

Aplicación de metodologías de virtualización tridimensional en la práctica arqueológica situada en el litoral rioplatense (provincia de Buenos Aires)

María Soledad García Lerena¹, Naiquen Ghiani Echenique² y Luciano López³

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Laboratorio de Análisis Cerámico, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (LAC, FCNyM, UNLP). Calle 64 n° 3 (CP 1900). La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: soledad.garcia.lerena@gmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Laboratorio de Análisis Cerámico, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (LAC, FCNyM, UNLP). Calle 64 n° 3 (CP 1900). La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: naiqueng@gmail.com

³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Recursos Minerales, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (InReMi, FCNyM, UNLP). Calle 64 n° 3 (CP 1900). La Plata, Buenos Aires, Argentina. E-mail: lopezluciano@hotmail.com

Recibido: 27 de septiembre de 2022.

Aceptado: 10 de noviembre de 2022.

<https://doi.org/10.5281/ZENODO.7382283>

Práctica Arqueológica 5 (2): 39-45 (2022)

ISSN: 2618-2874

ACCESO ABIERTO



Los trabajos publicados en esta revista son de acceso abierto y están bajo la licencia Creative Commons Atribución - No Comercial 4.0 Argentina.



Práctica Arqueológica es una revista de la Asociación de Arqueólogos Profesionales de la República Argentina.

RESUMEN

En el marco del trabajo arqueológico que realizamos en el equipo Arqueología Rioplatense, presentamos la aplicación de distintas metodologías de virtualización tridimensional en dos líneas de trabajo. La primera de ellas aborda la escala de los objetos, mediante la reconstrucción 3D de piezas cerámicas a partir de los registros fragmentarios característicos de sitios prehispánicos. La segunda experiencia comprende el modelado virtual 3D de estructuras habitacionales de estancias correspondientes al siglo XIX. Se destacan los aportes de la virtualización tridimensional a la práctica arqueológica situada en el litoral rioplatense, que aborda diversos problemas y registros arqueológicos. Asimismo, se discuten las potencialidades de estas técnicas en el proceso de investigación, preservación y comunicación pública del patrimonio arqueológico en relación con las comunidades locales.

ABSTRACT

Within the framework of the archaeological work that we carried out in Arqueología Rioplatense, we present the application of different three-dimensional virtualization methodologies in two lines of work. The first one deals with the scale of the objects, through the 3D reconstruction of ceramic pieces from the fragmentary records characteristic of pre-Hispanic sites. The second experience includes the 3D virtual modeling of structures of cattle ranches corresponding to the 19th century. The contributions of three-dimensional virtualization to the archaeological practice located in Rio de la Plata coast are highlighted, which approach diverse archaeological problems and records. Also, we discussed the potential of these techniques in the process of research, preservation and public communication of the archaeological heritage in relation to local communities.

Palabras clave: patrimonio arqueológico; tecnologías digitales; modelado 3D; cerámica; construcciones rurales.

Keywords: archaeological heritage; digital technologies; 3D modeling; ceramics; rural constructions.

INTRODUCCIÓN

Los partidos de Magdalena y Punta Indio, en el litoral rioplatense de la provincia de Buenos Aires (Argentina), cuentan con un importante patrimonio biocultural, con un paisaje caracterizado por humedales y el talar, una formación boscosa típica

de la zona, la cual registra un prolongado vínculo de las poblaciones humanas con su entorno. El sector costero integra la Reserva Mundial de Biosfera Parque Costero del Sur (PCS), declarada en 1984 por la UNESCO, con el fin de proteger y difundir su patrimonio. Desde hace más de tres décadas, el equipo que integramos, Arqueología Rioplatense,

perteneciente al Laboratorio de Análisis Cerámico de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (LAC, FCNyM, UNLP), desarrolla distintas líneas de investigación y extensión en el área de estudio, a la cual recientemente fue incorporada la costa del partido de Berisso. Pretendemos aportar al conocimiento de la dinámica social de esta zona, desde las primeras ocupaciones hasta momentos históricos recientes, como un proceso continuo y complejo, en donde se resaltan las continuidades y resignificaciones en la construcción de paisajes. En nuestra labor resulta central el vínculo con las comunidades locales, a partir de actividades de extensión universitaria, comunicación pública de la ciencia y la participación en espacios de gestión local (Martínez *et al.*, 2021).

A partir de preguntas concretas de investigación vinculadas al abordaje de las distintas materialidades y problemáticas arqueológicas, así como del interés en el registro y la divulgación del patrimonio, comenzamos a incorporar metodologías de virtualización tridimensional. Las posibilidades que tales metodologías brindan al quehacer arqueológico han sido ampliamente abordadas en las últimas décadas (*e.g.* Barceló *et al.*, 2000; Scopigno, 2012). En particular, en la arqueología argentina se han utilizado para el abordaje de diferentes materialidades en distintas escalas de análisis (*e.g.* Carosio *et al.*, 2013; Vázquez y Díaz Pais, 2014; Ghiani Echenique *et al.*, 2017; Lorenzo *et al.*, 2018; Izaguirre *et al.*, 2021; Sokol y Salerno, 2021).

Consideramos a la digitalización como la creación de objetos virtuales, que permite abordar en forma global la producción y comunicación de datos y/o modelos digitales. En ese marco, la virtualización tridimensional se configura como un conjunto de técnicas vinculadas a nuevas tecnologías, que permiten generar modelos digitales tridimensionales. Por un lado, existen técnicas que permiten la producción de modelos realistas tridimensionales a partir del relevamiento de datos 2D. Por otra parte, otras metodologías de reconstrucción 3D integran una interpretación de cómo eran en el pasado elementos hoy inexistentes o fragmentarios. En ambos casos, el proceso

implica la digitalización de un conjunto de datos y su conversión en un modelo virtual, que aporta una nueva forma de visualización, manipulación y análisis, permitiendo un mayor acercamiento a los objetos e incluso una manera interactiva de conocimiento (Ghiani Echenique *et al.*, 2017).

En este trabajo buscamos reflexionar acerca de los aportes de la virtualización tridimensional a la práctica arqueológica situada en el litoral rioplatense, para lo cual presentamos dos experiencias de representación 3D de materiales arqueológicos. La primera aborda la escala de los objetos, mediante la reconstrucción virtual de piezas cerámicas a partir de los registros fragmentarios característicos de sitios prehispánicos (Ghiani Echenique y León, 2014; Ghiani Echenique, 2022). La segunda abarca el modelado virtual 3D de estructuras habitacionales de estancias correspondientes al siglo XIX (García Lerena y López, 2021). A partir de ellas, reflexionamos sobre las aplicaciones de estas técnicas en el proceso de investigación, así como en la preservación y comunicación pública en el marco de la práctica arqueológica en vinculación con las comunidades locales.

LÍNEAS DE TRABAJO Y METODOLOGÍAS APLICADAS

Reconstrucción 3D de piezas cerámicas de sitios prehispánicos

Una de las características del registro arqueológico del noreste de la provincia de Buenos Aires es la abundancia de fragmentos de cerámica, en particular en sitios correspondientes a grupos cazadores-recolectores, y en algunos casos también pescadores, mayormente prehispánicos, si bien algunos contextos corresponden a momentos posteriores al contacto hispano-indígena. Esta situación dificulta el abordaje morfológico de los conjuntos cerámicos, ya que no se cuenta con una colección de referencia de piezas enteras (Paleo y Pérez Meroni, 2005/2006). Por lo tanto, se implementaron metodologías para realizar reconstrucciones y conocer la diversidad morfológica de las piezas cerámicas representadas en el registro.



Figura 1. Mapa del área de trabajo que abarca los partidos de Berisso, Magdalena y Punta Indio (provincia de Buenos Aires). Referencias: 1-Estancia Los Mellizos, 2-Primera Estancia, 3- Las Marías, 4-Los Tres Ombúes.

En primer lugar, fue abordada la muestra cerámica recuperada en el sitio arqueológico Las Marías (partido de Magdalena), de 7.132 fragmentos (Ghiani Echenique y León, 2014), y recientemente se está trabajando con el conjunto procedente del sitio Los Tres Ombúes (partido de Punta Indio), conformado por 1.461 tiestos. Al analizarlos consideramos fundamental la realización de remontajes sistemáticos para profundizar el conocimiento morfo-funcional de cada conjunto (Paleo y Pérez Meroni, 2005/2006). Posteriormente, se aplicó la reconstrucción 3D con el fin de completar los remontajes y posibilitar la visualización de piezas enteras, siendo una herramienta tecnológica relativamente sencilla, que evita recurrir a soluciones de mayor complejidad. Esto es posible a partir de fragmentos únicos o unidades de remontaje que presentan borde y una porción del perfil suficiente

para evaluar su tendencia hacia la base. Para ello se estima la altura de la pieza (eje central) considerando la morfología convexa de la base, lo cual se fundamenta en la representación de bases convexas a escala regional, así como en la simetría (aproximada) de las vasijas.

El proceso de reconstrucción virtual partió de la fotografía del perfil, la medición del diámetro de boca y la altura estimada. Esta información fue plasmada en la representación gráfica del contorno en 2D, incluyendo la porción del perfil representada en el/los fragmento/s y la estimación de su tendencia hacia el eje central de la pieza. A partir de ello fue posible realizar un sólido de revolución en 3D y obtener el renderizado o representación gráfica 3D (para más detalles: Ghiani Echenique y León, 2014). Este proceso (Figura 2A) permitió obtener reconstrucciones virtuales de las piezas cerámicas (Figura 2B).

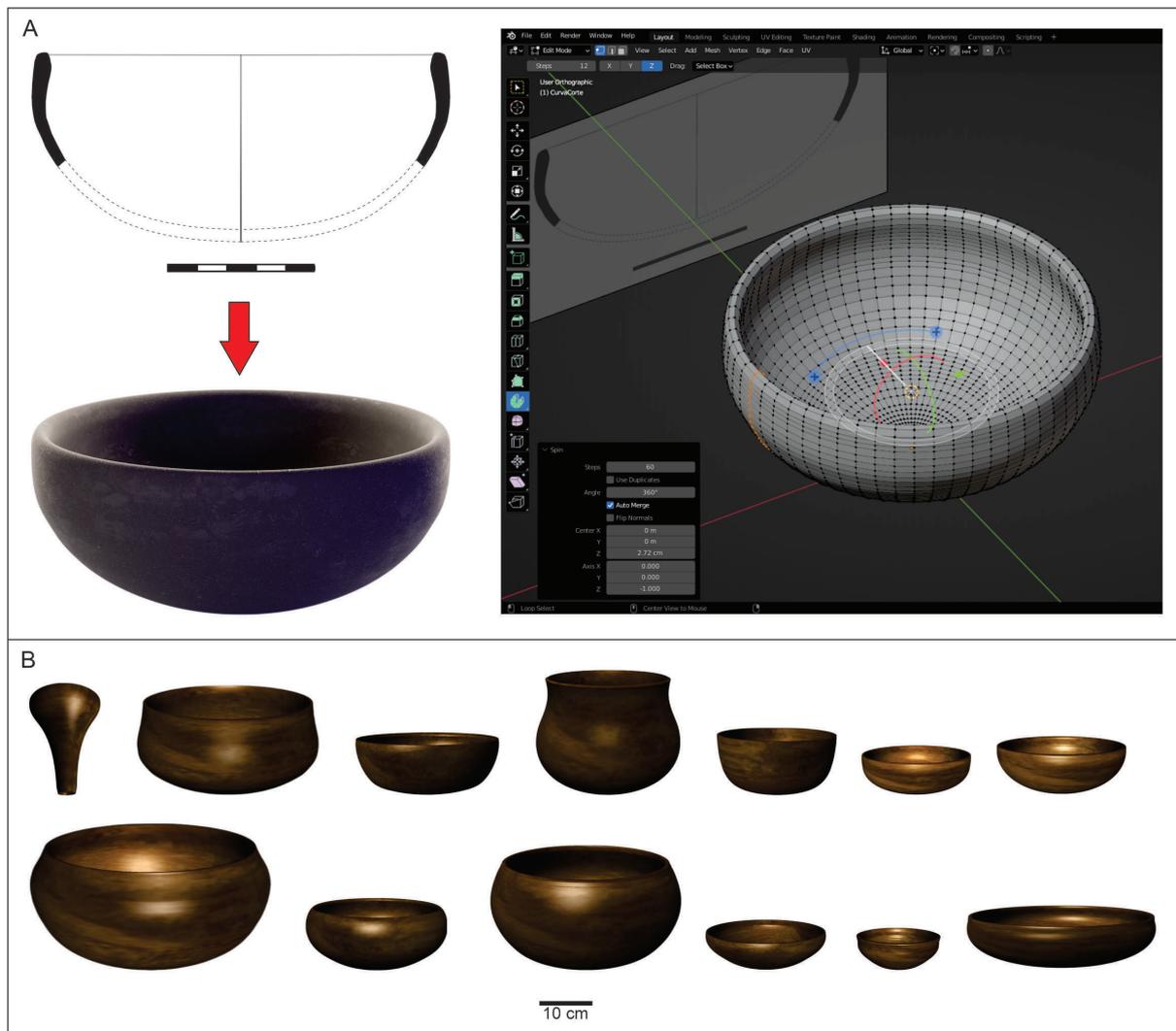


Figura 2. A) Proceso de reconstrucción virtual de una vasija del sitio Los Tres Ombúes a partir de la representación gráfica en 2D, en Blender; B) Reconstrucción 3D de piezas cerámicas del sitio Las Marias.

Si bien son modelos informáticos que incluyen aspectos interpretativos (la continuidad del perfil y la forma de la base) y constituyen aproximaciones a las formas originales, resultan significativos por permitir visualizar parte de la variabilidad de formas y tamaños de las piezas cerámicas representadas en los conjuntos fragmentarios. Cabe destacar que para la reconstrucción virtual de piezas de Los Tres Ombúes se emplea *Blender* 3.2.2¹. En adición a las ventajas de emplear un software libre, éste permite realizar estimaciones de volumen y peso de las piezas. Así, constituye un valioso aporte para indagar las posibles

relaciones entre la morfología y la funcionalidad de la cerámica (cocción, trasvasado, almacenaje, servicio de alimentos) (Ghiani Echenique, 2022). Asimismo, los modelos 3D cobran importancia en el ámbito de la comunicación de las investigaciones. En este sentido, las reconstrucciones efectuadas integrarán un panel ilustrativo en la reedición de una muestra arqueológica realizada en conjunto con el Museo Histórico de Punta Indio y también se encuentra en elaboración un video que compila los renderizados de las diferentes piezas cerámicas, destinado a las redes sociales del equipo².

¹ <https://www.blender.org/>

² Facebook: Arqueología Rioplatense, Instagram: @arqueologiarioplatense

Construcciones en estancias ganaderas

Gran parte de la zona de estudio corresponde a propiedades privadas, principalmente estancias ganaderas, cuyo auge tuvo lugar en las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del siglo XX. Se conservan en ellas construcciones como grandes cascos con jardines y numerosas dependencias y ranchos típicos, vestigios de la diversidad social del pasado. A partir de las dificultades de acceso a algunas propiedades, a la necesidad de optimizar el tiempo de toma de datos en el campo y a la oportunidad de registrar y dar a conocer a la comunidad este patrimonio rural, se comenzaron a utilizar estrategias de virtualización 3D para el abordaje de estas estructuras (García Lerena y López, 2021).

Se realizó el modelado virtual 3D generado por *Structure from Motion Multi-View Stereo* (SfM-MVS) de estructuras habitacionales pertenecientes a estancias privadas de la zona. En particular, se presentan los casos de Primera Estancia, un significativo ejemplo de patrimonio histórico rural (García Lerena y López, 2021), y de Estancia Los Mellizos, ambas en el partido de Magdalena.

El flujo de trabajo (Figura 3A-C) implica la toma de fotografías en una trayectoria circular de las estructuras con cámara en mano. El software empleado fue *Agisoft Photoscan professional 1.4.0*. Luego de preparar las fotografías, el procesamiento consistió en la alineación de las fotos identificando puntos clave entre pares de fotos que derivaron en una nube abierta y posteriormente se aplicó un algoritmo que identifica la nube de puntos 3D para obtener una nube densa. A partir de esta nube se realizó una malla, y se le agregó una textura a partir de las fotografías. Los modelos fueron escalados y georreferenciados (García Lerena y López, 2021). Como producto final se obtienen modelos 3D fotorrealistas (Figura 3D y E), que contienen el registro integral de la información gráfica y presentan el estado actual de los edificios permitiendo conocer su situación, forma y estructura. Al ser escalados, permiten realizar mediciones en gabinete, lo cual reduce el tiempo de toma de datos en el campo y permite volver

a cotejar o corroborar información faltante. También es posible eliminar selectivamente vegetación u otros objetos, realizar análisis de la orientación espacial de las paredes y la radiación solar, calcular semi-automáticamente las fracturas en muros (Hatzopoulos *et al.*, 2017) y realizar un registro integral de patologías constructivas en ortofotos (García Lerena y López, 2021). Estas ventajas aportaron a responder las preguntas arqueológicas que originaron la aplicación de esta metodología. A su vez, estos modelos pueden exportarse, alojarse en la nube³, o compartirse en redes sociales⁴ permitiendo un fácil acceso en cualquier dispositivo con internet, que facilita su divulgación y difusión.

DISCUSIÓN

Las experiencias de virtualización 3D que realizamos en el marco del equipo Arqueología Rioplatense implican distintas escalas de análisis y metodologías. Por un lado, la reconstrucción 3D de piezas cerámicas en base a la representación del perfil en fragmentos únicos o remontados y la interpretación de su continuidad hasta el eje central. Por otro lado, la digitalización de construcciones rurales a partir de fotografías, generando un modelo fotorrealista. Ambas metodologías, en un contexto de creciente uso de tecnologías digitales en la arqueología y en la digitalización del patrimonio, se caracterizan por utilizar técnicas sencillas y equipamientos accesibles. Incluso estas técnicas pueden complementarse para lograr una reconstrucción 3D sumamente precisa (Hatzopoulos *et al.*, 2017), aunque con un alto requerimiento de tiempo. Si bien no hay que soslayar cuestiones presupuestarias para adquirir equipamiento y licencias (Sokol y Salerno, 2021), en nuestro trabajo se utilizan distintas estrategias para sortear estas limitaciones, como el uso de software libres o con licencias académicas accesibles.

La incorporación de estas metodologías en la in-

³ <https://skfb.ly/6THu6> y <https://sketchfab.com/3d-models/los-mellizos-bee7d760fc7646a7a87ee6876f45bbc6>

⁴ <https://www.facebook.com/100027462424341/videos/784163902820377/>



Figura 3. A-C) Flujo de trabajo en Primera Estancia; D) Captura del modelo de la construcción de Primera Estancia; E) Captura del modelo de las construcciones de Los Mellizos.

vestigación de estructuras reduce el tiempo de toma de datos *in situ* y la consecuente retroalimentación entre el campo y el gabinete, ya que los modelos pueden ser consultados en múltiples instancias para generar nueva información o con nuevos interrogantes. Asimismo, la virtualización 3D de objetos permite realizar nuevas preguntas de investigación e interpretaciones sobre los conjuntos arqueológicos, en particular en relación a la diversidad de piezas y su funcionalidad para las sociedades del pasado. Consideramos que es necesario incorporar estas metodologías desde el inicio del proceso de investigación, orientadas a resolver preguntas concretas; no como un epílogo ilustrativo, sino como parte constitutiva de la práctica. Por otra parte, la virtualización tridimensional no sólo constituye una herramienta de investigación. También puede contribuir a la salvaguarda del patrimonio local y en su socialización con la comunidad mediante distintas acciones vinculadas a la comunicación de la ciencia. Debido a la

facilidad con que los recursos generados pueden ser compartidos por diferentes vías, amplían las posibilidades para que el patrimonio se conozca y se genere responsabilidad social en su cuidado y puesta en valor.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios y propietarias de los predios donde se ubican los sitios arqueológicos. A Víctor Coronel por la ayuda en la realización de modelos y cálculos en *Blender*. A las personas que evaluaron el trabajo por sus comentarios y sugerencias. Estas investigaciones se realizaron con subsidios otorgados por UNLP y FONCYT.

REFERENCIAS CITADAS

Barceló, J. A., Forte, M. y Sanders, D. H. (2000). The diversity of archaeological virtual worlds. En Barceló, J. A., Forte, M. y Sanders, D. H. (Eds.),

- Virtual Reality in Archaeology* (págs. 3-8). British Archaeological Reports, Archaeopress. <https://doi.org/10.30861/9781841710471>
- Carosio, S., Aguilar, J. P. y Bárcena, J. R. (2013). Reconstrucción 3D y cálculo volumétrico de recipientes cerámicos. Alcances y limitaciones para el estudio y conservación cerámica de la Tambería de Guandacol (Provincia de La Rioja). *La Zaranda de Ideas. Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología*, 9(2), 57-76.
- García Lerena, M. S. y López, L. (2021). Relevamiento del patrimonio histórico rural mediante fotogrametría (SfM-MVS) en la región pampeana argentina. "Primera Estancia" de Magdalena (Buenos Aires, Argentina). *Arqueología*, 27(2), 169-181. <https://doi.org/10.34096/arqueologia.t27.n2.7696>
- Ghiani Echenique, N. (2022). Reconstrucción virtual de piezas cerámicas del sitio arqueológico Los Tres Ombúes (partido de Punta Indio, provincia de Buenos Aires). Trabajo presentado en 5tas Jornadas Nacionales de Investigación Cerámica (JONICER).
- Ghiani Echenique, N. y León, P. (2014). Metodología 3D para la reconstrucción de formas cerámicas en contextos de cazadores-recolectores. Sitio Las Marías (Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires). En Castro Esnal, A., Funes, M. L., Grosso, M., Kuperszmit, N., Murgo, A. y Romero, G. (Eds.), *Entre Pasados y Presentes IV: Estudios Contemporáneos en Ciencias Antropológicas*, (págs. 580-595). Instituto Nacional de Antropología.
- Ghiani Echenique, N., O. Sokol y M. Lozano. (2017). Reconstrucción virtual. Un aporte a la arqueología en tres dimensiones. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano, Series Especiales*, 4(4), 20-29. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/78990>
- Hatzopoulos, J. N., Stefanakis, D., Georgopoulos, A., Tapinaki, S., Pantelis, V. y Liritzis, I. (2017). Use of various surveying technologies to 3D digital mapping and modelling of cultural heritage structures for maintenance and restoration purposes: The Tholos in Delphi, Greece. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 17(3), 311-336. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1048937>
- Izaguirre, J., Ferrari, A., Leibowicz, I. y Moyano, R. (2021). Estudio de los paisajes celestes andinos en el Valle Calchaquí Norte, Salta, Argentina: Una propuesta preliminar desde la arqueoastronomía virtual. *Comechingonia*, 25(2), 83-113. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-00272021000200083&lng=es&nrm=iso
- Lorenzo, G., López, L., Moralejo, R. y del Papa, L. M. (2018). Fotogrametría digital aplicada al análisis arqueofaunístico. *Virtual Archaeology Review*, 10(20), 70-83. <https://doi.org/10.4995/var.2019.11094>
- Martínez, M. P., Petrucci, N., Doumecq, M. B., Ghiani Echenique, N., Auge, M., García Lerena, M. S., Puentes, J., Acuña, G., Day Pilaría, F., Pochettino, M. L., Paolocá, I., Stampella, P. C. y Paleo, M. C. (2021). Desafíos y potencialidades del trabajo conjunto en territorio: reflexiones sobre el quehacer arqueológico/etnobiológico. *Actas del 12º Congreso Argentino de Antropología Social*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/133718>
- Paleo, M. C. y Pérez Meroni, M. M. (2005/2006). Dimensión social de la tecnología cerámica en sociedades cazadoras-recolectoras. *Revista do Museu Arqueologia e Etnologia*, 15-16, 73-85.
- Scopigno, R. (2012). Sampled 3D models for Cultural Heritage: which uses beyond visualization? *Virtual Archaeological Review*, 3 (5), 109-15.
- Sokol, O. y Salerno, V. (2021). Un análisis de las experiencias de virtualización 3D de materiales arqueológicos en Argentina. *Revista Inclusiones*, 8, 132-153. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8079006>
- Vázquez, F. y Díaz Pais, E. (2014). Arqueología virtual en una estancia colonial argentina. *Virtual Archaeological Review*, 5(10), 6-10.