

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/317531472>

Estado actual de la Geoarqueología en la Argentina

Article in *Intersecciones en Antropología* · June 2016

CITATIONS

4

READS

214

1 author:



Marcelo Zárate

INCITAP (CONICET-UNLPAM) Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa

163 PUBLICATIONS 3,876 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Argentina [View project](#)



Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000 Río Colorado SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO [View project](#)

Estado actual de la Geoarqueología en la Argentina

Marcelo Zárate

Recibido 25 de febrero 2016. Aceptado 30 de abril 2016

RESUMEN

En la Argentina, la Geoarqueología ha tenido un desarrollo notable en los últimos 20 años. La finalidad de esta contribución es evaluar su estado del arte y la proyección futura de los estudios en este campo interdisciplinario. Para ello, se analizan las técnicas y metodologías de las Ciencias de la Tierra empleadas en las investigaciones arqueológicas a partir de algunos trabajos seleccionados, considerados como casos ilustrativos. Para su discusión se las agrupa en las disciplinas principales (Geomorfología, Sedimentología y Estratigrafía, Pedología, Petrología y Geoquímica, Geofísica, Geocronología) que integran las Ciencias de la Tierra. El análisis efectuado revela la consolidación de la Geoarqueología como aproximación metodológica en las investigaciones, así como un incremento de la interacción geocientíficos-arqueólogos. Los cambios generados por la actividad humana, tanto presente como pasada, analizados en el marco de la discusión del Antropoceno, auguran un fortalecimiento de la investigación geoarqueológica, y el desarrollo de los estudios con enfoques integrales, transdisciplinarios.

Palabras clave: Geoarqueología; Ciencias de la Tierra; Antropoceno; Argentina.

ABSTRACT

THE PRESENT STATE OF KNOWLEDGE OF GEOARCHAEOLOGY IN ARGENTINA. During the last 20 years, Geoarchaeology experienced a remarkable development in Argentina. The main goals of the present paper are to evaluate the state of the art, and the future perspectives of geoarchaeological studies. With this purpose in mind, techniques and methodologies of Earth Sciences used in Archaeology are examined based on selected papers. The discussion is organized according to the main disciplines of the Earth Sciences (Geomorphology, Sedimentology-Stratigraphy, Petrology-Geochemistry, Pedology, Geophysics, Geochronology) used in archaeological studies. The review and analysis indicate the consolidation of Geoarchaeology as a methodological approach along with an increase in the geoscientist-archaeologist interaction. Environmental changes induced by present and past human activities considered within the framework of the Anthropocene, foresee the future strengthening of geoarchaeological research, and the development of the studies with a transdisciplinary, integrated approach.

Keywords: Geoarchaeology; Earth Sciences; Anthropocene; Argentina.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años el volumen de información generado en Geoarqueología es formidable, tanto por la diversidad de estudios y problemáticas como de áreas geográficas en las que se ha aplicado. En perspectiva temporal, la comunicación y la interacción evolucionaron desde una estrecha pasarela interdisciplinaria en la década del 90, a un

punteo ancho y sólido con fluido intercambio en la actualidad, quizás la mejor analogía para ilustrar el estado presente de este campo del conocimiento.

En las reuniones científicas de Arqueología, la Geoarqueología ya cuenta con identidad desde hace tiempo. Como ejemplo, el próximo congreso de Arqueología Argentina a realizarse en Tucumán en el 2016, incluye dos simposios sobre temáticas

Marcelo Zárate. Instituto de Ciencias de la Tierra y Ambientales de La Pampa (INCITAP). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional de La Pampa. Avenida Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, La Pampa. E-mail: marcelozarate55@yahoo.com.ar

Intersecciones en Antropología - Volumen especial 4: 07-18. 2016. ISSN 1666-2105

La Geoarqueología en la Argentina: aportes y avances.

Copyright © Facultad de Ciencias Sociales - UNCPBA - Argentina

geoarqueológicas, indicadores evidentes de la importancia que ha adquirido. Por otro lado, la Geoarqueología también ha estado presente desde hace unos cuantos años, en varias reuniones de Geología a través de contribuciones diversas, mesas redondas (e.g., Congreso Geológico de Calafate, 2002, entre las primeras) y sesiones especiales. En relación con ello, en abril de 2015 se llevó a cabo en Ushuaia, el VI Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología, reunión científica periódica que en cada una de sus ediciones agrupa un número cada vez más nutrido de investigadores y estudiantes de diversas disciplinas abocados al estudio de la evolución y formas del paisaje, así como a la historia geológica de los últimos 2,6 millones de años. El encuentro de Ushuaia incluyó una sesión temática específica que reunió nueve contribuciones geoarqueológicas sobre problemáticas diversas de varias regiones de la Argentina y también de España. Los temas abarcaron análisis líticos, procesos de formación de sitios, reconstrucciones paleoambientales, ocupación del espacio, modificaciones del paisaje, ya sea de grupos cazadores recolectores o agroalfareros. Más allá de la indudable calidad de los trabajos, la particularidad del hecho es el desarrollo de la temática en un ámbito convocante no exclusivamente arqueológico.

Los editores de este volumen especial de *Intersecciones en Antropología* –indudablemente perceptivos de la notoriedad e identidad adquirida por la Geoarqueología– gentilmente me hicieron llegar la propuesta de analizar el estado actual de la disciplina en Argentina, objetivo principal de la presente contribución. La finalidad es realizar un diagnóstico general del estado del arte de la Geoarqueología y su proyección futura. Aunque algunos autores incluyen la Paleontología (a su turno, resultado de la interacción entre Geología y Biología) como una disciplina de la Geoarqueología, por una cuestión de extensión, se excluyeron de la evaluación los aportes donde básicamente se emplearon indicadores biológicos (e.g., diatomeas, ostrácodos) en la resolución de problemas arqueológicos.

El volumen de información existente y consultado, sorprendentemente mucho mayor al esperado, incluyó diversas problemáticas. Entre las principales, integridad de los registros y por lo tanto los procesos de formación de sitios; estudios distribucionales, procedencia, calidad de materias primas líticas; reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales; prospección y ocupación del espacio geográfico y temporal; modificaciones geomorfológicas del paisaje; disponibilidad de recursos; características de suelos agrícolas prehispánicos;

evaluación de recuperación de tierras de cultivo, entre muchas otras.

Por lo tanto, de acuerdo con el objetivo planteado y dada la magnitud de la información generada en los últimos años, el análisis –lejos de ser exhaustivo– se ha basado en publicaciones seleccionadas, tanto por regiones geográficas como por problemáticas, con la intención de presentar casos considerados representativos y/o ilustrativos de la aplicación del enfoque geoarqueológico para resolver determinados problemas. Estas contribuciones son, entonces, apenas un muestrario del considerable número de trabajos existentes.

TÉCNICAS Y MÉTODOS DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA

Considerando las técnicas y metodologías geoarqueológicas empleadas en las investigaciones, esta contribución se ha estructurado según las principales disciplinas de las Ciencias de La Tierra. La finalidad ha sido práctica en función de simplificar y ordenar la evaluación. Por lo tanto, las contribuciones seleccionadas ilustran la aplicación de las disciplinas, para cuyo tratamiento se las agrupó en Geomorfología, Estratigrafía y Sedimentología, Pedología, Petrología –incluyendo Mineralogía y Geoquímica– Geofísica, Geocronología. Debe aclararse que prácticamente ninguno de los problemas arqueológicos de los trabajos seleccionados ha sido abordado a partir de las técnicas de una sola disciplina de las Ciencias de la Tierra, sino generalmente desde la integración de varias de ellas. De esta manera, es sumamente difícil obviar, por ejemplo, la investigación de un registro arqueológico sin realizar el análisis del marco contextual geomorfológico-geológico y su edad (geocronología). Al mismo tiempo, en las contribuciones se analiza generalmente más de una problemática o pregunta. Como caso ilustrativo, la integridad del registro se ha evaluado a veces a través de los procesos de formación en función de la ocupación del espacio y en un marco ambiental. En consecuencia, las técnicas empleadas son las que se han considerado destacables, aunque no exclusivas, para lograr los objetivos planteados de los trabajos seleccionados.

Geomorfología

En general, la inmensa mayoría de las contribuciones de índole geoarqueológica incluyen, en mayor o en menor medida, la utilización de técnicas y/o información geomorfológica. La historia

geomorfológica de un paisaje y los procesos involucrados en su evolución son herramientas de utilidad en la investigación arqueológica. Requiere de un conocimiento previo de la geología del área de interés para el lapso de las ocupaciones humanas (Pleistoceno tardío-Holoceno). La mayor parte del territorio argentino, sin embargo, carece de estudios de detalle de este intervalo o, si existen, es a una escala general y amplia para analizar la dinámica de las sociedades humanas del pasado. En los últimos años, los conceptos y las técnicas geomorfológicas de análisis de las formas del paisaje y su evolución han sido muy frecuentemente empleados en estudios arqueológicos. La finalidad ha sido variada: ya sea analizar los procesos de formación involucrados y la integridad de los registros, prospección arqueológica, comprender la ocupación del espacio y hasta la disponibilidad de recursos.

En la cuenca inferior del río Colorado (provincia de Buenos Aires), Martínez y Martínez (2011) examinaron las variaciones de los registros arqueológicos a partir de la utilización de evidencias geomorfológicas, así como estratigráficas, análisis sedimentarios en combinación con datos químicos y zooarqueológicos. De esta manera, la integridad y resolución de los sitios se discutieron en función de las unidades geomorfológicas del paisaje y sus edades; reconocieron así un patrón para evaluar los procesos demográficos y la dinámica poblacional a lo largo del tiempo.

Más al sur, Favier Dubois y Kokot (2011) integran evolución geomorfológica y arqueología para estudiar las actividades humanas en un paisaje costero (costa del Golfo San Matías, Patagonia, Argentina). En función de la reconstrucción de los sucesivos escenarios ambientales costeros del sector, vinculados con las fluctuaciones del nivel del mar desde el Holoceno medio, discutieron la utilización de los principales recursos marinos e interpretaron el grado de preservación del registro arqueológico.

En la península de San Julián (provincia de Santa Cruz), el estudio de Paunero y Skarbun (2011) ilustra el empleo de información geomorfológica y geología de base complementada con información ambiental, ecológica y de la estructuración de recursos para una investigación de arqueología distribucional. Con tal propósito emplearon imágenes satelitales, mapas, cartas topográficas y geológicas del área de estudio. Con la información obtenida definieron unidades analíticas sobre cuya base determinaron el diseño de las transectas de prospección.

En la estepa fueguina, una de las problemáticas arqueológicas principales es la ocurrencia frecuente

de contextos superficiales (Oría *et al.* 2014). Para comprender la significación de estos registros se llevó a cabo una caracterización geomorfológica de la zona, a fin de identificar las formas principales en las que se encontraban los materiales (costa y periferia de lagunas semipermanentes) y un análisis de los procesos geomorfológicos intervinientes (escorrentía estacional, remoción en masa y erosión-acumulación eólica); se incluyó la utilización de trampas de sedimentos para evaluar las características del material deflacionado por el viento. Con la información obtenida trataron de vincular los procesos identificados con las características del registro arqueológico. De esta manera, se evaluaron los procesos de formación de los contextos superficiales y las alteraciones que pueden sufrir los materiales (Oría *et al.* 2014).

Por su parte, Santiago *et al.* (2007) llevaron a cabo un estudio de prospección arqueológica en un área de unos 1800 km² de la cuenca inferior del río Chico (sector norte de la Isla Grande de Tierra del Fuego), sobre la base del análisis de la geomorfología de los depósitos litorales holocenos. Se consideraron las sucesivas líneas de costa, producto de las fluctuaciones del nivel del mar, y la evolución de los ambientes resultantes. A partir de ello, se identificaron sitios asignables a grupos de cazadores-recolectores en áreas alejadas del litoral actual, ubicados en paleoplayas del máximo transgresivo del Holoceno (~6000 años AP) y bordes de lagunas del interior insular.

Formas antrópicas del paisaje

Borrero (2011) señala que la historia de los humanos es la de la transformación del planeta. Según el autor, el arqueólogo trata con modificaciones intencionales del paisaje en distintas escalas. Así, todas las evidencias de ocupación humana del paisaje, ya sea desde lascas en superficie o restos de ocupación en depósitos sedimentarios, son ejemplos de transformaciones. Sin embargo, algunas son más evidentes que otras pues modifican sustancialmente el paisaje. Entre las transformaciones antrópicas más notorias tenemos la generación de formas de paisaje, ya sea de acumulación o de erosión, pues actuamos como agentes geomorfológicos de erosión, transporte y sedimentación. Para su estudio, la aproximación geoarqueológica es imprescindible. Inferir el origen antrópico de la forma es posible con la utilización de técnicas sedimentológicas y estratigráficas, que permiten reconocer el agente geomorfológico que ha intervenido, en este caso, los humanos.

En las zonas costero-litorales del Atlántico y el canal Beagle, los concheros son frecuentes geoformas de acumulación antrópica, resultado de la explotación de recursos marinos. Entre los numerosos antecedentes, se menciona la contribución de Hammond (2014), quien empleó una aproximación geoarqueológica y arqueomalacológica para analizar los procesos de formación del registro. La autora consideró los agentes tafonómicos físico-geológicos y químicos junto con los biológicos y antrópicos para interpretar las características de los restos que componen el conchero.

Los "cerritos" (también llamados *tumulus* o montículos) representan otro tipo de geoforma de acumulación, característica de la arqueología de las Tierras Bajas sudamericanas (Castiñeira *et al.* 2014 y referencias allí citadas). Estos autores las estudiaron en el delta del río Paraná, donde realizaron análisis estratigráficos, sedimentológicos y biocomposicionales con los que reconocieron atributos texturales, mineralógicos y de componentes biosilíceos propios de los cerritos. De esta manera interpretaron que las sociedades indígenas que ocuparon el área deltaica durante el Holoceno tardío seleccionaron y modificaron los fangos naturalmente disponibles, a los que adicionaron fragmentos de cerámicas, materiales orgánicos y tierras quemadas (Castiñeira *et al.* 2014).

Entre las formas del paisaje más relevantes producto de la erosión antrópica (extracción de material) se destacan las modificaciones de las redes de drenaje para irrigación y las canteras. En una escala de sitio, puede citarse también la construcción de las viviendas semienterradas o casas pozo (Medina *et al.* 2014 y referencias allí citadas), que han desempeñado el papel de receptáculos sedimentarios.

Las evidencias de sistemas de irrigación están presentes en áreas agrícolas prehispánicas del noroeste argentino (e.g., Quesada 2006, entre otros), así como en el piedemonte de los Andes centrales. En este último se ha seleccionado el sistema de irrigación del valle del Zonda, San Juan, como caso ilustrativo. Allí, Damiani y García (2011) analizaron estructuras que se extienden a lo largo de la ladera oriental de la Sierra Alta de Zonda o Sierras Azules. El estudio, producto de la colaboración de un hidrogeólogo y un arqueólogo, contempló aspectos vinculados con las características constructivas, el caudal y el funcionamiento del sistema de irrigación prehispánico. Los autores concluyeron que los constructores lo diseñaron para que mantuviera siempre un caudal constante mediante el desarrollo de un canal de caudal único (Damiani y García, 2011).

En zonas agrarias áridas y semiáridas de las provincias de Tucumán y Catamarca (valles de Tafí

y Santa María), Sampietro Vattuone y colaboradores han efectuado un considerable número de investigaciones geoarqueológicas. Recientemente, Roldán *et al.* (2015) propusieron una metodología detallada para la problemática específica de las zonas de cultivo. En su trabajo mencionan la utilidad de las técnicas empleadas tradicionalmente en Geomorfología, tales como la cartografía, incluyendo fotografías aéreas y mapas temáticos combinados a partir de un Sistema de Información Geográfico (SIG). Ello hace posible analizar la distribución espacial y características de los sitios arqueológicos (e.g., procesos, cronología relativa) en función de la dinámica del paisaje. Por otro lado, para evaluar la estabilidad geomorfológica de las terrazas de cultivo, parcelas o andenes de cultivo, proponen estudiar la sedimentación y erosión (Roldán *et al.* 2015 y referencias allí citadas).

Las canteras de cuarcitas de Tandilia, en proximidades de Barker (Buenos Aires), son un caso ilustrativo de forma de erosión producto de la extracción de materias primas líticas durante varios milenios. Las superficies están cubiertas por volúmenes de clastos de diferente tamaño, inusuales en otros afloramientos de la zona; de no haber habido investigaciones arqueológicas en el sector, habría sido difícil explicar el motivo de tanta "meteorización física", así como de la existencia de barras de canal, compuestas por núcleos y desechos de talla resultado de la actividad de extracción en las canteras de cuarcitas precámbricas, en la zona cercana del arroyo Diamante (Flegenheimer *et al.* 1996). Colombo (2011) realizó un estudio detallado de las canteras y reportó, entre otros rasgos, la existencia de pozos y apilamientos de escombros de desechos. Los grupos humanos modificaron sustancialmente la superficie del afloramiento en un área de decenas de metros y crearon de esta manera geoformas de erosión, parcialmente enmascaradas por sedimentación ulterior, y formas de acumulación (apilamiento de escombros de desecho) con relieves relativos de hasta ~1,5 metros.

Estratigrafía y sedimentología

Tradicionalmente, las técnicas de análisis sedimentológico y estratigráfico (relaciones espacio-temporales de los cuerpos sedimentarios) han sido las más empleadas en la investigación arqueológica. En la Argentina, abundan los estudios para inferir los paleoambientes y paleoclimas durante el lapso de las ocupaciones humanas, o para estudiar los contextos sedimentarios a fin de identificar procesos de formación de los registros arqueológicos. En

la región pampeana, Martínez y Gutiérrez (2011) y Johnson *et al.* (2012), entre muchos otros, analizaron los registros arqueológicos con una fuerte componente de estas disciplinas. Recientemente, para examinar la continuidad del uso del espacio durante el Holoceno, Favier Dubois (2015) integró el análisis estratigráfico-sedimentológico de cuencas fluviales de la región interserrana bonaerense. Efectuó una síntesis de los esquemas estratigráficos propuestos para la región y las características básicas de las sucesiones sedimentarias teniendo en cuenta las tasas de sedimentación relativas. De esta manera, consideró la dinámica fluvial en función de la jerarquía de los cursos para intentar explicar la distribución temporal de sitios y su abundancia relativa.

En el piedemonte andino de Mendoza, la distribución espacio-temporal del registro arqueológico se ha interpretado en función de las reconstrucciones paleoclimáticas y paleoambientales inferidas a partir del análisis estratigráfico-sedimentológico de las sucesiones aluviales y eólicas de la región (Gil *et al.* 2005). Estos autores señalaron la coincidencia entre la aparente baja utilización del espacio, inferida a partir de la escasez de sitios arqueológicos y las condiciones ambientales dominantes durante el Holoceno medio.

En el noroeste argentino, Tchilinguirian y Morales (2013), por ejemplo, han llevado a cabo una revisión, síntesis y evaluación de la información paleoambiental del Holoceno medio. La finalidad ha sido comprender la diversidad y complejidad de los ambientes en diferentes escalas espacio-temporales para comenzar a modelar la estructura de recursos disponibles para los grupos humanos. En función de ello, consideraron los registros estratigráficos analizados y los indicadores indirectos (*proxy records*), tanto geológicos como biológicos. En esta región, uno de los múltiples casos de trabajos geoarqueológicos de detalle es el de Oxman *et al.* (2013) sobre el perfil sedimentario Lapao 2 (Susques, Jujuy). A partir del análisis de indicadores geológicos (estratigrafía, sedimentología y pedología, en un marco geomorfológico) integrados a la información palinológica, caracterizaron el escenario ambiental en el que vivieron los grupos humanos durante los últimos 400 años.

En la zona de Antofagasta de la Sierra (Catamarca) se emplearon técnicas sedimentológicas, estratigráficas y geomorfológicas en un marco cronológico para el análisis de la evolución paleoambiental y de las condiciones actuales (Olivera y Tchilinguirian 2006). El objetivo ha sido evaluar

la relación existente entre el manejo de camélidos por parte de las sociedades humanas y la variabilidad de la productividad y humedad en las vegas a lo largo de los últimos 10.000 años. También para el ambiente de la Puna, Kligmann y colaboradores realizaron numerosos aportes a partir de una aproximación geoarqueológica con fuerte participación de la sedimentología. En sus contribuciones se destaca el estudio de procesos de formación de sitios, particularmente a partir de atributos morfológicos, químicos y composicionales de los sedimentos, incluyendo los componentes biológicos. Es digna de mención la incorporación de diseños experimentales en sus investigaciones geoarqueológicas. Así, con el fin de comprender e interpretar fogones arqueológicos, se llevaron a cabo análisis experimentales de las muestras de sedimentos recolectadas antes y después de la realización de eventos de combustión (Kligmann y Díaz País 2010). En esta misma línea, Kligmann y Lantos (2014) estudiaron las modificaciones potenciales que pueden sufrir los sedimentos por restos de comida. Se consideraron los cambios de color ocurridos, los contenidos residuales de materia orgánica y el fósforo de los sedimentos en un ambiente árido de la Puna catamarqueña y en la ciudad de Buenos Aires, en cada caso vinculados con diferentes sustratos (arenoso y arcilloso). Luego compararon los resultados en relación con las condiciones climáticas dominantes en ambos ambientes.

Pedología

Las técnicas pedológicas son crecientemente empleadas en la investigación arqueológica. En la región pampeana, un número significativo de sitios arqueológicos está ubicado en contextos pedológicos, de manera que comprender los procesos pedológicos y emplear las técnicas de descripción de los perfiles de suelo constituyen herramientas valiosas para analizar los registros arqueológicos. Martínez *et al.* (2015) estudiaron varios sitios ubicados en aleros y abrigos rocosos de Tandilia, en los que examinaron la estratigrafía de los depósitos sedimentarios y los suelos desarrollados. De esta manera, el análisis de los procesos pedogenéticos en los reparos rocosos de Tandilia les ha permitido a los autores comprender los procesos formadores de suelos, además de aportar datos para las reconstrucciones paleoclimáticas de la región (Martínez *et al.* 2015).

En la Puna (Antofagasta de la Sierra, Catamarca), Tchilinguirian y Olivera (2000) analizaron el sistema agrícola con regadío prehispánico del Bajo del

Coypar. El objetivo fue evaluar la prefactibilidad de recuperación de terrenos para cultivo. Sobre la base del análisis geomorfológico y geológico para establecer el marco general en el que se encuentra el sector analizado, el estudio se centralizó en los suelos (propiedades físicas, químicas, clasificación, aptitud) discriminados de acuerdo con las unidades geomorfológicas identificadas; se determinó además, la calidad de las aguas disponibles. A partir de los resultados obtenidos los autores plantearon hipótesis sobre aspectos de la explotación agrícola prehispánica. Los indicadores empleados permitieron distinguir las diferentes potencialidades de aptitud para la agricultura en los distintos sectores de la cuenca inferior del río Punilla. Por su parte, Roldán *et al.* (2015 y referencias allí citadas) han enumerado las técnicas pedológicas empleadas para la descripción e interpretación de suelos agrícolas de los valles de Tafí y Santa María.

Finalmente se menciona la potencialidad de las técnicas micromorfológicas en investigaciones arqueológicas o, en términos más amplios, el análisis petrológico de cortes delgados de sedimentos arqueológicos. Estos permiten determinar, entre otros aspectos, la presencia de material arqueológico de tamaño microscópico, sus relaciones con el material hospedante y la secuencia de procesos sedimentarios, pedológicos y diagenéticos involucrados en la formación del registro arqueológico (e.g., Sampietro Vattuone *et al.* 2005).

Petrología y Geoquímica

En las últimas décadas se ha producido un auténtico florecimiento de investigaciones geoarqueológicas orientadas a la investigación de las materias primas líticas. Existen múltiples ejemplos y números especiales de varias revistas científicas nacionales (entre ellas, *Intersecciones en Antropología*) e internacionales dedicadas a las materias primas. La finalidad, sobre todo, ha sido determinar la procedencia, aspecto (e.g., color) y calidad para inferir circuitos de movilidad e intercambios entre las sociedades del pasado. Así, se han empleado técnicas petrológicas y de identificación mineralógica para clasificar tipos litológicos, las que, junto con análisis geoquímicos de utilidad para inferir la fuente e incluso como herramienta de correlación en el caso de material volcánico, han sido los protagonistas sobresalientes.

En Patagonia, entre numerosos ejemplos, Aragón y Franco (1997) realizaron una evaluación de rocas para la talla por percusión a partir básicamente de análisis petrográficos. Eugenio

Aragón es un petrólogo de la Facultad de Ciencias Naturales de La Plata especialista en rocas ígneas de Patagonia, lo que ilustra claramente la interacción geólogo-arqueólogo.

En la región pampeana, Flegenheimer *et al.* (2003) presentaron análisis petrológicos de materias primas de sitios arqueológicos de Tandilia que fueron comparadas con rocas procedentes de la meseta del Fresco (sudoeste de La Pampa) y de Uruguay. Los resultados permitieron proponer la procedencia de una de las materias primas presentes en sitios tempranos.

Recientemente, en el centro-oeste de Argentina, Carrera Aizpitarte *et al.* (2015) llevaron a cabo un análisis petrológico específico de muestras de la meseta del Fresco. Una de las finalidades ha sido confeccionar una base de datos para comparar materiales procedentes de diferentes sitios y examinar su calidad para la manufactura lítica.

En el extremo sur de las Sierras Pampeanas, por ejemplo, Heider y Demichelis (2015) realizaron el análisis petrológico de muestras de rocas silíceas aflorantes en la loma de los Pedernales, localidad conocida en la literatura geológica con el nombre de Loma Green (sur de San Luis). El objetivo fue comparar las rocas utilizadas como materias primas de instrumentos líticos hallados en varios sitios de la región con los afloramientos del lugar indicado.

En varias regiones de la Argentina los pigmentos minerales también han sido objeto de estudio. En la región pampeana, por ejemplo, se llevaron a cabo análisis de cortes delgados y difracción de rayos X de pigmentos minerales a fin de inferir su procedencia y reconstruir circuitos de movilidad (Matarrese *et al.* 2011). En tanto, en el Macizo del Deseado, por ejemplo, se realizaron análisis mineralógicos de difracción de rayos X (DRX) procedentes de la Cueva Maripe para conocer las materias primas empleadas en la confección de las pinturas rupestres (Carden *et al.* 2014).

Por otro lado, tanto en Patagonia y en Cuyo como en el Noroeste, se emplearon fluorescencia de rayos X (XRF) y análisis de activación neutrónica (NAA) para el estudio de obsidias. Entre los múltiples ejemplos pueden citarse los trabajos de Barberena *et al.* (2011) en la cordillera patagónica, Giesso *et al.* (2011) en Cuyo y la contribución de Yacobaccio *et al.* (2002) en el noroeste argentino.

También, las técnicas petrológicas de análisis de cortes delgados y determinaciones mineralógicas de arcillas por DRX son ampliamente aplicadas en

el estudio de la cerámica (Bertolino *et al.* 2010; Tapia *et al.* 2010; Cremonte 2014). Por su parte, en la zona de la cuenca inferior del río Salado, Frère *et al.* (2012) llevaron a cabo estudios mineralógicos y granulométricos de cerámicas de la región pampeana que compararon con la composición del *loess*, la fuente de materia prima empleada para su confección.

Geofísica

La aplicación de técnicas geofísicas es de gran ayuda para la prospección arqueológica de estructuras no visibles en la superficie. Permiten identificar, sin perforar o excavar, la heterogeneidad litológica del subsuelo, la presencia de agua, minerales o estructuras. Son técnicas que no alteran o modifican el sustrato y facilitan la planificación de las excavaciones arqueológicas. De esta manera, son útiles para optimizar la inversión en tiempo y esfuerzo, y los costos financieros de una investigación arqueológica. Por ejemplo, Aguilera *et al.* (2006) emplearon tomografías eléctricas (distribución de la resistividad en una sección vertical) para realizar prospecciones en el Parque Arqueológico "Santa Fe La Vieja". Los resultados permitieron obtener indicios sobre la existencia de restos de viviendas y muros enterrados. Por su parte, Bagaloni *et al.* (2011) lo emplearon en un establecimiento rural del siglo XIX en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (sitio arqueológico La Libertad, partido de San Cayetano). Utilizaron dos técnicas de prospección geofísica: resistividad eléctrica y susceptibilidad magnética. Las ventajas obtenidas, según los autores, fueron menor alteración del registro arqueológico y una mayor superficie de cobertura, que significó la obtención de una perspectiva más amplia del sitio, tanto en sentido horizontal como vertical.

Otros casos interesantes son los realizados en Tierra del Fuego con GPR (*Ground Penetrating Radar*, radar de penetración terrestre) para prospección arqueológica. Santiago (2009) lo puso a prueba como herramienta en dos sitios en estratigrafía a cielo abierto de cazadores recolectores situados en el norte de la Isla Grande, con resultados que evidencian los alcances y limitaciones y permiten generar propuestas para continuar con su utilización.

Montes *et al.* (2012) realizaron prospección con este equipo en el cementerio de la misión salesiana "La Candelaria", próximo a la localidad de Río Grande (Tierra del Fuego, Argentina). La técnica se basa en la transmisión, reflexión y recepción de ondas electromagnéticas en un rango de frecuencias

que identifica anomalías en subsuelo. Estas anomalías, según el sustrato sedimentario, posibilitan la estimación, en forma aproximada, de las dimensiones, profundidad y orientación de objetos situados por debajo de la superficie en la que se aplicará y hace factible diferenciar zonas disturbadas (Montes *et al.* 2012).

Una interesante técnica para destacar es el análisis de las propiedades magnéticas en sitios arqueológicos. Orgeira *et al.* (2000) estudiaron sedimentos del Holoceno tardío en tres sitios arqueológicos de Bahía San Sebastián y analizaron si los parámetros magnéticos que determinan el magnetismo ambiental son señales antrópicas o climáticas. Recientemente, aunque en el sector chileno de Tierra del Fuego, en un sitio arqueológico del Holoceno tardío, Ozán y Orgeira (2015) continuaron con esta línea, integrada con análisis pedológicos (micromorfología) para determinar el origen de la señal magnética (susceptibilidad magnética natural y/o antrópica).

Geocronología

Los desarrollos metodológicos destinados a la obtención de edades numéricas integran uno de los campos del conocimiento que más han evolucionado en las últimas décadas. Ante la necesidad de contar con edades de mayor precisión y exactitud, han aparecido nuevas técnicas; entre otras, la termoluminiscencia (TL), la luminiscencia ópticamente estimulada (OSL; *optical stimulated luminescence*), y se han perfeccionado las existentes. Este último es el caso de las dataciones radiocarbónicas, las más empleadas aún en arqueología, ya sea obtenidas por AMS (*accelerator mass spectrometry*) o a través de las técnicas convencionales; ambas han sido modificadas y adaptadas y, por lo tanto, las edades resultantes han sido cada vez más ajustadas. De esta manera, las mismas muestras pueden ser datadas con técnicas de última generación y su significado, discutido en el marco de la interpretación de los procesos de formación de sitios. El marco teórico que sustenta los métodos de datación disponibles requiere de un especialista, el geocronólogo, que conoce y comprende los alcances y limitaciones de la técnica que aplica. En conjunto con quien extrajo la muestra (arqueólogo, geólogo), pueden llegar a una interpretación rigurosa de la relación muestra-evento. A diferencia de lo que sucedía en décadas pasadas, el geocronólogo se ha convertido en un protagonista clave de las investigaciones. Para ilustrar el caso, se menciona la contribución de Steele y Politis (2009), quienes analizaron el

significado de dataciones radiocarbónicas en restos óseos de fauna extinguida en sitios arqueológicos de la región pampeana y de Patagonia con la técnica de AMS, pero más ajustada en relación con las que se habían empleado anteriormente.

CONSIDERACIONES FINALES

Indudablemente, y aunque apenas se han mencionado algunas, las contribuciones ilustran la expansión y afianzamiento de la utilización de las técnicas y métodos de las Ciencias de la Tierra para resolver problemas arqueológicos. En algunas áreas geográficas hubo mayor número de estudios que en otras. En parte, es un indicador de los grupos de investigación existentes, de la accesibilidad profesional y de la mayor comunicación e interacción disciplinaria. En Tierra del Fuego, el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) es un ejemplo ilustrativo donde la interacción arqueólogos-geocientíficos está altamente favorecida por la existencia de un grupo de investigaciones cuyo objeto de estudio principal es la historia geológica fueguina durante el Cuaternario, con una amplia representación areal de registros geológicos de las últimas decenas de miles de años. Hay coincidencia de intereses y preguntas, en muchos casos, entre arqueólogos y geólogos del Cuaternario cuya interacción es imprescindible para dilucidar problemas en las mismas escalas temporales y espaciales. El grupo del INCUAPA de Olavarría, que tuvo como antecedente pionero el trabajo de Fidalgo *et al.* (1986) en Arroyo Seco, es otro caso en que el equipo de investigación incluye geoarqueólogos. Lo mismo puede resaltarse de las investigaciones arqueológicas del noroeste argentino con grupos consolidados en la temática que abarcan, además, el dictado de cursos, como en la Universidad de Tucumán.

En un número mayoritario de los trabajos seleccionados, quienes participaron de las investigaciones han sido geocientíficos (petrólogos, geofísicos, pedólogos, sedimentólogos, geomorfólogos) o geoarqueólogos. La inclusión de geólogos y otros especialistas de Ciencias de la Tierra es ahora una constante en una inmensa mayoría de las investigaciones arqueológicas. Los estudios requieren análisis petrológicos, geoquímicos, mineralógicos, sedimentológicos, geocronológicos y geomorfológicos para establecer áreas de procedencia de materias primas, la precisa ubicación espacio-temporal de las ocupaciones humanas del pasado, la comprensión del uso del espacio físico, los procesos de formación de sitios y la integridad del registro,

el acotamiento temporal, la generación de formas antrópicas y la finalidad de estas.

Otro indicador del desarrollo alcanzado son las tesis doctorales realizadas y en ejecución con temas de Geoarqueología, además, es el tópico de investigación principal de varios investigadores. Un hecho muy destacable es la creación del grupo de geoarqueólogos sudamericano (*Grupo de Estudios Geoarqueológicos da América Latina- GEGAL, na América do Sul*), que desde hace varios años convoca encuentros en el marco de diferentes reuniones científicas a escala continental. Agrupa un nutrido conjunto de investigadores y especialistas de varios países. Su más reciente contribución ha sido *Geoarqueologia na America do Sul*, libro organizado por Julio César Rubin, Cristian Favier Dubois y Rosicler Theodoro Da Silva (2015), que comprende 15 trabajos con problemáticas diversas de la Argentina, Brasil, Colombia y Uruguay. Los casos de la Argentina, varios de los cuales se citaron en la presente contribución, han sido ejemplos del estado actual de problemas abordados con un enfoque geoarqueológico.

Es muy posible que las próximas décadas sean testigo de una colaboración aún más estrecha reflejada en una mayor expansión de la aproximación geoarqueológica, básicamente por el rumbo general que ha tomado la investigación en el campo de las Ciencias Ambientales. En el contexto de la Arqueología de la transformación (Borrero 2011), a partir de la revolución del Neolítico, nuestras acciones han modificado sustancialmente y hasta en forma irreversible el ambiente a escala regional con la creación de paisajes antrópicos por excelencia, el paisaje urbano (*cityscape*). Los drásticos cambios generados por una sola especie durante el Holoceno no tienen precedentes. Hemos modificado las redes de drenaje, la composición de las aguas continentales, los suelos; ocupamos todos los ambientes terrestres, incluida la Antártida en el último siglo. ¿Cuál es el papel que jugamos en el cambio climático? A tal punto se ha llegado que la discusión actual es si diferenciamos una nueva unidad cronoestratigráfica, el Antropoceno, tema de debate en plena efervescencia (Waters *et al.* 2016). Entre otras cuestiones, se plantea cuál es el límite. Evidentemente, la visión arqueológica es fundamental en este debate. De manera que lo que puede vislumbrarse para el futuro es un incremento de la cooperación arqueólogos-geocientíficos. Están dadas las condiciones e incluso exceden la resolución de un problema arqueológico; simplemente se plantean interrogantes que son generales y necesitan del aporte de la mayor cantidad de disciplinas. Así, la

perspectiva geoarqueológica se convertiría en un ámbito óptimo para desarrollar las interacciones requeridas, de manera que probablemente se evolucionara hacia un enfoque transdisciplinario. Uno de los trabajos citados en esta contribución (Bagaloni *et al.* 2011) enmarca el estudio geoarqueológico realizado como transdisciplinario, aspiración a un conocimiento lo más completo posible.

Lo expuesto permite afirmar que la Geoarqueología ha adquirido identidad y peso propio en la comunidad científica. De la naciente y juvenil etapa que se vislumbraba en la década de 1980, a partir del trabajo referencial de Fidalgo *et al.* (1986), ha pasado a un estado de consolidación avanzada. Las condiciones están dadas para un mayor afianzamiento y desarrollo en los próximos años. Así entonces, el diagnóstico resultante señala que la Geoarqueología en la Argentina goza de excelente salud y vigor.

Agradecimientos

El autor agradece la invitación de los editores de este volumen especial para realizar una evaluación de la disciplina en cuestión, una oportunidad excelente que me permitió explorar y descubrir –para mi gratísima sorpresa– el crecimiento de la colaboración interdisciplinaria. Mi reconocimiento especial, además, a Mónica Salemme, una de las editoras, por sus opiniones y colaboración durante la preparación del manuscrito, y especialmente por su paciencia. También a Débora Kligmann, Cristian Favier Dubois, Nora Flegenheimer, Adolfo Gil, Gustavo Neme, David Aguilera, Alejandro García, Magdalena Frère, Isabel González, Beatriz Cremonte y Adriana Mehl por haber facilitado bibliografía. Un reconocimiento especial a Milena Sesar por la edición. Finalmente, a todos los colegas arqueólogos con quienes he interactuado en estos años.

REFERENCIAS CITADAS

- Aguilera D., A. Giaccardi, M. T. Carrara, N. De Grandis, D. Membrives y D. Códega
2006 Prospección geoelectrica en manzana 38 del Parque Arqueológico "SFLV", Cayastá, Pcia. de Santa Fe. Estudios de Arqueología Histórica. Investigaciones argentinas pluridisciplinarias. 2° Congreso de Arqueología Histórica Argentina: 259-267. Río Grande, Tierra del Fuego.
- Aragón, E. y N. V. Franco
1997 Características de rocas para la talla por percusión y propiedades petrográficas. *Anales del Instituto de la Patagonia. Serie Ciencias Humanas* 25: 187-199.
- Bagaloni V., N. Perdomo, S. y J. Ainchil
2011 Geoelectric and magnetic surveys at La Libertad archaeological site (San Cayetano County, Buenos Aires Province, Argentina): A transdisciplinary approach. *Quaternary International* 245 (1): 13-24.
- Barberena, R., A. Hajduk, A. F. Gil, G. Neme, V. Durán, M. D. Glascock, M. Giesso, K. Borrazzo, M. Paz Pompei, M. L. Salgán, V. Cortegoso, G. Villarosa, A. Rughin
2011 Obsidian in the south-central Andes: Geological, geochemical, and archaeological assessment of north Patagonian sources (Argentina) *Quaternary International* 29: 25-36.
- Bertolino, S., U. Zimmermann, V. Galván y A. Laguens
2010 Composición mineralógica y química y posible proveniencia de cerámica pre y post-hispánica del valle del Rio Copacabana, NO de Córdoba. En *La arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, R. Cattaneo y A. D. Izeta, pp. 35-42, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades, Córdoba.
- Borrero, L.
2011 The archaeology of transformation. *Quaternary International* 245 (1): 178-181.
- Carden, N., R. Blanco, D. Poiré, C.I. Genazzini, L. Magnin y P. J. García
2014 Análisis de pigmentos minerales del Macizo del Deseado: El abastecimiento de materias primas y la producción de pinturas rupestres en Cueva Maripe (Santa Cruz, Argentina) *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXXIX (2): 483-508.
- Carrera Aizpitarte, M., M. Berón y A. Blasi
2015 Study of siliceous outcrops of Meseta del Fresco, La Pampa, Argentina. *Quaternary International* 375 (21): 27-43.
- Castiñeira, C., A. Blasi, M. Bonomo, G. Politis y E. Apolinaire
2014 Modificación antrópica del paisaje durante el Holoceno tardío: las construcciones monticulares en el delta superior del río Paraná. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71 (1): 33-47.
- Colombo, M.
2011 El área de abastecimiento de las ortocuarcitas del grupo Sierras Bayas y las posibles técnicas para su obtención entre los cazadores y recolectores pampeanos. *Intersecciones en Antropología* 12: 231-243.

- Cremonte, M. B.
2014 Yavi-Chicha and the Inka expansion: a petrographic approach. *Antiquity* 88 (342): 1261-1274.
- Damiani, O. y A. García
2011 El manejo indígena del agua en San Juan (Argentina): Diseño y funcionamiento del sistema de canales de Zonda. *Multequina* 20: 27-42.
- Favier Dubois, C. M.
2015 Continuidades y discontinuidades: El sesgo arqueológico del Holoceno medio en los valles pampeanos (Argentina) desde una mirada geoarqueológica. En *Geoarqueología na America do Sul*, organizado por J. C. Rubin, C. Favier Dubois, R. T. da Silva, pp. 91-108. Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiás, Brasil.
- Favier Dubois, C. y R. Kokot
2011 Changing scenarios in Bajo de la Quinta (San Matías Gulf, Northern Patagonia, Argentina): Impact of geomorphologic processes in subsistence and human use of coastal habitats. *Quaternary International* 245: 103-110.
- Fidalgo, F., L. Meo Guzmán, G. Politis, M. Salemme y E. P. Tonni
1986 Investigaciones arqueológicas en el sitio 2 de Arroyo Seco (Partido de Tres Arroyos, Provincia de Buenos Aires, República Argentina). En *Peopling of America*, editado por A. Bryan, pp. 221-270. Orono, EEUU.
- Flegenheimer, N., S. Kain, M. Zárate y A. Barna
1996 Aprovechamiento de cuarcitas en Tandilia, las canteras del Arroyo Diamante. *Arqueología* 6: 117-141.
- Flegenheimer, N., C. Bayón, M. Valente, J. Baeza y J. Femenias
2003 Long distance tool stone transport in the Argentinean Pampas. *Quaternary International* 109-110: 49-64.
- Frère, M. M., M. I. González, D. Chan y M. Flores
2012 Petrografía de la alfarería arqueológica del río Salado Bonaerense. *Comechingonia* 16 (2): 115-137.
- Giesso, M., V. Durán, G. A. Neme, M. D. Glascock, V. Cortegoso, A. F. Gil y L. Sanhueza
2011 A study of obsidian source usage in the central Andes of Argentina and Chile. *Archaeometry* 53 (1): 1-21.
- Gil, A., M. Zárate y G. Neme
2005 Mid-Holocene Paleoenvironments and the archaeological record of southern Mendoza, Argentina. *Quaternary International* 132: 81-94.
- Hammond, H.
2014 Taphonomic analysis of archaeomalacological assemblages: shell middens on the northern coast of Santa Cruz (Patagonia, Argentina). *Intersecciones en Antropología* 15 (1): 21-34.
- Heider, G. y A. Demichelis
2015 Loma de Los Pedernales, a local raw material source in the North of Pampa Seca, Argentina. *Quaternary International* 375: 3-12.
- Johnson, E., V. T. Holliday, G. Martínez, M. A. Gutiérrez y G. Politis
2012 Geochronology and Landscape Development in the Middle Río Quequén Grande at the Paso Otero Locality, Pampa Interserrana, Argentina. *Geoarchaeology: An International Journal* 27: 300-323.
- Kligmann, D. y E. Díaz País
2010 Caracterización físico-química de sedimentos provenientes de fogones experimentales. En *La arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, R. Cattaneo y A. D. Izeta, pp. 305-310. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades. Córdoba, Argentina.
- Kligmann, D. y I. Lantos
2014 On stews and sediments. En *Physical, chemical and biological markers in Argentine archaeology: theory, methods and applications*, editado por D. Kligmann y M. R. Morales, pp. 131-146. BAR International Series 2678. Archaeopress, Oxford.
- Martínez, G. y M. A. Gutiérrez
2011 Paso Otero 5: A summary of the interdisciplinary lines of evidence for reconstructing early human occupation and paleoenvironment in the Pampean region, Argentina. En *Peuplements et Préhistoire de l'Amérique*, editado por D. Vialou, pp. 271-286. Muséum National d'Histoire Naturelle, Département de Préhistoire, París.
- Martínez, G. y G. A. Martínez
2011 Late Holocene environmental dynamics in fluvial and aeolian depositional settings: Archaeological record variability at the lower basin of the Colorado river (Argentina) *Quaternary International* 245 (1): 89-102.
- Martínez, G. A., D. L. Mazzanti y M. V. Bernasconi
2015 Procesos pedogenéticos en cuevas y aleros de Tandilia oriental En *Geoarqueología na America do Sul*, organizado por J. C. Rubin, C. Favier Dubois, R. T. da Silva, pp. 109-140. Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiás, Brasil.

- Matarrese, A., V. Di Prado y D. Poiré
2011 Petrologic analysis of mineral pigments from hunter-gatherers archaeological contexts (Southeastern Pampean region, Argentina). *Quaternary International* 245: 2-11.
- Medina, M. E, S. Pastor, E. Berberían
2014 "Es gente fácil de moverse de una parte a otra". Diversidad en las estrategias de subsistencia y movilidad prehispánicas tardías (Sierras de Córdoba, Argentina). *Complutum* 25 (1): 73-88.
- Montes, A., M. Salemme, F. Santiago y R. Guichón
2012 Prospección con GPR (Ground Penetrating Radar) en el cementerio de la misión Salesiana, Río Grande (Tierra del Fuego, Argentina). *Comechingonia* 16 (1): 261-272.
- Olivera D. y P. Tchilinguirian
2006 Humedales de altura y capacidad de sustentación para camélidos (Antofagasta de la Sierra, Catamarca, Argentina). *IV Congreso Mundial sobre Camélidos*. Santa María, Catamarca. En <http://www.vicam.org.ar/publi/BorgiaArzamendiaCongresoCamelidos.pdf> (25 febrero 2016).
- Orgeira, M. J., C. Favier Dubois, A. M. Walther y C. A. Vásquez
2000 Magnetismo ambiental en sedimentos holocenos tardíos de bahía San Sebastián (Tierra del Fuego): impacto climático y/o ¿señal antrópica? *Revista Cuaternario y Ciencias Ambientales* 4: 71-79.
- Oría, J., M. L. Villarreal, A. Coronato, M. Salemme y R. López
2014 Geoarqueología en la Estepa Fueguina, sur de Argentina. Efectos de los procesos geomorfológicos sobre material arqueológico de superficie. *Revista de la Sociedad Geológica de España* 27 (2): 51-68.
- Oxman, B.I., H. D. Jacobaccio, L. Lupo y P. Tchilinguirian
2013 Primeros estudios paleoambientales en Lapao 2 (Puna seca) y la señal de la Pequeña Edad de Hielo. *Anuario de Arqueología* 5: 375-390.
- Ozán, I. L. y M. J. Orgeira
2015 Propiedades magnéticas y micromorfología de suelos en el sitio arqueológico Marazzi 2, Isla Grande de Tierra del Fuego, Chile. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 72 (2): 251-264.
- Paunero, R. y F. Skarbun
2011 Reserva Península de San Julián: estudios arqueológicos distribucionales en una particular geoforma marina. *Magallania* 39 (1): 253-264.
- Quesada, M.
2006 El diseño de las redes de riego y las escalas sociales de la producción agrícola en el 1^{er} milenio DC (Tebenquiche Chico, Puna de Atacama). *Estudios Atacameños* 31: 31-46.
- Roldán, J., M. M. Sampietro Vattuone, M. G. Maldonado y J. L. Peña Monné
2015 Metodología geoarqueológica para el estudio de áreas agrícolas en zonas semiáridas de Latinoamérica. En *Geoarqueología na América do sul*, organizado por J. C. Rubin, C. Favier Dubois, R. T. da Silva, pp. 357-383 Biblioteca da Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiás, Brasil.
- Rubin, J. C., C. Favier Dubois y R. Theodoro da Silva (organizadores)
2015 *Geoarqueología na América do sul*. Biblioteca da Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiás Brasil.
- Sampietro Vattuone, M. M., J. M. Sayago y R. Kemp
2005 Soil micromorphology and anthropic impact in Tafí valley Northwest Argentina. *Geoarcheological and Bioarcheological Studies* 3: 37-42.
- Santiago, F.
2009 Dos sitios del norte de Tierra del Fuego "sondeados" con GPR: Río Chico 1 y La Arcillosa 2. En *Entre Pasados y Presentes II Estudios Contemporáneos en Ciencias Antropológicas*, editado por T. Bourlot, D. Bozzuto, C. Crespo, N. Kuperszmit y A. Hecht, pp. 171-183. Fundación Félix de Azara, Buenos Aires.
- Santiago, F. C., G. G. Bujalesky y M. C. Salemme
2007 Prospección arqueológica en la cuenca del río Chico, Tierra del Fuego, Argentina. En *Arqueología de Fuego-Patagonia. Levantando piedras, desenterrando huesos... y develando arcanos*, editado por F. Morello, M. Martinic, A. Prieto y G. Bahamonde, pp. 357-363. Centro de Estudios del Cuaternario de Fuego, Patagonia y Antártica (CEQUA), Punta Arenas, Chile.
- Steele, J. y G. Politis
2009 AMS ¹⁴C dating of early human occupation of southern South America. *Journal of Archaeological Science* 36: 419-429.
- Tapia, A. H., A. M. Aguerre y P. Solá
2010 Primeros análisis petrográficos de la cerámica del norte y oeste de La Pampa. En *La Arqueometría en Argentina y Latinoamérica*, editado por S. Bertolino, S., R. Cattaneo y A. D. Izeta, pp. 109-116. Editorial de la Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

- Tchilinguirian, P. y M. Morales
2013 Mid-Holocene paleoenvironments in Northwestern Argentina: Main patterns and discrepancies. *Quaternary International* 307 (12): 14-23.
- Tchilinguirian, P. y D. Olivera
2000 De aguas y tierras: aportes para la reactivación de campos agrícolas arqueológicos en la Puna argentina. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* XXV: 99-118.
- Waters, C. N. J., C. Zalasiewicz, A. D. Summerhayes, C. Barnosky, A. Poirier, A. Gałuszka, M. Cearreta, E. C. Edgeworth, M. Ellis, C. Ellis, R. Jeandel, J. R. Leinfelder, D. McNeill, W. Richter, J. Steffen, D. Syvitski, M. Vidas, M. Wagnreich, A. Williams, J. Zhisheng, E. Grinevald, N. Odada, A. Oreskes y P. Wolfe
2016 The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351 (6269): 1-10, doi: 10.1126/science.aad2622.
- Yacobaccio, H., P. Escola, M. Lazzari y F. Pereyra
2002 Long distance obsidian traffic in Northwestern Argentina. En *Geochemical Evidence for Long-Distance Exchange*, editado por M. Glascock, pp. 167-204. Bergin & Garvey, Westport, Connecticut.