

José Sánchez Labrador (1717-1798) y la Geología del *Paraguay Natural*

Eduardo G. OTTONE¹

Abstract.- JOSÉ SÁNCHEZ LABRADOR (1717-1798) AND THE GEOLOGY OF *PARAGUAY NATURAL*.- Sánchez Labrador was a prolific author of texts on Catholic doctrine, art, Guaraní language, anthropology, agriculture and natural sciences. A title of worth in this last subject is Sánchez Labrador's *Paraguay Natural* (unpublished manuscript, Ravenna, 1771). The first part of Sánchez Labrador's *Paraguay Natural* is divided in three books. Book one, mostly dealing with minerals, also includes descriptions of rocks and fossil invertebrates. In book two, dealing with rivers and the water properties, Sánchez Labrador referred that the Paraná and Uruguay rivers were capable of petrifying wood and bone, and compared the great bones of the Carcarañá river mouth with the remains of elephants or whales. The book three deals with meteorology, earthquakes and volcanoes. The first part of *Paraguay Natural* constitutes thus a bench-mark to the Cuenca del Plata geological knowledge.

Key words.- Jesuits. Sánchez Labrador. Geology. Cuenca del Plata.

Resumen.- JOSÉ SÁNCHEZ LABRADOR (1717-1798) Y LA GEOLOGÍA DEL *PARAGUAY NATURAL*.- Sánchez Labrador fue un autor prolífico de textos de doctrina católica, arte, idioma guaraní, antropología, agricultura y ciencias naturales. Un título destacado en este último sujeto es su *Paraguay Natural* (manuscrito inédito, Rávena, 1771). La primera parte del *Paraguay Natural* está dividida en tres libros. El libro primero mayormente se ocupa de minerales, aunque también incluye descripciones de rocas y fósiles. En el libro segundo, que trata principalmente sobre los ríos y las propiedades del agua, Sánchez Labrador refiere que los ríos Paraná y Uruguay eran capaces de petrificar madera y hueso, comparando además los grandes huesos de la desembocadura del Carcarañá con restos de elefantes o ballenas. El libro tercero trata sobre meteorología, terremotos y volcanes. La primera parte del *Paraguay Natural* constituye entonces un punto de referencia ineludible para el conocimiento geológico de la Cuenca del Plata.

Palabras clave.- Jesuitas. Sánchez Labrador. Geología. Cuenca del Plata.

Introducción

1

La *Societatis Iesu* (Compañía de Jesús), que fuera creada por Íñigo (Ignacio) de Loyola (1491-1556) en la primera mitad del siglo XVI, actuó activamente en la propagación del catolicismo en África, América y Asia (Lécrivain 2005), practicando además una importante actividad científica (O'Malley *et al.* 1999, 2006; Feingold 2002, 2003; Romano 2002, 2005; de Asúa 2003; Millones Figueroa y Ledezma 2005; Harris 2005; Bermeo 2007).

Los jesuitas llegaron a Sudamérica a mediados del siglo XVI, estableciéndose en la Cuenca del Plata a comienzos del siglo XVII donde fundaron las Reducciones Jesuíticas. En estos poblados, emplazados en el noreste de Argentina, sur de Brasil y Paraguay, unos pocos sacerdotes convivieron con cientos de indígenas guaraníes hasta que la Compañía fuera expulsada de estos territorios por el rey Carlos III (1716-1788) en 1767 (Gálvez 1995).

Los jesuitas de las misiones son principalmente reconocidos por su legado arquitectónico y artístico, sin embargo, no menos importantes son sus escritos que incluyen relatos históricos y etnográficos, libros de catecismo y gramáticas, junto a descripciones de la geología, la fauna y la flora (Furlong 1933, 1948, 1969, 1970; Sainz Ollero *et al.* 1989; Mañé Garzón 1996; de Asúa 2003; Huffine 2005; Anagnostou 2005; Ottone 2007).

José (Joseph) Sánchez Labrador (1717-1798) nació en el pueblo manchego de La Guardia. Luego de ingresar en la Compañía arribó a Buenos Aires ordenándose como sacerdote. Fue profesor en Córdoba y Asunción de donde pasó a las misiones en 1746. Luego del extrañamiento de 1767, Sánchez Labrador fue llevado

¹ 1 Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón n° 2 Ciudad Universitaria, C. P. C1428EHA, Buenos Aires, Argentina. E-mail: ottone@gl.fcen.uba.ar

a Europa junto a más de setenta jesuitas, recalando finalmente en Ravenna, donde redactó, o terminó de redactar, una gran cantidad de textos sobre doctrina católica, arte, gramática guaraní, antropología, agricultura y ciencias naturales, entre los que se destaca *Paraguay Natural*, obra dedicada a la historia natural de la Cuenca del Plata. El *Paraguay Natural* es una obra dividida en cuatro partes. La primera parte está reservada a la descripción física y geológica de la región, la segunda es sobre botánica, la tercera incluye tres libros sobre mamíferos, aves y peces, y la última trata los anfibios, reptiles e insectos (Furlong 1931, 1948, 1957, 1960; Ruiz Moreno 1948; Sainz Ollero y Sainz Ollero 1997; Sainz Ollero *et al.* 1989). Los libros sobre aves y peces, junto a aquellos pasajes de la obra referidos a temas médicos son los únicos éditos (Ruiz Moreno 1948; Sánchez Labrador 1968).

La geología del *Paraguay Natural*

La primera parte del *Paraguay Natural* incluye tres libros. El primero trata sobre sedimentos, minerales, rocas y fósiles. El segundo se refiere a las propiedades del agua y describe ríos, lagos y manantiales, ocupándose también de los fósiles. El tercer libro es básicamente un tratado meteorológico pero se ocupa también de volcanes y terremotos (Sánchez Labrador 1771). El texto está dividido entonces en tres libros, I, II y III, y a su vez, cada uno de ellos, en párrafos correlativamente numerados en arábigos; hay muy pocas ilustraciones acompañando el texto. En este artículo figuran encomilladas las transcripciones textuales y entre paréntesis, luego de cada cita y a fin de referenciarla, los números de libro y párrafo.

En la Introducción, Sánchez Labrador delinea la temática general de la obra a la vez que reivindica el método científico seguido por los discípulos de Isaac Newton (1643-1727) que, por medio del análisis e inspección minuciosa de los fenómenos, determina las causas próximas y singulares de los mismos y luego, por medio de la inducción, las causas y leyes generales de la naturaleza (I, 39).

El texto abunda en citas de autores clásicos como Aristóteles (384-322 a. c.), Estrabón (63 a. c.- 19) o Plinio el Viejo (23-70); científicos renacentistas como Gabrielle Fallopio (1523-1562), Giovanni Cassini (1625-1712) y, sobre todo, Robert Boyle (1627-1691); jesuitas europeos destacados por sus estudios del mundo natural como Athanasius Kircher (1602-1680) y Juan E. Nieremberg (1595-1658); jesuitas que misionaron en Sudamérica como Alonso de Ovalle (1603-1651), Lodovico A. Muratori (1672-1750) y Buenaventura Suárez (1679-1750); autores de enciclopedias como el benedictino Benito G. Feyjoó y Montenegro (1676-1764) y Jacques Ch. Valmont de Bomare (1731-1807); y por último, autores de textos específicos sobre geología entre los que se destaca Alvaro Alonso Barba (1569-1662), autor de *Arte de los Metales*, uno de los primeros libros sobre minería en Sudamérica (Alonso Barba 1640), Georgius Agricola (1494-1555), Jean E. Gettard (1715-1786) y Johann G. Lehmann (1719-1767).

El *Paraguay Natural* dedica, a comienzos del libro primero, un capítulo a las montañas; allí el autor refiere que la tierra es heterogénea y está formada por capas o estratos (I, 114), ricos a veces en petrificaciones animales y vegetales (I, 130), y que los montes pueden ser antiguos o antediluvianos, formados bien por compresión o dilatación del terreno (I, 141), o posteriores al Diluvio, formados por vulcanismo (I, 143).

Las “sustancias terrestres” se dividirían, según Sánchez Labrador, en siete clases: “tierras, fósiles, piedras, tierras o piedras de minas, minerales, metales y cuerpos o sustancias extrañas” (I, 170). El concepto de “tierra” no queda claramente explicitado en el texto aunque sería equivalente a lo que se entiende por sedimento, sin embargo, el autor también caracteriza como capas de tierra a los distintos bancos de sedimentitas poco consolidadas que afloran en las barrancas del río Paraná (I, 173) o en pozos hechos en Buenos Aires (I, 174). Entre las diferentes “tierras” menciona a la tierra franca o negra, buena para el cultivo; la marga o *ybimoroti*, presente en algunas reducciones (I, 196), especie de greda o caliza buena para abono (I, 198); la arcilla o *naú* (I, 233), muy útil en alfarería y para hacer ladrillos (I, 236); el cieno o *tuyú* (I, 247), común en sumideros o tembladerales; la tierra torba, que no es más que la turba, común en Patagonia e Islas Malvinas (I, 251); y la arena que es una “tierra” muy común en la región (I, 257). El autor define la arena como un cuerpo seco, duro al tacto, formado por granos más o menos grandes, impenetrables al agua y cuyas “partes o masas” tienen poca adherencia (I, 258); la arena puede ser cuarzosa, típica de médanos, calcárea o de conchillas, y arcillosa (I, 259); y es de suma utilidad, ya que cuando se encuentra bajo la tierra hace los terrenos porosos, aptos para constituirse en buenos reservorios acuíferos (I, 269), en tanto que hallada en niveles más superficiales propicia tierras francas para el cultivo (I, 270); la arena se usa además en la construcción (I, 271).

Sánchez Labrador utiliza la palabra “fósil” en un sentido clásico, semejante al que le diera Plinio el Viejo, a comienzos de la era cristiana, en *Naturalis Historiae* (Plinio el Viejo 1993); desde un punto de vista etimológico, la palabra “fósil” deriva del latín *fossilis* que significa “que se saca de la tierra”; en tanto que *fossilis* es a su vez la traducción de la palabra griega *oryktós*, ya usada por Aristóteles (1996) en el libro tercero de *Meteorologiká*. Sánchez Labrador considera entonces que hay “fósiles” que no pertenecen a la tierra, tales como ciertas producciones del reino vegetal y animal como las conchillas (I, 316), y otros “fósiles” propios de la tierra en los que ubica a algunos

elementos que a su entender no son fáciles de clasificar entre los metales, minerales y piedras, tales como la sal y el azufre (I, 317).

Acerca de la sal común, menciona que las reducciones se aprovisionaban de ésta en Yapeyú, donde, cerca del río Miriñay, había buenas salinas (I, 326); se refiere luego a la regularidad de los cristales de sal (I, 333); sostiene que el origen de las salinas estaría en el Diluvio Universal (I, 335); y señala, por último, la utilidad de la sal para evitar la descomposición de los alimentos (I, 345), como antifatulento (I, 346) y como antiescorbútico (I, 350).

La caparrosa (nombre genérico por el que se conocen varios sulfatos de cobre, hierro o zinc) es otro de los “fósiles” mencionados en el texto. Sánchez Labrador la caracteriza por poseer cristales romboidales y por su sabor astringente (I, 351). El autor se refiere principalmente a la caparrosa verde, presente en las misiones (I, 356), que define como una sal ácida formada por corrosión del hierro o el cobre (I, 357), muy útil en la confección de tinturas (I, 360), y, en especial, tinta de escribir (I, 361), a la que da su color negro (I, 374).

El alumbre (nombre con el que se conoce a los sulfatos dobles de aluminio y otro metal, que por lo general suele ser potasio), según Sánchez Labrador, puede ser natural o artificial (I, 397), obteniéndose en este caso a partir de la pirita (I, 401). El alumbre fija los colores de los tintes (I, 404), en tanto que como medicamento, ayuda a curar las escaras y mezclado con sangre de drago (*Croton urucurana* Baillon, Euphorbiaceae) es estíptico, o sea, usado para detener hemorragias (I, 408).

El salitre o nitro (nitrato potásico) es, según el autor, una sal de cristales hexagonales y sabor amargo (I, 443), bastante común en las misiones (I, 448). Por otro lado, el azufre se define en el texto como una sustancia sólida, insoluble, inflamable, de olor desagradable (I, 462), que puede tanto encontrarse nativo (I, 463) o bien extraerse de “tierra azufrosa” (I, 464); tiene usos diversos, sirviendo para blanquear la seda (I, 467), y principalmente, junto a salitre y carbón, para confeccionar pólvora (I, 483).

Las “piedras” son definidas por Sánchez Labrador como sustancias terrestres insolubles que, a diferencia de los metales, no son maleables ni fusibles; las hay blandas como el talco, porosas como la piedra pomez y muy duras como el ágata (I, 539); pueden ser comunes o preciosas (I, 541). Entre las comunes está la piedra esmeril (variedad de corindón con mica y óxidos de hierro), piedra muy dura conocida en las misiones como *yaratá* (I, 550), usada para labrar piedras preciosas (I, 554); el pedernal (sílice amorfo o criptocristalino), conocido en las misiones como piedra del fuego o *tata itá* (I, 557), usado en chisperos (I, 563); y la piedra amoladera o de afilar, una arenisca fina, compacta, conocida como *itaaymbé* (I, 567) o *itaquí* cuando no tan compacta (I, 568), ambas comunes en las misiones, y en el caso de esta última, muy usada en construcción (Sustercic 2004).

Otra de las “piedras” descritas por Sánchez Labrador es el “mármol”, cuyo nombre no emplea en sentido moderno, sino como sinónimo de caliza (I, 577); se trata de una “piedra” que está comunmente formada por conchillas marinas y otros elementos calcáreos (I, 578), presente en las misiones (I, 584). En un apartado de la descripción de su “mármol”, el autor se refiere también a la existencia de las entonces conocidas como “piedras figuradas”, o sea piedras de formas geométricas definidas, y que en su gran mayoría son restos fósiles tales como las llamadas trochites (artejos de crinoideos) o los belemnites (I, 589). En otro apartado, describe el “basalte o piedra de toque”, una “piedra” oscura, dura como el esmeril, muy común en las misiones, conocida como *tepotiy* en guaraní o *amogue* en la lengua de los nativos *mbyá* (I, 590), y que sería el Basalto de Serra Geral (Herbst 1971).

Entre las últimas “piedras comunes” referidas por Sánchez Labrador está el talco, piedra refractaria, de aspecto lustroso, compuesta por hojas o planchas regularmente ordenadas unas sobre las otras (I, 622); usado como afeite para las “caras femeniles” (I, 630). La cal, no tan común en las misiones (Sustercic 2004), aunque presente en La Bajada, actual ciudad de Paraná (I, 634); la cal se caracteriza por reaccionar con los ácidos y calcinarse al fuego (I, 637); un tipo común de cal, es la conocida como “cal de conchas o de los caracoles”, llamada *yatita* en guaraní; esta cal, formada por conchillas amalgamadas, poseía caleras importantes en Buenos Aires y en el pueblo de Yaguarón, Paraguay (I, 652). El yeso, que es una “piedra” de colores variados formada por laminillas o romboides cuya superficie es fácil de raspar (I, 655); se usa fundamentalmente en arquitectura (I, 654). Las “piedras arenosas”, compuestas por arena cuarzosa (I, 686) y originadas a partir del transporte de la arena por corrientes ácuas (I, 687). Las “piedras arcillosas”, suaves al tacto (I, 690). Las rocas, formadas por un conjunto de dos o más “piedras” las cuales poseen color, dureza y propiedades diversas (I, 694). Las ágatas, muy comunes en las misiones (I, 696) y los jaspes (I, 699).

Las “piedras preciosas” se caracterizan según Sánchez Labrador por su carácter cristalino, dureza extrema, color vivo, transparencia, figura externa y peso específico (I, 709). El “cristal de roca”, conocido como *itaberá* por los guaraníes (cuarzo de las geodas), es muy abundante en las misiones (I, 711); se trata, de un cuerpo duro, transparente, regularmente angular y con forma de prisma de seis caras (I, 712); Sánchez Labrador sostiene que es una “piedra” y no hielo condensado (I, 720); destacando su empleo en la confección de lentes (I, 742). Otra “piedra” muy dura sería lo que el autor refiere efectivamente como “cuarzo” (I, 755), “piedra” que casi

siempre se formaría “contra las paredes de las cavernas” (I, 756) y que, cuando es transparente, se parece al cristal de roca (I, 758).

El diamante es otra “piedra preciosa” comunmente hallada en el sur de Brasil (I, 765); que se caracteriza por su gran dureza y peso específico y por poseer una figura de cristalización cúbica (I, 766). El topacio es un cristal de color amarillo (I, 782) que se suele hallar cerca de Montevideo (I, 783), así como en Brasil y en Paraguay (I, 789). El rubí, también presente en la zona (I, 798) es una “piedra preciosa” de un colorado muy gracioso (I, 799). El granate, en tanto, muestra un tono colorado oscuro (I, 811).

La amatista es otra “piedra preciosa” sumamente abundante en las costas de los ríos Paraná y Uruguay (I, 816); se halla comunmente dentro de concreciones llamadas “cocos de mina” (I, 821) que al romperse producen un gran estrépito (I, 823). La esmeralda es una “piedra” de color verde (I, 838); la “malachita” (malaquita) también es verde, hallándose comunmente en las vetas de cobre (I, 844); la “piedra agua marina” (variedad de berilo) es verde azulado (I, 846), lo que la diferencia del berilo (I, 848). El ágata, común sobre el río Uruguay (I, 850), es una “piedra” fina y semitransparente, compuesta por igual “sustancia” que el pedernal (I, 851); el calcedonio (calcedonia) es una “variedad” de ágata (I, 862).

La turquesa es una “piedra” azul (I, 867); para el autor “todas las turquesas no son otra cosa que dientes fósiles de un animal incógnito” (I, 869). Los dendrites son piedras en las que “se ve efigiada la imagen o de vegetales o de animales” (I, 874). La “etite o piedra del águila” (I, 881) es una concreción que, debido a su carácter particular, fue ampliamente citada en distintos lapidarios desde la edad antigua hasta inicios del siglo XIX (Adams 1938); se trata de una “piedra” subsférica, laminada, hueca, con un “núcleo o grano” en el centro (I, 882). Por último, Sánchez Labrador cita el *ytahú* (geoda), una especie de “geodes” o pequeño “cambutis” (I, 887).

Sánchez Labrador enumera diferentes modos en que se produce en la naturaleza la “generación y formación de las piedras”, o sea la “petrificación”. La “petrificación estalactita” es “aquella especie de piedra que se forma en las bóvedas de las grutas y cuevas, que gotean” (I, 899). La “petrificación por pelotoncillos” se observa “en aquellas costras de piedra que el agua de algunos encañados y fuentes forma en los conductos por donde pasa”. Por último, “las maderas conchas y otras varias materias petrificadas debajo de la tierra” se petrifican por “introducción de otro cuerpo” (I, 900), o sea por “penetración”, de modo tal que “un gran pilón de arena, una masa de arcilla o de otra materia, se puede hacer piedra por medio de las sales” disueltas en el agua (I, 912).

Estos mismos “materiales lapidíficos” son los que actúan sobre madera, huesos y otros restos (I, 915) formando los “fósiles extraños a la tierra”, y es así que, el “palo petrificado no es totalmente el mismo palo, puesto que, quedando por varias causas destruida una parte de los principios que le componían, la reemplazan substancias arenosas o tierras muy sutiles que condujeron las aguas que le bañan, disipándose ella” (I, 916). Entre las petrificaciones de animales y vegetales, Sánchez Labrador menciona las “conchas petrificadas”, comunes en algunas canteras de Buenos Aires y en el Cerro Yaguarón, cercano a Asunción, relacionándolas con el Diluvio (I, 918), junto a los “astroites o piedras estelares” (estrellas de mar) (I, 920), los belemnites (I, 921) y los echinitos o erizos marinos fósiles (I, 922). Todas estas “conchas” habrían existido “antes del Diluvio y la petrificación que los rodea sucedió después” (I, 924). Junto a estos fósiles el autor refiere sus hallazgos de “sesos petrificados” en Paraguay, en las cercanías de Asunción (I, 925), y, a orillas del río Paraná, no muy lejos de Santa Fe, un “yacaré convertido en piedra” (I, 926).

Después de ocuparse de los fósiles, el autor intercala en el texto algunas “ilaciones”. Sánchez Labrador sostiene que “las pampas de Buenos Aires no tienen piedras” por que “no bastan granos de arena, arcilla y agua, para formar piedras, si faltan los otros coprincipios o aquel humor lapidífico que les da unión y consistencia” (I, 929). Las “piedras” se formarían entonces a partir de la existencia de un “jugo lapidífico” que sería “cierto líquido cargado de partículas terrestres, arenosas, salinas, más fijas y más duras” (I, 930). En este enunciado del autor queda implícita la existencia de una solución mineralizadora como responsable de la formación de algunas “piedras” y “fósiles”, un concepto ya enunciado en el siglo XVI por Georgius Agricola y luego retomado por Niels Stensen (Steno) (1638-1686) (Adams 1938; Agricola 1955; Stensen 2002).

Sánchez Labrador finaliza su tratamiento de los fósiles refiriéndose a la existencia de impresiones de animales y vegetales en las “piedras” (I, 942). Sobre el origen de las impresiones vegetales (improntas) el autor asevera que “la regularidad de casi todas las impresiones, cotejadas con sus análogos vivientes, hace presumir que estas plantas nadaron en agua barrosa, muy densa, sobre las cuales cayó tierra que recibió la impresión” (I, 943).

Los metales no abundan en las misiones (I, 947), son “cuerpos duros, sólidos, que se pueden fundir al fuego y extenderse con el martillo, o maleables, propiedad que los distingue de las piedras” (I, 952), y estarían compuestos “de dos partes, que son: azufre o materia oleosa y otra substancia más densa que llaman tierra o escoria de metales, la cual se puede vitrificar” (I, 953), y además, con respecto a su génesis, “siendo los metales obra de la fermentación, es preciso que cooperen el sol y el calor subterráneo, por lo que la producción de los metales se puede atribuir, como a causas segundas universales, a estos solos calores que obran sobre las materias

que se hallan en convenientes matrices” (I, 955). Según Sánchez Labrador, habría seis metales, o siete si se agrega el platino (I, 956). Entre ellos están en primer lugar los “metales blandos”; estos son el plomo y el estaño que funden a baja temperatura y “pierden su flogístico” (flogisto) mudándose luego en vidrio (I, 957); la teoría del flogisto, una supuesta substancia que surgiría durante los procesos de combustión, fue popularizada en el siglo XVIII por Georg E. Stahl (1660-1734), pero cayó en desuso luego de los experimentos sobre la oxidación de los metales de Antoine Lavoisier (1743-1794) (Papp y Babini 1955). El autor menciona luego los “metales duros y que difícilmente se derriten” como el hierro y el cobre, y los “metales nobles y durables en el fuego” como el oro y la plata (I, 957).

Sánchez Labrador se refiere a las minas como un “lugar subterráneo en que se hallan los minerales y metales” (I, 962), para seguir luego con el enunciado de una serie de conceptos acerca de la génesis de los metales. Conceptos por cierto erróneos, pero que en el siglo XVIII eran aún tenidos en cuenta tanto por mineros como por personajes ilustrados (Adams, 1938). De este modo, el autor sostiene que “por lo común las minas se hallan en sitios elevados y montes altos, porque en tales lugares se reconcentra mejor el calor, que no en lugares bajos, obrando así más expeditivamente y con mayor fuerza la fermentación para producir el metal” (I, 964); “Los metales y sus minas comunmente se hallan ramificados a manera de árboles que esparcen sus ramas hacia varias partes. Aquellas ramas metálicas a las cuales dan el nombre de vetas” (I, 965); “El oro y la plata se crían más abundantemente en las minas que caen en lugares situados entre los trópicos, y los otros metales hacia septentrión. El hierro es raro en climas calientes” (I, 966). Por último, entre los “indicios de minas” (I, 968), Sánchez Labrador menciona los “fuegos fatuos, meteoros de fuego, vapores azufrosos y sutiles exhalados”, de modo tal que “sobre las minas de azufre y sobre las vetas metálicas dura poco la escarcha y nieve, porque las exhalaciones secas y calientes que salen de la tierra las disipan” (I, 973); el desarrollo del concepto de “exhalación” (*Witterung* en el alemán de la época) como evidencia superficial de la mineralización fue de uso frecuente en los textos mineros germanos de los siglos XVI a XVIII (Adams 1938).

El oro, según Sánchez Labrador, no existe “en caja, pero si en lavaderos de subidísimo metal” cerca de la ciudad de Jerez, en Paraguay (I, 983). El oro “es un metal amarillo, poco duro y poco elástico” que “cae al fondo del azogue que le deshace del todo o en parte, mientras todos los otros metales sobrenadan en él hasta que este menstruo los haya desleído” (I, 992); por lo tanto, este metal se extrae de las rocas amalgamándolo con mercurio (I, 1003). “Una masa de oro puede dividirse con la imaginación en veinticuatro partes” conocidas como “quilate o carato”, por lo que el oro puro se dice de veinticuatro quilates (I, 1006), y cuando “es inferior a doce quilates, le suelen llamar tumbaga rica; y la moneda que no pasa en el comercio sin que se vuelva a fundir, se dice oro bajo” (I, 1007).

La supuesta existencia de fabulosas minas de plata en las misiones fue usada por el franciscano Bernardino de Cárdenas (principios del siglo XVII-1668), en ese entonces Obispo del Paraguay, en su campaña de desprestigio contra los jesuitas (I, 1012); la plata es un metal blanco, que sigue al oro en belleza y ductilidad (I, 1016), y se encuentra en las minas de Lipes y Potosí (I, 1017); este metal, igual que el oro, se extrae de las rocas con mercurio (I, 1025). La “platina” (platino) es otro metal que se halla en algunas minas del Perú (I, 1072) y que parece tener características semejantes al oro y la plata (I, 1074).

El cobre que se usa en las misiones proviene en su mayoría de Chile (I, 1090); es un metal “de color rojo fuego, resplandeciente, sonoro, duro, dúctil, que se dilata y extiende con el martillo” (I, 1091). El cobre nativo o virgen “no se halla ordinariamente en masas gruesas sino en particillas chicas en las tajaduras de las piedras”; otros minerales de cobre son la crisocola o “verde de montaña” (silicato hidratado de cobre y aluminio) y la caparrosa (nombre que se da al conjunto de varios sulfatos de cobre, hierro o zinc) (I, 1094). Entre los derivados de este metal, Sánchez Labrador menciona “la flor, orín y herrumbre del cobre, o cardenillo” (carbonato de cobre), que se emplea para confeccionar tintes y pintura (I, 1101) y es también un veneno fuerte (I, 1102); el latón, “compuesto de cobre fundido con la piedra calamina, cadmía nativa o cadmía fósil” (óxido de zinc) (I, 1113); el latón blanco, compuesto de cobre y arsénico (I, 1116); y la “tumbaga”, que es latón mezclado con estaño o zinc (I, 1117).

El plomo no se encuentra en las misiones aunque habría indicios de su presencia (I, 1126); es un metal blando, pesado, de hábito prismático y color azul blanquecino a ceniciento (I, 1127) que, mezclado con oropimente (sulfuro de arsénico), sirve para hacer perdigones (I, 1141) o balas (I, 1142). El estaño es un metal blanco, “muy flexible y blando” que se trae a las misiones del Perú (I, 1143) y se usa, junto al mercurio, para cubrir el reverso de los espejos (I, 1144) o en soldaduras (I, 1146).

El hierro, aunque relativamente abundante en las misiones, es difícil de extraer de las rocas (I, 1151); es un metal duro, que “difícilmente cede al fuego y al martillo”; en el Chaco, en un lugar llamado Monte del Fuego (I, 1155), hay una “como mesa grande bastantemente”, y “toda ella es del hierro dicho” (I, 1156), cuya presencia, según Sánchez Labrador, “se puede dar con la opinión de la vegetación de los metales y su reproducción continúa, de lo que en el Perú hay continuas pruebas en los que llaman criaderos de oro y plata”, o bien, como

explicación alternativa, “por medio de los fuegos subterráneos, muy frecuentes en esta parte de América Meridional” (I, 1160). Los conceptos de crecimiento vegetativo y reproducción continua de los metales, así como la idea sobre la existencia de un gran fuego subterráneo en el centro de la tierra son enunciados comunes en muchos textos sobre minerales escritos entre los siglos XV y XVIII (Adams 1938); por otro lado, la “mesa de hierro” referida por Sánchez Labrador en el Chaco, parece ser el “Mesón de Fierro”, un siderito largamente citado en nuestra historiografía (Alvarez 1926; Cassidy *et al.* 1965). El hierro se encuentra también en la “piedra imán, o calamita, o magnes” (magnetita) (I, 1161) que es un mineral oscuro (I, 1163), que tiene la propiedad de orientarse con respecto a los polos (I, 1164), pero “no mira derecha y positivamente los polos de la tierra, sino que declina más o menos hacia el oriente o hacia el poniente” (I, 1165). Con el hierro se hace el acero (I, 1181), calentando en un crisol una mezcla de “carbones de los vegetales o de los animales, mezclados con ceniza, huesos calcinados, cuernos, pelos, o pieles de animales” (I, 1183).

Los “medio-metales” (no metales) son “fósiles” que no “son propiamente metales por que no se extienden al golpe del martillo” (I, 1205); de los “semi-metales conocidos”, cinco son sólidos (arsénico, cobalto, bismuto, antimonio y zinc) y uno fluido (“azogue” o mercurio) (I, 1205). El arsénico puede presentarse como “arsénico virgen”, que es blanco, y es “un veneno muy corrosivo, contra el cual los mejores remedios son el aceite y la leche” (I, 1206); oropimente (sulfuro de arsénico, As_2S_3) que es “algo verdoso o rojo de cidra” (I, 1207); o “rezalgar” (rejalgar, sulfuro de arsénico, AsS) (I, 1208). El cobalto es “duro, friable, de color amarillo, ceniciento o negrillo” (I, 1209); el bismuto es de color parecido al estaño pero expuesto al aire “representa los colores del cuello de la paloma” (I, 1210); el zinc es dúctil y frágil (I, 1212); el antimonio, cuando “nativo parece compuesto de hilos brillantes, dispuestos por lo común sin orden” (I, 1214); el “azogue, mercurio o hidragyro” es una substancia “fría al tacto y ordinariamente fluida”, que pesa “catorce veces más que el agua y ochocientas cuarenta veces más que el aire” (I, 1218), y se encuentra normalmente, incluso en las misiones, como “bermellón o cinabro natural” (I, 1221) (cinabrio, sulfuro de mercurio), un mineral de “color encarnado, un poco oscuro a la vista” (I, 1222).

El libro primero del *Paraguay Natural* culmina con un apéndice que incluye notas y observaciones sobre los diferentes temas tratados. Sánchez Labrador refiere hacia el final del mismo, citando a Noël A. Pluche (1688-1761), que las “lenguas petrificadas, que se encuentran en la Isla de Malta, probablemente son dientes de peces canes (latín *Canis carcharias*) de los cuales algunos pesan más de 400 libras”, o sea “especies de tiburones” (I, 1274). Las lenguas de piedra o *glossoptera*, originalmente citadas a comienzos de nuestra era por Plinio el Viejo en *Naturalis Historiae* (Plinio el Viejo 1993), habrían de ser reconocidas como dientes de tiburones fósiles a partir de los trabajos de Conrad Gesner (1516-1565), Paolo Boccone (1633-1704) y Niels Stensen (Adams 1938; Rudwick 1985).

El libro segundo del *Paraguay Natural* comienza explicando la naturaleza y propiedades del agua y de los ríos, comentando luego que en las misiones, a falta de puentes, los cursos de agua se cruzaban por medio de pelotas de cuero o *itapayeres* (II, 66), en tanto que para viajar aguas arriba, lo más común era silgar y toar (II, 72). Los ríos Paraná y Uruguay tienen numerosos saltos o *ytus* (II, 76); también son comunes las crecidas, aún en el río de la Plata que “más de una vez ha puesto grande consternación a la Ciudad de Buenos Aires” (II, 84). En las misiones hay además numerosos lagos y lagunas (II, 99), como las de Iberá y “Apupé” (Apipé) (II, 103) o de “Yupacaray” (Ypacaray) (II, 105); todas son en general permanentes, a diferencia de las que hay en las “Pampas de Buenos Aires” que “se agotan y secan con bastante susto y trabajo de los que viajan por dichas campañas” (II, 108). En las misiones hay por último fuentes o manantiales, conocidos como *ybus* (II, 109); las aguas surgentes no salen comúnmente a presión desde “estos hidrofiliacios o conchas” (II, 116), salvo excepciones, como en el caso de una fuente de la reducción de San Ignacio Miní (II, 120). Los hidrofiliacios fueron concebidos por Athanasius Kircher en su obra *Mundus Subterraneus* de 1665, para explicar la presencia de agua subterránea, y serían, según este autor, grandes cavernas por donde circularía el agua dentro de la tierra; también existirían los pirofiliciacios o cavernas por las que circularía el fuego interno del planeta (Adams 1938; Kelber y Okrusch 2002).

Sánchez Labrador sostiene que las aguas de los ríos Paraná y Uruguay tienen “la virtud de convertir en piedra algunas cosas que caen en ellas” tales como huesos y madera, y es así que, a orillas del Paraná, “se halló entero un esqueleto de yacaré hecho una piedra”, y en las inmediaciones de Paraguay un “cráneo y sesos de animal vacuno” (II, 133). El leño se petrificaría, según el autor, cuando “la arena menudísima o la greda o las piedrecillas o las sales o todas estas cosas se insinúan en los poros de la madera y se unen y aprietan las unas contra las otras”, de modo que “los jugos, como los corpúsculos petrosos” serían los que “convierten los cuerpos en piedra debajo de la misma configuración que primero tenían” (II, 134). Sánchez Labrador cita luego al “Licenciado Alonso de Barba” quien comenta la presencia de “materias lapidificas” en Perú como responsables de la génesis de petrificaciones diversas (II, 135). Alonso (Alonfo) Barba (1640) no fue sin embargo el único autor en mencionar petrificaciones vegetales o animales en Sudamérica relacionando la génesis de estos objetos naturales con el agua de los ríos; en las misiones, jesuitas como Alonso de Ovalle (1603-1651), Nicholaus du Toit

(Nicolás del Techo) (1611-1687), Pedro Lozano (1697-1752), José Guevara (1719-1806) y Thomas Falkner (1710-1784), sostuvieron también estas ideas (Ottone 2007).

Sánchez Labrador describe con bastante detalle los restos óseos hallados en “la orilla occidental del río Paraná, cerca de una hacienda nombrada San Miguel y de otro lugar llamado Carcarañal junto al paso del mismo río”; hay “huesos largos de más de una vara castellana”, muelas “mucho mayores que las de los hombres de estos tiempos” y “craneos o calaveras” muy grandes que “están metidas en la barranca a manera de hornos”, de modo que “metiendo un hombre el brazo derecho y teniendo en la mano un espadín que vuelve hacia todos lados no llega a tocar en los lados, ni en lo alto del cráneo” (II, 137). Otro sitio donde hay huesos gigantes es en Tarija (II, 138). Sobre el origen de los huesos, Sánchez Labrador, de acuerdo con Benito G. Feyjóo y Montenegro, duda en referirlos a una antigua “nación gigantesca” (II, 139). La idea sobre la existencia de una antigua raza de gigantes, actualmente extinguida, cuyos restos serían los que hoy se reconocen como huesos de vertebrados fósiles, tuvo fuerte predicamento en los medios intelectuales europeos y americanos, aún hasta fines del siglo XVIII (Ottone 2007).

Sánchez Labrador continúa refiriendo distintas propiedades y características de mares y ríos. El mar es una extensión de agua cuya salinidad se debería a “minas inmensas de sal que están en el fondo de este elemento o, según otros, a montañas de sal esparcidas sobre la tierra que continuamente deshacen las lluvias” (II, 147); las aguas del mar tiene flujo y reflujo (II, 150), fenómeno éste relacionado con “el curso de la luna” (II, 151). Las aguas termales deben su calor a la “acción de fuegos subterráneos que corren por todo o se hallan en grandes pyrofilacios encerrados” (II, 176). Con respecto al origen de los ríos y fuentes, el autor refiere que “el agua subterránea está en el hydrophylacio y alambique; el calor permanece en el pyrophylacio, y el aire no faltará en el aerophylacio” (II, 224); en el hidrofilacio entraría el agua de mar, y por acción del fuego subterráneo se separarían de ella “sus sales y betún” que se difundirían por “varios conductos de la tierra” para formar depósitos minerales; y en cuanto al agua, “se eleva en vapores que insinuándose por los poros de la tierra, parte sale a la región del aire, donde se condensa en nieves y se resuelve en lluvias”, en tanto que “parte entra en las frías concavidades de los montes y forma manantiales y fuentes y, de éstas, los ríos que restituyen todas aquellas aguas al mar para volverse a introducir en la tierra” (II, 251). Los pirofilacios serían “cavernas llenas de fuego” (II, 253), en tanto que los aerofilacios serían también conductos subterráneos, y “el aire de estas cavernas por diferentes canales se comunica a los hidrofilacios y pirofilacios”, por lo que “se avivan los incendios de unos y se impele el agua de los otros, facilitando así su subida por caminos ocultos que suministran materia a los manantiales” (II, 254).

El libro tercero del *Paraguay Natural* empieza explicando las propiedades del aire y la atmósfera, los vientos, las estaciones y el clima de las misiones, para luego referirse a terremotos y volcanes. Los terremotos son comunes en Tucumán (III, 222), Perú (III, 223) y Chile (III, 226). El terremoto es “un espantoso fenómeno que sucede en el interior del globo terrestre”, un “temblor de tierra” cuya génesis “está tan conexas, o por decir mejor, es tan una con la de los volcanes” (III, 230). En Chile hay muchos “montes que arrojan fuego, o volcanes” (III, 231), o sea, “abismos montuosos y ardientes que vomitan impetuosamente y en diferentes tiempos ríos de materias bituminosas, azufrosas, fégosas y que arrojan como una tempestad de casquijo o piedras, las unas calcinadas y algunas otras más o menos vitrificadas o que despiden remolinos de vapores nublados de cenizas, torrentes de humo”, que se originan en “los horribles fuegos escondidos en los senos de las montañas, cuyas bóvedas impelen y hacen volar por los aires”, por lo que este fenómeno “llega a producir sacudimientos fortísimos que conmueven y hacen temblar la tierra, alborotar el mar” (III, 232). En lo que respecta al origen de los volcanes, es probable que el “fuego central” que los origina no se esparza por los pirofilacios, “parece más acertado decir que este fuego central no es otro que el que se excita por golpeamiento y refregamiento de varias partes comprimidas fortísimamente cerca del centro de la tierra, y que de allí obra hacia el exterior, por otros lados”, por reacción de “varias materias ácidas y azufrosas” como las “pirites” (pirita) (III, 239). La génesis de los terremotos es entonces una, según Sánchez Labrador, con la de los volcanes, ya que “cuando la descomposición de las pirites suceda en cavidades subterráneas, llenas de aire y de agua, se seguirá la inflamación y rarefacción del aire, la dilatación del agua y su extensión en vapores y finalmente las explosiones o reventazones con sacudimientos” (III, 248).

Sánchez Labrador culmina el libro tercero del *Paraguay Natural* describiendo fenómenos tales como rayos, truenos y relámpagos, las estrellas y el arco iris, las enfermedades más comunes de las misiones y una serie de notas generales a la obra.

Discusión

La primera parte del *Paraguay Natural* es un texto que fue expresamente elaborado por José Sánchez Labrador para compilar toda la información geológica y paleontológica disponible en la región que ocupaban entonces las misiones jesuíticas de la Cuenca del Plata. Esta obra es, por lo tanto, el primer trabajo íntegramente

dedicado a esta temática que fuera concebido en nuestro territorio, antecedendo por unos pocos años a los realizados por Filiberto de Mena, Anton Zacharias Helms (1750-1801) y Francisco Serra Canals (1739-1806?) (Serra Canals, 1999; Alonso 2000, 2005; Alonso y Egenhoff 2005; Catalano 2004).

El *Paraguay Natural* no tiene, sin embargo, un formato enteramente original. La obra tiene puntos en común con distintas publicaciones enciclopédicas, textos que fueron usuales en el siglo de las luces; uno de éstos, el *Teatro crítico universal* de Benito Geronimo Feyjoó y Montenegro, es de hecho, comúnmente citado por Sánchez Labrador. La primera parte del *Paraguay Natural* guarda también similitudes con los textos conocidos como lapidarios; éstos fueron libros sobre fósiles, gemas, metales y minerales en general, escritos en Europa desde la antigüedad hasta el siglo XVII (Adams 1938). La obra guarda, por último, semejanzas con el *Arte de los Metales* de Alonso (Alonfo) Barba (1640), un texto sudamericano pionero en mineralogía y metalurgia.

La primera parte del *Paraguay Natural* muestra, por otro lado, un claro intento de mantener un enfoque objetivo sobre los diversos temas abordados; sin embargo, el recurso al Diluvio Universal es constante en varios pasajes de la obra para explicar, por ejemplo, la presencia de fósiles marinos en afloramientos lejanos a la costa (Ottone 2007).

El *Paraguay Natural* es una obra que vio la luz en los años previos a la publicación de una serie de textos capitales que serían los que habrían de modelar el pensamiento geológico moderno. La obra fue terminada unas décadas antes de la publicación de *Theory of the Earth* de James Hutton (1726-1797) en 1795, o de la aparición de los primeros mapas geológicos regionales de William Smith (1769-1839), publicados en la última década del siglo XVIII, o bien de *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* de Georges Cuvier (1769-1832) y Alexander Brongniart (1770-1847) publicado en 1811. Estos trabajos, junto a *Principes of Geology* de Charles Lyell (1797-1875), que vería la luz unas décadas más tarde, implicaron un cambio de paradigmas en el pensamiento geológico en general y de los principios estratigráficos en particular, de modo tal que conceptos tales como hidrofilacio o pirofilacio, citados por Sánchez Labrador, serían absolutamente desechados. Hacia fines del siglo XVIII, el desarrollo de la mineralogía química (Adams 1938) y, sobre todo la cristalografía, con el aporte de René J. Haüy (1743-1821) dio también un nuevo enfoque al estudio de los minerales, descartándose, en consecuencia, el recurso a teorías tales como la que intentaba explicar ciertas reacciones químicas a partir de la existencia de un fluido llamado flogisto. Por último, el desarrollo de los estudios sistemáticos en diferentes grupos de fósiles, y en especial, los trabajos estratigráficos de William Smith (Morton 2001) y la anatomía comparada de Georges Cuvier (Rudwick 1985), dieron paso a una mejor comprensión del origen de los fósiles, dejando de lado teorías como el diluvianismo o la gigantología, ambas sustentadas o discutidas por Sánchez Labrador (Ottone 2007).

Lo más interesante del *Paraguay Natural*, tal vez esté dado por el cúmulo de datos geológicos y paleontológicos locales que presenta, sus referencias a minerales y rocas con nombres en español y guaraní, las diversas aplicaciones dadas a las mismas en las misiones, sus citas de animales y vegetales fósiles, y además, datos históricos sobre modos de producción y tratamiento de los distintos productos líticos extraídos en la zona. La primera parte del *Paraguay Natural* es entonces, en definitiva, un texto de innegable valor histórico, cuyo interés resulta acendrado por tratarse del primer libro sobre geología y paleontología de nuestro país.

Agradecimientos

A Horacio Aguilar por haberme facilitado una copia de la primera parte del *Paraguay Natural* de José Sánchez Labrador; al CONICET y a la UBA por haberme brindado las facilidades necesarias para realizar este trabajo.

Bibliografía

- Adams, F.D. 1938. The birth and development of the geological sciences. Second Edition. Dover, 506 p., New York.
- Agricola, G. 1955. *De natura fossilium* (Textbook of mineralogy). The Geological Society of America, Special Paper 63, xi, 240 p., New York.
- Alonso, R.N. 2000. Las observaciones geológicas de A. Z. Helms (1798) en el interior de la República Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba 64: 349-353.
- Alonso, R.N. 2005. Los antiguos mineros. Ensayos para una historia de la minería hispanoamericana. Crisol Ediciones, 165 p., Salta.
- Alonso, R.N. y Egenhoff, S.O. 2005. The first geological observations in Argentina and southern Bolivia: The diary of Anton Zacharias Helms (1788/1799). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen 263(1-2): 1-17.

- Alonso Barba, A. 1640. Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por açogue. El modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros. Imprenta del Reyno, 198 p., Madrid.
- Alvarez, A. 1926. El meteorito del Chaco. Casa Jacobo Peuser, 222 p., Buenos Aires.
- Anagnostou, S. 2005. Jesuits in Spanish America: contributions to the exploration of the American *materia medica*. *Pharmacy in History* 47(1): 3-17.
- Aristóteles 1996. Los meteorológicos. Alianza Editorial, 158 p., Madrid.
- Bermeo, J.L. 2007 (Ed.). Los jesuitas y la ciencia. Los límites de la razón. En: *Artes de México*, 82, México: 1-96.
- Cassidy, W.A., Villar, L.M., Bunch, T.E., Kohman, T.P. y Milton, D.J. 1965. Meteorites and craters of Campo del Cielo, Argentina. *Science* 149: 1055-1064.
- Catalano, E. 2004. Antecedentes y estructura histórica de la minería argentina. En: Lavandaio, E. y Catalano, E. (Eds.): *Historia de la minería argentina*. Tomo 1. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 40: 1-176, Buenos Aires.
- de Asúa, M. 2003. Los jesuitas y el conocimiento de la naturaleza americana. *Stromata* 59(1-2): 1-20.
- Feingold, M. (Ed.) 2002. *Jesuit science and the Republic of Letters*. MIT Press, 520 p., Cambridge.
- Feingold, M. (Ed.) 2003. *The new science and Jesuit science: seventeenth century perspectives*. Kluwer Academic Publishers, 288 p., Dordrecht.
- Furlong, G. 1931. La enciclopedia rioplatense de José Sanchez Labrador, S. J.. *Revista de la Sociedad "Amigos de la Arqueología"* 5: 263-307.
- Furlong, G. 1933. Los jesuitas y la cultura rioplatense. *Urta y Curbelo*, 161 p., Montevideo.
- Furlong, G. 1948. *Naturalistas argentinos durante la dominación hispánica*. Huarpes, 438 p., Buenos Aires.
- Furlong, G. 1957. La geografía argentina de José Sánchez Labrador. *Anales de la Academia Argentina de Geografía* 1: 55-69.
- Furlong, G. 1960. José Sánchez Labrador, s. j. y su "Yerba Mate". *Librería del Plata*, 121 p., Buenos Aires.
- Furlong, G. 1969. Historia social y cultural del Río de la Plata 1536-1810. *El transplante cultural: ciencia*. Tipográfica Editora Argentina, 505 p., Buenos Aires.
- Furlong, G. 1970. Una estimación del desarrollo de las ciencias matemáticas, físicas y naturales en el Río de la Plata, entre 1536 y 1810. *Boletín de la Academia de Ciencias*, Córdoba 48(1-4): 69-80.
- Gálvez, L. 1995. *Guaraníes y Jesuitas. De la tierra sin mal al paraíso*. Sudamericana, 412 p., Buenos Aires.
- Harris, S.J. 2005. Jesuit scientific activity in the overseas missions, 1540-1773. *Isis* 96: 71-79.
- Herbst, R. 1971. Esquema estratigráfico de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26(2): 221-243.
- Huffine, K. 2005. Raising Paraguay from decline: memory, ethnography, and natural history in the eighteenth-century accounts of Jesuit Fathers. En: Millones Figueroa, L. y Ledezma, D. (Eds.): *El saber de los jesuitas, historias naturales y el Nuevo Mundo*: 279-302. Vervuert-Iberoamericana, Frankfurt-Madrid.
- Kelber, K.P. y Okrusch, M. 2002. Athanasius Kircher retrospectiv: Pendelschläge geowissenschaftlicher Erkenntnis. En: Beinlich, H., Vollrath, H.J. y Wittstadt, K. (Eds.): *Spurensuche: Wege zu Athanasius Kircher*: 137-162. J. H. Röhl, Dettelbach.
- Lécrivain, Ph. 2005. *Les missions jésuites. Pour une plus grande gloire de Dieu*. Découvertes Gallimard, 175 p., Paris.
- Mañé Garzón, F. 1996. *Historia de la ciencia en el Uruguay*. Tomo I. Del descubrimiento al fin de las Misiones Jesuíticas. Colección del Rectorado, 290 p., Montevideo.
- Millones Figueroa, L. y Ledezma, D. (Eds.) 2005. *El saber de los jesuitas, historias naturales y el Nuevo Mundo*. Vervuert-Iberoamericana, 349 p., Frankfurt-Madrid.
- Morton, J.L. 2001. *Strata. How William Smith drew the first map of the earth in 1801 & inspired the science of geology*. Tempus, 160 p., Stroud.
- O'Malley, J. W., Bailey, G.A., Harris, S.J. y Kennedy, T.F. (Eds.) 1999. *The Jesuits: cultures, sciences, and the arts 1540-1773*. University of Toronto Press, 772 p., Toronto.
- O'Malley, J. W., Bailey, G.A., Harris, S.J. y Kennedy, T.F. (Eds.) 2006. *The Jesuits II: cultures, sciences, and the arts 1540-1773*. University of Toronto Press, xxiii, 905 p., Toronto.
- Ottone, E.G. 2007. Jesuitas y fósiles en la Cuenca del Plata. En: Aceñolaza, F.G. (Ed.): *Historia de la geología argentina*. Instituto Superior de Correlación Geológica, Miscelánea 16: 11, San Miguel de Tucumán.
- Papp, D. y Babini, J. 1955. *Panorama general de historia de la ciencia. El siglo del Iluminismo*. Espasa Calpe, xiii, 256 p., Buenos Aires.
- Plinio el Viejo 1993. *Lapidario*. Alianza Editorial, 251 p., Madrid.

- Romano, A. 2002. Arpenner la 'vigne du Seigneur'? Note sur l'activité scientifique des jésuites dans les provinces extra-européennes (XVI^e-XVII^e siècles). *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 52(148): 73-101.
- Romano, A. 2005. Les Jésuites entre apostolat missionnaire et activité scientifique (XVI^e-XVIII^e siècles). *Archivum historicum Societatis Iesu* 74(147): 213-236.
- Rudwick, M.J.S. 1985. *The meaning of fossils. Episodes in the history of palaeontology*. Second Edition. The University of Chicago Press, 287 p., Chicago.
- Ruiz Moreno, A. 1948. *La medicina en "el Paraguay Natural" (1771-1776) del P. José Sánchez Labrador s. j.* Universidad Nacional de Tucumán, 348 p., San Miguel de Tucumán.
- Sainz Ollero, H., Sainz Ollero, H., Suárez Cardona, F. y Vázquez de Castro Ontañón, M. 1989. José Sánchez Labrador y los naturalistas jesuitas del Río de la Plata. La aportación de los misioneros jesuitas del siglo XVIII a los estudios medioambientales en el Virreinato del Río de la Plata, a través de la obra de José Sánchez Labrador. *Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente, MOPU*, 334 p., Madrid.
- Sainz Ollero, H. y Sainz Ollero, H., 1997. José Sánchez Labrador, ciencia y etnobotánica en las misiones jesuitas del Paraguay. Congreso Internacional "Etnobotánica 92", Actas: 81-85, Córdoba (España).
- Sánchez Labrador, J. 1771. *Paraguay Natural. Ilustrado. Noticias del pais, con la explicación de phenomenos physicos generales y particulares: usos útiles, que de sus producciones pueden hacer varias artes.* Parte Primera, contiene los libros siguientes. I. Diversidad de tierras, y cuerpos terrestres. II. Agua, y varias cosas a ellas pertenecientes. III. Ayre, vientos, estaciones del año, clima de estos paises, y enfermedades más ordinarias (Manuscrito inédito), Ravenna.
- Sánchez Labrador, J. 1968. *Peces y aves del Paraguay Natural Ilustrado 1767.* Compañía General Fabril Editora, 511 p., Buenos Aires.
- Serra Canals, F. de 1999. *El perito incógnito y el curioso aprovechado. Tratado de minería inédito del Virreinato del Río de la Plata.* Vervuert-Iberoamericana, 184 p., Frankfurt-Madrid.
- Stensen, N. 2002. *De Solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus.* Enseñanza de las Ciencias de la Tierra 10(3): 243-283.
- Sustersic, B.D. 2004. *Templos Jesuítico- Guaraníes. La historia secreta de sus fábricas y ensayos de interpretación de sus ruinas.* Segunda Edición. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Instituto de Teoría e Historia del Arte "Julio E. Payró", Serie Monográfica 3, 271 p., Buenos Aires.