



# Tecnologías inmersivas y comunicación científica: reflexiones desde la creación de una visita 360° a la cueva de La Candelaria (Dpto. Ancasti, Catamarca)

*Immersive technologies and scientific communication: considerations  
from the development of a 360° tour through La Candelaria Cave  
(Dpto. Ancasti, Catamarca)*

Eugenia Inés Ahets Etcheberry<sup>1</sup>, Matías Roberto Landino<sup>2</sup> y  
Lucas Ignacio Gheco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>CONICET, Centro de Estudios sobre Patrimonios y Ambiente (EAYP-EHyS, UNSAM), Buenos Aires, Argentina.  
E-mail: eahetsetcheberry@unsam.edu.ar

<sup>2</sup>CONICET, Centro de Estudios sobre Patrimonios y Ambiente (EAYP-EHyS, UNSAM), Buenos Aires, Argentina.  
E-mail: mlandino@unsam.edu.ar

<sup>3</sup>CONICET, Instituto Regional de Estudios Socioculturales, Centro de Estudios sobre Patrimonios y Ambiente  
(EAYP-EHyS, UNSAM), Catamarca, Argentina. E-mail: lgheco@unsam.edu.ar

## Resumen

En los últimos años, los medios masivos y dispositivos digitales han transformado las prácticas de comunicación científica a una escala global, con nuevas estrategias para transmitir conocimientos. Este trabajo reflexiona acerca de una experiencia de aplicación de tecnologías inmersivas para la comunicación pública de las investigaciones arqueológicas desarrolladas en un sitio con arte rupestre de la sierra de El Alto-Ancasti (Catamarca, Argentina). La cueva de La Candelaria, investigada desde la década de 1980, alberga un conjunto excepcional de pinturas rupestres. Sin embargo, muchos de estos saberes han permanecido en el ámbito académico, en formatos poco accesibles para muchas personas. Con el objetivo de sociabilizar este abrigo y los conocimientos académicos a públicos diversos, nos propusimos desarrollar una visita virtual, interactiva e inmersiva, de acceso libre y gratuito. Considerando los desafíos enfrentados durante su producción, en este trabajo reflexionamos sobre las oportunidades, ventajas y limitaciones que estas tecnologías presentan para la comunicación científica en Arqueología. Las conclusiones de este trabajo subrayan la importancia de incorporar etapas de mantenimiento y retroalimentación del recurso generado para favorecer su impacto en la sociedad.

**Palabras clave:** Arte rupestre; Recorrido virtual 360°; Tecnologías inmersivas; Comunicación científica; Sierra de El Alto-Ancasti.

## Abstract

In recent years, mass media and digital devices have reshaped the practices of scientific communication on a global scale, introducing new strategies for transmitting the academic knowledge. This work reviews an application experience of immersive technology in the public communication of an archaeological rock art site in the El Alto-Ancasti Mountain (Catamarca, Argentina). These exceptional rock paintings have been investigated since the 1980s. However, much of this knowledge remains within the academic spheres, presented in formats that are not easily accessible to many people. With the aim of introducing this rock shelter and its academic knowledge to diverse audiences, we set out to develop a virtual, interactive and immersive tour that is freely and openly accessible. Reflecting on the challenges faced during its production, we will revise the opportunities, advantages and limitations that the application of immersive technologies presents for scientific communication in archaeology. The conclusions of this work underscore the importance of incorporating stages of maintenance and feedback of the generated resource to promote its impact on society.

**Keywords:** Rock art; 360° virtual tour; Immersive technologies; Communication of science; El Alto-Ancasti Mountain.

## Introducción

En los últimos años, el uso de herramientas y tecnologías

digitales tuvo un impacto directo en la Arqueología modificando, por ejemplo, la recolección de datos en el campo, el manejo y análisis de bases de datos y los

Recibido 04-12-2024. Recibido con correcciones 02-02-2024. Aceptado 01-04-2024

Revista del Museo de Antropología 17 (1): 347-356 /2024 / ISSN 1852-060X (impreso) / ISSN 1852-4826 (electrónico)  
<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/antropologia/index>

IDACOR-CONICET / Facultad de Filosofía y Humanidades – Universidad Nacional de Córdoba - Argentina



estudios del paisaje. Tal como señalaron Izeta y Cattáneo (2016), si se considera a lo digital como todo aquello que se encuentra mediado por Internet, podría sostenerse que, actualmente, toda la Arqueología es digital. Pero la extensión de esta revolución no sólo abarcó a la producción científica, sino también a la comunicación entre arqueólogos y otros sectores de la sociedad.

Desde hace más de una década, el Equipo Interdisciplinar El Alto-Ancasti (del que formamos parte quienes suscribimos) estudia los procesos históricos que configuraron los paisajes arqueológicos del este catamarqueño (Gheco, 2020; Quesada et al., 2012; Quesada et al., 2016; entre otros). Durante este tiempo, además de avanzar en dichas investigaciones, también se desarrollaron distintas actividades para compartir los conocimientos alcanzados con la sociedad. En un mundo donde proliferan las noticias falsas y la posverdad, la comunicación pública de la ciencia resulta crucial no solo para democratizar el conocimiento, sino también para promover perspectivas críticas de la realidad (Castelfranchi y Fazio, 2020, 2021). Siguiendo esa dirección, nuestro equipo impulsó y participó de distintas propuestas para ello, que comprendieron charlas y talleres en escuelas de las zonas próximas a los sitios bajo estudio<sup>1</sup>, exposiciones fotográficas y muestras de arte en varias localidades del país<sup>2</sup>, documentales audiovisuales<sup>3</sup>, entrevistas con diferentes medios de comunicación<sup>4</sup>, entre otras. Los variados formatos y escalas que adoptaron estas actividades respondieron a una búsqueda por alcanzar la mayor diversidad de audiencias posibles.

En este contexto, los desarrollos y masividad que en los últimos años adquirieron las tecnologías, medios y dispositivos digitales presentan un gran potencial para impulsar todos los tipos de comunicación, incluida la científica (Manovich, 2006). Ejemplo de ello resultan numerosas y diversas iniciativas en todo el mundo que recurren a las redes sociales, páginas de internet, charlas y talleres en línea para compartir resultados de investigaciones científicas (Day Pilaría et al., 2022).

En particular, las tecnologías inmersivas, es decir, aquellas que crean entornos virtuales de los que cada usuario participa desde el compromiso físico de su cuerpo (Gutiérrez de Angelis, 2022), han sido empleadas para diseñar visitas virtuales a distintos sitios arqueológicos en todo el mundo. Algunos ejemplos comprenden proyectos impulsados tanto por organismos gubernamentales en el caso de México (<https://www.inah.gob.mx/interactivos/recorridos-virtuales>) y de Francia (<https://archeologie.culture.gouv.fr/france/fr/archeologie-france-chron-admin>), como por instituciones privadas en Egipto (<https://describingegypt.com/>). Tales iniciativas resultan un valioso aporte para la comunicación científica no solo porque facilitan el acceso a estos lugares remotos que muchas veces no cuentan con planes de manejo del turismo, sino también a raíz del potencial que tiene la sensación de telepresencia para habilitar experiencias de contacto novedosas con el patrimonio, sin un impacto real en su estado de conservación (Cuauhtémoc Martínez Huerta, 2016; Gutiérrez De Angelis, 2021; Ledesma Bouchan, 2016). Sin embargo, estos medios también presentan inconvenientes, tales como son sus altos costos de producción y mantenimiento, la necesidad de conocimientos técnicos específicos para desarrollarlos, la infraestructura y equipamiento disponible para los posibles usuarios, entre otros aspectos (Raggi Lucio, 2016). Además, requieren estrategias de comunicación acordes con las dinámicas del mundo y las experiencias digitales, así como con las particularidades de sus usuarios. De esta forma, su implementación en la comunicación pública de la ciencia resulta muchas veces un desafío.

Este artículo reflexiona sobre algunas ideas que han surgido durante y a partir de la ejecución del proyecto "La Candelaria 360". El mismo conforma una experiencia de aplicación de tecnologías inmersivas a la comunicación pública de las investigaciones arqueológicas desarrolladas en una cueva con arte rupestre de la sierra de El Alto-Ancasti (la cueva de La Candelaria). Dicho proyecto consistió en la creación de un recorrido virtual por este abrigo combinando imágenes 360° con información arqueológica en formato audiovisual.

### *La cueva de La Candelaria*

La sierra de El Alto-Ancasti, localizada al este de la provincia de Catamarca, alberga 27 sitios arqueológicos conformados por alrededor de un centenar de abrigos con arte rupestre pintado y grabado (Figura 1). Entre ellos, la cueva de La Candelaria, ubicada a unos 5 km de la localidad homónima, es un abrigo rocoso de relativo gran tamaño, con un ancho máximo en su entrada de 16 m y una profundidad de unos 10 m. En sus paredes y techos se disponen 177 motivos rupestres pintados principalmente en tonos blanquecinos. Este repertorio pictórico es mayormente figurativo e incluye figuras antropomorfas, zoomorfas y zooantropomorfas que conforman, en ocasiones, escenas con alto potencial narrativo.

Desde que Ángel Segura describiera por primera vez en

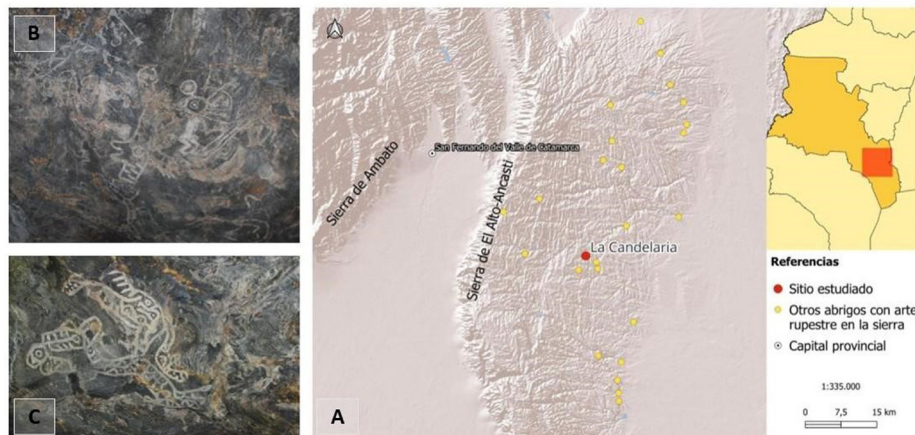
<sup>1</sup> Algunas de las escuelas primarias de los departamentos de El Alto y de Ancasti visitadas fueron: Escuela N°415 de Oyola, Escuela N°205 de Vilismán, Escuela N°303 de Río de Ávila, Escuela N° 424 de La Candelaria.

<sup>2</sup> Las muestras fueron realizadas en: San Fernando del Valle de Catamarca, Buenos Aires, Santa Fe, Llambi Campbell y Vilismán. Para mayor información, visitar los siguientes enlaces: [www.catamarcaactual.com.ar/informacion-general/2010/10/29/exposicion-jaguas-guerreros-serpientes-6771.html](http://www.catamarcaactual.com.ar/informacion-general/2010/10/29/exposicion-jaguas-guerreros-serpientes-6771.html); [www.unl.edu.ar/noticias/news/view/arte\\_rupestre\\_en\\_el\\_foro](http://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/arte_rupestre_en_el_foro).

<sup>3</sup> Entre ellos, la participación en el programa Científicos Industria Argentina de la Televisión Pública (<https://www.youtube.com/watch?v=OCf7CIAO9aA>) y en el segmento Mundo U de la Universidad Nacional de Catamarca (<https://www.youtube.com/watch?v=aOHjxle7s-A>).

<sup>4</sup> Algunos ejemplos de las entrevistas en distintos medios de comunicación son: <https://www.ngenespanol.com/exploracion/redibujar-la-historia-pintura-rupestres-argentina-cuevas/>; <https://www.elancasti.com.ar/revista-express/2019/4/7/desentranando-enigmas-milenarios-400686.html>; <https://www.unsam.edu.ar/comunidad/revista/Revista-UNSAM-N13.pdf>

## La cueva de La Candelaria



**Figura 1.** A. Mapa de ubicación del sitio arqueológico de La Candelaria en la sierra de El Alto-Ancasti (Catamarca, Argentina); B. Fotografía de algunos motivos rupestres antropomorfos y zoomorfos del sector 4 de La Candelaria; C. Imagen de un motivo zooantropomorfo, situado en el techo del sector 13 de la cueva.

**Figure 1.** A. Location map of the archaeological site of La Candelaria in the El Alto-Ancasti slopes (Catamarca, Argentina); B. Photograph of some anthropomorphic and zoomorphic rock motifs from sector 4 of La Candelaria; C. Image of a zooanthropomorphic motif, located on the ceiling of sector 13 of the cave.

términos académicos este arte rupestre en 1971, distintas investigaciones arqueológicas han estudiado sus aspectos simbólicos, materiales e históricos, a la vez que han indagado en las prácticas sociales desarrolladas en el abrigo (De La Fuente y Arrigoni, 1975; Gudemos, 2003; Landino et al, 2023; Llamazares, 1999; Segura 1971, 1988; entre otros). Sin embargo, a pesar de contar con más de tres décadas de investigaciones académicas, la cueva de La Candelaria permanecía poco conocida por el público general. De ahí que, al momento de impulsar el proyecto "La Candelaria 360", nos propusimos explorar en qué medida el uso de tecnologías inmersivas para la comunicación científica permitiría alcanzar públicos más amplios y diversos, a la vez de promover otro tipo de experiencias de contacto con el patrimonio cultural y con sus investigaciones.

En este punto cabe mencionar también que, si bien por el momento el turismo tiene un desarrollo incipiente en la zona, este sitio arqueológico no se encuentra preparado para la recepción de visitantes, pues no dispone de infraestructura adecuada, ni de un plan de manejo que sustente su conservación. Por lo tanto, la posibilidad de promover visitas remotas a la cueva constituye una acción de conservación preventiva, ya que permite acceder al sitio sin impactar directamente en su estado de conservación. En ese sentido, el registro fotográfico del sitio en su estado actual, necesario para la elaboración del modelo 360°, también representa un aporte para seguimientos futuros de conservación.

### Consideraciones teóricas

En los últimos años, se ha destacado la comunicación pública de la ciencia como una actividad central del

quehacer científico. En relación con ello, en los tiempos que corren, cada vez se vuelve más necesario transmitir al público no especializado los resultados de las investigaciones científicas y las metodologías empleadas, para garantizar el ejercicio pleno de la ciudadanía y el funcionamiento de la democracia (Castelfranchi y Fazio, 2020, 2021). Así, los científicos ocupan un rol fundamental como productores de conocimiento, en un contexto de creciente desinformación y de circulación masiva de datos y/o información cuya procedencia, a menudo, es desconocida o improbable.

En este marco, la tendencia teórica entre las acciones de comunicación científica es adoptar enfoques constructivistas que bregan por la discusión, apropiación y uso del conocimiento y la experiencia científica, entendiendo que el saber se construye mediante el diálogo entre las partes involucradas (Miller, 2001). Sin embargo, en la práctica, a menudo resulta difícil desarrollar estrategias comunicacionales acordes, predominando una perspectiva deficitaria, según la cual el saber se traslada en una relación asimétrica, desde una persona capacitada a otra en falta de información (Castelfranchi y Fazio, 2021).

Retomando a Cortassa (2010), en lugar de considerar la asimetría epistémica inicial entre científicos y públicos como un impedimento, tenerla en cuenta como un presupuesto de la comunicación científica posibilita reflexionar sobre las mejores estrategias y dispositivos para circular información entre los distintos agentes involucrados. En ese sentido, nuestros conocimientos sobre la arqueología del sitio en el que trabajamos hace años, sumados a los de nuestros predecesores, constituyen un *corpus* de saberes privilegiado que legitima nuestro



rol social como productores de información fidedigna y de calidad. No obstante, no debemos dejar de tener en consideración los conocimientos previos de las personas no profesionales, sus creencias, valores, preguntas y necesidades. Antes que negar estos conocimientos, se trata de articularlos e interrelacionarlos con aquellos provenientes de la propia práctica arqueológica.

Como mencionamos, distintos proyectos arqueológicos de comunicación científica en el mundo recurrieron a tecnologías inmersivas para habilitar experiencias novedosas de contacto con el patrimonio cultural, es decir, generando recursos que permiten que la sociedad, desde su conocimiento y disfrute, se informe y apropie de los saberes académicos. Al desarrollar "La Candelaria 360" utilizamos imágenes 360° para impulsar recorridos inmersivos por la cueva de La Candelaria, promoviendo una vinculación remota, pero relativamente directa, con este patrimonio. A continuación, nos detendremos en desarrollar en qué consisten dichas tecnologías inmersivas, así como algunos de sus alcances y límites en tanto estrategias de comunicación científica.

### Experiencias inmersivas y comunicación

En relación con la proliferación de tecnologías de la imagen que posibilitan distintos grados de inmersión en entornos digitales, existe un abanico de herramientas digitales que han sido aplicadas a la comunicación pública de la ciencia y, particularmente, a la difusión del patrimonio arqueológico, tales como la realidad virtual (Rua y Alvito, 2011), realidad aumentada (Blanco-Pons et al., 2019), visión 360°, fotogrametría (Iturbe et al., 2018), entre otras. En cada una, la experiencia de inmersión y los grados de libertad de los usuarios varían, configurando diferentes relaciones entre cuerpo, presencia y objetos digitales (Gutiérrez De Angelis, 2022). Asimismo, varían los costos de producción y mantenimiento de los materiales audiovisuales generados a partir de ellas.

Las tecnologías de realidad virtual implican desarrollar y crear entornos completamente digitales, a través de modelos fotogramétricos de alta resolución y modelados 3D<sup>5</sup>. A menudo, involucran el empleo de motores de videojuegos para su desarrollo y ejecución (Blanco-Pons et al., 2016). Estas tecnologías ofrecen a los usuarios un alto grado de interacción, bajo modalidades muy realistas: a través del movimiento físico permiten explorar el entorno virtual como se haría en la vida real. De esta forma, el público adquiere un alto grado de control en la toma de decisión y en las acciones que desea realizar. Sin embargo, estas tecnologías resultan muy costosas de desarrollar, en términos de tiempo y de recursos.

Por su parte, las imágenes y videos 360° son registros

<sup>5</sup> Mientras que un modelo fotogramétrico es un modelo 3D proveniente de un entorno de la realidad que se genera a través del procesamiento de imágenes que pueden ser obtenidas mediante distintas técnicas, los modelados 3D constituyen creaciones íntegramente digitales.

que se obtienen con una cámara omnidireccional que los captura de modo tal que los usuarios pueden controlar la orientación de la escena y la dirección de la mirada, aunque no así la posición de la cámara. A pesar de que el grado de libertad de los usuarios es mucho menor, también lo son los tiempos y costos de producción y mantenimiento.

Como mencionamos, desde hace algunos años diferentes proyectos de comunicación científica buscaron generar experiencias inmersivas en sitios arqueológicos en distintas regiones del mundo; muchos de ellos con arte rupestre (por ejemplo, cueva de Lascaux<sup>6</sup>, Chauvet<sup>7</sup>, Altamira<sup>8</sup>, arte rupestre africano San/Bushman<sup>9</sup>). A pesar de que en la mayoría de dichos proyectos es posible identificar cierta intención de crear entornos virtuales verosímiles, los dispositivos comunicacionales han sido desarrollados desde distintos enfoques y con diferentes objetivos. En ese sentido, consideramos que, en algunos, la búsqueda parece haber estado orientada principalmente a obtener registros precisos de estos lugares con la finalidad de maximizar su apreciación estética y aportar a su conservación. De esa manera, ya sea empleando tecnologías de realidad virtual o imágenes y videos 360°, los modelos suelen ser realistas y de alta definición (a menudo, combinando técnicas fotogramétricas con registros audiovisuales).

Desde nuestro punto de vista, las visitas virtuales que recrean la presencialidad constituyen un recurso de gran valor para la comunicación pública de la ciencia. Sin embargo, entendemos que puede resultar más provechoso generar dispositivos concebidos no como réplicas de la realidad, sino como creaciones digitales en sí mismas. En ese sentido, al desarrollar el proyecto "La Candelaria 360" nos centramos en diseñar una experiencia virtual que, aunque inspirada en cómo se desarrollan las visitas presenciales a la cueva, se anclara en las lógicas específicas de la virtualidad y maximizara sus posibilidades. Es así que incorporamos distintos recursos audiovisuales (a las imágenes 360° añadimos audios explicativos, imágenes embebidas, textos breves, enlaces a otros documentos de interés) para acompañar al recorrido por la cueva, con información adicional que ayudara a interpretar el sitio arqueológico y a comprender su historia. Consideramos que, en definitiva, este tipo de enfoques permite aprovechar el valor agregado que puede aportar la incorporación de estas tecnologías a la comunicación científica.

### Arte en las rocas: desarrollo del proyecto

Para clarificar el proceso de diseño e implementación del proyecto "La Candelaria 360", lo analizaremos a partir de sus distintas etapas de creación: 1) etapa de preproducción; 2) etapa de producción; 3) etapa de postproducción.

<sup>6</sup> <https://archeologie.culture.gouv.fr/lascaux/es/visita-cueva>

<sup>7</sup> <https://archeologie.culture.gouv.fr/chauvet/en/visitar-la-cueva>

<sup>8</sup> <https://www.cultura.gob.es/mnaltamira/cueva-altamira/recorrido-virtual.html>

<sup>9</sup> <https://africanrockart.britishmuseum.org/vr/>

### *Etapas de preproducción*

En 2021, la reglamentación del nuevo estatuto universitario en la Universidad Nacional de San Martín (lugar de trabajo de varios de nosotros) llevó a que se fusionaran distintos institutos preexistentes en una nueva unidad académica, la Escuela de Arte y Patrimonio. Ello habilitó nuevos canales de diálogo entre áreas de conocimiento que, si bien se encontraban radicadas en la institución, no tenían comunicación entre sí. Es así que se produjeron contactos entre diversos profesionales provenientes del campo del patrimonio cultural (arqueólogos, conservadores-restauradores, químicos) y de las nuevas tecnologías de la imagen (realizadores y diseñadores audiovisuales, productores). De ese intercambio inicial emergió la posibilidad de desarrollar un proyecto de comunicación científica, orientado a generar experiencias virtuales inmersivas por distintos sitios arqueológicos con arte rupestre de la sierra de El Alto-Ancasti. A raíz del carácter interdisciplinario del equipo de trabajo, durante el proceso de escritura del proyecto hubo varias instancias de intercambio y negociación hasta acordar los objetivos y cómo los llevaríamos a cabo.

Con ese horizonte en mente, comenzamos a buscar oportunidades de financiamiento pertinentes. Ese mismo año, en el marco de la convocatoria a becas de Creación Grupal del Fondo Nacional de las Artes, conseguimos parte del financiamiento necesario para impulsar este tipo de proyectos. El monto máximo de este financiamiento (\$160.000) determinó el alcance del proyecto, las tecnologías a utilizar y el caso a seleccionar. Cabe destacar que el dinero otorgado apenas permitió la ejecución de las actividades de campo de campo, sin incluir el uso de equipos, ni remuneración para los agentes, con lo cual, se trató de un trabajo *ad honorem*.

Por otro lado, el contexto de la pandemia del Coronavirus, que involucró distintos grados de aislamiento para la mayor parte de la población, fue otro factor relevante para fundamentar la importancia de generar este tipo de dispositivos de comunicación. En este sentido, la posibilidad de facilitar visitas virtuales frente a un panorama de circulación todavía restringida cobraba un especial interés.

Como se mencionó, existen distintas herramientas y medios tecnológicos para generar experiencias virtuales inmersivas, por lo que, en primer lugar, fue necesario comprender las posibilidades y límites de cada una de ellas para este caso en concreto. De esta forma, aunque evaluamos la posibilidad de desarrollar un entorno de realidad virtual, nos decidimos finalmente por utilizar imágenes 360°, puesto que sus menores costos en tiempo y dinero resultaban más acordes a los recursos disponibles. Además, contábamos con el contacto de la productora audiovisual Tronadores LAB que tenía el equipamiento y los conocimientos necesarios para implementar este tipo de tecnología. Paralelamente, también debimos optar por uno de los sitios arqueológicos de la sierra

de El Alto-Ancasti que investiga nuestro equipo para realizar el recorrido virtual. Seleccionamos la cueva de La Candelaria debido a que consideramos que presentaba una serie de ventajas para implementar esta iniciativa tales como: 1) su amplitud espacial interior y exterior, que habilitaba más posibilidades de desplazamiento; 2) la gran cantidad de pinturas rupestres que se disponen en sus paredes y techo, muchas de las cuales pueden asociarse a referentes que resultan conocidos para un público general (antropomorfos, aves, felinos, ofidios), a la vez que conforman escenas con un alto carácter narrativo, confirmando mayor atractivo visual a este abrigo; 3) el estado de conservación, relativamente mejor que en otros sitios, que permite observar las pinturas; y 4) su configuración como un único abrigo, lo que reducía el tiempo y los recursos necesarios para afrontar este trabajo.

Finalmente, la etapa de preproducción también involucró gestionar y diagramar los trabajos de campo y determinar su extensión temporal: incluyendo, por ejemplo, pautar fechas y un cronograma de actividades, reserva de alojamiento y de traslados, entre otros aspectos logísticos.

### *Etapas de producción*

Esta etapa consistió en la toma de las imágenes 360°, durante un trabajo de campo de corta duración. Fueron capturadas aproximadamente 80 imágenes 360° de distintos sectores del interior y exterior de la cueva, lo cual demandó definir, por parte de los especialistas en audiovisuales, qué narrativa de telepresencia se deseaba construir y desde qué puntos de vista (a la altura promedio de una persona). Para ello, más allá de la captura de imágenes, un aspecto central de la instancia de producción fueron los intercambios interdisciplinarios que se dieron *in situ*, a partir del diálogo entre los conocimientos arqueológicos, las posibilidades y límites de la tecnología 360° y de la postproducción de las imágenes.

### *Etapas de postproducción*

Finalmente, ya de vuelta en nuestros lugares de trabajo, comenzamos con la etapa de postproducción. Ésta involucró numerosas decisiones, actividades e instancias de prueba y corrección. Entre ellas podemos mencionar, por un lado, cuestiones más bien técnicas asociadas con la edición de las imágenes 360°: la selección y el ordenamiento de 10 de ellas de modo tal que permitieran realizar un recorrido por la cueva; la integración de insumos audiovisuales con información arqueológica (creados específicamente para este proyecto, en formato de imágenes y textos escritos y orales); y el diseño del recorrido en sí mismo. Para todo esto se utilizó un programa denominado Kuula. El mismo sirve tanto para generar recorridos virtuales a través de la edición de las imágenes 360° como para su posterior reproducción en línea.

Estas actividades estuvieron orientadas por el marco teórico de comunicación pública de la ciencia y las consideraciones pedagógicas mencionadas. Es así que, presuponiendo una

audiencia heterogénea y con distintas posibilidades de apropiación de la información, comenzamos por definir los conocimientos principales que queríamos comunicar: por un lado, la existencia en nuestro país de sociedades con formas muy distintas de ser en el mundo que habitan estos territorios desde hace miles de años; y, por el otro, la importancia de conocer y respetar la diversidad cultural, así como de preservar el patrimonio cultural. Con ese horizonte, los objetivos específicos del proyecto fueron dar a conocer la cueva de la Candelaria y los principales resultados de las investigaciones arqueológicas, promover su valoración e incentivar el interés por su conservación y su estudio científico.

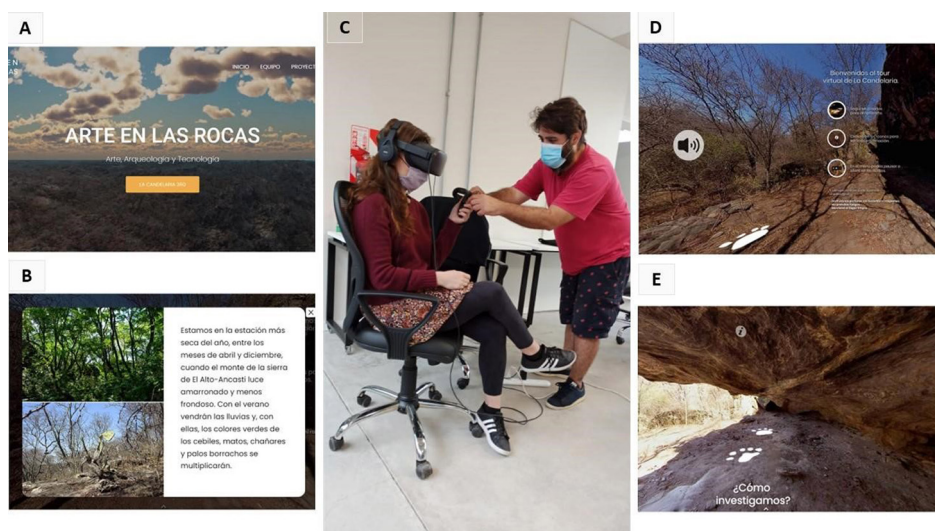
Además, con vistas a impulsar el involucramiento activo y la apropiación de estos saberes por parte de audiencias diversas y con intereses varios, cuando diseñamos el recorrido por La Candelaria nos propusimos hacerlo de modo tal que resultara lo más libre posible, dentro de las restricciones propias del formato utilizado. Es decir, si bien el lugar para el intercambio y la retroalimentación durante el recorrido es acotado debido a imposibilidades técnicas (se limita a remitir mensajes por correo electrónico a una casilla de mail propia del proyecto y/o a través del contacto mediante redes sociales de nuestro equipo de investigación), nos propusimos subsanarlo brindando opciones para que los usuarios ajustaran el recorrido a sus intereses y curiosidades. De esta forma, creamos diez estaciones con un mínimo orden preestablecido a partir de imágenes 360° tomadas en distintos sectores de la cueva. Dichas estaciones se articulan a partir de preguntas relativas a la cronología de las pinturas; a quiénes las habían hecho y cómo; a las actividades que se desarrollaban en la cueva; a las investigaciones que nos permiten acceder a ellas; a otras historias (además de la arqueológica) que se

cuentan sobre la cueva; entre otras. Cabe mencionar que estos interrogantes no solo se sustentaron en los objetivos de nuestro proyecto, sino también en las inquietudes que turistas y pobladores próximos a la cueva suelen manifestarnos durante las visitas que presenciamos. Además, se adaptó la información proveniente de las investigaciones académicas para generar contenidos accesibles al público no especializado y que interpelaran a los usuarios desde distintos formatos. En ese sentido, incorporamos estímulos sonoros provenientes de tomas de sonido ambiente en el sitio, narraciones en voces en *off*, recursos audiovisuales e íconos desplegable con imágenes y textos escritos.

Todo este trabajo requirió de numerosas negociaciones entre los integrantes del equipo con respecto a los contenidos a comunicar y las formas de hacerlo, teniendo en cuenta, por ejemplo, los objetivos planteados, nuestras ideas acerca de cómo comunicar ciencia, las tensiones entre lo que queríamos decir y la agencia de los usuarios, y cuestiones relevantes a la conservación del sitio arqueológico.

Con la primera versión del recorrido lista, hicimos pruebas entre nosotros, con amigos y familiares, utilizando distintos tipos de dispositivos. Si bien el recorrido es el mismo, la experiencia varía según se realice en una computadora, una tableta electrónica, un celular o un casco de realidad virtual, ya que permiten diferentes grados de inmersión. Estas pruebas nos ayudaron a revisar y corregir esa primera versión, de modo que resultara lo más accesible y atractiva posible.

En paralelo, en la medida en que el recorrido virtual se encontraba alojado en la plataforma Kuula, únicamente accesible a través de internet, también surgió la necesidad



**Figura 2.** A, B, D y E: capturas de pantalla de distintas instancias del recorrido virtual, operado desde una computadora de escritorio, donde pueden observarse distintos tipos de recursos empleados para transmitir información (textos, imágenes estáticas, íconos, entre otros); C: fotografía de la experiencia del prototipo de la visita virtual bajo lentes de realidad virtual.

**Figure 2.** A, B, D and E: screenshots of some stages of the virtual tour, operated from a desktop computer, where different types of resources used to transmit archaeological information can be observed (texts, static images, icons, among others); C: photograph of the virtual visit prototype experienced under virtual reality glasses.



de crear y diseñar un sitio web (www.artenlasrocas.com) para enmarcarlo dentro de nuestro proyecto de investigación y de comunicación científica (Figura 2).

Por último, la etapa de post-producción también incluyó la difusión del sitio web a través de distintos medios, tanto virtuales como presenciales. Es así que recurrimos, por un lado, a los canales de comunicación institucionales tales como el portal de noticias digitales del CONICET y de la UNSAM. Dichas noticias fueron posteriormente replicadas por distintos medios de comunicación digitales. Asimismo, el recorrido virtual también fue publicitado en las redes sociales de nuestro equipo de investigación (Instagram, Facebook), de las instituciones en las que trabajamos y en nuestras cuentas personales y de colegas. Por otro lado, complementamos estos canales virtuales con un evento de presentación presencial en el espacio audiovisual de la Fiesta Nacional del Poncho que tuvo lugar en Catamarca durante julio del 2022.

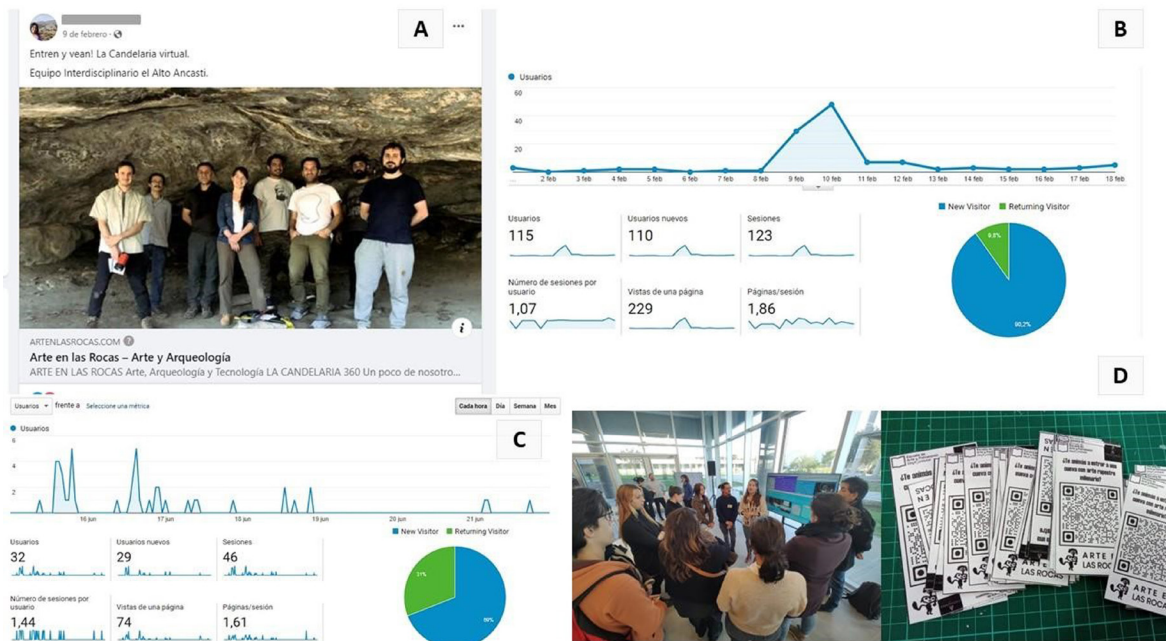
### ¿Y ahora?

Una vez finalizada la creación y estreno de este material audiovisual, nos enfrentamos con la necesidad de evaluar qué repercusión había tenido. A diferencia de las instancias presenciales de difusión, que pueden ser evaluadas con métodos tradicionales de estudio de

públicos, en este caso debimos recurrir a explorar el uso *Google Analytics*, una herramienta digital que permite acceder a distintas métricas del tráfico de visitas a la página web (Figura 3).

En líneas generales, pudimos observar que, desde su creación, en mayo de 2022 hasta junio de 2023 ingresaron 592 personas, la mayoría hispanohablantes y provenientes de Argentina (Figura 3B). Otros atributos de los usuarios, tales como su edad, nivel formativo o intereses no fueron recopilados por la plataforma y, por lo tanto, no pudieron ser analizados. Por lo general, el tiempo de permanencia en el sitio web es corto, del orden de unos pocos minutos. Pero, además, es interesante observar que estos accesos no se dan en forma constante a través del tiempo, sino que es posible detectar picos de mayor intensidad.

Observando el tráfico de la página entre junio del 2022 y junio del 2023 es posible identificar tres picos (Figura 3C). El primero se vincula con las distintas actividades de lanzamiento y promoción del sitio web mencionadas. El segundo pico de los días 9, 10 y 11 de febrero de 2023 se corresponde con un posteo en el perfil personal de Facebook de una investigadora de nuestro equipo (Figura 3A). Esa acción tuvo como repercusión casi un centenar de usuarios nuevos. Por último, el pico más reciente, en



**Figura 3.** A. Posteo en redes sociales personales de una integrante del Equipo el día 9 de febrero de 2022; B. Repercusiones de esa acción en el número de visitantes del sitio, con un aumento considerable los días 9 y 10 de febrero de 2022; C. Gráfico de usuarios nuevos por hora, durante los días 16 a 21 de junio; D. Imágenes del evento de difusión en unas jornadas científicas universitaria, durante los días 16 a 21 de junio; se realizó difusión mediante presentación oral de un póster y la distribución de impresos de bolsillo con código QR para la visita al sitio web, logos institucionales y la invitación “¿Te animás a entrar a una cueva con arte rupestre milenario?”.

**Figure 3.** A. Post on the personal social network of a member of our investigation group on February 9 of 2022; B. Graphs showing the repercussions of this action on the number of visitors to the site, with a considerable increase on February 9 and 10 of 2022; C. Graph of new users per hour, during June 16 to 21 of 2022; D. Images of the university scientific conference, from June 16 to 21 of 2022, where we presented the project through an oral exposition of a poster and the distribution of prints of a QR code for visiting the website.

el mes de junio, está asociado con un evento presencial en la Universidad Nacional de San Martín, en donde presentamos un póster para difundir la visita virtual (Figura 3D). Además, repartimos panfletos impresos con el código QR para que las personas pudieran escanearlo con el celular y acceder al sitio. Estas acciones resultaron en alrededor de 30 usuaries nuevas durante ese día y los siguientes.

El análisis de estos picos permitió observar que el posteo en redes sociales generó casi el triple de usuaries que la instancia de difusión presencial. Algunas hipótesis a explorar para explicar esto podrían ser que la difusión por redes sociales sucedió en instancias digitales y que les usuaries que encontraron la publicación estaban insertos en dicha virtualidad, sea o no en un momento de ocio. Por otro lado, la promoción presencial de una visita virtual requiere sí o sí el traslado desde una instancia analógica a otra digital, en este caso, mediante los celulares, en un momento en el que, quizás, les potenciales visitantes no tenían tiempo para poder dedicarle a la actividad, ni acceso a una buena conexión de internet o a una conexión gratuita.

### Palabras finales

A lo largo de este artículo, hemos dado cuenta de cómo desarrollamos el proyecto de comunicación científica "La Candelaria 360". A modo de cierre, nos interesaría volver sobre algunos puntos que fuimos mencionando y reflexionar brevemente a partir de ellos, ya que consideramos que permiten vislumbrar las posibilidades y los límites de utilizar este tipo de herramientas digitales para la comunicación científica.

Por un lado, entendemos que el recorrido virtual por la cueva de La Candelaria a partir de la combinación de imágenes 360° y materiales audiovisuales permitió generar un dispositivo de comunicación atractivo, que promueve experiencias novedosas de contacto con el lugar y con las investigaciones que se desarrollan allí. Experiencias que no podrían conseguirse por otro tipo de medios, como exposiciones orales o fotográficas. A futuro, esperamos poder incursionar también en la producción de modelos de realidad virtual de este abrigo rocoso y de las cuevas, aleros, estructuras residenciales y agrícolas que integran otros sitios arqueológicos que investigamos (como, por ejemplo, Oyola).

También debemos destacar que la consecución de este trabajo, de carácter interdisciplinario, requirió de mediaciones y tomas de decisión conjuntas constantes que habilitaron nuevas oportunidades para pensar qué queríamos decir, a quiénes y cómo. Asimismo, implicó la necesidad de capacitación de saberes, a menudo, muy distintos a los que estábamos habituados: por ejemplo, aquellos relacionados con el ámbito de la publicidad digital, con el análisis de métricas de tráfico web y con la adaptación del discurso académico. En ese sentido, algunos de esos

desafíos resuenan con aquellos reportados recientemente en el análisis de experiencias de comunicación científica en redes sociales (Day Pilaría et al., 2022).

Otro punto a destacar es que el recurso se encuentra disponible en internet en forma libre y gratuita. Esta gratuidad implica cubrir los costos anuales de renovación del dominio de internet y el alojamiento de la página web con fondos provenientes de otros proyectos de investigación, lo cual podría generar problemas en épocas de escasos recursos destinados al sector científico. Sin embargo, el carácter libre y gratuito de la propuesta posibilita, por un lado, que participen de la visita públicos diversos, en distintas partes del país e, incluso, del mundo. Pero el hecho de que se encuentre disponible en línea no es suficiente para garantizar su accesibilidad, al estar condicionada por la disponibilidad de medios digitales y de conexión a internet. Esto cobra especial relevancia considerando la situación en la que se encuentran las poblaciones rurales que viven en las proximidades al sitio, en donde el acceso a internet es reducido.

No obstante, la experiencia del evento presencial en una universidad nacional del conurbano bonaerense nos mostró que el acceso a una conexión de buena calidad y gratuita tampoco puede esperarse en contextos urbanos. Quizás, esto señale la necesidad de generar productos de menor tamaño y, consecuentemente, que permitan un acceso en línea más rápido y de menor costo; y/o de posibilitar versiones descargables, con programas que funcionen en unidades de almacenamiento local.

En esta instancia debemos mencionar, también, la enorme discrepancia entre los presupuestos disponibles para desarrollar este tipo de actividades de comunicación y los costos que estas producciones tienen en el mercado de las nuevas tecnologías de la imagen. En ese sentido, quizás resulte importante que, desde la academia, articulemos con convocatorias de financiamiento para producciones audiovisuales y/o de la industria de los videojuegos, donde los montos se ajustan mejor a este tipo de propuestas. Bajo las condiciones actuales, es prácticamente inviable generar modelos de realidad virtual altamente inmersivos con proyectos de comunicación poco financiados y sin inversión específica (por ejemplo, la adquisición de equipos de computación adecuados).

Además, nuestra experiencia nos enseñó que en la ejecución de este tipo de proyectos habría que considerar otras dos etapas: una que podríamos llamar de mantenimiento y otra de retroalimentación. La primera de ellas, tendría la finalidad de evitar que el producto quede obsoleto o en desuso a lo largo del tiempo, consistiendo en una acción de preservación digital. Como parte de la misma sería necesario contemplar actividades de publicidad (redes sociales, eventos virtuales y presenciales), de revisión de formatos, de pago, mantenimiento y actualización del dominio web, por ejemplo. La ausencia de estas acciones no sólo reduciría el impacto del



proyecto, sino que podría implicar la potencial desaparición de la visita virtual creada en un corto o mediano plazo. Por su parte, la etapa de retroalimentación contemplaría la ejecución de distintos tipos de actividades (presenciales y/o virtuales) que posibiliten entablar diálogos con quienes realizan el recorrido virtual. Las mismas podrían incluir desde encuentros y talleres en entornos educativos con cascos virtuales, hasta propuestas a distancia para explorar la cueva con alguna clase de guía sincrónica. Estas permitirían comprender mejor cuáles son las repercusiones e implementar cambios en función de las experiencias de los usuarios.

Sin embargo, no podemos desconocer que, para poder avanzar en varios de estos puntos, sería conveniente que algunos integrantes del equipo estén capacitados y se dediquen tiempo completo a este tipo de trabajos. Resulta muy difícil que investigadores o becarios, cuyo desempeño se evalúa a partir de la producción de resultados de investigación (publicaciones, presentaciones a congresos, libros, entre otros) puedan especializarse y dedicar el esfuerzo necesario en las múltiples facetas y desafíos que implican propuestas como estas.

San Martín, 25 de noviembre de 2023

## Agradecimientos

El proyecto "La Candelaria 360" pudo ejecutarse gracias a financiamientos otorgados por el Fondo Nacional de las Artes (Beca Creación grupal 2021), los proyectos PICT 2021-0503 y PIIBA-CONICET 2021-0114 y al apoyo de la Escuela de Arte y Patrimonio de la Universidad Nacional de San Martín. De los trabajos también participaron miembros del Equipo Interdisciplinar El Alto-Ancasti: Dr. Marcos Quesada, Dr. Marcos Gastaldi, Dr. Fernando Marte, Dra. Débora Egea; estudiantes y profesores de la Tecnicatura universitaria en Animación 3D y Efectos Visuales de la Universidad Nacional de San Martín: Agustín Álvarez, Gonzalo Sierra, Federico Ledesma, Gabriel Gomez Piso. Agradecemos especialmente el apoyo de la productora audiovisual Tronadores LAB.

Una versión preliminar de este trabajo fue presentada oralmente en el Simposio "Saberes en diálogo: estrategias para comunicar en arqueología" del XXI Congreso Nacional de Arqueología Argentina.

Agradecemos a quienes coordinan el presente *dossier* y a quienes evaluaron anónimamente el trabajo, cuyos comentarios contribuyeron a mejorarlo.

## Bibliografía

Blanco-Pons, S., Carrión-Ruiz, B. y Lerma, J. L. (2016). Review of Augmented Reality and Virtual Reality Techniques in Rock Art. En *Proceedings of the 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and*

*Innovation «ARQUEOLÓGICA 2.0»*, (pp. 176-183). Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. doi: 10.4995/arqueologica8.2016.3561

Blanco-Pons, S., Carrión-Ruiz, B., Lerma, J. L. y Villaverde, V. (2019). Design and implementation of an augmented reality application for rock art visualization in Cova dels Cavalls (Spain). *Journal of Cultural Heritage*, 39, 177-185. doi: 10.1016/j.culher.2019.03.014

Castelfranchi, Y. y Fazio, M. E. (2020). Comunicación de la ciencia en América latina: Construir derechos, catalizar ciudadanía. En *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos*, (pp. 145-156). Montevideo: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). <https://www.rieyt.org/wp-content/uploads/2021/11/El-Estado-de-la-Ciencia-2021.pdf>

Castelfranchi, Y. y Fazio, M. E. (2021). *Comunicación pública de la ciencia*. Montevideo: UNESCO. <http://forocilac.org/wp-content/uploads/2021/04/PolicyPapers-CILAC-ComunicacionPublicaCiencia-ES.pdf>

Cauahuétemoc Martínez Huerta, J. (2016). Retos y soluciones en el empleo de tecnologías 3D para la divulgación del trono de jaguar de Chichén Itzá. En D. Jiménez-Badillo y M. Gándara Vázquez (Eds.), *El patrimonio cultural y las tecnologías digitales. Experiencias recientes desde México*, (pp. 168-182). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia. [https://www.academia.edu/29034858/Retos\\_y\\_soluciones\\_en\\_el\\_empleo\\_de\\_tecnolog%C3%ADas\\_3D\\_para\\_la\\_divulgaci%C3%B3n\\_del\\_trono\\_de\\_jaguar\\_de\\_Chichen\\_Itz%C3%A1](https://www.academia.edu/29034858/Retos_y_soluciones_en_el_empleo_de_tecnolog%C3%ADas_3D_para_la_divulgaci%C3%B3n_del_trono_de_jaguar_de_Chichen_Itz%C3%A1)

Cortassa, C. G. (2010). Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia. *Revista CTS*, 5(15), 47-72. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132010000200004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132010000200004&lng=es&nrm=iso)

Day Pilaría, F., Martínez, M. P. y Auge, M. (2022). Explorando la red social Facebook: una reflexión sobre la comunicación en nuestra práctica arqueológica. *Revista del Museo de Antropología*, 15(1), 117-126. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v15.n1.34598>

De La Fuente, N. y Arrigoni, G. I. (1975). Arte rupestre en la región sudeste de la provincia de Catamarca. *Actas Primer Congreso Argentino de Arqueología*, 177-203.

- Gheco, L. (2020). Una aproximación histórica al arte rupestre prehispánico de la sierra de El Alto-Ancasti (Provincia de Catamarca, Noroeste Argentino). *Estudios Atacameños*, 65, 263-290. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2020-0030>
- Gudemos, M. (2003). ¿Una danza de integración regional en las pinturas rupestres de La Salamanca? *Revista Española de Antropología Americana*, 33, 83-119.
- Gutiérrez De Angelis, M. (2021). Antropología visual expandida: grafismo parietal y realidad mixta en el sitio arqueológico Cueva de las Manos (Argentina). *Revista de Antropología Visual*, 29, 1-20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7865541>
- Gutiérrez De Angelis, M. (2022). Antropología Visual y Realidad Virtual. De la pantalla a la inmersión. *e-imagen Revista 2.0*, 9. <https://www.e-imagen.net/antropologia-visual-y-realidad-virtual/>
- Iturbe, A., Cachero, R., Cañal, D. y Martos, A. (2018). Digitalización de cuevas con arte paleolítico parietal de Bizkaia. Análisis científico y divulgación mediante nuevas técnicas de visualización. *Virtual Archaeology Review*, 9(18), 57-65. <https://doi.org/10.4995/var.2018.7579> ©
- Izeta, A. D. y Cattáneo, R. (2016). ¿Es posible una arqueología digital en Argentina? Un acercamiento desde la práctica. *Humanidades Digitales. Construcciones locales en contexto. Actas del I Congreso Internacional de la Asociación Argentina de Humanidades Digitales - AAHD*, 1, (73-84). <https://www.academica.org/aahd2016/15>
- Landino, M., Ahets Etcheberry, E., Gheco, L., Gastaldi, M. R., Tascon, M., Quesada, M. y Marte, F. (2023). De las huellas a las técnicas: un abordaje experimental de las formas de aplicación de las pinturas rupestres de La Candelaria (Catamarca). *Relaciones*, 48(Especial 1), 307-331. <https://doi.org/10.24215/18521479e058>
- Ledesma Bouchan, P. (2016). El uso de nuevas tecnologías para la visita a sitios arqueológicos. Una propuesta para Tlatelolco. En D. Jiménez-Badillo y M. Gándara Vázquez (Eds.), *El patrimonio cultural y las tecnologías digitales. Experiencias recientes desde México*, (pp. 202-215). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Llamazares, A. M. (1999). Arte rupestre de la cueva La Candelaria, Provincia de Catamarca. *Publicaciones. Arqueología*, 50, 1-26.
- Manovich, L. (2006). 1. ¿Qué son los nuevos medios? En *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación: la imagen en la era digital*, (pp. 3-27). Buenos Aires: Paidós.
- Miller, S. (2001). Public understanding of science at the crossroads. *Public Understanding of Science*, 10(1), 115-120. <https://doi.org/10.3109/a036859>
- Quesada, M., Zuccarelli Freire, V., Gheco, L., Gastaldi, M., Boscatto, S. y Moreno, E. (2016). Paisaje y experiencia en Oyola a finales del primer milenio D.C. (Dpto. El Alto, Catamarca). *Comechingonia. Revista de Arqueología*, 20(2), 13-42. <https://doi.org/10.37603/2250.7728.v20.n2.18043>
- Quesada, M., Gastaldi, M. y Granizo, G. (2012). Construcción de periferias y producción de lo local en las cumbres de El Alto-Ancasti. *Relaciones de La Sociedad Argentina de Antropología*, 37(2), 435-456. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/25717>
- Raggi Lucio, E. (2016). Espacios virtuales para la difusión del patrimonio cultural. El factor usuario en el desafío de los entornos virtuales. En D. Jiménez-Badillo y M. Gándara Vázquez (Eds.), *El patrimonio cultural y las tecnologías digitales. Experiencias recientes desde México*, (pp. 90-105). México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Rua, H. y Alvito, P. (2011). Living the past: 3D models, virtual reality and game engines as tools for supporting archaeology and the reconstruction of cultural heritage - the case-study of the Roman villa of Casal de Freiria. *Journal of Archaeological Science*, 38(12), 3296-3308. doi: 10.1016/j.jas.2011.07.015
- Segura, A. (1971). Pictografías de Catamarca. *Boletín Junta de Estudios Históricos de Catamarca*, IX, 11-33.
- Segura, A. (1988). *El Arte Rupestre del Este de Catamarca. Las Pictografías de la Candelaria. Dpto. Ancasti, Provincia de Catamarca*. San Fernando del Valle de Catamarca: Editorial Universitaria, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Catamarca.