ya hemos mencionado los elementos 3D y las nuevas tecnologías unos activos importantes para la accesibilidad (Juncà Ubierna, J A, 2011, p. 14) se trata de una cuestión de gran importancia en un panorama social en proceso de envejecimiento demográfico (Alonso López, F, 2002, p. 31) por los avances en medicina que hacen mejorar la

calidad de vida de las personas, aumentando a su vez el número de discapacitados (Idem); es por ello que ya en diversos postgrados relacionados con el patrimonio comienza a surgir la accesibilidad (Juncà Ubierna, J A, 2011, p. 16) como un reto a batir.

La incorporación de estas tecnologías ha conseguido dinamizar y cambiar el concepto de museo como espacio mero de exposición de piezas en edificios grandilocuentes (Veltman, K M, 2003, p. 10) atendiendo más ahora a aspectos como el adecuado entorno y la ambientación para mejorar la carga pedagógica (Idem), lo que hacen estos cambios que el museólogo sea conocedor del público al que la exposición atrae, conocimiento de herramientas digitales incluso de marketing (Mestre, J. S, 2016, p.84).

Estas tecnologías inmersivas tuvieron un gran auge y demanda el pasado año 2020, conforme al estado declarado de pandemia, hizo que los museos se modernizasen de manera global, el uso de estas tecnologías aumento un 80% (Boehner, K, et al, 2021, p. 1220) durante la pandemia, ofreciendo recorridos virtuales y contenido multimedia en redes social, los museos obtuvieron un aumento de 40% de visitas en línea (Idem).

Es de destacar el trabajo de diversos autores, Ros Salas, Vizcaino, Fernández Díaz y Ramallo Asensio principalmente en la universidad de Murcia, donde se han desarrollado trabajos referentes a la aplicación de herramientas 3D en distintos niveles educativos, tanto universitarios como preuniversitarios, también por parte de la universidad de Murcia destacamos el programa e-museos que otorga mayor valor social al patrimonio mediante su digitalización. Dentro del espacio regional destacamos a Pérez Ballester y Berrocal como autores de los principales artículos relacionado con el anfiteatro. Referente a la accesibilidad Villalobos nos otorga una gran obra que abarca cantidad de temas relacionados con este estudio en materia de accesibilidad, este se complementa perfectamente con Vicent el cual da otorga gran importancia a las nuevas tecnologías para llegar a la accesibilidad.

1. TIC en la arqueología: Los modelos tridimensionales.

Este apartado está dedicado a realizar un breve discurso de las TIC en la arqueología, a modo de introducción en el campo, para desarrollar con propiedad y soltura los siguientes apartados, mostrando el uso del modelo 3D dentro de la arqueología, los distintos usos que pueden tener, así

como lo importante que es la existencia de este tipo de material tanto para la difusión como para la adjudicación de futuras intervenciones o musealización (Villar, F. A, 2018, p. 48).

Las tecnologías de la información y la comunicación “TIC”, nos ayudan no solo a difundir y divulgar el conocimiento dentro del patrimonio cultural también realizan una gran labor en la ejecución de proyectos e investigación gracias a avanzadas técnicas en documentación, intervención o restauración...

Es de exponer el caso de los modelos tridimensionales y como “ya nadie concibe la intervención sobre el patrimonio cultural sin la aplicación de estas técnicas” (Esclapés, J, 2013, p. 213). La creación u obtención de maquetas 3D nos permite tener “una visión detallada del edificio sin la necesidad de viajar al campo” (Villar, F. A, 2018, p.13), que más allá del uso disciplinar e investigativo, puede usarse para otros menesteres como la divulgación, por lo que el levantamiento o recreación virtual de un bien se ha consolidado a día de hoy como una fase propia de la intervención como se ha mencionado con anterioridad; incluso llegando a crear una terminología propia como es *Arqueología Virtual* es por ello que a continuación se expondrá datos de interés, herramientas y usos que esta nueva disciplina puede aplicar.

1.1. Arqueología Virtual:

Es del interés de la investigación la faceta de esta nueva disciplina, en la que a los yacimientos se les aplica Tecnologías de Información y Comunicación, convirtiéndolos en “auténticos y poderosos recursos” (Husillos García, M. L, 2015, p. 95) La arqueología virtual tiene ventajas innumerables a un precio generalmente reducido, “facilita la comprensión, interesa a la mayoría de personas” (Idem) a la vez es de gran ayuda para la “formación y la educación, como método de restauración no destructivo” (Idem) . Por tanto, la creación de maquetas 3D destaca por su cercana vistosidad y el interés que genera en la sociedad. Esta disciplina es de gran importancia para “generar cultura de respeto hacia ese legado” (Delgado Darias, T, et ali, 2017, p.57) y favorecer la inclusividad.

- *Herramientas:* Las herramientas utilizadas en esta metodología son diversas y giran principalmente entorno a la creación de un modelo infográfico científico, es decir una maqueta 3d creada por una malla digital de polígonos, está realizada gracias a un estudio profundo sobre el campo (Gómez Robles, L. Quirosa García, V, 2009, p.5). Estos objetos multimedia producidos por

el procesamiento de datos del ordenador se obtienen de diferentes formas, siendo la más común por su precio y versatilidad la fotogrametría, esta transfiere la información de fotografías 2D a un objeto 3D (Pérez García, J. L et al, 2011, p.121) mediante computación y puntos de unión, puede ir apoyado con estaciones fotográficas para obtener un producto con carácter métrico preciso (Idem). Estos recursos digitales son también compatibles con la edición o creación de objetos con *games engines* como Unity (Caro, J. L., & Hansen, S, 2015, p.58).

- *Uso en el trabajo investigativo:* El registro fotogramétrico en el patrimonio arqueológico aporta una información digital gráfica precisa que puede servir tanto para la investigación arqueológica como para la conservación (Fernández, F. L, 2014, p.17) del bien. Las maquetas 3D realizadas con fotogrametría o escaneado corresponden a una herramienta científica de medición de gran valor, pudiendo ayudar a resolver problemáticas e hipótesis planteadas (Idem) o cambiarlas. El uso de programas como *Agisoft Photoscan*, *SketchUp* o *Blender* cambian, completan y actualizan, inventarios, museografía o catálogos; obteniendo valor añadido al estudio realizado con estas herramientas que es que además facilitan y permiten la divulgación (Esclapés, J, 2013, p. 212)

- *Uso en la Divulgación:* El nivel de su uso divulgativo es de gran potencia; el producto obtenido del escaneo del elemento patrimonial simula la realidad y puede usarse para musealización virtual; digitalizando la pieza o el bien. Siendo un bien inmueble es posible crear recorridos virtuales (Peinado Checa, Z. J, 2014, p.101) como puede ser uno de los casos de este estudio, donde se quiere mostrar cómo es posible que el visitante a través de su smartphone, ordenador o por tecnología especializada pueda acceder a este producto divulgativo. Defendiendo un trabajo científico interdisciplinar donde tienen cabida Arquitectos, Historiadores del Arte, Arqueólogos, Informático (Gómez Robles, L. Quirosa García, V, 2009, p.20), entre otros; “aplicable al patrimonio cultural como monumentos arquitectónicos o yacimientos arqueológicos” (Gómez Robles, L. Quirosa García, V, 2009, p.5).

2. TIC de la defensa del patrimonio al Producto patrimonial:

Como ya se ha comentado, el uso de herramientas pertenecientes a la Arqueología Virtual, es de labor casi obligada dentro de una excavación, las nuevas tecnologías ayudan al propio desarrollo de la excavación, inventariado, difusión y también a la “conservación, restauración y puesta en valor de los bienes culturales y arqueológicos” (García-Molina, D. F, 2021, p.115) estas actividades deben ser movidas por las instituciones responsables de las intervenciones, con el

interés y entusiasmo de fomentar la difusión para la adjudicación de posibles nuevos proyectos e intervenciones nombradas. El vehículo perfecto para esa difusión es la web, esta permite difundir con gran facilidad el contenido que se quiera compartir con un público específico o más global; son por tanto estos medios los que permiten el difundir el contenido multimedia que como los objetos 3D o las visitas virtuales (Jiménez, J. G et al 2012: 57), son de entretenimiento y gran vistosidad, comenzando de ese modo el proceso del producto patrimonial.

El producto patrimonial, se forma mediante iniciativas que envuelvan al Bien en la esfera cultura, mediante distintas fases como bien explica (Martín 2007) “*interpretación, presentación, exhibición, conservación y promoción*” (Martín, 2007, citado por Peinado checa, 2014, p. 102) cuyos objetivos son maximizar el conocimiento y disfrute por parte de la ciudadanía del bien en cuestión, mediante eventos lúdicos y pedagógicos; difundiéndose a otros públicos distintos al local; o en otras palabras, se reconvierte el patrimonio mediante la inversión y desarrollo de la materia cultural, para obtener turismo (Baeza, 2011, citado por Peinado checa, 2014, p. 102).

Para atraer el turismo, la accesibilidad al campo o núcleo poblacional donde se encuentre el Bien se vuelve un punto de gran importancia, por lo que es necesario reseñar brevemente por el momento algunos aspectos de la metodología BIM o *Buildind Information Modeling*, una metodología extraída del sector de la construcción, donde es posible recoger información geométrica para someterla a análisis mediante programas especializados, (García-Molina, D. F, et al, 2021. p 118) como Revit antes de la construcción, cosa que puede ser de gran interés cara a como realizar la construcción de un museo o la preservación arqueológica en casco urbano; ya que permite congeniar ambas esferas, creando una ciudad con una Gestión Urbana Sostenible (Gómez Robles, L. Quirosa García, V, 2009, p. 12).

Como conclusión de este primer punto, en relación con la Arqueología, el Producto Patrimonial y la Gestión Urbana Sostenible, se debe comentar el ejemplo de Cartagena, ciudad que ha desarrollado un producto cultural por medio de la arqueología, situando el turismo cultural como una actividad estratégica de la ciudad gracias la recuperación y musicalización de su patrimonio arqueológico (Teruel, M. D., & Viñals, M. J, 2018: 87) Cartagena ha articulado su oferta turística entorno a la promoción turística mediante diferentes webs que invitan al usuario a usar sus *smartphones* para interactuar con ellas, estas son Cartagena Puerto de Culturas y Cartagena Turismo (Teruel, M. D., & Viñals, M. J, 2018: 87). El Desarrollo Sostenible de la cultura, es

factible gracias a un sector social que demanda consume cultura como ocio, es por ello por lo que el patrimonio debe de ser accesible al ciudadano para fomentar el turismo (Peinado Checa, Z. J, 2014, p. 102).

3. Accesibilidad al Patrimonio Cultural

La accesibilidad puede articularse y entenderse conforme a 3 capacidades funcionales humanas y las trabas que se puedan tener para realizarlas, la movilidad, comunicación y comprensión por lo que estas características dificultan nuestro movimiento, la comprensión de información y sistemas a distintos niveles (Alonso López, F, 2002, p.25). Como hemos visto la discapacidad no es única está compuesta por distintas tipología según su afección y distintos niveles, es por ello que no es posible dar una única respuesta generalizada para que estas personas puedan salvar las barreras que les impiden el disfrute del patrimonio (Alfonso López, F, 2002, p.5) es por ellos que existe lo que se conoce por “cadena de accesibilidad” que son una serie de recursos herramientas relacionadas que su finalidad es salvar estas barreras, cualquier eslabón de esta que sea deficiente podría arruinar la experiencia cultural (Antonio Espinosa Ruiz, 2015, p.17) bien sea el transporte hasta el sitio, la falta de contenidos didácticos adaptados o de rampas por ejemplo.

Cosa recogida en la propia constitución española de 1978 donde asigna a los poderes públicos el promover todo tipo de medidas “reales y efectivas” para que se salven los obstáculos y puedan todos lo ciudadano por igual disfrutar de la vida cultural (Villalobos Gómez, A, 2010:10)

Es por ello, acorde a lo citado anteriormente que se deben realizar todo tipo de actuaciones para mejorar las condiciones de accesibilidad, pero siempre con criterio, sin ser intrusivo, o generar incoherencias en el conjunto patrimonial al igual que deben de ser eficaces actuando con sobre el patrimonio con respeto y rigor, y es que la accesibilidad realizada efectiva y debidamente puede acompañar a un proyecto patrimonial en todas sus fases, “investigación documentación protección conservación paralización y difusión” (Villalobos Gómez, A, 2010, p.42)

La aplicación de estas medidas sobre e patrimonio como hemos enumerado, debe de ser de gran respeto, es por ello que para desarrollar un buen proyecto se deberían seguir las indicaciones de la CIPA ya que aconseja la colaboración interdisciplinar entre arquitectos, historiadores, arqueólogos, informáticos.... (Robles, L G, et al, 2009, P.5).

Habiéndose enumerado los tipos de discapacidades que hacen llegar incluso a la exclusión social (Alonso López, F, 2002, P.5) y las intervenciones para hacer accesible el patrimonio a estas personas, hay que recalcar en pro del desarrollo de los siguientes puntos, las buenas opciones y ventajas que otorga en mundo virtual como un eslabón más de la cadena al que nosotros accedemos “ a través de la ventana de la pantalla electrónica” (Veltman, K M, 2003, P. 5).

Accesibilidad Intelectual y cognitiva en la aulas: Los recursos multimedia, despiertan el interés en la población, es por ello que los modelos 3D obtenidos mediante la aplicación de la Arqueología Virtual, debido a su gran potencial didáctico (Vicent, N, et al, 2015, p.91) pueden ser herramientas de gran utilidad a la hora de implementarse en la enseñanza en niveles preuniversitarios (Fernández Díaz, A., Vizcaíno Sánchez, J., Ros Sala, M. M., & Ramallo Asensio, S. F, 2014: 425-438) y posobligatorios universitarios (Casado Rigalt, D, 2018: 427-450).

La existencia de las asignaturas de Historia del Arte o Historia (Vicent, N, et al, 2015, p.85), facilita la inclusión de estas herramientas dentro del panorama educativo y es que las TIC hoy son “la base de la sociedad del conocimiento y uno de los motores de la globalización” (Casas 2005: 3; De Pablos 2010, p.13 y Gómez 2016, p. 112-113, citado por Casado Rigalt, D.2018, p.429). Las aulas preuniversitarias deben de ser el objetivo al para la implementación, para que el alumnado comience a adquirir las competencias digitales, fomentando gracias también al estudio de arqueología en la Historia una visión interdisciplinar que favorece un entorno de aprendizaje “innovador, transversal e integrador” (Fernández Díaz, A, et al, 2014, p. 434) abandonando la historia positivista de la que cada vez más se quiere desligar la asignatura motivando con el aprendizaje práctico sensorial, habilidades del pensamiento o el factor emocional; estos enfoques abren las puertas a distintas alternativas como la realidad aumentada. Debido a todos estos rasgos, sería de gran interés apostar por la creación de un nuevo espacio europeo donde la educación sea “flexible, práctica y lúdica” (Husillos García, M. L, 2012, p. 1) generando espacios democráticos, participativos y adaptables a los estudiantes; atendiendo siempre a que “las TIC” deben ser un medio y nunca un fin” (Casado Rigalt, D.2018, p.429). por lo que no se deben sacralizar en exceso las TIC, o se correría el riesgo de avanzar hacia una educación desnaturalizada (Idem).

En módulos educacionales postobligatorios universitarios, ya se avanza en la utilización de mundos virtuales, donde los alumnos mediante sus avatares pueden acceder a estos mundos virtuales (Vicent, N, et al, 2015, p.91) e interactuar con los modelos en asignaturas como

Arqueología, es posible realizar un clon virtual de alto valor didáctico donde toma importancia la “interacción social y la participación del público” (Vicent, N, et al, 2015, p.92) en el entorno *on line*.

Por lo que podemos, es posible apreciar como la geometría virtual puede atravesar transversalmente, diferentes asignaturas en distintos ciclos formativos, experiencia que puede ser ampliada con el denominado *mobile learning* (Vicent, N et al 2015, p. 93) pudiendo acceder cada alumno mediante su terminal Smart a este tipo de contenidos, realizando una visualización individual para cada estudiante, lo que genera una experiencia específica en cada uno de ellos.

Los elementos 3D pueden de ser de gran ayuda para la educación, y también está demostrado que para la accesibilidad cognitiva; cuando hablamos de accesibilidad cognitiva, nos referimos a una barrera intrínseca vinculada al conocimiento tal como “déficits cognitivos” (Alonso López, F, 2002, p.28), estos recursos gracias a su gran valor visual son de gran ayuda para algunos usuarios consumidores de cultura con “capacidades cognitivas diversas” (Sánchez Martínez, M et al, 2021, p.390), encontramos también las barreras interactivas, que dificultan la comunicación en general del discapacitado, estas son derivadas de las cognitivas. Ante el avance de la ciencia cada vez se diagnostican más discapacitados, es por ello que el concepto de accesibilidad comenzó a cambiar y por tanto ya no solo se refiere a barreras físicas sino en “facilitar la interpretación” a las diferentes personas que posean estos factores limitadores (Villalobos Gómez, A, 2010, p.31)

Accesibilidad Motriz: La discapacidad motriz, sería otra de las barreras intrínsecas que tiene el ser humano respecto a su relación con el patrimonio pudiendo encontrar diversidad de ellas como problemas vinculados a la salud como la artritis, las vinculadas a la dependencia física o la población de la tercera edad tiene problemas para desenvolverse dentro del propio patrimonio (Alonso López, F, 2002, p.28). Es por ello que muchas veces cuando no se han desarrollado proyectos accesibles, se desarrollan lo que se conoce como medidas compensatorias estas consisten en el uso de recursos diversos que fomentan la accesibilidad sensorial como fotografías, láminas braille o reconstrucciones virtuales del patrimonio (Villalobos Gómez, A, 2010, p.36).

3.1 TIC sinónimo difusión y accesibilidad

En este último apartado del punto 2, es necesario centrarse en el uso de datos geométricos para facilitar la difusión y la accesibilidad de un Bien arqueológico, comenzando a encaminar el trabajo hacia el caso de estudio del anfiteatro romano de Cartagena; y es que como se ha comentado el turismo es un gran dinamizador económico del que la ciudad de Cartagena ha sacado provecho, el cual está beneficiado por la globalización excepto en periodos como los recientes, de pandemia (García-Molina, D. F, et al, 2021, p.116). La pandemia afectó por tanto al turismo pero la existencia de un sector social que demanda cultura, reafirmó el papel de las TIC, usando diferentes datos geométricos que pueden usarse o divulgarse de distintas maneras, pudiendo distinguir entre los modelos fotogramétricos tanto de piezas como inmuebles subidos por ejemplo a la plataforma Sketchfab (Delgado Darías, T, et al, 2017, p.76) para ser divulgado a través de la *web* pudiendo reproducirse en cualquier dispositivo tanto en ordenadores, como smartphones o tabletas (Delgado Darías, T, et al, 2017, p.75); otra opción de uso son los llamados recorridos virtuales una de las herramientas más utilizadas y de mayor eficacia (Esclapés, J, et al, 2013, p.212) a la hora de divulgar el patrimonio arqueológico desde antes de periodos de la pandemia ya que permitía el acceso especialmente al patrimonio arqueológico en casos donde “el yacimiento, por su ubicación o por su morfología, no pueda ser visitado” (Idem) estos recorridos de información geométrica son creados principalmente por *games engines* (Caro, J. L., & Hansen, S, 2015, p.59).

El producto obtenido de estas digitalizaciones es conocido como patrimonio “intangible” pues tiene valor propio a pesar de sus propiedades, donde además se muestra en este caso acorde con la idea anterior a un fenómeno de “musealización de espacios que no son museos” (Robles, L. G, et al, 2009, p.4).

Todas estas corrientes surgirán desde la pasada década con la llegada de la *web* 2.0 y las tecnologías móviles, pues permitía “creación social de espacios *on-line*” (Vicent, N, et al, 2015, p.90) que facilitan la participación social de una manera masiva y global permitiendo interactuar y construir exposiciones virtuales, es el caso de las redes sociales o mundos virtuales como Second Life; siendo uno de los primeros ejemplos la *Archeology Island* de la Universidad de Pensilvania, donde reprodujeron una serie de escenarios arqueológicos (Vicent, N, et al, 2015, p.91), a manera de museo Virtual.

Por tanto el panorama actual es explicado desde estas últimas tecnologías y su relación con el movimiento de globalización, primeramente mencionado, ya que estos recursos digitales son accesibles desde todo el mundo gracias desde entonces a la *web* 2.0 hasta la 4.0 de hoy, que han sido el vehículo que ha permitido transmitir el patrimonio a un “público masivo y heterogéneo” (Ruíz, 2013, referenciado por Peinado Checa, Z. J, 2014,p.107). Los teléfonos móviles se convirtieron en el siglo XXI un bien necesario para todas las personas, con la llegada de los *smarphones* en la pasada década, se profundizó en la metodología *mobile learning*, en los niveles educativos donde se pudo sacar en claro que eran herramientas muy útiles y necesarias para hacer de los yacimientos arqueológicos espacios comprensivos (Ibáñez Etxeberria, 2012, referenciado por Vicent, N, et al, 2015, p.95) pues fue donde se “se aplicó de manera temprana e intensa” (Idem) ya que permite a todo usuario “viajar en el espacio y tiempo sin movernos” (Husillos García, M. L, 2015, p.38) practicando la atención a la diversidad que debe presentarse en cualquier enseñanza-aprendizaje gracias a las TIC (Husillos García, M. L, 2015)

Otro interesante uso de la geometría para hacer más accesible un producto cultural o museo, y abarcar otro eslabón en la cadena de accesibilidad (Antonio Espinosa ruiz, 2015, p.17) es el preciso proceso de impresión (Veltman, K M, 2003, p.5) poniendo a disposición del público con discapacidad visual un recorrido específico de piezas con texturas y formas originales (Jaime Solano Ramírez, et al, 2015: 148).

Es de observar la aplicabilidad que tiene el modelo digital, y la amplitud de compatibilidad que tiene con otras nuevas tecnologías como ya hemos observado a las que podemos añadir “proyecciones inmersivas, videojuegos, museos virtuales, recorridos interactivos, escenarios de mundo virtual...” (Forte, 2007; Biosca, 2010; Rivero, 2011; Rivero y López, 2013), Vicent, N., Rivero Gracia, M. ^a P., & Feliu, AÑO, citados por Vicent, et al, 2015, p.90) o impresiones 3D realistas. Creando poderosos recursos al servicio de la sociedad. (Delgado Darías, T, 2017, p.56)

4. Cinco TIC para crear un “producto patrimonial” al alcance de todos, obtención de un museo digital “low cost”

En consecución a los puntos anteriores habiendo observado las ventajas de los datos geométricos de diversa índole y la problemática que se tiene al visitar un yacimiento por su accesibilidad bien intelectual o motriz. Se presentará a continuación una serie de herramientas que todo arqueólogo

puede aplicar en su yacimiento según sean sus intereses; todas las siguientes herramientas son gratuitas y pueden usarse por tanto de forma libre, necesitando una inversión económica mínima para desarrollar este apartado del proyecto lo que favorece una gran asequibilidad para su realización.

Los resultados pueden variar según la calidad de herramientas que se usen para desempeñar las labores de documentación y del uso de ciertas plataformas de difusión; siendo el objetivo el detalle moderado para una audiencia de público sociedad en general, estudiantes tanto de secundaria como universitarios (Bolter, J. D, et al, 2021, p.5). Los usos de estas prácticas si se generalizaran podría ser un gran comienzo para la democratización y el acceso al patrimonio cultural arqueológico a nivel mundial (López-Machero Bendicho, et al, 2019, p.398)

La idea de museo digital se ha ido consolidando con el paso de los años en base también a la museografía y la interpretación. “Ambos campos están en evolución constante” (Miranda, J. M, 2015, p.10). Llegando a existir diversas nociones e ideas de lo que es o puede ser un museo digital, siendo distintas concepciones, podemos encontrar por tanto ideas como las defendidas por Takuno (2008); Elisondo y Melgar (2015); y Torres (2012) (Alemán, C ,2020, p.1) que afirman que la gran diferencia entre el museo físico y el museo digital o virtual es la capacidad de realizar vínculos con el visitante, gracias al uso de la tecnología (Carmona, D. A. A, 2021, p.1). La interpretación del patrimonio es una estrategia de comunicación (Miranda, J. M, 2015, p.10) que puede desarrollar los elementos virtuales y la concepción de museo virtual/digital, que está dividida en gran cantidad de concepciones; de las que acorde a la idea de musealizar espacios que no son museos (Robles, L. G et al, 2009, p.4) que acompaña este trabajo, son de interés destacar las siguientes:

- Instituciones virtuales: término utilizado por Gutiérrez en 2002, se refiere a la creación de un recorrido virtual que otorga una gran capacidad inmersiva. (Carmona, D. A. A, 2021, p1)
- Museos en línea: término utilizado por Gómez en 2013 Si existen en el mundo físico y digitalizan sus piezas para compartirlas en la red. (Idem)
- Museos que existen físicamente y usan tecnología: Gómez en 2013 se refiere a los museos que introducen dentro de sus herramientas tecnologías de actualidad como 3D, hologramas... (Idem)

Las modalidades expuestas anteriormente son aplicables a este caso de estudio del anfiteatro romano de Cartagena. Puesto que hoy en día aun no se encuentra musealizado, es posible aplicar la primera opción dada por Gutiérrez “Instituciones virtuales” donde es posible crear recorridos virtuales con las tecnologías del siguiente apartado. Por otro lado y en la misma línea encontraríamos la primera idea de L. Gómez donde una vez completado el proceso de musealización pueden seguir usándose los recursos anteriores bien el recorrido o piezas seleccionadas que se hubieren digitalizado. La siguiente idea de Gómez referente a “Museos que existen físicamente y usan tecnología” puede referirse de igual modo a la idea anterior, pero con una prevalencia del entorno físico, tomando un papel secundario las herramientas digitales como importantes recursos recurrentes como por ejemplo, como bien comenta Segura Gutiérrez sobre el mismo anfiteatro romano de Cartagena “los códigos QR implantados en la cartelería del yacimiento pueden emplearse para dar acceso a audioguías, recreaciones virtuales” (Segura Gutiérrez, A, 2020, p.122) citada en referencia al uso de códigos QR en la cartelería actual del yacimiento, y según las concepciones comentadas, dichos recursos virtuales pueden ser utilizados en las distintas etapas de puesta en valor del yacimiento, hasta completar su proceso de musealización. Concluimos este párrafo explicativo con una referencia que Carmona cita y es aplicable a todas las concepciones de museo virtual/digital: “los museos virtuales, deben permitir en sus plataformas la posibilidad de interacción, ya sean con foros o chats, de los usuarios. Parte de la experiencia misma es la generación de vínculos” (Alemán, 2017, p.64 citada por Alemán C, p.1).

Los museos digitales/virtuales pueden adquirir cantidad de formas, desde este trabajo se abordan los referidos al uso de maquetas o modelos geométricos bien piezas pertenecientes al museo, bien entornos visitables donde el visitante pueda moverse simulando una experiencia de visita gracias a aplicaciones personalizadas (Boehner, K, et al, 2021, p.1220). Este tipo de museos han aumentado su presencia desde el año pasado en un 80%, la caída del sector turístico ocasionado por la enfermedad Covid-19. Principalmente se, han desarrollado experiencias privadas que cada usuario realiza de manera individual; por la contra, estudios sugieren que “las interacciones sociales son elementos clave para visitas culturales atractivas” (Idem).

Las herramientas que serán mostradas en el siguiente apartado, no solo son posibles aplicarlas a un coste mínimo, sino que también forman parte de un proceso de creación de un museo virtual, donde el factor negativo de la experiencia individual, es salvado permitiendo la interacción social (Mouzakis, C et al, 2021, p.5) y la creación de vínculos (Carmona, D. A. A, 2021, p.1) con el patrimonio, siendo por tanto el objetivo último de este apartado mostrar las capacidades de Mozilla Hubs y el proceso de creación de este entorno además de mostrar una cadena mas de este proceso como es Sketchfab, donde numeroso museos, proyectos y entidades lo usan como medio de divulgación (Boehner, K, et al, 2021: 1223).

4.1 Obtención de datos:

- *Fotografías 360*: Algunos teléfonos móviles o el uso de cámaras esféricas (López-Merchero, 2018, p 398) sirven para capturar imágenes 360, esta herramienta no es una tecnología que genere geométricos 3D, pero posee un gran valor documental que permite registrar todo lo que se encuentre a su alrededor en 360 grados, por lo que a pesar de no reconstruir volumétricamente ni poseer volumen, se ha de mencionar por se una herramienta que posee un gran alcance divulgativo y una extraordinaria acogida gracias a que redes sociales como Facebook permiten su reproducción o por que es compatible con útiles de realidad virtual como puede ser Oculus rift. (Idem).

- *Fotogrametría*: El trabajo de procesado de los datos obtenidos en la fase de campo, se realizarán con Meshroom (Verkokou, S et al, 2020, p.233) un software libre de licencia gratuita seleccionado para realizar la reconstrucción 3D, es un programa de gran sencillez con muchas opciones personalizables, el procesamiento es automático, pero si el usuario es entendido en la materia, tendrá numerosas opciones de edición de resultados gracias a su sistema de nodos; otro de los rasgos que lo hace destacar es su versatilidad ya que permite añadir imágenes adicionales, mientras se realiza el proceso.

Sus resultados son comparables a distintos softwares de pago como Metashape, obteniendo resultados de objetos 3D con textura aplicada (Verkokou, S, et al, 2020, p.235), bastante competentes, donde el autor del artículo cita: “Si el presupuesto de una organización o proyecto no permite la compra de sus licencias ambas soluciones libres producen resultados aceptables en términos de precisión.” (Verkokou, S, et al, 2020, p.240)

- *Game Engine*: Los *games engine* o motores de videojuegos, son a día de hoy un activo de gran valor a la hora de realizar proyectos de visualización de patrimonio. Ellos pueden generar modelos 3D, objetos, estructuras, cuentan con herramientas que lo dotan de un alto nivel de personalización donde las únicas limitaciones son los conocimientos y habilidades de los desarrolladores de contenido (Statham, N, 2019: 10), además permiten crear espacios de exploración (Esclapès, J, 2013, p. 221), estos programas se han visto beneficiado por la existencia de nueva tecnología como las gafas de realidad virtual. Lo que permite la aceptación del término “narración transmedia” (Jaime Sola no Ramírez, et al, 2015, p.149) antes aplicada al sector del videojuego y hoy aplicada también al museístico, consiguiendo romper el formato y haciendo partícipe del conocimiento.

Destacamos el software libre y gratuito Blender, usado en gran cantidad de proyectos en patrimonio cultural, no solo como *game engine* que permite hacer contenido de detalle desde un nivel moderado (Bolter, J D, et al, 2021: 5) hasta el fotorrealismo o para crear recorridos u objetos sino también para realizar postprocesados realizando labores como “corregir la orientación de la pieza, cerrar posibles agujeros en la malla y corregir las texturas” (Sánchez Martínez, M et al, 2021, p.387).

Es por tanto gracias a las grandes prestaciones que ofrece que hoy en día es uno de las herramientas más demandadas para proyectos audiovisuales, realidad aumentada, museos virtuales o recorridos interactivos entre otros sobre el mundo del patrimonio arqueológico y el cultural (Forte, 2007; Biosca, 2010; Rivero, 2011; Rivero y López, 2013), Vicent, N., Rivero Gracia, M. ^a P., & Feliu, AÑO, citados por Vicent, et al, 2015, p.90) siendo la herramienta ideal para visualizar y editar grandes sitios patrimoniales (Statham, N, 2019, p. 10).

4.2 Difusión y accesibilidad coste mínimo

Tras los procesos de obtención de la obtención de datos, procesamiento y postprocesado, obtenemos un producto listo para su divulgación, esta hoy en día es más fácil gracias a la existencia de las tecnologías de la información o las redes sociales. El espacio digital ha obtenido unas características propias (Veltman, K M, 2003, p. 10) que no serían abarcables fuera de su entorno, es por ello que la divulgación se realice por el medio digital, gracias al empoderamiento digital de la sociedad fruto de la mudanza general de la población al espacio digital (Boehner, K, et al, 2021, p.1).

Sketchfab: Una vez obtenido el producto digital, se procede a su divulgación, una de las herramientas de gran interés es Sketchfab, una plataforma online, de registro gratuito y libre que ayuda a democratizar el conocimiento del patrimonio cultural a nivel mundial (López-Machero Bendicho, et al, 2019: 398) mediante la visualización interactiva de 3D la fama de esta plataforma es de gran nivel y aceptación entre la comunidad que tiene su propia categoría dedicada exclusivamente al patrimonio cultural (Statham, N, 2019: 9).

Los modelos 3D son subidos a la plataforma de manera gratuita para su visualización a través de esta, cuando el proceso de carga de proyecto se ha completado, el autor tiene la opción de permitir que los demás usuarios de esta plataforma descarguen su contenido aplicando las leyes de Creative Commons o por el contrario que no se pueda descargar, además tiene la opción de tienda, donde los usuarios pueden vender sus contenidos (Idem).

La plataforma Sketchfab, permite la inserción de sus modelos 3D mediante un visualizador dentro de las propias páginas web (López-Machero Bendicho et al, 2019, p.398), además otras opciones que son de gran ayuda para la integración de la plataforma es su compatibilidad con smartphones Android y dispositivos de realidad virtual (Statham, N, 2019, p.9). La experiencia de visualización puede ser acompañada por una pequeña animación, fotografías que actúen de entorno, fondo o breves audios (López-Machero Bendicho, et al, 2019, p.398) que ayudan a ambientar y dar contexto (Boehner, K, et ali, 2021, p.9) al modelo o maqueta subida a la plataforma, como última herramienta de interés de esta plataforma online es la opción que tiene el autor de aplicar diversos filtros, cambios de luces o añadir anotaciones al modelo desarrolladas con un breve texto explicativo (Statham, N, 2019, p.9).

Mozilla Hubs: Mozilla Hubs es una plataforma online de libre acceso y registro abierta para todos los usuarios y visitantes. Se accede a ella mediante un navegador web (Mouzakis, C, et al, 2021, p.5) sin la necesidad de obtener ningún programa; Hubs obtuvo cierta importancia y se dio a conocer durante la pandemia Covid-19 por la demanda de un “entorno de presentación multimedia compartido que apoyara la interacción respuesta y preguntas entre el presentador y la audiencia” (Boehner, K et al, 2021, p.2); cualidades que reunía esta plataforma destinada a experiencias de realidad virtual.

Mozilla Hubs es una herramienta de gran valor que basa su funcionamiento en la creación de salas virtuales 360 (Mouzakis, C, et al, 2021, p.5), por las que el usuario o visitante puede moverse

libremente, estas son creadas con la ayuda de un editor de escenas propio e integrado llamado Spoke (Idem) por lo que, para entender el funcionamiento de esta plataforma, se abordarán esta dicotomía que la conforma; la sala propiamente dicha y el editor de escena.

El uso de esta plataforma no requiere de ninguna formación en programación o cualquier tipo de experiencia en realidad aumentada o virtual, se trata de un programa de gran sencillez destinado para el uso de desarrolladores de contenido amateur (Bolter, J. D, 2021, p.8), a la vez se trata de una plataforma totalmente gratuita que proporciona una gran audiencia a tus proyectos, pudiendo albergar un total de 100 participantes en una misma sala simultáneamente gracias a la compatibilidad con teléfonos inteligentes, u aparatos como oculus rift, además de los propios ordenadores (Bolter, J. D, 2021, p.3).

La edición de la escena se realiza mediante Spoke, el cual posee un diseño parecido al de los programas de modelado pero con una gran simplificación (Bolter, J. D, 2021, p.7) este te permite acceder a elementos arquitectónicos propios de la plataforma, aunque también es posible exportar un modelo desde Sketchfab que puede actuar como repositorio 3D para el programa o directamente cargar tus modelos desde el ordenador; la escena también puede ser editada con la luz, audio, vídeo (Idem) o elementos interactivos. Los modelos 3D, pueden ser perfectamente tanto una maya poligonal obtenida por fotogrametría como una maqueta realizada en Blender (Gonsalves, K et al, 2021, p.154) y cargada en Spoke.

Hubs es una excelente herramienta digital que se adapta a la máxima cantidad de usuarios o visitantes, y es por sus especiales características que permite realizar y una “visita virtual a un sitio patrimonio museo” (Bolter, J. D, 2021, p.10) lo que rompe con el estándar de museo virtual que se ha ido realizando de visitas privadas (Boehner, K, et al, 2021, p.1) e individuales, Hubs por el contrario ofrece una experiencia que puede ser tanto privada como acompañada y grupal, esto es un gran punto a favor de la plataforma ya que estudios afirman que “las interacciones sociales son elementos clave para visitas culturales atractivas” (Idem) estas tendencias, están en relación con las experiencias asincrónicas que se producen mediante el intercambio de conocimiento y participación, dotando de valor el espacio como museo participativo (Boehner, K, et al, 2021, p.2) ya que la plataforma incluye ciertas funciones que los visitantes pueden realizar como un chat para comunicarse tanto escrito como por micrófono, pueden reproducir e importar modelos 3D, además

de realizar fotografías (Bolter, J. D, 2021, p.8) virtuales y colocar en la escena emoticonos 3D (Mouzakis, C, et al, 2021, p. 5).²

Concluimos por tanto que Mozilla Hubs es una plataforma que cuenta con una gran capacidad de difusión y adaptación, con una enorme capacidad de accesibilidad que da acceso a un público que de costumbre no suele visitar patrimonio incluso unirse con compañeros de clase, beneficiándose del entorno participativo e interactivo pudiendo ser escuchado y contestado a la vez (Bolter, J. D, 2021, p. 7- 10).

5. Anfiteatro de Cartagena:

Introducción: Historia y campañas arqueológicas: El anfiteatro romano de Cartagena se encuentra ubicado en el actual cerro de la Concepción, en la ladera oriental, hoy se encuentra bajo los restos de la plaza de toros, la cual usó de cimientos al propio anfiteatro, de la que hoy en día solo queda un doble muro, que dota de mayor monumentalidad al conjunto patrimonial que conjugan ambos bienes de espectáculos (Segura Gutiérrez, A 2020, p. 111-118)

La presencia de diversos elementos constructivos como el tipo de bóvedas utilizadas, la forma almendrada de la planta y en el anfiteatro romano monumental evidencia su datación entorno al siglo I d.C. El anfiteatro quedó fuera del área de influencia urbana de la ciudad tras el siglo III debido a decrecimiento de su extensión y la creación de nuevos cercos murarios que delimitaban la nueva ciudad, quedando el anfiteatro fuera de estos, el terreno nos ería urbanizado hasta el siglo XVIII, por lo que a pesar del expolio por parte de la población y visitantes, el armazón arquitectónico del anfiteatro realizado con principalmente con materiales locales y uso de aparejos como el *opus caementicium*, el de *opus vittatum* de andesita que reviste a este primero o sillería de arenisca para el *pódium*, construcciones de materiales no nobles que se ha conservado en condiciones excepcionales (Ballester; Berrocal y Fernández, 2014, 865-869, citado por Palacios Valero R, 2018, p.2).

La inexistencia del concepto patrimonial cultural propiamente dicha, hace que el anfiteatro presente en el paisaje cartagenero durante todos estos siglos hasta la construcción de la plaza de

toros como “una cantera que genera admiración” durante los periodos de la Edad Media, Moderna y Contemporánea (Segura Gutierrez, A, 2020, p. 113). Dato respaldado por la cantidad de fuentes primarias que refieren al anfiteatro romano de la ciudad desde la edad media desde el poeta Hazim Al-Qartayanni, pasando por Fray Juan de Talamanco (Pérez Ballester, et al 2020, p. 84) hasta los ingenieros reales que construyeron los edificios militares anexos, dejándonos descripciones y grabado de gran interés documental, donde se constatan a nivel arqueológico algunas estructuras representadas.

La construcción de la Plaza de toros e 1854 ocultaría el anfiteatro, lo que será otro condicionante para su concepción es la descontextualización del entorno por la apertura de la calle Gisbert entre el año 1878 y 1893 que dividirá en dos el promontorio adquiriendo su fisionomía actual (Pérez Ballester, J. et al 2011), plaza seguirá en uso hasta 1986 donde pasará a propiedad privadas, cayendo el edificio en decadencia este fue adquirido por el ayuntamiento en los años 90, comenzando verdaderamente la recuperación del anfiteatro romano (Idem), y es verdaderamente cuando empieza el camino ya que intervenciones de distinta índole se han llevado a acabo desde 1902; destacamos las realizadas entre 1967 y 1968 en la calle Dr. Fleming realizadas por Pedro Antonio San Martín Moro y posteriormente 1968, 1971, 1974 y 1975 dirigidas por el porf. José Sánchez Meseguer, las siguientes intervenciones se realizaron con mayor lapso de tiempo entre unas y otras , siendo las siguientes en 1998 y 1999 ya con la plaza de toros en desuso y abandono se realizaron unos sondeos perimetrales, las siguientes intervenciones, el continuismo de alargamiento de lapso entre intervención e intervención será continuo siendo las siguientes en 2009-2011 donde se pretendió la excavación integral del bien, que no pudo ser completada por la llegada de la nueva crisis, llegando las intervenciones de 2018-2019, (Pérez Ballester, et al, 2020) donde se realizó el programa de voluntariado “abierto por obras” del que surge este estudio.

TIC aplicadas: Las TICS en el anfiteatro romano de Cartagena se han estado usando principalmente para las labores de documentación y estudio de los sectores exhumados, la documentación digital se ha llevado a cabo mediante modernas técnicas de fotogrametría, mediante puntos homólogos y georreferenciados para tener una precisión de alta eficiencia (Ballester, et al, 2011, 65-83).

Gracias a los modelos fotogramétricos, de alta calidad, pudieron extraerse ortofotos (Palacios Valero, R, 2018: 3) que ayudaron al estudio y divulgación del yacimiento, siendo publicadas en diversos artículos junto a dibujos de campo.

Durante las intervenciones de 2018-2019, gracias al desarrollo del campus de voluntariado donde se desarrolló el periodo de “abierto por obras” visitantes de Cartagena vinieron a visitar el anfiteatro, lo que permitió la difusión por redes sociales de información como fotografías del anfiteatro, creándose también cuenta en redes sociales del propio yacimiento ³ para la difusión de la evolución del proyecto. (Segura Gutiérrez, A, 2020: 120)

Actualmente, existen diversos modelos fotogramétricos en la plataforma Sketchfab, para unos divulgativo, uno del complejo plaza de la plaza de toros, otro de los habitáculos hallados en las excavaciones de 2010-2011 correspondientes al eje menor y de un habitad abovedado cercano a la *Porta Libitinensis* perteneciente al autor ⁴, todos relativamente recientes.

Aunque no se divulgase la información geométrica si se usó entre otras nuevas tecnologías, para el magno proyecto del anfiteatro, el uso de georradar, fotogrametría y fotografía aérea dieron una valiosa información, facilitaron las labores de documentación y registro, fueron cruciales la creación del plan director (Palacios Valero, R, 2018, p.3)

Accesibilidad al Yacimiento: El yacimiento se encuentra ubicado lo que se conocería como *extra moenia* en la ladera oriental del *mons aesculapii* actual cerro de la concepción, (Palacios Valero, R, 2018, p.1) una de las cinco colinas que abaluartaba naturalmente la ciudad, descrita por Polibio como la más alta.

Con esta breve descripción de su ubicación, observamos ya en primer instante lo que se denomina cara al planteamiento de la accesibilidad, una barrera ambiental, estas barreras son impuestas por las condiciones físicas del medio o barreras sociales como transporte, ecológicas o comunicación (Alonso López, F et al, 2002, p. 25-29) una vez pudiendo ser superada esta barrera, hay que fijar la clara intención de la dirección de la excavación a abrir al público la zona de trabajo arqueológico es debido dotarlo de recursos museográficos al menos de inversión mínima (Segura Gutiérrez, A,

³ Figura 1: Anexo Blogger.

⁴ Figura 2: Anexo a modelo 3D Sketchfab.

2020: 121). Como se afirma es necesario conocer el bien para abordar un buen plan de accesibilidad, cosa que el equipo director ha tenido claro, para seguir con su objetivo de proseguir con las visitas a pie de excavación (Juncà Ubierna, J A, 2011, p. 96)

El concepto de accesibilidad debe ser aplicable a las personas discapacitadas, pero también debe ser aplicable a todas ellas con limitaciones sensoriales y cognitivas que no tienen ningún padecimiento, como niños, personas mayores o embarazadas acorde a los términos de accesibilidad universal (Villalobos Gómez, A, 2010, p.31) y es que cuando estas demandas no pueden ser saciadas son aplicadas las denominadas medidas compensatorias, con alternativas proyectuales en casos como cuando esté en juego la seguridad de las personas (Villalobos Gómez, A, 2010, p.36).

En su CAME, Segura Gutiérrez cita factores necesarios para formular una estrategia defensiva del anfiteatro romano de Cartagena, destacando “La difusión del papel del patrimonio como dinamizador económico y social” y “Utilización de recursos online y nuevas tecnologías para suplir las limitaciones económicas, que impiden realizar una buena campaña de difusión” (Segura Gutiérrez, A, 2020, p.118), por lo que en estas condiciones, hasta que no se pudiese realizar una musealización se debería recordar que los recorridos virtuales son una de las herramientas de mayor eficacia e interés público que aporta una gran labor de difusión ⁵al yacimiento y más cuando “por su ubicación o morfología no puede ser visitado” (Esclapès. J, et al, 2013, p.212) siendo un excelente recurso que podría ampliar o suplir la calidad de la propia visita.⁶

6. TIC como accesibilidad al yacimiento

El retraso de la musealización del yacimiento junto al continuo retraso en la realización de intervenciones hace que el paso del tiempo deteriore el bien; las intervenciones realizadas de conservación y excavación “han servido para frenar temporalmente el deterioro de sus estructuras, pero no impedirlo” (Segura Gutiérrez, A, 2020: 116) lo que produce pérdidas no recuperables.

⁵ Figura 3: Blogger, Youtube y Sketchfab.

⁶ Figura 4: Vídeo jornada de puertas abiertas museo virtual.

Este apartado es de gran importancia ya que se apoya en todos los contenidos expuestos a lo largo del trabajo, bajo la premisa de musealizar lo no musealizado (Robles, L et al, 2009, p.4) y respondiendo a las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? y ¿Por qué?

Que es de gran importancia la modernización de los museos (Veltman, K M. 2003, p.10) y elementos del patrimonio cultural adaptándose a los nuevos tiempos, gracias a la facilidad de las nuevas tecnologías es ahora su momento.

Como se debería realizar es con actitudes de cercanía, creando vínculos (Alemán, 2017, p.64 citada por Alemán C, p.1) siendo importante para ello las TICS y en este caso de estudio los importantes beneficios que se obtienen de la información geométrica, junto al uso de sus plataformas de disfrute y visualización de experiencia conjunta o individual.

Porque la difusión es de vital importancia más allá del ámbito investigativo, en primer lugar para crear conciencia (Boehner, K et al, 2021, p.2) y en segundo como arma social (Fernández Díaz, A., et al, 2014, p. 426) ya que el patrimonio es de todos, una herencia irrenunciable (Juncà Ubierna, J A, 2011, p. 10) y por tanto su conocimiento debe ser accesible tanto a nivel intelectual, cognitivo como motriz, a todas las personas que quieran disfrutar de él, ya que sí que es cierto que el patrimonio tiene valor propio pero ese valor se lo dan las personas, recalcando la importancia de la democratización del conocimiento (López-Machero Bendicho, V M et al, 2019, p.380).

Es la oportunidad de aprovechar las ventajas de los dispositivos actuales como teléfonos inteligentes u otros mecanismos para visualización de un museo virtual, para dar acogida al máximo número de sectores poblacionales con este eslabón de la cadena de accesibilidad (Antonio Espinosa Ruiz ,Carmina Bonmatí Lledó 2015, p.17). Recalamos por tanto que el contenido 3D es un eslabón más que hace posible la accesibilidad por niveles (Villalobos Gómez, A. 2010, p. 36) y no una panacea.

Visto el potencial de las plataformas expuestas anteriormente en materia de accesibilidad, difusión y expuestas las características del yacimiento, se explicará a continuación dos proyectos de que han culminado y publicado su artículo de resolución en este año 2021 donde se usan ambas plataformas de visualización, realizando unas metodologías que pueden ser aplicadas de igual

modo al yacimiento del anfiteatro romano de Cartagena, tanto en Mozilla Hubs⁷ como en Sketchfab⁸ a un coste mínimo o gratuito como se ha comprobado.

Proyecto E-museos: proyecto realizado por la universidad de Murcia, versa en digitalizar distintas piezas arqueológicas de la Red de museos de la Región de Murcia y publicarlas en plataformas digitales, para abrirlas a la consulta y visita pública; otro de sus objetivos fue investigar el papel de la tecnología en la preservación museística y generar con ese contenido, visitas 360° (Sánchez Martínez, et al, 2021, p.381) usando la plataforma de visualización 3D Sketchup (Sánchez Martínez, et al, 2021, p.387) ya que en las últimas década grande de los antiguos museos se han modernizado y han abierto catálogos de contenido 3D de alta calidad obteniendo modalidades de museos en línea (Boehner, K, et al, 2021, p.1223) esta metodología permite además de democratizar el conocimiento, permite divulgar digitalmente “yacimientos que estén en ese mismo momento siendo estudiados” (Sánchez Martínez, et al, 2021, p.391), causa que fue la principal acorde al anfiteatro romano de Cartagena de este estudio TFG en un primer momento.

Proyecto de la Acrópolis Inmersiva: Proyecto desarrollado durante la pandemia Covid-19, usa la distribución uniforme de teléfonos inteligentes entre la sociedad para crear un producto de realidad aumentada y virtual (Bolter, J D, et al, 2021, p.7), que es la reconstrucción de la acrópolis de Atenas ya que las visitas virtuales ofrecen unas enormes oportunidades para situaciones y usos donde se imponen las limitaciones físicas (Boehner, K, et al, 2021, p.1222), la elección como herramienta de trabajo de Mozilla Hubs, hace que este proyecto llegue a una mayor cantidad de usuarios y se les hace accesible y cercano a un público que los museos o sitios patrimoniales no entran en sus preferencias (Bolter J, D, et al, 2021, p.7) esto es un factor de gran importancia pues gracias a la democratización del conocimiento grupos en riesgo de exclusión social que forman parte de este grupo pueden visitarlo bien por el horario, oferta, comprensión (Segura, Gutiérrez, A, 2020, p.123) o la comprensión de museo como un elemento elitista y ajeno a su clase social (Gonzalez Suela, M, et al, 2014, p.25).

Eligiendo el Partenón por su peculiar accesibilidad como la de muchos yacimientos esparcidos por el mundo (Bolter, J D, et al, 202, p. 9) el resultado del proyecto, ofrece tres tipos de visitas distintas,

⁷ Figura 5: Anexo canal Sketchfab.

⁸ Figura 6: Anexo sala virtual Anfiteatro Romano de Cartagena Mozilla Hubs.

según la ubicuidad del visitante, en primer lugar como RA in situ donde el visitante puede comparar los vestigios con la recreación, el segundo uso, sería el particular desde el propio dispositivo del usuario bien smartphone, tableta u ordenador y el tercero, como recurso aplicable a un museo donde se contengan los piezas de la recreación. (Bolter, J D, et al, 2021, p. 8)

Conclusiones:

La documentación 3D tiene un alto valor para el uso investigativo ya que surge en nuestro campo gracias a la arqueología virtual y es que gracias a ella, estos datos pueden ayudar a formular hipótesis, resolverlas o reducir el trabajo de campo, control de deterioro o preservación, es por ello que dentro de las intervenciones arqueológicas se ha vuelto casi una norma; pero esta información geométrica puede tener un valor añadido más allá de lo académico, ya que la vista es el sentido al que mayormente recurre el ser humano, la restitución volumétrica obtenida en el campo bien por escaneado o fotogrametría puede ser usada para la difusión del conocimiento en cualquier momento, durante y acabada la intervención arqueológica, los recursos 3D son un gran herramienta que democratiza el conocimiento e interesa a una gran mayoría de personas, es por ello que al obtener datos de campo para la investigación estos mismo pueden publicarse a libre acceso sin requerir de un trabajo o aportación económica mayor, realizando dos procesos a través de uno, lo que se traduce como eficiencia. Las maquetas y modelos 3D no solo proceden de una recogida de datos *in-situ*, ya que es posible la recreación de espacios con editores de videojuegos, que permite reconstruir digitalmente cualquier tipo de patrimonio.

El trabajo en la creación de estos elementos y la difusión puede darse en multitud de contextos, en el educativo, en ciclos formativos más avanzados, museísticos, turísticos, marketing o para el mero disfrute individual o colectivo de este. La versatilidad de estas herramientas hace que sean adaptables a gran cantidad de campos, pero la transmisión de información siempre debe realizarse mediante un canal, este canal es accesible para la gran mayoría de población y se llama internet, en el, es posible ubicar dichos modelos en diferentes plataformas para que puedan ser usados y aprovechados en los contextos citados anteriormente entre otros.

Si bien es cierto que estos recursos que proceden en un principio de la investigación llegan a afectar a otras esferas como la social y económica; como sociedad es nuestro deber proteger nuestra herencia, es por ello que la visualización de este contenido ayuda a generar conciencia social para la protección del patrimonio, favorece la cultura en general, por medio de vincular al individuo

con un pasado común mediante este tipo de lazos, lo que hace madurar como sociedad; por otro lado el sector económico es derivado de este primero pues el patrimonio llama al turismo y este tipo de recursos pueden ser usados tanto para difusión turística o como elementos museísticos funcionales, un bien como el anfiteatro romano de Cartagena puede ser un activo económico de gran importancia.

La demanda de ocio turístico y cultural por parte de un buen sector poblacional local o foráneo hace que estos recursos sean de gran importancia, bien para difundir y democratizar el conocimiento como para dar accesibilidad a un yacimiento en excavación como puede ser este caso, este conocimiento puede difundirse de diferentes formas, bien en el propio museo o sitio arqueológico, o por el contrario cada usuario desde su propio dispositivo sin necesidad de ubicuidad o mediante eventos multiplicadores de conocimiento donde se pueda promocionar mediante estos recursos el bien patrimonial, con el uso de las nuevas tecnologías.

Es por la gran labor social que estos recursos pueden llegar a cargar, bien como ayudantes para superar las barreras impuestas o bien como embajadores del propio yacimiento, que estos usos deberían generalizarse en el panorama patrimonial y sobre todo en el arqueológico como ha sido este caso de estudio, este trabajo de fin de grado ha querido exponer diferentes métodos y herramientas para la obtención y difusión de estos recursos, este conjunto ha sido seleccionado por ser útiles digitales de gran novedad y utilidad respaldados por investigaciones en 2021.

Por tanto concluimos que no es otro el *arhe* de este trabajo que el dotar de una doble accesibilidad al patrimonio arqueológico; doble porque en primer lugar da accesibilidad al arqueólogo, al copilar el conocimiento de herramientas y metodologías gratuitas activas y efectivas, para desempeñarlas si así lo quisiese en su yacimiento y a la vez que es de accesibilidad al común de las personas con y sin discapacidad tanto al estudio, la didáctica o al yacimiento. Exponiendo como ejemplo de aplicabilidad el anfiteatro romano de la ciudad de Cartagena.

Bibliografía:

Villar, F. A. (2018). FOTOGRAMETRÍA: UN APORTE SUSTANCIAL A LA LECTURA DE PARAMENTOS DEL SITIO INGENIO LASTENIA (DPTO. CRUZ ALTA, TUCUMÁN). 13.

Robles, L. G., García, V. Q., & Ruiz, J. A. F. (s. f.). *El patrimonio «intangible»*. 27. (2009)

Chaquero Ballester, A. 2016. Práctica y usos de la Fotogrametría Digital en arqueología. *DAMA: Documentos de Arqueología y Patrimonio Histórico I*: 139-157. (2010).

Peinado Checa, Z. J. (2014). Animaciones virtuales aplicadas a la difusión del patrimonio inmueble. La villa de Ágreda (Soria). *Virtual Archaeology Review*, 5(11), 101.

Pérez García, J. L., Mozas Calvache, A. T., Cardenal Escarcena, F. J., & López Arenas, A. (2011). Fotogrametría de bajo coste para la modelización de edificios históricos. *Virtual Archaeology Review*, 2(3), 121.

Jiménez, J. G., García, M., Revelles, J., & Melero, F. J. (2012). Digitalización 3D y Difusión en Web del Patrimonio de las Universidades Andaluzas mediante X3D Y WebGL. *Virtual Archaeology Review*, 3(7), 55.

Caro, J. L., & Hansen, S. (2015). De la fotogrametría a la difusión del patrimonio arqueológico mediante game engines: Menga un caso de estudio. *Virtual Archaeology Review*, 6(12), 58.

García-Molina, D. F., González-Merino, R., Roderó-Pérez, J., & Carrasco-Hurtado, B. (2021). Documentación 3D para la conservación del patrimonio histórico: El castillo de Priego de Córdoba. *Virtual Archaeology Review*, 12(24), 115.

Gómez Robles, L. Quirosa García, V. (2009). Nuevas tecnologías para difundir el Patrimonio Cultural: las reconstrucciones virtuales en España. *E-rph revista semestral*.

Fernández, F. L. (2014). DOCUMENTACIÓN DIGITAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO: VIRTUALIZACIÓN DEL DOLMEN DE CUBILLEJO DE LARA, BURGOS. 17.

Esclapés, J., Tejerina, D., Esquembre, M. A., & Bolufer, J. (2013). Propuesta metodológica para la generación de recorridos virtuales interactivos. *Virtual Archaeology Review*, 4(9), 212.

Husillos García, M. L. (2015). Aplicación de las TIC en el área de la Arqueología Virtual para alumnos con necesidades educativas especiales en la etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Virtual Archaeology Review*, 4(8), 95.

Fernández Díaz, A., Vizcaíno Sánchez, J., Ros Sala, M. M., & Ramallo Asensio, S. F. (2014). Arqueología y TIC. Hacia una enseñanza/aprendizaje transversal en Secundaria.

Propuesta de Innovación Educativa del Grupo de Investigación en Arqueología de la Universidad de Murcia (España). *Historia y Comunicación Social*, 19(0), 425-438.

Teruel, M. D., & Viñals, M. J. (2018). Evaluación de la eficiencia comunicativa de los sitios web del destino arqueológico-patrimonial de Cartagena (España). *Virtual Archaeology Review*, 9(18), 87.

Husillos García, M. L. (2012). La Arqueología Virtual: Construyendo un puente entre la sociedad moderna y la escuela innovadora. *Virtual Archaeology Review*, 3(6), 36.

Delgado Darias, T. Suarez Medina, I. Alberto Barroso, V. Velasco Vázquez, J. Moreno Benitez, M. Mendoza Medina, F. (2017). "Momias. Biografías en 3d" Una nueva mirada a los restos humanos momificados de la población Prehispánica de Gran Canaria. *CEF*, 9, 53-82.

Vicent, N., Rivero Gracia, M. ^a P., & Feliu Torruella, M. (2015). Arqueología y tecnologías digitales en Educación Patrimonial. *Educatio Siglo XXI*, 33(1), 83.

Casado Rigalt, D. (1970). Un proyecto innovador en arqueología. El uso de material audiovisual como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Complutum*, 29(2), 427-450.

Jiménez Hernández, A. (2018). Errores de replanteo en el anfiteatro de Itálica. *Arqueología de la Arquitectura*, 15, 074.

Blaya, F., Nuere, S., Islán, M., & Reyes-Téllez, F. (2017). Aplicación de la digitalización para el estudio, conservación y explotación turística del patrimonio: Un caso práctico de un

conjunto de bodegas subterráneas - declaradas Bien de Interés Cultural (BIC). *Arte, Individuo y Sociedad*, 29(1), 163-176.

Verkokou, S., Solie, S., Bourexis, F., Tokmakidis, P., Tokmakidis, K., Ioannidis, C. A. (2020). Comparative Analysis of Different Software Packages for 3D Modelling of Complex Geometries. *Digital Heritage Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation and Protection*. 228-240. 1611- 3349.

Palacios Valero, R. (2018). Breve estudio de las excavaciones en el Anfiteatro de Carthago Nova, y el uso de herramientas digitales. *Memoria de Cartagena* Nº14. 2530-5370.

Segura Gutiérrez, A. (2020). De la recuperación patrimonial a la integración social. Proyecto de puesta en valor del Anfiteatro de Cartagena. *DAMA* 5. 109-126.

(*Icomos-carta internacional turismo cultural*, s. f.)

Alonso López, F., Institut Universitari d'Estudis Europeus, ACCEPLAN, & Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (Espanya). (2002). *La Accesibilidad en España: Libro verde*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Instituto de Migraciones y Servicios Sociales.

Villalobos Gómez, A. (2010). Gestión cultural del patrimonio y la accesibilidad UNIVERSAL . Colección GECA “Pensar la Gestión Cultural en Andalucía” (IV). 26-46

Veltman, K M. (2003) Debate e Investigación: Desafíos de la aplicación de las TIC al patrimonio cultural

Antonio Espinosa ruiz | Carmina Bonmatí Lle dó (2015) Accesibilidad, inclusión y diseño para todas las personas en museos y Patrimonio Accessibility, inclusion and design for all in museums and heritage. *Hermus heritage & museography*, VII. 11-20

Jaime Sola no Ramírez | Marta García-Muñoz Domínguez (2015) Reinventando el concepto de visita guiada accesible a través de las apps Stories of multiculturalism and social inclusion in Lleida Museum Accessibility, inclusion and design for all in museums and heritage. *Hermus heritage & museography*, VII 141-150

Actas del II Congreso Internacional de Educación y Accesibilidad. Museos y Patrimonio. En y con todos los sentidos: hacia la integración social en igualdad (Huesca, 2014) 101

Relaciones entre inclusión social, accesibilidad y patrimonio cultural. La educación como clave
Sofía Marín Cepeda

Alonso López, F., Institut Universitari d'Estudis Europeus, ACCEPLAN, & Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (Espanya). (2002). *La Accesibilidad en España: Libro verde*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Insituto de Migraciones y Servicios Sociales.
<http://hdl.handle.net/2072/4719>

Boehner, K., Thom-Santelli, J., Zoss, A., Gay, G., Hall, J. S., & Barrett, T. (2021). Imprints of place: Creative expressions of the museum experience. *CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI '05*, 1220.

López-Machero Bendicho, V M, Maschner Herbert, D.G, Du Vernay J. McLeo, JB, Hervás Herrera, Miguel Ángel. (2019). La digitalización tridimensional del patrimonio cultural de las región de Murcia: Campaña 2018. XXV Jornadas de Patrimonio Cultural. Región de Murcia. 393-400.

Sánchez Martínez, M García Martínez J, J, Fernández González R, García Flores, A. (2021) El objeto histórico: del museo a internet a través de la fotogrametría Boletín museo arqueológico nacional 40 379-394

Carmona, D. A. A. (s. f.). *EL NUEVO ESCENARIO: LOS MUSEOS EN EL ESPACIO DIGITAL*. 8.

Miranda, J. M. (s. f.). *Interpretación del patrimonio y Museografía. Un romance posible*. 16.

Mestre, J. S. (2016). *La digitalización de la cultura y sus repercusiones en el museo y en el patrimonio*. 15.

Bolter, J. D., Engberg, M., Freeman, C., Liestøl, G., & MacIntyre, B. (2021). The Acropolis on the Immersive Web. *The Journal of Media Innovations*, 11.

Mouzakis, C., Ververidis, D., Girao, L. M., Patz, N., Nikolopoulos, S., & Kompatsiaris, I. (2021). *Holistic Requirements Analysis For Specifying New Systems For 3D Media Production and Promotion* [Preprint]. ARTS & HUMANITIES

Statham, N. (2019). Scientific rigour of online platforms for 3D visualization of heritage. *Virtual Archaeology Review*, 10(20), 1.

Gonsalves, K., Foth, M., & Caldwell, G. A. (2021). *Radical Placemaking: Utilizing Low-Tech AR/VR to engage in Communal Placemaking during a Pandemic*. 23.

El_extremo_SE_del_eje_menor_del_anfiteat.pdf. (s. f.).

Paredes, J. M. R. (s. f.). *EL ANFITEATRO ROMANO DE CARTAGENA*. 35.

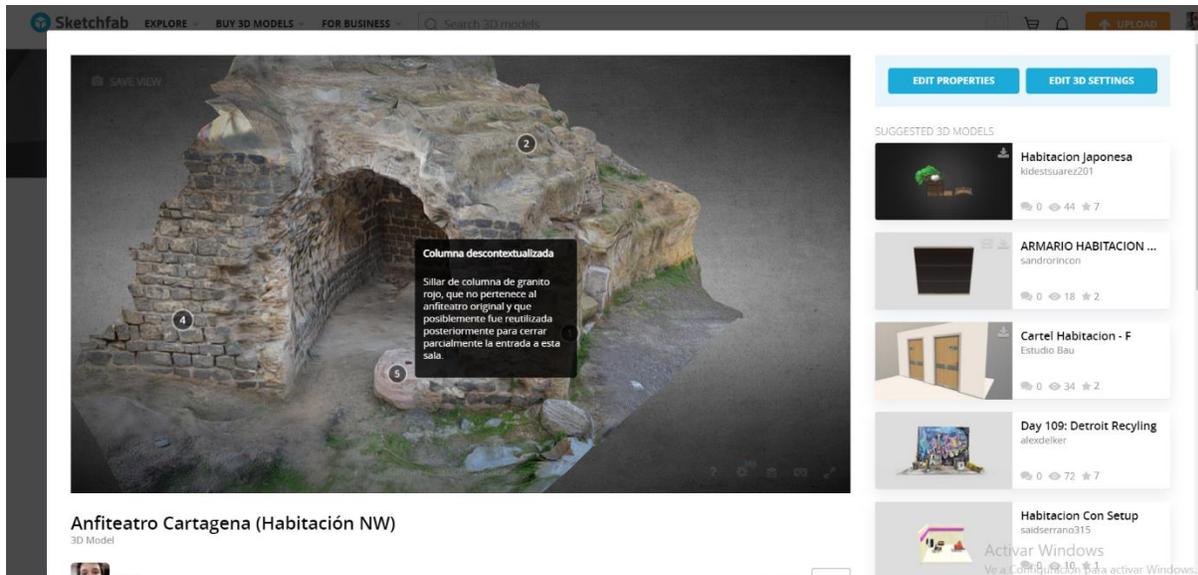
Anexos:

Figura 1: Página de Blogger, destinada a la divulgación arqueológica, donde se narran experiencias arqueológicas. Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla.



Url de acceso: <https://entrellibroylapala.blogspot.com/2020/03/practicas-anfiteatro-abierto-por.html>

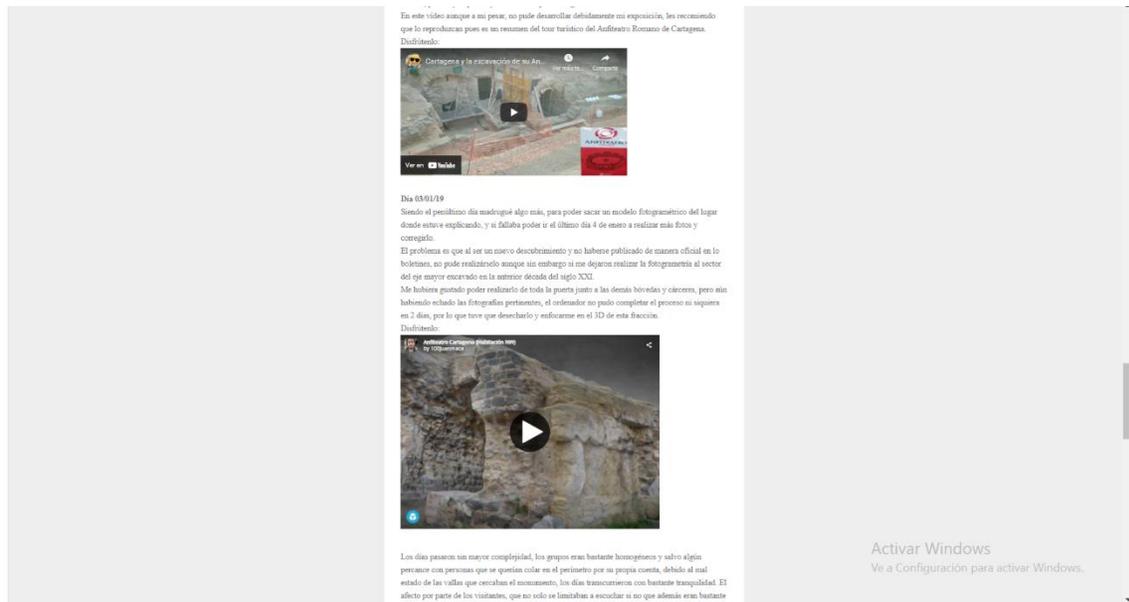
Figura 2: Modelo 3D escaneado con fotogrametría de la habitación NW del Anfiteatro romano de Cartagena, realizado en 2019 durante el programa “abierto por obras”. Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla.



Url de acceso: <https://skfb.ly/6GxHN>

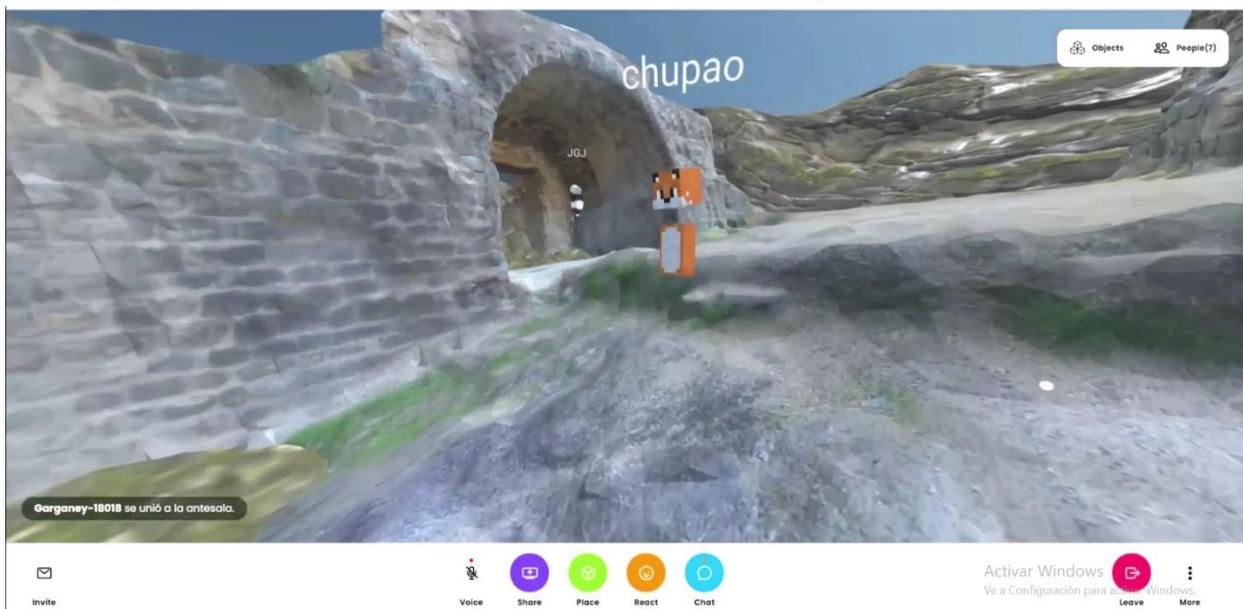
Figura 3: Sketchfab y youtube compartiendo visualización directa a través de Blogger,

Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla



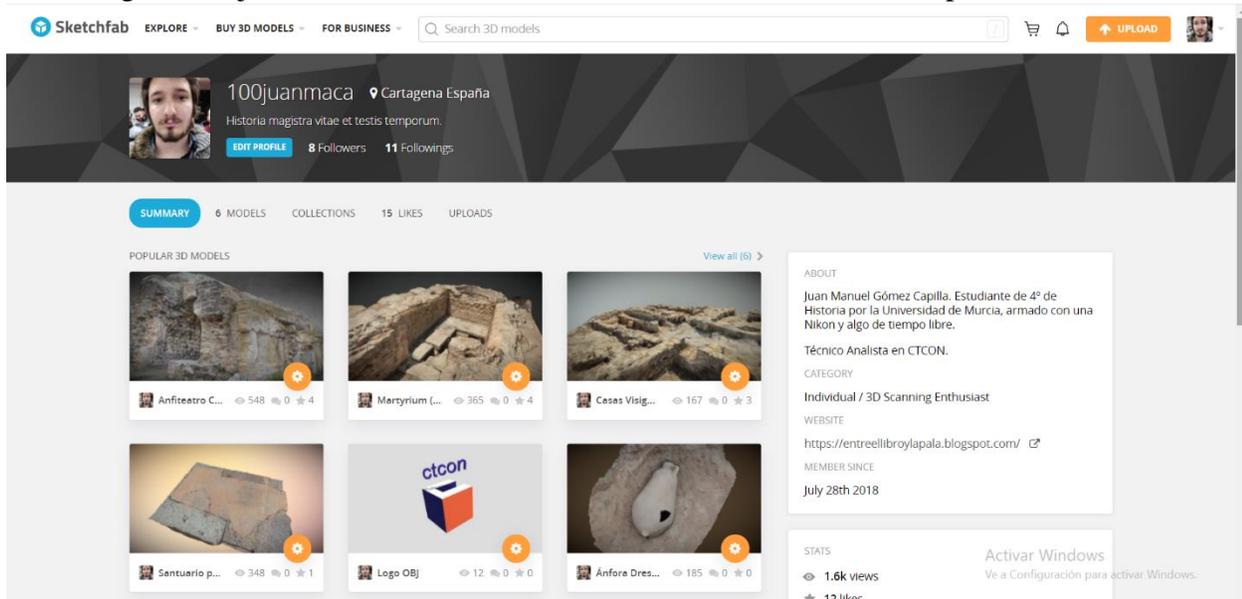
Por lo que puedes tanto ver el vídeo como manejar el modelo 3D desde la propia página de Blogger. Url de acceso: <https://entrellibroylapala.blogspot.com/2020/03/practic-as-anfiteatro-abierto-por.html>

Figura 4: Vídeo de jornadas de puertas abiertas e inauguración de la sala Anfiteatro Romano de Cartagena en Mozilla Hubs. Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla



Url de acceso: https://www.youtube.com/watch?v=xc2arIHWau4&ab_channel=Mr100juanmaca

Figura 5: Canal divulgativo de Sketchfab, con modelos realizados por fotogrametría, gratuitos y descargables bajo Creative Commons. Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla.



Url de acceso: <https://sketchfab.com/100juanmaca>

Figura 6: Sala de mozilla Hubs dedicada al anfiteatro de Cartagena, realizada durante las prácticas en CTCON 2020/2021. Fuente: Juan Manuel Gómez Capilla



Url de acceso: <https://hubs.mozilla.com/RjhgnKn/courteous-remote-adventure>