
CONTRIBUCIÓN DE LOS JESUITAS A LA CIENCIA EN AMÉRICA LATINA

Agustín Udías¹
agustinudias@gmail.com

ORCID: 0000-0003-
1528-9065

Universidad
Complutense de Madrid

Resumen:

Las contribuciones de los jesuitas a la ciencia en América Latina tienen lugar desde su llegada en el siglo XVI hasta nuestros días. En el primer periodo de 1566 a 1767 destaca la labor de los naturalistas que presentan y estudian la geografía, fauna y flora de América. Entre ellos destacan las obras de carácter general de Acosta y Cobo, y las dedicadas a regiones como el Amazonas, Orinoco, Paraguay, Chile y Brasil. Los jesuitas también produjeron una labor de cartografía y produjeron algunos de los primeros mapas y realizaron una extensa labor de exploración y observaciones astronómicas. En la época moderna los jesuitas fundaron 18 observatorios y sobre todo es importante su trabajo en meteorología y sismología. Destacan los estudios de los ciclones del Caribe de Viñes y de los terremotos de la zona Andina de Ramírez y Cabré. Este es un capítulo importante de la tradición científica de los jesuitas.

Palabras claves: Jesuitas, contribuciones científicas, naturalistas, cartógrafos, astronomía, observatorios, meteorología, ciclones, sismología.

Abstract:

Jesuit contribution to science in Latin-America takes place from their arrival in the sixteenth century to the present. In the first period from 1566 to 1767 the work of naturalists stands out who studied and presented the geography, fauna and flora of America. Among them the general works by Acosta and Cobo, and those dedicated to the regions of Amazon, Orinoco, Paraguay, Chile and Brazil. Jesuits did also cartographic work and produced some of the first maps. They were true explores and carried out astronomical observations. In modern times Jesuits founded 18 observatories and did important work in meteorology and seismology. Especially important are the studies of Caribbean tropical hurricanes by Viñes and those of earthquakes in the Andes

- ¹ Sacerdote Jesuita Geofísico. Ha ejercido la docencia e investigación en las universidades de Saint Louis, Missouri, University of California, Berkeley, Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt am Main y Universidad de Barcelona. Desde 1977 Catedrático de Geofísica en la Universidad Complutense de Madrid y actualmente Catedrático Emérito. Escritor.

by Ramírez and Cabré. This work constitutes an important chapter in the Jesuit scientific tradition.

Key words: Jesuits, scientific contributions, naturalists, cartographers, astronomy, observatories, meteorology, hurricanes, seismology.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1729
LOS NATURALISTAS JESUITAS	1730
LA HISTORIA NATURAL DE JOSÉ DE ACOSTA	1731
LA HISTORIA DEL NUEVO MUNDO DE BERNABÉ COBO	1735
ESTUDIOS NATURALISTAS REGIONALES	1737
La expedición de Acuña al río Amazonas	1738
El río Orinoco, Chile y Brasil	1739
Publicaciones después de la expulsión	1741
GEÓGRAFOS Y CARTÓGRAFOS	1744
LOS PRIMEROS MAPAS DE AMÉRICA	1745
EXPLORADORES DE LO DESCONOCIDO	1747
ESTUDIO DE LOS TERREMOTOS	1750
OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS	1751
LA COMPAÑÍA RESTAURADA	1754
LOS NUEVOS OBSERVATORIOS	1755
METEOROLOGÍA	1759
LOS CICLONES DEL CARIBE. BENITO VIÑES	1761
LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS	1766
LA TRADICIÓN CIENTÍFICA DE LOS JESUITAS	1771
BIBLIOGRAFÍA	1774

INTRODUCCIÓN

La presencia de los jesuitas en distintos campos de las ciencias es algo que ha llamado siempre la atención. En la mentalidad popular y en la literatura no es rara la figura del jesuita científico, aunque muchas veces se desconoce su fundamento. Es un hecho que desde el inicio de los primeros colegios jesuitas, ya en tiempo de San Ignacio, se empezó a dar en ellos una especial atención a la enseñanza de las matemáticas y la astronomía. Este trabajo coincidía en el tiempo con los orígenes de la ciencia moderna y profesores jesuitas tuvieron relación con muchas de sus figuras claves como Galileo, Kepler, Huygens y Newton. Los misioneros jesuitas llevaron las matemáticas y la astronomía europea a China y la India, confeccionaron los primeros mapas de territorios desconocidos de América, Asia y África y trajeron a Europa las noticias de la fauna y la flora de estos países. Su trabajo científico entre los siglos XVI y XVIII, hasta la supresión de la orden en 1773, es el objeto de numerosos estudios. Menos conocida es la aportación científica de los jesuitas durante los siglos XIX y XX, sobre todo en los campos de la astrofísica, biología, geofísica y meteorología².

El descubrimiento de América proporcionó a los jesuitas la posibilidad de estudiar y dar a conocer en Europa las características de su geografía, fauna y flora. Los jesuitas adentrándose en territorios desconocidos exploraron desde el Canadá a la Patagonia y fueron entre los primeros europeos en recorrer los grandes ríos del Mississippi, Amazonas y Orinoco. Su interés por la geografía les llevó a confeccionar los primeros mapas de tierras de América. A partir de 1825, los jesuitas crearon una nueva red de setenta y cuatro observatorios por todo el mundo, entre ellos dieciocho en América Latina, en muchos casos, las primeras instituciones científicas en estos países. En esta época destaca especialmente el trabajo de los jesuitas en meteorología y sismología.

² Obras generales sobre los jesuitas y la ciencia: Jaime Fernández y Eduardo di Vita, *Presença dos jesuitas no mundo científico*. San Paulo (Brasil): Edições Loyola (2004); George Bishop, *Jesuit Pioneers of Modern Science and Mathematics*. Gujarat: Anand Press; François Euvé, *Mathematique, astronomie, biologie et soin des âmes. Les jésuites et les sciences*. Bruselas: Lesius (2012); Agustín Udías. *Los jesuitas y la ciencia. Una tradición en la Iglesia*. Bilbao: Mensajero (2014).

LOS NATURALISTAS JESUITAS

Las misiones en la América española estaban reservadas por real orden a los órdenes tradicionales y los jesuitas no pudieron hasta 1566 enviar los primeros misioneros a Florida, en tiempos del generalato de San Francisco de Borja. A Perú llegaron en 1567 y a Méjico en 1572. En esta época había un gran interés en Europa por la noticias de los misioneros jesuitas. Este interés no era solo por la cultura y costumbres de los habitantes, sino que se extendía también a las condiciones de la naturaleza, animales y plantas de las desconocidas tierras de las misiones, en especial de América.

De esta forma, la correspondencia de los jesuitas se convirtió en una fuente importante y a veces única de información en Europa de la naturaleza, flora, fauna y costumbres de los habitantes de lejanas y desconocidas regiones. Hay que tener en cuenta, también, que la historia natural con el estudio descriptivo de los animales, plantas y minerales, así como de las condiciones de la naturaleza, estaba incluida en los estudios de filosofía natural, que formaban parte de la formación filosófica de todo jesuita.

El deseo de satisfacer la curiosidad despertada en Europa por las novedades de lejanas tierras, y el interés intelectual de los mismos jesuitas sobre los fenómenos y condiciones de la naturaleza, dio como resultado que un número grande de jesuitas se convirtieran en naturalistas en medida no comparable con los misioneros de otras órdenes religiosas. De esta forma los jesuitas observaron y describieron las condiciones geográficas y climáticas, la flora y la fauna de los países en los que iban adentrándose, muchas veces los primeros europeos en hacerlo. Su preparación matemática les llevó también a hacer observaciones astronómicas y confeccionar mapas, muchas veces los primeros de aquellas regiones, tomando medidas de la latitud y longitud geográficas de las localidades importantes y de distancias entre unos puntos y otros. Así como las condiciones de África y Asia ya eran, en parte, conocidas en Europa, las nuevas regiones americanas, eran totalmente desconocidas y presentaban numerosas novedades. De las primeras relaciones en forma epistolar se pasó enseguida a la redacción de verdaderas obras científicas, en las que se detallan las condiciones naturales, la geografía, la climatología, fenómenos como la ocurrencia de terremotos y erupciones

volcánicas, la flora y la fauna y las costumbres y cultura de los habitantes. El estudio de la flora encontrada en América tenía también una vertiente práctica en su uso medicinal, para no tener que depender de medicinas traídas de Europa. En el conocimiento de las virtudes medicinales de las plantas los jesuitas se valieron de las informaciones obtenidas de los curanderos, chamanes y hechiceros nativos, aunque a menudo desconfiaban de su veracidad. De esta forma los jesuitas, sobre todo en América, se convirtieron en los primeros exploradores, geógrafos, cartógrafos, naturalistas y antropólogos³.

LA HISTORIA NATURAL DE JOSÉ DE ACOSTA

Entre los primeros jesuitas en describir la naturaleza de América destaca la figura de José de Acosta (1540-1600)⁴. Nacido en Medina del Campo (Valladolid) entró en la Compañía en 1553 y partió para América en la tercera expedición de jesuitas a aquellas tierras en 1572. En América permaneció quince años durante los cuales viajó a menudo visitando las regiones que hoy forman los países de Perú, Bolivia, Chile y Méjico. Durante sus viajes fue tomando notas de sus observaciones sobre el aspecto de los cielos, la distribución de temperaturas, lluvias y vientos, la actividad de volcanes y terremotos y la gran variedad de nuevos minerales, plantas y animales, desconocidos en Europa, así como las costumbres y la historia de sus habitantes. A su vuelta a España en 1587 escribió su obra científica más importante *Historia natural y moral de las Indias* (Sevilla, 1590) que enseguida gozó de una gran popularidad con cuatro ediciones en menos de 20 años, y que fue traducida al inglés (1604), francés (1598), italiano (1596), alemán (1598) y latín (1590).

La obra está dividida en siete libros; los tres primeros sobre temas generales de geografía, características climáticas, temperatura, lluvias y vientos y fenómenos

³ Luis Millones Figueroa y Domingo Ledezma (eds.) *El saber de los jesuitas, historias naturales del Nuevo Mundo*. Madrid: Iberoamericana (2005); Andrés I. Prieto, *Missionary Scientists. Jesuit Science in Spanish South America, 1570-1810*. Nashville (Tennessee): Vanderbilt University Press, (2011). Miguel de Asúa, *Science in the Vanished Arcadia. Knowledge of Nature in the Jesuit Missions of Paraguay and Rio de la Plata*. Leiden: Brill (2014).

⁴ José R. Carracido, *El P. José de Acosta y su importancia en la literatura científica española*. Madrid: Sucesores de Rivadeneira (1899); Claudio M. Burgaleta, *José de Acosta (1540-1600) his life and thought*. Chicago: Loyola Press (1999).

naturales como terremotos y volcanes, el cuarto sobre minerales, plantas y animales, y los tres últimos sobre las costumbres, religión y organización política de los habitantes de Perú y Méjico. Los dos primeros libros son una traducción del compuesto en Perú en latín en 1588, *De natura novi orbis* (La naturaleza del nuevo mundo). En el prólogo, Acosta reconoce que otros autores han escrito ya sobre las nuevas tierras de América, pero hace notar que se han limitado a relatar las novedades y extrañezas encontradas en la naturaleza, sin adentrarse en las causas de ellas y añade: “hasta ahora no he visto autor que trate de declarar las causas y razón de tales novedades y extrañezas de la naturaleza”. Para él esto es lo importante, ya que muchas de las nuevas observaciones no pueden explicarse con la filosofía tradicional (aristotélica). Por ejemplo, al hablar del clima en la zona tropical americana, con abundante agua y vegetación, que según los aristotélicos debería ser de extrema sequedad y calor, afirma: “de esta opinión fue Aristóteles, que aunque tan gran filósofo, se engañó en esta parte”. A menudo Acosta en su obra expresa que las nuevas observaciones no se pueden explicar con la doctrina de la filosofía natural tradicional enseñada en las universidades, “porque son cosas naturales que están fuera de la filosofía generalmente aceptada”. Este énfasis que Acosta pone en las observaciones por encima de la doctrina aristotélica recibida, le pone en la línea de la nueva ciencia empírica que estaba empezando a desarrollarse en Europa. El trata de encontrar explicaciones para los nuevos fenómenos y objetos de la naturaleza encontrados en América, reconociendo que contradicen a veces las afirmaciones de la aceptada filosofía escolástica. La descripción y discusión de los fenómenos naturales y la amplitud de los temas tratados le mereció a Acosta el título del “Plinio del nuevo mundo”, que le dedicó Jerónimo Feijoo y ser considerado por Alexander von Humboldt, como uno de los fundadores de la geografía física, el primero en intentar un estudio científico y sistematizado de la geografía y la historia natural del Nuevo Mundo. Aquí nos fijaremos en los cuatro primeros libros en los que trata de temas de cosmografía, geografía, geofísica, mineralogía, botánica y zoología.

Entre los temas de interés geofísico, que Acosta trata en los tres primeros libros, se encuentran la declinación magnética, las corrientes y mareas de los océanos, los

terremotos y volcanes, el clima y los tipos y causas de los vientos⁵. El clima y los fenómenos meteorológicos ocupan gran parte de los libros segundo y tercero y forman una de las partes más importantes de su obra por su novedad. El primer problema que se plantea es el del clima de las regiones tropicales, que de acuerdo con la doctrina aristotélica debería ser extremadamente caluroso y seco, lo que contradice las observaciones en América donde es húmedo y templado. Acosta describe los diferentes climas que se encuentran en esas regiones, dependiendo de su situación, cerca de la costa o a grandes altitudes, los regímenes de lluvias y vientos, y las propiedades del terreno. Describe por primera vez el mal de altura, que él experimentó al cruzar los Andes, y que erróneamente asignaba su causa a los vientos. Describe los vientos alisios y los vientos en latitudes extra tropicales, cuya regularidad y dirección atribuye al influjo de la rotación de las esferas terrestres que arrastra el aire. Describe cómo la dirección constante de estos vientos es utilizada para establecer la ruta de los barcos españoles a través del Atlántico entre España y América y a través del Pacífico entre México y Filipinas.

Acosta describe con detenimiento la variación de la declinación magnética a través del Atlántico y la posición de los puntos donde esta es nula, uno de ellos junto a las islas Azores, donde cambia de este a oeste y reconoce la dificultad de explicar este fenómeno. Respecto al problema de las mareas, se plantea si este es un fenómeno local o general y si tienen el mismo movimiento u opuesto en los extremos de un mismo océano. Basándose en las observaciones en el estrecho de Magallanes, donde la marea es la misma en sus dos extremos, concluye que este es un fenómeno global que afecta a todo el océano. Acosta describe las periodicidades de las mareas y su relación con las fases de la Luna. En el discurso sobre las fuentes, manantiales y ríos describe los grandes ríos sobre todo el Amazonas y el régimen de lluvias.

El libro V, trata a lo largo de 42 capítulos de minerales, plantas y animales que se encuentran en las nuevas tierras de América. En especial Acosta se centra en aquellos que no se encuentran en el viejo continente y da una detallada descripción de ellos con curiosas noticias. De los minerales destaca la abundancia de oro, plata y mercurio,

⁵ Agustín Udías, José de Acosta (1539-1600): A pioneer of geophysics. *Eos, Transactions of the American Geophysical Union*, 67 (1986) 461-462.

describiendo los métodos empleados en las minas, en especial las del cerro de Potosí en Perú. El tratado de los minerales se cierra con los capítulos dedicados a la abundancia de esmeraldas y perlas y el trabajo empleado en su obtención. De mayor interés son los capítulos dedicados a las plantas que no se encuentran en Europa. En esta parte reconoce conocer la voluminosa obra del médico Francisco Hernández, que comisionado por Felipe II, había estudiado la flora de Méjico en 1571 y que incluía la descripción de más de 1200 plantas. Acosta empieza con las plantas que forman la base de la alimentación de los indios como el maíz del que hacen el pan y la bebida, así como los tubérculos, yuca, cazaba y patata. Sigue una larga lista de frutas y flores propias de estas tierras, observadas con detenimiento, de las que da sus características, su valor alimenticio y propiedades medicinales de algunas de ellas. Entre ellas se fija en el chili, usado como condimento, el cacao muy estimado como bebida y la coca que los indios mascan para tomar fuerzas y aliento. Sigue el estudio de los animales propios de América como los distintos tipos de monos y en especial de las vicuñas, guanacos y llamas. Destaca el poder de observación de Acosta al describir estos animales y la variedad de noticias que recoge sobre ellos.

Los últimos tres libros están dedicados como dice en el prólogo que les precede a “la historia moral, esto es, de las costumbres y hechos de los indios”. Trata de la religión, las costumbres y la organización social y política seguida del último libro sobre la historia de Méjico antes de la llegada de los españoles. El libro acaba con la llegada a Méjico de Hernán Cortés y la muerte de Montezuma. Para Acosta el conocimiento de la naturaleza y los habitantes de las Indias estaba dirigido como ayuda a la predicación de la doctrina cristiana. Los dos primeros libros de la *Historia natural*, escritos en latín, se publicaron primero como introducción a su obra, *De procuranda Indorum salute* (Sobre cómo procurar la salvación de los indios; Salamanca, 1588) en el que trata de los modos y problemas encontrados en la predicación de la fe cristiana a los indios americanos. Acosta y su obra tuvieron una gran influencia en los siguientes naturalistas jesuitas de América.

LA HISTORIA DEL NUEVO MUNDO DE BERNABÉ COBO

En 1596 llegaba a la isla de la Española el joven Bernabé Cobo (1580-1657), de un pequeño pueblo de Jaén, que se había enrolado en una malhadada expedición en busca de El Dorado, que ni siquiera llegó a organizarse. Después de unos años estudiando en Lima entró en el Noviciado de los jesuitas en 1601. Terminada su formación como jesuita en 1616 en Lima y Cuzco, donde aprendió las dos lenguas indias más importantes el quechua y el aimara, empezó sus viajes por aquellas regiones y se despertó en él el interés por investigar la naturaleza y la historia de aquellas tierras. Como él mismo dice en el prólogo de su obra le movió: “mi natural inclinación a saber y escudriñar los secretos de las tierras”. En 1629 hace un viaje a Nicaragua, Guatemala y Méjico, un viaje que él consideró como un viaje de estudios, del que volvió a Perú en 1642, donde acabó de componer su gran obra científica e histórica, *Historia del Nuevo Mundo*⁶. Su trabajo duró cuarenta años y lo dio por terminado en 1653. En él utilizó la información proporcionada por los pobladores indígenas y por los españoles. De él dice: “La diversidad de opiniones que he hallado en las crónicas de este Nuevo Mundo y el deseo de inquirir y apurar la verdad de las cosas que en ellas se escriben fue el principal motivo que tuve para determinarme a tomar este trabajo”.

La obra está dividida en 43 libros y trata de geografía, clima, minerales, plantas y animales de las regiones que había visitado, así como una larga historia política y eclesiástica. La obra no llegó a publicarse en vida de su autor, probablemente porque no consiguió fondos para ello y de sus manuscritos solo se conservan 17 libros. Los diez primeros tratan sobre historia natural: el 1 y 2 sobre geografía, el 3 minerales, del 4 al 9 sobre las plantas y animales propios de América y el 10 sobre las plantas y animales traídos por los españoles. La importancia de esta obra no fue reconocida hasta 1804 por el botánico Antonio José Cabanilles, director del Jardín Botánico de Madrid, y no se publicó por primera vez hasta 1890-93.

Cobo en el primer libro da unas nociones básicas de cosmografía, siguiendo el esquema tradicional geocéntrico y aristotélico. La única novedad es el capítulo sobre el aspecto del cielo austral, del que dice que hay muy pocos que hayan tratado de este

⁶ Bernabé Cobo, *Obras. Historia del nuevo mundo*. Estudio preliminar y edición de Francisco Mateos. Biblioteca de Autores Españoles 91y 92. Madrid: Rivadeneira (1959).

estudio. Nota la constelación de la Cruz del Sur, cuya estrella mayor está a 30 grados del polo antártico. Como Acosta, se plantea las causas por las que la zona Tórrida (entre los trópicos) es habitable, húmeda y con vientos frescos, en contra de lo predicho por la doctrina aristotélica. Describe con detalle la cordillera de los Andes y el altiplano andino y calcula que la altitud de las montañas más altas hasta el nivel de mar es de aproximadamente una legua y media (8400 m, en realidad 6962 m). Divide las tierras de Perú en seis niveles desde el nivel del mar hasta el altiplano, dando las características de cada una. Describe el mal de altura, debido al “aire seco, sutil y delgado” que causa una “indisposición súbita” que se pasa cuando se baja de altura. Efecto que dice que no es comparable con el que se siente en las sierras de Alemania. De los Llanos dice que tienen “propiedades tan peregrinas y extrañas” y sobre todo su total carencia de lluvias. De esta carencia de lluvias dice que “es uno de los mayores secretos de la naturaleza cuyas causas no alcanzamos”. De volcanes relata la erupción de uno cerca de Quito en 1586 y otro en Perú, cerca de Arequipa, en 1600. De Perú dice que es “la tierra más molestada de terremotos de toda América”. Describe uno en Chile (1556) sin dar el año, Arequipa, 1582, Lima 1586, y Arica y Arequipa 1604. Este último terremoto tuvo una especial duración y le siguió un tsunami con tres entradas del mar, en Lima, Callao y Pisco.

El libro tercero trata de lo que él llama los “mixtos perfectos”, y que, según él, “se engendran en las entrañas de la tierra y carecen de vida”, es decir, los minerales. Siguen hasta 30 capítulos sobre diversos tipos de minerales y piedras, deteniéndose en las propiedades medicinales de algunos de ellos. Más interesante son los capítulos sobre los metales, pasando revista al oro, plata, mercurio, cobre, hierro, estaño y plomo. Da información sobre las principales minas y los métodos empleados para su aprovechamiento. Sobre todo dedica más espacio a los capítulos dedicados al oro, la plata y el mercurio. De las piedras preciosas se fija en las esmeraldas de las que dice hay gran abundancia.

La parte más importante de la obra es, sin duda, la que trata de las plantas y animales y a ella dedica siete libros. En ellos distingue las plantas que son propias del Nuevo Mundo y las que han sido llevadas por los españoles. De las primeras distingue las que no tienen semejantes en España y de las que si hay especies parecidas. Es

consciente Cobo de la dificultad en distinguir las plantas propias de América, ya que las traídas de España se han extendido tanto y por tantas partes, que parecen como si fueran naturales del país. Aun hoy nos resulta extraño aceptar que plantas como el plátano, la caña de azúcar, el mango y el café, no son originales de América. Para identificar las plantas describe sus hojas y frutos y da sus nombres en las lenguas de Perú, Antillas, Centro América y Méjico. Sus descripciones son más detenidas y completas que las de Acosta y añade su valor nutritivo y sus usos medicinales. En total describe 108 plantas totalmente originales de América y 87 de especies que también se encuentran en Europa. Los árboles, de los que describe 129, los divide en cinco clases, desde los frutales a los que solo sirven para madera y leña. Los animales los divide en los que viven en el agua, incluyendo moluscos, anfibios, peces y cetáceos, describiendo 55 especies, las aves de las que da 59 especies y los terrestres, entre los que incluye los insectos, arañas, culebras y mamíferos, dando 71 especies. El libro décimo y último de la parte de historia natural se dedica a los animales y plantas traídas por los españoles, donde da algunas razones por las que ha prosperado tanto su cultivo. Comparada con la obra de Acosta, las descripciones de Cobo son más completas y detalladas y cubren un número mucho mayor de especies, tanto de la zona tropical como fuera de ella. Cobo critica varios aspectos de la obra de Acosta. Es una pena que la obra no se publicara entera en su momento, que se perdiera parte de ella y que permaneciera prácticamente desconocida hasta finales del siglo XIX.

ESTUDIOS NATURALISTAS REGIONALES

El camino emprendido por Acosta fue continuado por un número de jesuitas que dejaron escritas sus observaciones naturalistas y geográficas sobre las nuevas tierras de América, a las que designaban con el nombre del Nuevo Mundo. Con el tiempo este tipo de estudios de naturalistas jesuitas se fueron haciendo más numerosos, centrándose cada uno en una región determinada. Los únicos de carácter general fueron los de Acosta y Cobo.

La expedición de Acuña al río Amazonas

Uno de las primeras obras de carácter regional es la del burgalés Cristóbal de Acuña (1598-1670), que llega América en 1622 y trabaja en Chile y Ecuador. Francisco de Orellana había sido el primero en recorrer el río Amazonas en 1542 y le había dado este nombre tomándolo de la mitología griega, pues creía en la existencia de las amazonas entre las tribus de indios. En octubre de 1637 una expedición Portuguesa al mando de Pedro de Texeira había salido del asentamiento portugués de Pará (hoy Belém), Brasil, en la desembocadura del río Amazonas, y siguiendo aguas arriba había llegado a Quito un año más tarde en Junio de 1638. El Virrey del Perú, Luis Jerónimo Fernández de Cabrera, Conde de Chinchón, decidió que en el viaje de vuelta le acompañasen dos españoles que debían tomar nota de las tierras que atravesaran, designando para ello a los jesuitas Acuña y Andrés de Artieda (1605-1651). El viaje comenzó en febrero de 1639 en el río Napo, Ecuador, y la expedición llegó a Belém en diciembre. Acuña, que fue tomando notas de las regiones atravesadas en el viaje, regresó a España donde en Madrid en 1641 publicó su obra, *Nuevo descubrimiento del gran Río de las Amazonas*⁷. El libro fue un éxito con una reedición en 1656 y traducciones al francés (1682), al inglés (de la traducción francesa, 1698), alemán y portugués. En la dedicatoria a Gaspar de Guzmán, Conde Duque de Olivares, Acuña dice: “Con cuidado averigüé y con toda puntualidad recopilé en breves hojas, siendo digno de volúmenes enteros” y en el prólogo al lector hace hincapié en la novedad del contenido de la obra que trata de “un nuevo mundo, naciones nuevas, reinos nuevos, ocupaciones nuevas, modo nuevo de vivir... un río de agua dulce navegado hasta su fin lleno de novedades”. En otro lugar comenta: “solo echo mano de lo que oí con mis oídos y con cuidado averigüé” y que solo relata “después de haber con muy particular cuidado notado todo lo que hay digno de advertencia, señalado por sus nombres los ríos y reconocido las naciones”.

El texto, dividido en 83 números, sigue el curso de su viaje desde su salida por el río Napo en Ecuador hasta su desembocadura en el Amazonas, cerca de Iquitos, Perú y desde ahí a lo largo del Amazonas hasta su desembocadura en mar en Belém. Acuña sitúa el nacimiento del río Amazonas al pie de los cerros de Guanamá y Pulcá y da su

⁷ Cristobal de Acuña, *Nuevo descubrimiento del gran río de las Amazonas*. Madrid, Imprenta del Reyno (1641). (Madrid: Iberoamericana, 2009).

longitud total de 1356 leguas castellanas (7557 km, las mediciones modernas dan 7020 km) y una anchura que varía desde un cuarto de legua en los lugares más angostos a varias leguas en los más anchos. A lo largo del viaje, hizo mediciones de la latitud, que afirma no se apartan más de 4 grados al sur del Ecuador (medida correcta). Las descripciones geográficas son a veces detalladas, dando los nombres y características de los afluentes y la presencia de lagunas. Acuña no aporta un mapa del Amazonas y sus afluentes, pero en la edición francesa si se presenta uno sacado de las descripciones presentadas por él. Junto con la geografía, Acuña se refiere al clima, que considera templado y sano, comparándolo con el del paraíso terrenal.

El reino vegetal recibe un tratamiento muy detallado. Empieza con el número, la diversidad de árboles y su tamaño, “los árboles son sin número, tan altos que suben a las nubes, tan gruesos que ponen espanto” y habla de cedros de hasta 30 palmos (6 metros) de circunferencia. Describe la gran variedad de plantas y frutas que de manera natural dan alimento a los pobladores de estas tierras. Se fija en particular en las plantas medicinales de las que dice: “aquí se hayan mil géneros de hierbas y árboles de particularísimos efectos”. Desde un punto de vista práctico Acuña recalca cuatro cosas en especial, madera, cacao, tabaco y caña dulce. De la fauna se fija en especial en los peces, destacando su descripción del “pege buey” (manatí o vaca marina) y las formas de pesca utilizadas por los indios. Las diversas tribus encontradas a lo largo del viaje son también objeto de su interés. Curiosamente acepta, por testimonios recibidos, la existencia de las amazonas, considerándolas como una tribu formada totalmente de “mujeres varoniles”. Cuenta que una vez al año las amazonas reciben la visita de varones para procrear, conservando después solo a las niñas.

El río Orinoco, Chile y Brasil

La región del río Orinoco (Colombia y Venezuela) es el objeto del estudio del valenciano José Gumilla (1686-1750), que había llegado a Nueva Granada en 1705 y estudiado filosofía y teología en Bogotá. Su obra, *El Orinoco ilustrado* (Madrid, 1745)⁸,

⁸ José Gumilla, *El Orinoco ilustrado*. Introducción, notas y arreglo de Constantino Bayle. Madrid: Aguilar (1946).

cuyo subtítulo completo esclarece sus contenidos: “Historia natural, civil y geográfica de este gran río, gobierno, usos y costumbres de los indios, noticias de animales, árboles, frutos, aceites, resinas, hierbas y raíces medicinales”. A pesar de la palabra “ilustrado” del título, el libro no incluye mapas de la región, ni dibujos de plantas y animales. Gumilla es consciente de la novedad de todo lo que describe y así nota: “no solo se llama Mundo Nuevo por su nuevo descubrimiento, sino también porque comparado con este mundo antiguo, aquel es del todo nuevo y en todo diverso”. Los cuatro primeros capítulos de la primera parte dan la información geográfica sobre el curso y la cuenca del Orinoco, sus afluentes y el clima templado e igual durante todo el año. Discute la impropiedad de hablar de invierno, cuando se está tan cerca del ecuador. Insiste en que no hay comunicación entre el Orinoco y el Amazonas y afirma que él mismo lo habría dicho si hubiera hallado tal unión, “ya que buscó y averiguó sus corrientes con deseo de hallar la verdad”. Trata de los animales terrestres, la variedad de peces, árboles y plantas de esta región. En la segunda parte después de tratar de las costumbres de los indios, su organización y sus guerras, dedica un capítulo a la fabricación del veneno curare. Gumilla fue el primer europeo en describir con detalle la elaboración de este poderoso veneno y sus efectos mortales. De aquí pasa a tratar distintos tipos de animales venenosos, en especial, las serpientes.

Sobre la naturaleza de Chile escriben Alonso de Ovalle (1603-1615) en los dos primeros libros de su obra *Histórica relación del reyno de Chile* (1646) y Diego Rosales (1601-1677) en *Historia general del reyno de Chile, Flandes indiano*, compuesto en 1656 y retocado muchas veces, pero que no se publicó hasta 1877. En ellos hay una defensa de la naturaleza y los habitantes de Chile contra opiniones contrarias que corrían por Europa. Ovalle escribe su libro en Roma y en el a veces se deja llevar por lo maravilloso y lo insólito. Rosales, con una visión más naturalista y cercana a lo que escribe, lleva acabo una descripción muy amplia de las plantas y animales propios de Chile. En especial se fija en las plantas medicinales cuyas propiedades había conocido a través de los naturales del país. La historia natural del nuevo mundo también se hizo presente en jesuitas que escribían en Europa como Athanasius Kircher (1602-1680) en Roma, que introdujo en sus obras numerosas noticias de América sacadas de la información recibida de los misioneros. Juan Eusebio Nieremberg (1595-1658),

profesor del Colegio Imperial de Madrid, publica *Historia Naturae* (Historia de la naturaleza, 1635) donde se contiene numerosa información sobre la flora y fauna del Nuevo Mundo, sacada en gran parte de misioneros jesuitas.

A Brasil llegan los primeros jesuitas en 1549. Uno de los primeros en escribir sobre la naturaleza de este país es el portugués Fernão Cardim (1549-1625) en su obra *Do Clima e terra de Brasil* (Sobre el clima y la tierra de Brasil, 1585). Esta obra fue utilizada por el escritor de libros de viajes inglés Samuel Purchas (1577-1626) en su *Purchas his pilgrimes, a history of the world* (Los viajes de Purchas, una historia del mundo, 1625). Simão Vasconcellos (1596-1671), cuya familia había emigrado a Brasil donde él entra en la Compañía en 1615, profesor en el colegio de Río de Janeiro, escribe *Chronica da Companhia de Jesu do Estado do Brasil* (Crónica de la Compañía de Jesús del estado de Brasil, Lisboa, 1663) donde incluye información acerca la naturaleza y clima de la región. Como él dice, se trata de “la descripción de Brasil en la que tenemos escrito las cualidades de la tierra, el temperamento del clima, la frescura de los árboles, la variedad de plantas y abundancia de frutos, las hierbas medicinales, la diversidad de vivientes así en las aguas como en la tierra y de aves tan peregrinas, y más prodigios de la naturaleza”. Profundamente impresionado por la riqueza de la naturaleza en Brasil, Vasconcellos no dudó en situar allí el bíblico paraíso terrenal, lo que le trajo algunos problemas con los censores de la Orden.

Publicaciones después de la expulsión

Después de su expulsión de Portugal y España y de todos sus territorios en América en 1758 y 1767, desde la nostalgia del destierro en Italia, algunos jesuitas publicaron allí sus estudios de historia natural. Entre ellos destaca José Sánchez Labrador (1717-1798), que había llegado a Buenos Aires en 1734 y trabajó en las reducciones del Paraguay hasta la expulsión. En Ravena sigue trabajando sobre los manuscritos, que a pesar de todas las dificultades había logrado sacar, casi milagrosamente, ya que no se les permitió llevar nada consigo. Termina el manuscrito, *Paraguay natural ilustrado* en 1772, que describe la región del Río de la Plata, su obra estrictamente naturalista, con

más de cien ilustraciones, que todavía no ha sido publicada en su totalidad⁹. La obra está dividida en cuatro partes, la primera sobre las condiciones geográficas del Paraguay, ríos y lagos, clima, vientos, terremotos y volcanes y otros fenómenos naturales y los minerales encontrados en la región; la segunda está dedicada a las plantas y árboles; la tercera a los animales cuadrúpedos, aves y peces y la cuarta a los anfibios, reptiles e insectos. Sánchez Labrador se muestra conocedor de Buffon (Georges-Louis Leclerc, Conde de Buffon) y Carl Linneo (von Linné,), aunque no utiliza la clasificación de este último en la presentación de la flora americana.

El inglés Thomas Falkner (1702-1784) se había formado en medicina en Inglaterra, llega a América en 1738, y entra en la Compañía en 1740 en Buenos Aires. Después de la supresión de la Compañía, publicó en Inglaterra las observaciones de sus viajes por la Patagonia, en la obra *A description of Patagonia and the adjoining parts of South America*, (Una descripción de Patagonia y las partes vecinas de América del Sur, Londres, 1784). El catalán José Jolis (1728-1790) llegado a Montevideo en 1755 trabaja hasta la expulsión en la reducciones del Paraguay. En Italia publica la obra, *Saggio sulla storia naturale della provincia del Gran Chaco* (Ensayo sobre la historia natural de la provincia del Gran Chaco, Faenza: 1779), en la que da una amplia información sobre la flora y fauna de la región, fijándose en especial en las plantas medicinales y en los animales propios de la región, como las vicuñas, llamas, alpacas y guanacos. Ramón María Termeyer (1737-1814), nacido en Cádiz, se trasladó a Buenos Aires en 1762. Se interesa sobre todo en el estudio de los insectos, en especial las arañas, de las que reunió una colección de 3.438 ejemplares. Introduce además en la Argentina el gusano de seda. En el exilio de Italia publica una extensa obra en 5 volúmenes, *Oposcoli scientifici d'entomologia* (Opúsculos científicos de entomología, 1807-1809). Allí también publica sus estudios sobre la anguila eléctrica del Río de la Plata.

Juan Ignacio Molina (1740-1829), nacido en Talca, Chile, había sido profesor de cosmografía y matemáticas en Santiago de Chile. Después de la expulsión publica en Italia la obra, *Saggio sulla storia naturale del Chili* (Ensayo sobre la historia natural de Chile, 1782) que fue traducida al español (1788), francés (1789) e inglés (1808) y

⁹ Héctor Sainz Ollero, Helios Sainz Olleros, Francisco Suárez Cardona y Miguel Vázquez de Castro, *José Sánchez Labrador y los naturalistas jesuitas del Río de la Plata*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas (1989).

reeditada en 1810. La obra de Molina es una respuesta a las ideas insinuadas por Buffon y extendidas por Cornelius de Paw de la influencia negativa del clima de América sobre su fauna y habitantes, a los que hacía indolentes y perezosos. Molina hace un elogio de Chile, su clima, fauna y flora así como sus habitantes valerosos e industriosos. Sobre la historia natural de Méjico trata el primer libro de la obra histórica del antiguo Méjico del mejicano Francisco Javier Clavijero (1731-1787), *Storia antica del Messico* (Historia antigua de México, 1780) (la versión original en español se publicó en 1826). Clavijero también escribe *Storia della California* (Historia de California, 1789), basándose en las cartas de misioneros de esa región, que él no conocía directamente. Tanto en Molina como en Clavijero se manifiestan ya los sentimientos nacionalistas de la sociedad criolla que alaban y defienden la naturaleza y población americana. Estas son algunas de las obras más importantes escritas por naturalistas jesuitas expulsados de los territorios españoles de América en su destierro de Italia.

GEÓGRAFOS Y CARTÓGRAFOS

En el comienzo de la Edad Moderna la geografía se consideraba como una parte de la cosmografía o descripción del universo y su objeto se definía como el describir el globo terrestre y ponerlo bajo nuestros ojos. Desde la antigüedad griega se habían transmitido dos tradiciones de la geografía, una más descriptiva y otra más matemática. Esta doble tradición se ve reflejada en la enseñanza de los colegios de la Compañía, donde la geografía descriptiva se impartía en las clases de filosofía natural y la geografía matemática en las de matemáticas, con las aplicaciones de la geometría esférica a la Tierra, sus proyecciones sobre un plano y los métodos para la determinación de las coordenadas geográficas¹⁰.

Además de la geografía como una disciplina académica, debemos ver también en el trabajo de los jesuitas su aplicación en la práctica a la confección de mapas o cartografía, sobre todo en regiones hasta entonces desconocidas en Europa y descubiertas por su labor misionera en América, Asia y África. Esta última labor se confunde con el trabajo de los exploradores no movidos exclusivamente por intereses geográficos. Vemos así una cierta continuidad, desde la geografía académica en los colegios a los trabajos de campo de los jesuitas geógrafos y exploradores, apareciendo en ellos los dos corrientes de la geografía, descriptiva y matemática, que hemos mencionado. La geografía sirvió también como instrumento para difundir la obra apostólica de la Compañía con la confección de mapas que mostraban su presencia por todo el mundo. Los trabajos más importantes de los jesuitas en geografía consistieron en el trazado de mapas en tierra de misión donde en muchos caso todavía no existía ninguno. Estos se realizaron sobre todo en regiones de Asia y América. Esta labor de cartografía está ligada a la de la exploración de tierras ignotas y es difícil distinguir entre geógrafos y exploradores.

¹⁰ François de Dainville, *La géographie des humanistes*. París: Beauchesnes, (1940).

LOS PRIMEROS MAPAS DE AMÉRICA

Los primeros mapas de la América española eran bastante inexactos, dibujados a partir de información recogida de los que se habían adentrado en el interior, pero sin una base directa de información y observación sobre el terreno. Los jesuitas fueron de los primeros en producir mapas basados en observaciones directas con determinaciones de las coordenadas geográficas de las localidades, con bastante exactitud en las latitudes, y medidas de distancias sobre el terreno. Sus mapas, que se extienden desde California y Arizona hasta la Patagonia, fueron los primeros en llevarse a cabo describiendo las regiones a diversas escalas y detalles¹¹. Entre los cartógrafos de México destaca el croata Juan María Ratkay (1647-1683) que llegó a México en 1680. Su trabajo se centró en la región montañosa de Sierra Madre, mientras la del moravo Adam Gilg (1653-1710) la extendió hacia el norte hasta el Río Sonora. Gilg colaboró con Eusebio Kino, el gran cartógrafo del norte de México, California y Arizona del que hablaremos más adelante. En 1720 Antoine de Laval (1664-1728), profesor de la escuela de la Marina francesa en Toulon es encargado de realizar labores de cartografía en la costa en las posesiones francesas de Louisiana que publica en 1728 (*Voyage de la Louisiane, Viaje a la Luisiana*).

Sánchez Labrador además de su labor como naturalista fue un buen cartógrafo que preparó una serie de mapas contenidos en su obra *El Paraguay católico*. Entre ellos están los mapas del río Paraguay entre las latitudes 14°S y 24.5°S, con mediciones de latitud y longitud y algunas de distancias, un mapa de la misión de los Moxos, mapas de la región de Chiquitos, de todo el territorio comprendido entre los ríos Paraguay y Paraná, desde la ciudad de Asunción al sur hasta en Río Munday al norte, y de parte del río Uruguay. El bohemio Samuel Fritz (1651-1725), que había llegado a Quito en 1685, lleva a cabo una detallada labor de cartografía de la región del Amazonas con observaciones astronómicas y descripciones hidrográficas (*El gran río Marañón o Amazonas con la misión de la Compañía de Jesús*, Quito, 1707). En el mapa se marca la

¹¹ David Buisseret, Jesuit cartography in Central and South America. En J.A. Galiano y C. E. Ronan. *Jesuit encounters in the World. Jesuit chroniclers, geographers, educators and missionaries in the Americas, 1549-1767*. Roma: Institutum Historicum S.I. (1997), 113-162. Ernest J. Burrus. *La obra cartográfica de la Provincia Mexicana de la Compañía de Jesús*. Madrid: José Porrúa Turanzas (1967).

frontera entre los territorios españoles y los portugueses en el Amazonas, problema controvertido en aquel tiempo. Por parte portuguesa, el jesuita italiano Domenico Capassi (1694-1736) fue comisionado en 1729 para hacer los mapas de esta región fronteriza, llevando a cabo la cartografía de Río de Janeiro, Colonia de Sacramento y Río Grande do Sul. Con Capassi colaboró en Brasil entre 1729 y 1748, Diego Soares (1648-1748), profesor en Lisboa y Évora. Después de la muerte de Capassi, Soares continúa la cartografía de la región desde Río de Janeiro a Río de la Plata y de Sao Paulo y Minas.

José Quiroga (1707-1790) había sido marino antes de entrar en la Compañía y llega a Buenos Aires en 1728, trayendo varios instrumentos para la labor cartográfica a la que se dedica durante muchos años. Profesor de matemáticas en Tucumán, explora y cartografía amplias regiones, pero muchos de sus mapas se han perdido. En 1753 publica en Roma un mapa detallado de las regiones del Paraguay y el río de la Plata¹². En 1745 comisionado por el rey Felipe V, Quiroga junto con José Cardiel (1704-1781) y el austriaco Matías Strobel (1696-1769) salieron desde Buenos Aires en una expedición marítima para explorar la costa de Patagonia, llegando hasta la bahía de San Julián (latitud 49.5°S). Quiroga y Strobel intervinieron en el tratado de límites de 1750 entre los territorios de España y Portugal, que afectaba a las misiones jesuitas del Paraguay y que impugnaron aportando mapas de la zona. Cardiel, que había pasado mucho tiempo en las misiones de Paraná, publicó sus mapas de los mares del sur en Italia. Strobel realiza una amplia labor de cartografía en el Gran Chaco. Joaquín Camaño Bazán (1737-1820) pasa gran parte de su vida en las reducciones de los Chiquitos (Bolivia), donde, además de estudiar su lengua, llevó a cabo una labor de cartografía de la región. Para el tiempo de su expulsión de los territorios españoles de América, los jesuitas dejaron una amplia colección de mapas de toda esta región desde Méjico a la Patagonia.

¹² Guillermo Furlong, *Cartografía jesuítica del Río de la Plata*. Buenos Aires: Jacobo Peuser (1936).

EXPLORADORES DE LO DESCONOCIDO

Los viajes de los jesuitas a las tierras de misión los obligó a adentrarse en tierras desconocidas, donde todavía no había llegado ningún europeo. Aunque el móvil principal era el apostólico, de llevar la luz del evangelio a los habitantes de tierras donde todavía no se conocía, su formación les llevó a interesarse por las regiones que atravesaban, su naturaleza, su fauna y flora y las costumbres de sus habitantes. En muchos casos, hicieron una verdadera labor pionera de geografía y cartografía, dejando una abundante colección de mapas de las regiones en las que se adentraron. Es difícil separar entre los que podemos considerar como naturalistas y geógrafos, que ya hemos visto, y los que más bien consideramos como exploradores. Estos últimos tenían como primera intención abrir nuevas rutas de evangelización y de esta manera se fueron introduciendo en regiones desconocidas para los europeos en Asia, África y América. Los relatos que nos han dejado de sus viajes, realizados a menudo con medios precarios, nos dejan hoy asombrados. Las facilidades, que hoy tenemos para viajar a prácticamente cualquier lugar de la tierra, eran desconocidas en los siglos XVI al XVIII. Los viajes eran a menudo a pie, en cabalgadura o en frágiles embarcaciones, siguiendo a poco fiables guías y corriendo toda clase de peligros.

Hemos hablado ya de los trabajos de los naturalistas y geógrafos jesuitas en las nuevas tierras de América. Al hablar de ellos, ya hemos visto como esta labor hay que verla como consecuencia de su labor evangelizadora y el establecimiento de misiones. Como ya hemos mencionado también, es difícil separar estos trabajos de los que hicieron como exploradores, ya que fue en sus viajes donde recogieron los datos sobre la geografía y la naturaleza de las regiones que atravesaron y que aparecen en sus obras y mapas. Para dar una visión del aspecto de la exploración en América, volvemos ahora sobre algunos de los jesuitas de los que ya hemos hablado. Acosta realizó su primer viaje desde Lima en 1573-1574 hacia el sur cruzando Perú hasta Cuzco y Arequipa. Desde allí se adentró en el altiplano bordeando el lago Titicaca, para llegar a La Paz, desde donde siguió hacia el sur, hasta la región del comienzo de río Pilcomayo en el sur de Bolivia, para dando la vuelta hacia el norte pasar por Potosí y de allí regresar a Lima. En este viaje cruzó los Andes y experimentó el mal de altura que describe en sus

escritos. Ya vimos el viaje de Acuña en 1639 desde Quito, Ecuador por el Amazonas hasta su desembocadura en Belem, Brasil y el viaje por el Orinoco de Gumilla.

La región del río Paraguay fue explorada por muchos jesuitas que trabajaban en las famosas reducciones, entre ellos Cardiel que recorrió repetidas veces las misiones. Hacia el extremo sur de la Patagonia se dirigieron en su campaña de exploración en 1762-1765, Quiroga, Cardiel y Strobel. Esos mismos años Jolis exploró la región del Chaco. La búsqueda de un camino desde Asunción (Paraguay) a Potosí y Lima (Perú) por tierra era una necesidad sentida desde el establecimiento de estos asentamientos a los que se había llegado independientemente por mar. Ya en 1560 se había establecido una ruta bordeando el Chaco por el sur, que era un camino largo y fatigoso. Los jesuitas intentaron abrirse paso en un camino directo a través del Chaco, siguiendo las cuencas de los ríos Paraguay y Pilcomayo, con varios intentos sin éxito en 1703 por Bartolomé Jiménez, en 1715 por José Francisco de Arce (1651-1715) y Bartolomé de Blende (1675-1715) con un grupo de guaraníes desde Asunción a la misión de Chiquitos en Bolivia pero fueron asesinados por los indios payaguás a medio camino y de nuevo se intentó sin éxito desde los dos lados en 1720. No fue hasta más tarde que lo logra Sánchez Labrador en 1766 en vísperas de su expulsión, llegando desde Asunción a Santa Cruz de la Sierra en Bolivia.

Entre la labor de los jesuitas que parten de Méjico hacia el norte destaca la del italiano Eusebio Francisco Kino (1645-1711) que había llegado a Veracruz en 1681. Su primera campaña de exploración de California en 1683-1685, acompañando una misión oficial, no da los resultados esperados con lo que decide hacerlo por sí mismo solo. De esta forma inicia un programa de más de 40 expediciones a las regiones de Sonora, Arizona y California entre 1687-1711. En sus viajes establece misiones, funda escuelas, lleva ganado y plantas, al mismo tiempo que hace mapas de las regiones que recorre. Toda la labor de Kino está llena de la cartografía, pues la confección de mapas era parte de su labor de explorador y misionero. Kino fue el primero en descubrir que Baja California es una península y no una isla, como se pensaba entonces, la cartografió y exploró los cursos de los ríos Gila, Colorado, Santa Cruz y San Pedro. En reconocimiento de su labor en Estados Unidos en 1965 se le dedicó una estatua en el

Capitolio de Washington y otras dos en Tucson y Phoenix (Arizona)¹³. La obra de Kino fue continuada por el croata Fernando Consag (1703-1759) que había llegado a México en 1731 y se estableció en Baja California. Desde allí realiza tres expediciones hacia el norte en 1746 hasta la desembocadura del río Colorado, en 1751 y 1753 hasta la costa del Pacífico. Sus mapas de la zona que abarcan la parte norte de la península fueron copiados y reproducidos muchas veces.

¹³ Ernest J. Burrus, *Kino and Monje. Explorers of Sonora and Arizona. Their vision of the future. A study of their expeditions and Plans*. Saint Louis: Jesuit Historical Institute (1971); Charles Polzer, *Kino, a legacy: his life, his works, his missions, his monuments (A Kino Guide II)*. Tucson: Jesuit Fathers of Southern Arizona (1998).

ESTUDIO DE LOS TERREMOTOS

América Central y del Sur son regiones propensas a la ocurrencia de grandes terremotos. Los jesuitas que escribieron sobre la historia natural de estas regiones, dedicaron capítulos a la descripción de estos grandes terremotos. Acosta, en su *Historia natural* (Libro 3, Cap. 26), trata de los volcanes y los terremotos. Empieza negando que estos fenómenos estén siempre relacionados, como proponía la doctrina tradicional, pues en América se dan grandes terremotos en zonas donde no hay volcanes. En cuanto a su origen, se mantiene en la teoría aristotélica. De más interés son sus observaciones sobre algunos de estos fenómenos de los que describe un gran terremoto en Chile del que no da el año (1575), y dos en Perú, 1582 en Arequipa y 1586 en Lima, y el tsunami que siguió a los de Chile y Lima. Sobre este último dice que “pasado el temblor de tierra salir ella (la mar) muy brava de sus playas y entrar en la tierra adentro cuasi dos leguas, porque subió más de catorce brazas y cubrió toda aquella playa”. Concluye que los terremotos son más frecuentes en tierras marítimas y en años de muchas lluvias y lo justifica diciendo que el agua tapona la salida de los vientos encerrados en las cavidades de la tierra y cuya salida produce los terremotos. Cobo en su *Historia del nuevo mundo*, tiene un capítulo sobre los terremotos de Perú (Libro 3, Cap. 20) en el que presenta una descripción detallada del terremoto de Arequipa de 24 Noviembre 1604, que considera el mayor que ha sucedido. El terremoto fue seguido por un tsunami, que inundó la costa subiendo el nivel del mar 20 metros. Cita los terremotos de Lima de 1606 y 1609, Trujillo 1619, Cuzco 1650 y Santiago de Chile 1647. A partir de su experiencia concluye también que los terremotos suceden más frecuentemente cerca de la costa. Juan González Chaparro (1581-1651) describe con detalle el terremoto que destruyó Santiago de Chile el 3 de Mayo de 1647. Descripciones de otros terremotos de Chile se encuentran en las historias de Ovalle y Rosales. Pedro Lozano (1697-1759), profesor del Colegio de Córdoba (Argentina) escribe sobre el terremoto de Lima del 28 de Octubre 1746 que destruyó la ciudad y fue seguido de un tsunami que inundó el puerto del Callao. Sobre el mismo terremoto escribió en Alemania Joseph Pfriem (1711-) profesor en los colegios de Maguncia, Bamberg y Spira, basándose en la noticias recibidas de los misioneros de Perú.

OBSERVACIONES ASTRONÓMICAS

A medida que se fue extendiendo la red de colegios jesuitas por Europa se fueron creando en ellos cátedras de matemáticas, como había quedado establecido en la *Ratio studiorum*, aunque hemos de notar, que antes de la institucionalización con la creación de cátedras específicas las matemáticas eran ya enseñadas en muchos colegios. La creación de cátedras exclusivas de matemáticas aumentó partir de los primeros decenios del siglo XVII, a medida que se fueron incorporando las normas de la *Ratio* y en el siglo XVIII por la generalización de estos estudios. En aquella época se consideraba la astronomía una parte importante de las matemáticas. En los colegios y universidades jesuitas la astronomía ocupa desde el principio un lugar importante con la figura de Christopher Clavius (1537-1612), profesor del Colegio Romano.

El desarrollo de la astronomía requiere el establecimiento de lugares fijos de observación, lo que lleva a la creación de los observatorios astronómicos. En los colegios jesuitas se empezaron a utilizar telescopios para las observaciones astronómicas muy pronto, ya en 1612 en el Colegio Romano, en tiempos de Clavius y su sucesor Christoph Grienberger (1564-1636), y su utilización se convirtió en la práctica habitual en la enseñanza de matemáticas de los colegios que incluía la astronomía¹⁴. La instalación de observatorios con ya este nombre en algunos colegios, con una persona oficialmente designada como director, tardó aun algún tiempo. Los instrumentos utilizados eran principalmente telescopios, primero de refracción y luego de reflexión y otros instrumentos como sextantes y cuadrantes. Al principio los instrumentos estaban fabricados en los mismos colegios y al irse estos perfeccionándose se adquirían en talleres especializados. Además de observaciones astronómicas, los observatorios realizaban también medidas meteorológicas de temperatura, presión y humedad atmosférica y cantidad de lluvia, disponiendo, por lo tanto, de los instrumentos necesarios como termómetros, barómetros, higrómetros y pluviómetros. A mediados del siglo XVIII existían unos 30 observatorios en colegios jesuitas de Europa,

¹⁴ Johann Schreiber, Die Jesuiten des 17 und 18 Jahrhunderts und ihre Verhältnis zur Astronomie. *Natur und Offenbarung* 49 (1903), 129-143, 208-221. Manuel M. Sánchez Navarro-Neumann, Jesuitas astrónomos. *Broteria*, 24 (1937), 423-436.

lo que representaba la tercera parte de todos los observatorios existentes en Europa en aquella época¹⁵.

En América, los jesuitas fundaron un considerable número de colegios y varias universidades, las más importantes: S. Francisco Javier, Santa Fe (Bogotá) (1621); S. Francisco Javier, Charcas, México (1621); S. Miguel, Santiago de Chile (1621); S. Gregorio Magno, Quito (1622); Córdoba, Argentina, 1622; Mérida, Yucatán (1624); S. Ignacio de Loyola, Cuzco (1648). Sin embargo, solo se estableció un pequeño observatorio astronómico en la misión de San Cosme y Damián, una de las reducciones de Paraguay. El observatorio fue la creación personal de Buenaventura Suarez (1679-1750), natural de Santa Fe, Argentina, en 1706 y duró solo durante su vida. Al principio utilizó telescopios que el mismo construyó con lentes que el mismo pulimentó y solo desde 1745 dispuso de dos telescopios y dos relojes ingleses adquiridos en Lisboa. A partir de sus observaciones publica en 1743, *Lunario de un siglo*, con las efemérides de la Luna y el Sol, los tiempos de los eclipses y otras informaciones para el periodo 1740-1840, que fue bien estimado en Europa y tuvo varias ediciones. A pesar de estar en el remoto Paraguay, Suarez mantuvo contacto con astrónomos en Europa, en especial con el jesuita Nicasius Gramatici (1684-1736) en Ingolstadt, y también con Ignaz Kögler (1680-1746) en Pekín.

En otros lugares de América los jesuitas hicieron observaciones astronómicas aunque sin instalar observatorios estables. En Brasil realizó observaciones astronómicas el checo Valentín Stansel (1621-1705) quien escribió una obra de astronomía en la que defiende el sistema Tychonico (*Uranophilos caelestis peregrinus*, Uranofilos, el peregrino celeste), al estilo del *Iter exstaticum* de Kircher, con el que había coincidido en Roma y otra sobre observaciones astronómicas en Brasil, *Coeli Brasiliensis Oeconomia* (Distribución del cielo de Brasil, 1666) que lleva un prólogo de Kircher. En Chile hizo observaciones el italiano Nicolás Mascardi (1624-1674) que había llegado a Santiago en 1652. Destinado a la misión de la isla Chiloe realizó allí observaciones astronómicas que envió también a Kircher, que había sido profesor suyo en Roma y con el que mantuvo una extensa correspondencia. En especial son de notar sus

¹⁵ Agustín Udías, *Searching the heavens and the earth. The history of Jesuit observatories*. Dordrecht: Kluwer (2003), 21-34.

observaciones del cometa de 1664 sobre el que escribió un informe *Observatio Cometarum* (Observación de los cometas) y que el astrónomo peruano Francisco Ruiz Lozano, con el que colaboró, incluyó en su obra, *Tratado de los Cometas* (1665), primera publicación astronómica aparecida en América.

LA COMPAÑÍA RESTAURADA

El trabajo científico de los jesuitas se vio primero interrumpido por su expulsión de Portugal en 1758, de Francia en 1764 y de España y sus posesiones en América en 1767 y finalmente con la supresión de la Compañía por el papa Clemente XIV en 1773. Bruscamente cesaba el laborioso trabajo de muchos jesuitas científicos en colegios, universidades y observatorios, tanto en Europa como en América y Asia. En 1814 el papa Pío VII restauró la Compañía, dando comienzo un nuevo capítulo en la historia de la contribución de los jesuitas a las ciencias naturales. Durante los casi 50 años en que la Compañía estuvo suprimida, se habían dado una serie de procesos, tanto en la sociedad como en las ciencias, que hacen que el trabajo científico de los jesuitas tenga, en la nueva época que va a empezar, un carácter distinto del de la anterior. En estos años la ciencia y la técnica habían avanzado rápidamente, sirviendo de base a la revolución industrial que transformó la sociedad moderna. En casi todas las ciencias, como, por ejemplo, en la física y la química, se habían dado desarrollos fundamentales y se había avanzado en su institucionalización. La Compañía antigua había estado presente en el nacimiento y primeros pasos de la ciencia, mientras que ahora se tenía que incorporar a una ciencia en muchos aspectos ya desarrollada, lo que implicaba una mayor dificultad. Esto explica su presencia principalmente en ciencias como la biología, meteorología y sismología, que estaban entonces empezando. Por otro lado, las universidades, que habían sufrido una general decadencia durante el siglo XVIII, conocen un proceso de reforma que se inicia en Alemania y se extiende al resto de países de Europa y América. En este proceso el énfasis en las universidades se pone en la investigación científica y se produce su progresiva estatalización. Esta situación influye en los nuevos colegios y universidades jesuitas.

En la edad moderna la presencia de los jesuitas en la ciencia en América Latina está vinculada a su labor educacional. En la actualidad los jesuitas dirigen en América Latina 88 colegios y 30 universidades en los que a diversos niveles está presente la docencia y la investigación de las ciencias naturales. Aquí nos vamos a fijar en la fundación de observatorios, el trabajo en meteorología, en especial, sobre los ciclones tropicales en el Caribe y el estudio de los terremotos.

LOS NUEVOS OBSERVATORIOS

El fenómeno más llamativo de la nueva dedicación de los jesuitas a las ciencias es, sin lugar a dudas, el de la creación de observatorios, que entre 1814 y 1970 sumaron un total de 74, esparcidos por todo el mundo¹⁶. Los primeros fueron astronómicos, para diversificarse luego en meteorológicos, magnéticos y sismológicos. Su distribución geográfica fue 26 en Europa, 21 en América del Norte, 18 en América Central y del Sur, y 9 en Asia, África y Australia. Su naturaleza fue también muy distinta, algunos fueron durante un tiempo importantes centros de investigación de reconocido prestigio internacional en astronomía, meteorología y geofísica, mientras otros eran pequeñas estaciones meteorológicas o sismológicas. A pesar de su gran número, la fundación de observatorios no respondía a un programa explícito ordenado por los superiores generales de la orden desde Roma, sino más bien a iniciativas locales y particulares.

Además del deseo de continuar la tradición del trabajo científico de la antigua Compañía, en la creación de los nuevos observatorios influyen en esta nueva época otros factores. Uno de los más importantes es el contrarrestar las corrientes racionalistas, extendidas a partir de mediados del siglo XIX, que proponían con vehemencia y agresividad la incompatibilidad entre la ciencia y la fe cristiana. Con su trabajo científico, los jesuitas trataban de refutar en la práctica estas ideas. Esta nueva situación daba a los nuevos observatorios un cierto carácter apologético de defensa de la religión cristiana en una época de fuertes ataques que no habían existido en la época anterior. Ellos constituyen una prueba palpable de que la religión cristiana, y la Iglesia católica en concreto, no están reñidas con el progreso de la ciencia. El prestigio científico que llegan a tener algunos observatorios muestra en la práctica cómo se puede ser al mismo tiempo religioso y científico y que la ciencia no conduce necesariamente al ateísmo.

Los observatorios fundados por los jesuitas en América Latina no fueron muy numerosos y en general fueron relativamente pequeños en comparación con los instalados en otros países y dedicados principalmente a meteorología y sismología. Esto

¹⁶ Una información general sobre los observatorios jesuitas se encuentra en Pierre de Vregille, *Les observatoires de la Compagnie de Jésus au debut du XXe siècle. Rev. des Questions Scientifiques*, 59 (1906), 10-72, 493-579 y en Udías, *Searching the Heavens and the Earth* (2003).

se explica debido a la frecuente ocurrencia de ciclones tropicales en el Caribe y grandes terremotos en las regiones andinas, fuentes de frecuentes catástrofes con abundantes y graves daños personales y materiales. La carencia de instituciones científicas de carácter estatal o privado hacia finales del siglo XIX y principios del XX en estos países explica el que los jesuitas tomaran sobre si esta responsabilidad. Se puede decir que los jesuitas echaron en ellos las bases de la meteorología y sismología en estos países. La astronomía no estuvo ausente de los observatorios jesuitas en esta región, aunque tuvo un papel secundario, excepto por el observatorio de San Miguel en Argentina. Esto puede deberse al elevado coste de los telescopios y su mantenimiento y al poco interés social por esta ciencia.

Uno de los pocos observatorios astronómicos llevado por los jesuitas por poco tiempo fue fruto del proyecto del presidente de Ecuador, Gabriel García Moreno, de modernizar las instituciones científicas de su país. En 1869 decretó la fundación en Quito de la Escuela Politécnica, siguiendo el modelo de la *École Polytechnique* de París. Para su dirección pidió ayuda a los jesuitas que mandaron a seis jóvenes profesores alemanes de Valkenburg. Dos años más tarde, García Moreno decidió la creación de un observatorio astronómico y encargó de ello a Johann B. Menten (1838-1900), uno de los jesuitas alemanes. Los edificios del observatorio astronómico se terminaron en 1875, el mismo año que fue asesinado el presidente. El nuevo gobierno retiró el apoyo a los jesuitas a los que identificaba con el presidente García Moreno a cuya política estaba opuesto. El observatorio meteorológico y la Escuela Politécnica fueron cerrados y los profesores jesuitas regresaron a Alemania. Menten, sin embargo, permaneció en Quito, dejó los jesuitas y continuó hasta 1882 encargado del observatorio astronómico, que se inauguró en 1877. La Escuela Politécnica no se reabrió hasta 1935, y reconoce hoy el papel jugado por los jesuitas en su fundación.

En La Habana en el observatorio meteorológico de Belén, que se distinguió en el estudio y predicción de los ciclones tropicales de las Antillas, Benito Viñes (1837-1893)¹⁷ en 1882 instaló un telescopio ecuatorial Cooke de 12 cm de apertura y nueva instrumentación magnética y colaboró con Stephen Perry (1833-1889) jesuita director

¹⁷ Antonio López de Santa Anna, *Contribución a una biografía completa del P. Benito Viñes Martorell, S.I., célebre meteorólogo de las Antillas*. Santander: Hermanos Bedia, (1957); Luis E. Ramos Guadalupe, *Benito Viñes, s.j. Estudio biográfico*. La Habana: Editorial Academia, (1996).

del observatorio de Stonyhurst, en la observación del tránsito de Venus por el disco solar del 19 Mayo 1884. En 1897 se trasladó el observatorio al nuevo edificio del colegio en el que se habilitaron dos torres, una de ellas con la cúpula del telescopio. En 1925 se llevó a cabo un nuevo traslado a los nuevos edificios del colegio, donde ya no se instaló la cúpula del telescopio y el observatorio se centró solo en meteorología, en la que tuvo sus contribuciones más importantes.

En Méjico los jesuitas fundaron dos observatorios en los colegios de Puebla en 1877 y de Saltillo en 1884. El más importante fue el del Colegio de Puebla que poseía secciones de astronomía, meteorología magnetismo y sismología. Fundado por el jesuita italiano Pedro Spina (1839-1925), el observatorio tenía desde 1880 una cúpula con un telescopio Dollond, que se sustituyó dos años por uno más potente. Este fue el segundo observatorio astronómico instalado en Méjico dos años más tarde que el Observatorio Nacional de Chapultepec. Gustavo Heredia (1869-1926) director desde 1905, continuó las observaciones meteorológicas, magnéticas y astronómicas hasta 1910. Fue elegido miembro de la *Royal Astronomical Society* de Londres en 1904. Sus estudios astronómicos se centraron en las observaciones de las manchas y prominencias de la cromosfera solar. El observatorio fue cerrado junto con el colegio en la revolución mejicana de 1914.

Los jesuitas empezaron observaciones meteorológicas en la Paz, Bolivia en 1892, en un pequeño observatorio en el Colegio de San Calixto. Su primer director fue el francés Pierre M. Descotes (1877-1964), que pasó un tiempo preparándose en el observatorio de Cartuja. Además de la instrumentación sismológica, de la que hablaremos en el capítulo 8, el observatorio poseía un pequeño telescopio con el que se encargó del servicio oficial de la hora para Bolivia. El observatorio participó en el Proyecto Internacional de las Longitudes en 1926. Descotes calculó con gran exactitud por medio de observaciones astronómicas las coordenadas del observatorio. Descubrió con estas medidas que la longitud del observatorio de Santiago de Chile tenía un error de 1.18 segundos. Este error fue confirmado por nuevas observaciones hechas en los observatorios de Santiago de Chile y Buenos Aires. En consecuencia de este error las longitudes geográficas del continente de América del Sur, generalmente aceptadas entonces, estaban desplazadas 400 metros hacia el oeste y debían corregirse, como así se hizo.

El Observatorio de Física Cósmica de San Miguel, en San Miguel, cerca de Buenos Aires, Argentina tuvo su origen en el gran interés por la ciencia y en concreto por la astronomía de Fortunato J. Devoto, Obispo Auxiliar de Buenos Aires¹⁸. De él partió la idea de complementar el trabajo de los dos observatorios astronómicos existentes en Argentina con un tercero dedicado a astrofísica, para cuya dirección pensó en los jesuitas. Estos acogieron la idea con entusiasmo y ofrecieron terrenos cerca de la Facultad de Filosofía y Teología en San Miguel. Para su dirección se escogió a Ignacio Puig (1887-1961), subdirector del Observatorio del Ebro. El observatorio fue inaugurado en 1935 en un magnífico edificio de tres plantas y estaba dedicado a astrofísica, rayos cósmicos, actividad solar y fenómenos electromagnéticos. El observatorio constaba de una buena instrumentación.

En 1943 Puig regresó a España y le sucedió el argentino Juan Antonio Bussolini (1905-1966), quien dio un gran impulso a los trabajos científicos. En 1960 se instaló un telescopio con filtro Lyot y dos radiotelescopios de cinco metros de diámetro y en 1967 un espectroheliógrafo y radiotelescopio en un nuevo edificio diseñado por el mismo Bussolini, dando así un nuevo impulso a los estudios de física solar. Su temprana muerte afectó seriamente el futuro del observatorio. En 1969 le sucedió Mariano Castex, hijo de un famoso médico argentino, que empezó un programa de rápida expansión del observatorio que finalmente resultaría funesto. Se construyeron nuevos edificios y se renovó el instrumental. Para sufragar los cuantiosos gastos, Castex recurrió a fondos del estado a través de sus contactos con el gobierno. Para asegurar las subvenciones estatales cambió el nombre del observatorio a Observatorio Nacional de Física Cósmica, con una participación cada vez menor de jesuitas. Cambios políticos hicieron que Castex fuera removido de su cargo en 1970 y también dejó los jesuitas. En 1977 el observatorio fue oficialmente transferido a la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales de Argentina.

¹⁸ Ignacio Puig, *El Observatorio de San Miguel, República Argentina*. San Miguel: Observatorio de San Miguel (1935).

METEOROLOGÍA

La mayoría de los nuevos observatorios fundados por los jesuitas en los siglos XIX y XX tenían secciones de meteorología¹⁹. El relativo poco coste de los equipos y el creciente interés por el establecimiento de lugares de observaciones meteorológicas bien atendidas en el siglo XIX, cuando todavía no existían en la mayoría de los países servicios meteorológicos estatales completamente establecidos, condicionó la dedicación de los jesuitas a esta ciencia. En la mayoría de los países los servicios meteorológicos estatales que no comenzaron hasta hacia 1850, y la contribución de las estaciones jesuitas era muy estimada, junto con la de otras instituciones privadas entre ellas algunas de otros religiosos. Era esta una manera de contribuir al trabajo científico en el sentido moderno, que ponía el énfasis en el aspecto empírico de las observaciones instrumentales. Se añadía además la existencia de un verdadero interés por este tipo de observaciones en una ciencia que estaba apenas empezando. Era, también, una manera de completar con observaciones prácticas las clases de ciencias en los colegios y las facultades de filosofía para la formación de los jesuitas. De esta forma, además de las observaciones meteorológicas en los ya existentes observatorios astronómicos, se crearon estaciones meteorológicas, algunas de las cuales duraron muy poco tiempo y solo servían para proporcionar los datos a los observatorios nacionales. Entre los observatorios y las estaciones meteorológicas que realizaron observaciones de una forma estable durante unos periodos de tiempo más o menos largos se cuentan 47. Su distribución geográfica es 17 en Europa, 6 en América del Norte, 15 en América Central y del Sur y 9 en Asia, África y Australia. Cuatro observatorios destacan por su dedicación a la observación, predicción y estudio de la naturaleza de los ciclones tropicales, Belén (Cuba), Manila (Filipinas), Zikawei (China) y Tananarive (Madagascar).

En América Central y del Sur los jesuitas además de instalar quince estaciones meteorológicas propias pusieron en muchos países las bases de los futuros servicios meteorológicos estatales. El reconocimiento de la experiencia de los jesuitas en esta ciencia se muestra por haber sido los encargados de organizar los servicios de

¹⁹ Agustín Udías, Jesuits' contribution to meteorology. *Bull. American Meteorological Society*, 77 (1996), 2307-2315. Los observatorios en los que había secciones de meteorología se pueden obtener en Udías, *Searching* (2003), Part II, 183-292.

meteorología de Ecuador en 1870 y de Colombia en 1922. En Quito las observaciones habían empezado en 1864 en el Colegio de San Luis que se constituyó como la estación central del Servicio Meteorológico Nacional. En 1870 Menten tomó el cargo de director hasta 1875 cuando el observatorio se cerró a la muerte del Presidente García Moreno. En Colombia, a requerimiento del Presidente de la República, Simón Sarasola (1871-1947) se encargó en 1920 de organizar el Servicio Meteorológico Nacional. Sarasola había trabajado en Cuba desde 1905 en el Observatorio de Belén (La Habana) y fundado en 1910 uno en Cienfuegos. La estación central del Servicio se instaló en el colegio de San Bartolomé en Bogotá. La propuesta de instalar 20 estaciones secundarias no llegó a realizarse y solo funcionaron cuatro. Con los datos de las estaciones Sarasola realizó uno de los primeros estudios de la climatología de Colombia. Sarasola dejó su cargo en 1939 y en 1943 volvió a Cuba como director del observatorio de Belén. En 1941 Jesús Emilio Ramírez (1904-1981), junto con Sarasola fundaron el Instituto Geofísico de los Andes Colombianos que poseía un estación meteorológica. Ramírez mismo fue durante el año 1949 director del Servicio Meteorológico Nacional de Colombia.

De los observatorios fundados en Cuba en La Habana, Cienfuegos y Santiago de Cuba, el más importante fue el Observatorio de Belén, por estudio y predicción de los ciclones tropicales. En México en los dos observatorios de Puebla y Saltillo se hacían observaciones meteorológicas. Ambos mandaban sus observaciones al Servicio Meteorológico Mexicano y se cerraron el mismo año en 1914. Los jesuitas empezaron observaciones meteorológicas en La Paz, Bolivia en 1892, en el observatorio del Colegio de San Calixto que continua hoy en funcionamiento. Pequeños observatorios meteorológicos existieron en diversos colegios de jesuitas en distintos países de América Central y del Sur. En Guatemala fue creado uno en 1851 que duró solo hasta 1870. Poca duración tuvo también el creado en Santiago de Chile de 1867 a 1872. Mayor duración tuvo el creado en el colegio de Santa Fe, Argentina de 1904 a 1967. En Sucre, Bolivia se fundó en 1914 un pequeño observatorio dedicado a meteorología y sismología que continuó sus observaciones hasta 1966. Entre 1935 y 1940 funcionó una estación meteorológica en el colegio de Asunción, Paraguay. Estos observatorios eran, generalmente, fruto de iniciativas personales que duraron mientras duraba el interés de su fundador. Son, sin embargo, muestra del interés por las ciencias en los colegios jesuitas de estos países que no tenían una fuerte tradición científica.

LOS CICLONES DEL CARIBE. BENITO VIÑES

Cada año la región del Caribe es cruzada por una serie de huracanes o ciclones tropicales que causan enormes daños. Se comprende que los jesuitas que habían creado en 1854 el Real Colegio de Belén en la Habana instalaran tres años más tarde un pequeño observatorio meteorológico que llevaría el nombre de Observatorio de Belén y que se haría famoso por sus estudios de los ciclones. En 1870 ocupó la dirección Benito Viñes (1837-1893), nacido en Poboleda (Tarragona) que había llegado a Cuba ese mismo año. Sus estudios y predicciones durante 24 años de los ciclones constituyen una de las páginas más sobresaliente de la contribución de los jesuitas a la meteorología. Para completar su formación en 1882 realizó un viaje a Europa donde visitó varios observatorios y pasó un tiempo en Stonyhurst con Perry. En sus primeros años de director Viñes compila la información de las observaciones realizadas en el observatorio desde 1858, cuando comenzaron las observaciones regulares, hasta 1871 y las publica en 1872. Buscando disponer del instrumental más moderno en 1873 Viñes instala en el observatorio un meteorógrafo de Secchi. Sobre la base de estas observaciones meteorológicas, Viñes estudió con detalle las características de los ciclones que habían afectado la isla de Cuba. Con gran minuciosidad fue acumulando conocimientos sobre su organización, circulación y traslación. Poco se conocía entonces sobre estos fenómenos, excepto por las investigaciones realizadas a mediados del siglo XIX por los meteorólogos americanos William Redfield, William Reid y James Espy. Redfield, en concreto, había estudiado el ciclón que cruzó Cuba en 1844. Viñes adoptó un punto de vista básicamente empírico estudiando con especial atención las variaciones de la presión atmosférica, la dirección del viento y la formación de las nubes, su forma, movimiento y altitud. Recogió los resultados de sus investigaciones en dos obras: *Apuntes relativos a los huracanes de las Antillas en Septiembre y Octubre de 1875 y 1876* (1877) e *Investigaciones relativas a la circulación y traslación ciclónica de los huracanes de las Antillas* (1895), obra escrita en 1893 y publicada en forma póstuma. Una traducción al inglés resumida de la primera obra fue publicada en Estados Unidos en 1885 y reeditada en 1887 y 1889. Una traducción más extensa se publicó por el Weather Bureau de Washington en 1898 con el título *Investigation of the cyclonic circulation and translatory movement of the West Indian hurricanes* (Investigación de la

circulación ciclónica y movimiento de translación de los huracanes de las Indias Occidentales). En 1888 Everet Hayden, Jefe de la división de Meteorología de la Marina y editor de *Pilot Charts*, publicación del *Hydrographic Office* de Washington, en una obra sobre los huracanes reprodujo partes de la obra de Viñes.

En estas obras Viñes propone dos leyes generales de la circulación. La primera sobre la rotación del viento en sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte y en el mismo sentido que las agujas del reloj en el sur. La segunda ley de las corrientes ciclónicas a diversas alturas establece que éstas son convergentes a alturas bajas y divergentes a alturas altas. A esta ley sigue el comportamiento de las nubes bajas, los cúmulos altos y los cirro-estratos densos y cirro-cúmulos finos. Esta segunda ley constituía para él la ley fundamental de la circulación ciclónica. A estas leyes generales se añaden seis leyes de la translación de los ciclones en la región del Caribe. La primera establece que la trayectoria general de los ciclones en el Caribe es de forma parabólica en dirección hacia el oeste, desde el Atlántico hacia las Antillas, para curvarse hacia el norte y en su última parte hacia el noreste. La segunda ley, que él llamó de las “recurvas”, regula la latitud y longitud del punto donde el ciclón cambia de trayectoria de oeste a este. Este punto se desplaza hacia el norte desde los ciclones de junio a los de septiembre para volver hacia el sur en los de octubre. Hizo notar la utilidad práctica de esta ley para poder predecir aproximadamente la trayectoria de un ciclón dependiendo de las fechas y que desarrolló en las cuatro siguientes leyes que establecen las particularidades de las diversas trayectorias.

Viñes no consideró que cada ciclón se ajustase en su trayectoria exactamente a estas leyes, sino que ellas constituyen pautas generales de comportamiento basadas en las observaciones. Menciona, por primera vez, las anomalías en las trayectorias que se producen cuando se juntan dos ciclones, dejando claro que no llegan nunca a unirse. Sugirió que el cambio en el arrastre del ciclón se debe a las corrientes de aire en las capas superiores de la atmósfera, extendiendo en la vertical su estructura. De esta forma fue uno de los primeros en estudiar la estructura tridimensional de estos fenómenos que según él se extienden hasta una gran altura. Sugirió también algunas ideas sobre la energía de los ciclones relacionada con el calor latente de condensación que se libera en la pared nubosa y la intensificación de la precipitación. Su continua y paciente observación permitió a Viñes adelantarse a muchas ideas que se propondrían más tarde

sobre la naturaleza de los ciclones⁴. En el *Pilot Chart* de Mayo de 1889, se decía: “Estas importantes leyes, establecidas por el estudio y la larga experiencia del P. Viñes, deben ser bien comprendidas por todo navegante y utilizadas para dirigir el curso y de esta forma evitar un huracán”. Su editor Hayden se refirió a Viñes en una conferencia en la Academia de Marina diciendo: “El P. Viñes, el eminente meteorólogo de la Habana, cuya habilidad científica, infatigable energía y oportunidad sin igual ha unido su nombre de forma inseparable con todos los recientes avances de nuestro conocimiento sobre estas tormentas”²⁰.

Viñes puso en práctica sus conocimientos sobre la naturaleza de los ciclones en acertadas predicciones que permitieron evitar muchas víctimas y daños materiales. La base de su trabajo estaba en las observaciones diarias cada hora, desde las 4 de la mañana a las 10 de la noche, que incluían la temperatura, presión y humedad atmosférica, dirección y velocidad del viento y las variaciones del campo magnético. Sus predicciones se basaban en cuidadosas observaciones del estado del mar, la caída de la presión atmosférica, la dirección y fuerza del viento y, en especial, del aspecto y movimiento de las nubes altas en especial los cirros que divergen del vórtice del ciclón. La primera predicción de Viñes fue en septiembre 1875, cuando sucedió un ciclón fuerte que afectó a Cuba después de cuatro años de relativa calma. Basándose en la observación de la caída de la presión atmosférica y el movimiento divergente de las nubes altas predijo, cuando el vértice estaba a 550 km de distancia, que pasaría por La Habana dos días más tarde, lo que se cumplió exactamente. Esta es la primera predicción moderna acertada del paso de un ciclón por una ciudad. A partir de ese año Viñes hizo continuas predicciones cuya exactitud fue reconocida por las autoridades y las instituciones marítimas. No cabe duda que con ellas salvó innumerables vidas y evitó grandes daños materiales. El estudio del huracán de octubre de 1876 se extendió también al examen de sus efectos a lo largo de su trayectoria a través de la isla, llevando a cabo en cuatro viajes un reconocimiento detallado de los daños causados.

En el mismo año 1876, Viñes se dio cuenta que solo con un observatorio no se podía controlar el tiempo atmosférico y poder predecir el curso de los huracanes de toda la región del Caribe, por lo que se propuso instalar una red estaciones que mandaran sus

²⁰ Walter M. Drum, *The pioneer forecasters of hurricanes*. Washington: Styormont and Jackson (1905). 13-14.

observaciones por telégrafo a La Habana. La red constaba de 20 estaciones y tenía el apoyo de las compañías marítimas y de telégrafos. Siete de ellas en Trinidad, Barbados, Martinica, Antigua y Puerto Rico, Jamaica y Santiago de Cuba mandaban sus observaciones de forma regular. El resto de las estaciones solo lo hacían en caso de la ocurrencia de un ciclón. Para detectar la cercanía de los ciclones Viñes diseñó dos instrumentos a los que llamó “ciclonoscopio” y “ciclononefoscopio”, con los que a partir de la observación de la dirección del viento y el tipo y orientación de las nubes se podía detectar la cercanía y dirección de un ciclón. Viñes nunca terminó del todo su construcción. Gordon Dunn y Banner Miller, en su obra sobre los ciclones del Atlántico, afirman que Viñes fue un verdadero científico que hizo importantes contribuciones a la teoría y al arte de predecir los huracanes y que merece ser tenido entre los primeros de todos los meteorólogos del hemisferio occidental que en el siglo XIX contribuyeron al conocimiento de los ciclones tropicales²¹. Ivan R. Tannehill en su popular obra sobre los huracanes cita varias veces a Viñes, del que dice que es “preeminente entre los observadores pioneros de los huracanes de las Indias Occidentales”²². Para Viñes el móvil principal de su trabajo fue siempre el del servicio, como así lo expresó en una respuesta en 1886 a la Cámara de Comercio de La Habana: “Por mi parte solo ansío servir a todos lo mejor que me sea posible, según me lo permitan mis débiles fuerzas y los medios que dispongo, ni deseo otra recompensa después de la que de Dios espero, que el ser útil a mis hermanos y contribuir en algún modo a los adelantos de la ciencia y al bien de la humanidad”²³.

Después de la muerte de Viñes en 1893 le sucedió en la dirección del observatorio Lorenzo Gangoiti (1845-1922) que continuó la observación, estudio y predicciones de los ciclones. Después del final de la administración española de Cuba en 1898, el *Weather Bureau* de Estados Unidos instaló una agencia en La Habana, ignorando totalmente el trabajo del Observatorio de Belén. Sus representantes afirmaban que hasta la llegada de los americanos nada científico se había hecho en Cuba respecto a los huracanes. La publicación de Walter M. Drum, jesuita de la Universidad de

²¹ Gordon E. Dunn y Banner I. Miller, *Atlantic Hurricanes*. Baton Rouge: Louisiana State University Press (1960).

²² Ivan R. Tannehill, *Hurricanes, their nature and history*. Princeton: Princeton University Press (6 ed.) (1945), 88.

²³ Richard M. De Angelis, The hurricane priest, *ESSA World*, October-1968, 16-17.

Georgetown, sobre la labor llevada a cabo en Belén hizo que el *U. S. Weather Bureau* reconociera este hecho, cerrara su agencia en La Habana y solicitara al observatorio el envío a Washington de telegramas diarios sobre el estado del tiempo. Sucesores en la dirección del observatorio fueron Manuel Gutiérrez Lanza (1865-1943) y Simón Sarasola, que continuaron los estudios y predicciones de los huracanes. Sarasola publicó *Los huracanes de las Antillas* (Bogotá, 1925; Madrid, 1928) en el que se resume los trabajos llevados a cabo en el Observatorio de Belén durante 70 años. En 1927, Gutiérrez Lanza publicó, *Génesis y evolución del huracán del 20 de Octubre de 1926 y catálogo de ciclones en la isla de Cuba 1865-1926*, donde se recoge en el catálogo el trabajo del Observatorio de Belén desde su fundación en el seguimiento de los ciclones de las Antillas. El observatorio continuó funcionando hasta 1961, bajo el último director, Rafael Goberna (1903-1985), que se había preparado en la Universidad de Saint Louis. Ese año el observatorio, junto con el colegio fueron confiscado por el gobierno comunista de Fidel Castro. Otros dos observatorios fueron fundados por los jesuitas en Cuba uno en Cienfuegos inaugurado en 1910 y otro en Santiago de Cuba en 1930. Ambos estaban dedicados a meteorología y trabajaban en colaboración con el Observatorio de Belén. El de Cienfuegos poseía también una sección astronómica con varios pequeños telescopios.

LAS ESTACIONES SISMOLÓGICAS

La sismología, ciencia que estudia los terremotos, sus causas y la propagación de sus ondas en el interior de la Tierra, ha recibido una especial atención por parte de los científicos jesuitas, hasta el punto que algunos la han llamado “la ciencia de los jesuitas”²⁴. Toda la costa oeste de América Central y del Sur es una región donde los grandes terremotos son frecuentes. Ya vimos cómo los naturalistas de la antigua Compañía incorporaron en sus historias naturales la descripción de algunos de los grandes terremotos de esta región. En la Compañía renovada los jesuitas en América Latina se incorporaron pronto al estudio de los terremotos. Los primeros instrumentos fueron instalados en 1877 en el Observatorio del Colegio de Puebla, Méjico. Los instrumentos habían sido diseñados y construidos por Gustavo Heredia (1869-1926) y consistían en péndulos de movimiento horizontal que registraban sobre placas circulares de cristal ahumado donde dejaban grabado el registro. Con ellos Heredia logró registrar los grandes terremotos de Méjico y publicar las observaciones para los años 1877 a 1906. Estos fueron los primeros sismógrafos instalados en el continente americano, unos años antes de los instalados en California. Funcionaron hasta 1914 cuando se cerró el observatorio. Dos sismógrafos del tipo Bosch-Omori se instalaron en 1906 en el Observatorio de Belén, los primeros de la región del Caribe, que funcionaron hasta 1930. En 1880 Viñes había hecho un reconocimiento de los daños causados por un terremoto en la región oriental de la isla de Cuba y publicado un informe sobre ellos. Una estación sismológica se instaló hacia 1920 en Sucre, Bolivia. Los instrumentos, vertical y horizontal fueron construidos en el mismo observatorio. Dejaron de funcionar unos años más tarde y fueron reinstalados en 1945 para ser destruidos por el terremoto de 1948. En 1949 Germán Saa (1909-1970) instaló dos sismógrafos Bosch-Omori en el Colegio de San Luis, Antofagasta (Chile) a los que añadió un tercer instrumento Wilson-Lamisson en 1957. La estación dejó de funcionar en 1963, debido a la

²⁴ Manuel M. Sanchez Navarro-Neumann, Os Jesuitas e a sismologia. *Broteria*, 24 (1937), 145-151; Daniel Linehan, Jesuits in seismology. *Earthquake Information Bulletin*, 16 (1984), 156-165; Agustín Udías y William Stauder, The Jesuit contribution to seismology. *Seismological Research Letters*, 67 (1996), 10-19; John Ebel, The Jesuit science. *Company* (Summer) (2009) 28-31; Agustín Udías, Jesuits' studies of earthquakes and seismological stations. En M. Kölbl-Ebert (ed.) *Geology and Religion: A history of harmony and hostility*. Londres: The Geological Society S.P. 310, (2009), 135-143.

instalación muy cerca de una estación de la red WWSSN. Saa proyectó instalar una estación en Arica en el norte de Chile, pero no pudo llevarlo a cabo.

El observatorio sismológico que adquirió a partir de 1912 una reconocida importancia entre los de América del Sur fue el Observatorio de San Calixto en La Paz, Bolivia²⁵. La creación de la estación sismológica se debió a una resolución de la Asociación Internacional de Sismología reunida en Manchester en 1911, en la que se pedía a los jesuitas la instalación de una estación sísmica en algún lugar del centro de América del Sur. Esta petición refleja la confianza de la comunidad científica en la labor de los jesuitas en esta ciencia. Los primeros sismógrafos instalados por Descotes en 1912 y 1913 fueron construidos por el mismo observatorio siguiendo el diseño de los construidos por Navarro-Neumann en el Observatorio de Cartuja. Descotes había pasado unos meses en Cartuja trabajando con Navarro-Neumann en sismología y familiarizándose con el funcionamiento de los instrumentos. Una gran mejora en la instrumentación se logró en 1926 con la instalación de sismógrafos de tres componentes electromagnéticos del tipo Galitzin-Wilip, los más modernos para aquella época. Descotes con su cuidadoso mantenimiento y exactas observaciones hizo del observatorio uno de los mejores de América del Sur. Los dos famosos sismólogos de California, Charles F. Richter y Beno Gutenberg, en su influyente obra *Seismicity of the Earth* (Sismicidad de la Tierra, 1949) declaraban: “La Paz, como única estación, se convirtió y permanece como la estación sismológica más importante del mundo. Esto es debido a su localización aislada, la sensibilidad de sus instrumentos y el gran cuidado con que bajo la dirección del P. Descotes se interpretan los registros y se comunican los datos”. Al no haber hasta 1926 señales horarias por radio en América del Sur, Descotes mantuvo el tiempo exacto en los registros por medio de cuidadosas observaciones astronómicas. La estación continuó modernizando su instrumentación con nuevos sismógrafos.

En 1959 se incorpora al observatorio Ramón Cabré (1922-1997) que asumiría la dirección de 1965 a 1993. En esta época el observatorio se convierte en un importante

²⁵ Ramón Cabré, 75 Años en la vanguardia de la sismología. *Revista Geofísica* 29 (1988), 47-56. Robert R. Coenraads, The San Calixto Observatory in La Paz, Bolivia. Eighty years of operation. Director Dr. Lawrence A. Drake S. J. *Journal and Proceedings, Royal Society of New South Wales*, 126 (1993), 191-198.

centro de investigación sismológica. En 1960 el observatorio participa en los estudios de la corteza terrestre por medios sísmicos en el altiplano boliviano. En 1962 se instalaron los nuevos sismógrafos de la red WWSSN, con lo que el observatorio seguía en primera línea en cuanto a instrumentación. En 1966 se incorpora Luis Fernández, después de obtener su doctorado en la Universidad de Saint Louis. Fernández dio un gran impulso a la investigación sismológica y a la formación de jóvenes investigadores, pero dejó el observatorio en 1970 y más tarde los jesuitas. El observatorio participó en varios proyectos internacionales de investigación sismológica. En 1972 se instaló una estación con la instrumentación más moderna financiada por el Servicio Geológico de Estados Unidos (*U.S. Geological Survey*) en un túnel escavado en la roca en el valle de Zongo. Esta era una de las doce estaciones de este tipo instaladas en el mundo. En 1973 la estación, también con ayuda de Estados Unidos, fue promocionada a ser un Laboratorio de Investigación Sísmica (*Adapted Seismic Research Observatory*, Observatorio Adaptado de Investigación Sísmica, *ASRO*). El observatorio extendió sus observaciones con una red regional de estaciones. El prestigio de Cabré por sus trabajos en sismología motivó el que fuera nombrado en 1966, el primer director del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), cargo que ocupó hasta 1968. Este centro dependiente de UNESCO está dedicado a la cooperación sismológica entre los países de América de Sur. En 1993 el gobierno de Bolivia le otorgó la orden del “Condor de los Andes”, la más alta condecoración.

Lawrence A. Drake (1931-2007), desde 1965 director del observatorio de Riverview en Australia, toma en 1992 la dirección del observatorio de la Paz. Su ofrecimiento a suceder a Cabré después de su retiro como profesor de la Universidad de Macquarie, fue una señal de su generosidad, ya que implicaba cambiar a una nueva lengua y cultura a una avanzada edad. En La Paz, Drake aplicó sus investigaciones sobre la propagación de ondas superficiales a la compleja estructura del altiplano andino. Continuó renovando la instrumentación y mantuvo un número de proyectos de investigación relacionados con la sismicidad y estructura de la corteza terrestre en la región de Bolivia. En 2001 por motivos de salud deja la dirección y regresa a Australia. Drake fue el último jesuita director del observatorio que continua activo hoy dirigido por seglares.

En 1923 Simón Sarasola instaló en el observatorio de San Bartolomé, Bogotá dos sismógrafos, los primeros que se instalaban en Colombia. Sarasola renunció a su cargo de director del Servicio Meteorológico Nacional, para tomar parte en un nuevo proyecto junto con Jesús Emilio Ramírez (1904-1981), de crear un nuevo observatorio dedicado a meteorología y sismología del que compartieron al principio la dirección. El nuevo observatorio se inauguró en 1941 con el nombre de Instituto Geofísico de los Andes Colombianos. En 1943 Sarasola volvió a Cuba y continuó Ramírez como único director. Bajo la dirección de Ramírez el instituto se convirtió en uno de los principales centros de investigación sismológica de América del Sur²⁶. Ramírez se había formado en la Universidad de Saint Louis donde recibió el doctorado bajo la dirección del sismólogo jesuita James Macelwane (1883-1956) con la tesis sobre el estudio de los microsismos. La estación sismológica estaba situada en un túnel excavado en la roca donde se fueron instalando sismómetros de periodo corto y largo. En 1957 se construyó un nuevo edificio para el Instituto en los terrenos de la Universidad Javeriana, Bogotá, a la que se incorporó oficialmente el Instituto en 1960, cuando Ramírez fue nombrado rector. En 1962 se instaló una estación de la red WWSSN y en 1975 una de la red *Seismic Research Observatory* (Observatorio de Investigación Sísmica, SRO), red mundial muy selecta de 13 estaciones instalada por el *U.S. Geological Survey* en todo el mundo con los sismómetros enterrados en una perforación de 100 metros. El haber seleccionado Bogotá como una de estas estaciones indica el prestigio que tenía Ramírez y el Instituto que dirigía en el trabajo sismológico. El Instituto estuvo encargado durante muchos años de la Red Sismológica de Colombia y poseía una red propia de estaciones sismológicas de cinco estaciones, y una red de acelerógrafos de siete estaciones, para medir los movimientos fuertes del suelo producidos por terremotos grandes cercanos.

Ramírez asumió pronto un papel importante en los círculos científicos de Colombia y Suramérica. Entre 1947 y 1960 fue profesor de geofísica en la Universidad Nacional de Bogotá. En 1967 publica con Luis G. Durán, *Nociones de prospección Geofísica*, un libro de texto de geofísica aplicada, el primero publicado en América del Sur y en 1969 *Historia de los terremotos en Colombia*, el tratado más completo sobre los terremotos de Colombia. Su principal trabajo de investigación fue el estudio de la sismicidad y la

²⁶ Jesús Emilio Ramírez, *Historia del Instituto Geofísico al conmemorar sus 35 años (Universidad Javeriana) I. Antecedentes y Fundación; II. Los años de la guerra 1944-1945; III. Consolidación del Instituto Geofísico*. Bogotá: Editora Guadalupe (1977).

tectónica de la región de Colombia, sobre el que publicó un gran número de artículos científicos. Entre 1973 y 1979, Ramírez organizó el Proyecto Nariño, un proyecto internacional para el estudio de la sismicidad y estructura de la corteza terrestre en Colombia. Este fue uno de los proyectos de investigación en ciencias de la tierra de más envergadura llevado a cabo en América del Sur. Ramírez permaneció muy activo en los círculos internacionales de sismología, fue presidente del CERESIS y entre 1958 y 1966 de la Academia de Ciencias de Colombia, en 1971 recibió del Gobierno de Colombia la Orden al Mérito “Julio Garavito”. En 1962, Goberna, expulsado de Cuba por el gobierno de Castro, se incorporó al Instituto como subdirector y sucedió a Ramírez en 1985. Goberna continuó la labor de Ramírez en el campo de la sismología. Desde 1993, año en el que cesó el último director jesuita, el Instituto queda incorporado a la facultad de Ingeniería de la Universidad Javeriana con el nuevo nombre de Instituto Geofísico de la Universidad Javeriana.

LA TRADICIÓN CIENTÍFICA DE LOS JESUITAS

Después de haber recorrido la historia de la presencia de los jesuitas en las ciencias naturales en América Latina, queda la pregunta de cómo se puede explicar esta presencia. No cabe duda que otras órdenes y congregaciones religiosas han tenido personalidades científicas de relieve, sin embargo, en el caso de los jesuitas se trata de una presencia continuada e institucional, desde los principios de su fundación hasta el presente. Hemos visto cómo esta presencia se mantuvo durante el tiempo de la Compañía antigua hasta su supresión en 1773 y cómo continúa después de su restauración en 1814, hasta nuestros días y sigue teniendo una presencia especial en América Latina.

En primer lugar está la coincidencia de la fundación de la Compañía con el comienzo de la ciencia moderna y su dedicación sin parangón a la educación con colegios y universidades, que en el siglo XVIII se extendían en Europa desde Portugal a Rusia, en América y en Asia. Al establecer estos colegios los jesuitas podían incorporar en su enseñanza las nuevas corrientes de las ciencias modernas que estaban empezando, y adaptarse a las demandas de la sociedad que empezaba a sentirse atraída por ellas. Después de su restauración en 1814, en la Compañía renovada, la presencia de los jesuitas en las ciencias se justificaba además como un argumento apologético en contra de los que en aquella época atacaban a la Iglesia como enemiga de la ciencia. La presencia de jesuitas en ciencias y la existencia de sus propias instituciones científicas se presenta como un claro argumento contra estas falsas acusaciones y un ejemplo de la compatibilidad entre fe cristiana y ciencia.

Además de estos factores de tipo histórico, vinculados a las necesidades apostólicas relacionadas con la enseñanza en los colegios y universidades, hay que buscar también elementos más específicos de los jesuitas. Tenemos, por lo tanto, que buscar elementos más específicos de la espiritualidad jesuita para explicar su peculiar tradición científica²⁷. Esta espiritualidad está basada en las dos grandes obras de San Ignacio los *Ejercicios espirituales* y las *Constituciones*. En ellas se encuentran las líneas fundamentales basadas en las experiencias ascéticas y místicas del mismo San Ignacio

²⁶ Agustín Udías, Jesuit scientific tradition and Ignatian spirituality. *Lo Sguardo-Rivista di Filosofia*, 10 (2012) 207-219. George Coyne y A. Udías. Espiritualidad ignaciana en la dedicación de los jesuitas a la ciencia. *Manresa* 87 (2015), 387-391.

de lo que se conoce como la “espiritualidad ignaciana”²⁸. Una de las características más importantes de la espiritualidad ignaciana es la de ser una mística del servicio, entendiendo por ello el servicio a Dios a través del ministerio apostólico con los hombres. Así está establecido en las Constituciones al definir el fin de la Compañía de “procurar de ayudar a la salvación y perfección de las (almas) de los prójimos”. Este servicio tiene además una vertiente como servicio en la Iglesia. La frase que aparece a menudo en los escritos de San Ignacio y que se ha convertido como en la divisa de los jesuitas es “para mayor gloria de Dios” (*Ad maiorem Dei Gloriam*), para indicar el fin último de todo trabajo del jesuita. El “más” (en latín *magis*) es también una peculiaridad de esta espiritualidad. En cada momento histórico el jesuita se ve motivado por esta espiritualidad a buscar ese “más” en todos sus trabajos. Muchos jesuitas encontraron ese “más” en el trabajo científico.

Por otro lado, insiste San Ignacio en sus escritos en “encontrar a Dios en todas las cosas”, indicando una actitud de oración en la vida activa. Esto convierte todas las cosas, personas y circunstancias en ocasiones para encontrar a Dios. Al resaltar, también, San Ignacio la humanidad de Cristo está invitando a que todo lo humano, entre ello podemos incluir la ciencia, sea lugar de encuentro con Dios. A esta actitud se refería ya Jerónimo Nadal, compañero de San Ignacio, con la expresión de ser “contemplativos en la acción”, lo que implica una unión entre oración y acción; a Dios se le encuentra tanto en el silencio de la oración como en la actividad del trabajo. No hay, por lo tanto, actividad, por profana que parezca, que no pueda convertirse en oración. Enseñar matemáticas o física en una universidad, observar la luz de una galaxia lejana en un observatorio o levantar mapas de un territorio desconocido son actividades que un jesuita encuentra perfectamente compatibles con su vocación y a través de ellas trata de encontrar a Dios en su vida. En otros grupos religiosos esta puede ser también una actitud personal en algunos de ellos, pero en el caso de los jesuitas se sigue del núcleo mismo de su espiritualidad. De esta manera, los jesuitas, desde el principio, se vieron inmersos en actividades, entre ellas las científicas, que otros consideraban incompatibles o no convenientes en la vida religiosa.

Otro aspecto de la espiritualidad ignaciana en su aspecto apostólico es el de su preferencia por adentrarse en situaciones y temas de “frontera”. En lugar de dedicar sus

²⁸ Jean-Claude Dhôtel, *La espiritualidad Ignaciana*. Santander: Sal Terrae (1991).

esfuerzos en actividades pastorales tradicionales, podemos decir hacia los de “dentro”, los jesuitas se esfuerzan en entrar en contacto con los de “fuera” en actividades, a veces, no convencionales y entre ellas las que se alzan entre la fe y la ciencia moderna. Los jesuitas están siempre impulsados hacia las fronteras, hacia aquellos lugares y situaciones en los que el mensaje cristiano no es conocido. La ciencia se considera muchas veces un campo ajeno si no hostil a la religión. Los jesuitas sienten la responsabilidad de mostrar con su trabajo científico que no hay incompatibilidad entre la ciencia y la fe y que estos campos aparentemente profanos pueden ser también una ocasión para encontrar a Dios.

BIBLIOGRAFÍA

Acuña, Cristobal de, *Nuevo descubrimiento del gran río de las Amazonas*. Madrid, Imprenta del Reyno (1641). (Madrid: Iberoamericana, 2009).

Asúa, Miguel de, *Science in the Vanished Arcadia. Knowledge of Nature in the Jesuit Missions of Paraguay and Rio de la Plata*. Leiden: Brill (2014).

Bishop, George, *Jesuit Pioneers of Modern Science and Mathematics*. Gujarat: Anand Press.

Buisseret, David, Jesuit cartography in Central and South America. En J.A. Galiano y C. E. Ronan. *Jesuit encounters in the World. Jesuit chroniclers, geographers, educators and missionaries in the Americas, 1549-1767*. Roma: Institutum Historicum S.I. (1997), 113-162.

Burgaleta, Claudio M., *José de Acosta (1540-1600) his life and thought*. Chicago: Loyola Press (1999).

Burrus. Ernest J., *La obra cartográfica de la Provincia Mexicana de la Compañía de Jesús*. Madrid: José Porrúa Turanzas (1967).

Burrus, Ernest J., *Kino and Monje. Explorers of Sonora and Arizona. Their vision of the future. A study of their expeditions and Plans*. Saint Louis: Jesuit Historical Institute (1971).

Cabré, Ramón, 75 Años en la vanguardia de la sismología. *Revista Geofísica* 29 (1988), 47-56.

Carracido, José R., *El P. José de Acosta y su importancia en la literatura científica española*. Madrid: Sucesores de Rivadeneira (1899).

Cobo, Bernabé, *Obras. Historia del nuevo mundo*. Estudio preliminar y edición de Francisco Mateos. Biblioteca de Autores Españoles 91 y 92. Madrid: Rivadeneira (1959).

Coenraads, Robert R., The San Calixto Observatory in La Paz, Bolivia. Eighty years of operation. Director Dr. Lawrence A. Drake S. J. *Journal and Proceedings, Royal Society of New South Wales*, 126 (1993), 191-198.

Coyne, George y A. Udías. Espiritualidad ignaciana en la dedicación de los jesuitas a la ciencia. *Manresa* 87 (2015), 387-391.

Dainville, François de, *La géographie des humanistes*. París: Beauchesnes, (1940).

- De Angelis, Richard M., The hurricane priest, *ESSA World*, October-1968, 16-17.
- Dhôtel, Jean-Claude, *La espiritualidad Ignaciana*. Santander: Sal Terrae (1991).
- Drum, Walter M., *The pioneer forecasters of hurricanes*. Washington: Styormont and Jackson (1905).
- Dunn, Gordon E. y Banner I. Miller, *Atlantic Hurricanes*. Baton Rouge: Luisiana State University Press (1960).
- Ebel, John, The Jesuit science. *Company* (Summer) (2009) 28-31.
- Euvé, François, *Mathématique, astronomie, biologie et soin des âmes. Les jésuites et les sciences*. Bruselas: Lesius (2012).
- Fernández, Jaime y Eduardo di Vita, *Presença dos jesuitas no mundo científico*. San Paulo (Brasil): Edições Loyola (2004).
- Furlong, Guillermo, *Cartografía jesuítica del Río de la Plata*. Buenos Aires: Jacobo Peuser (1936).
- Gumilla, José *El Orinoco ilustrado*. Introducción, notas y arreglo de Constantino Bayle. Madrid: Aguilar (1946).
- Linehan, Daniel, Jesuits in seismology. *Earthquake Information Bulletin*, 16 (1984), 156-165.
- López de Santa Anna, Antonio, *Contribución a una biografía completa del P. Benito Viñes Martorell, S.I., célebre meteorólogo de las Antillas*. Santander: Hermanos Bedia, (1957).
- Millones Figueroa, Luis y Domingo Ledezma (eds.) *El saber de los jesuitas, historias naturales del Nuevo Mundo*. Madrid: Iberoamericana (2005).
- Polzer, Charles, *Kino, a legacy: his life, his works, his missions, his monuments (A Kino Guide II)*. Tucson: Jesuit Fathers of Southern Arizona (1998).
- Prieto, Andrés I., *Missionary Scientists. Jesuit Science in Spanish South America, 1570-1810*. Nashville (Tennessee): Vanderbilt University Press, (2011).
- Puig, Ignacio, *El Observatorio de San Miguel, República Argentina*. San Miguel: Observatorio de San Miguel (1935).
- Ramírez, Jesús Emilio, *Historia del Instituto Geofísico al conmemorar sus 35 años (Universidad Javeriana) I. Antecedentes y Fundación; II. Los años de la guerra 1944-1945; III. Consolidación del Instituto Geofísico*. Bogotá: Editora Guadalupe (1977).

Ramos Guadalupe, Luis E., *Benito Viñes, s.j. Estudio biográfico*. La Habana: Editorial Academia, (1996).

Sainz Ollero, Héctor, Helios Sainz Olleros, Francisco Suárez Cardona y Miguel Vázquez de Castro, *José Sánchez Labrador y los naturalistas jesuitas del Río de la Plata*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas (1989).

Sánchez Navarro-Neumann, Manuel M., Jesuitas astrónomos. *Broteria*, 24 (1937), 423-436.

Sánchez Navarro-Neumann, Manuel M., Os Jesuitas e a sismologia. *Broteria*, 24 (1937), 145-151.

Schreiber, Johann, Die Jesuiten des 17 und 18 Jahrhunderts und ihre Verhältnis zur Astronomie. *Natur und Offenbarung* 49 (1903), 129-143, 208-221.

Tannehill, Ivan R., *Hurricanes, their nature and history*. Princeton: Princeton University Press (6 ed.) (1945).

Udías, Agustín, José de Acosta (1539-1600): A pioneer of geophysics. *Eos, Transactions of the American Geophysical Union*, 67 (1986) 461-462.

Udías, Agustín, Jesuits' contribution to meteorology. *Bull. American Meteorological Society*, 77 (1996), 2307-2315.

Udías, Agustín, *Searching the heavens and the earth. The history of Jesuit observatories*. Dordrecht: Kluwer (2003).

Udías, Agustín, Jesuits' studies of earthquakes and seismological stations. En M. Kölbl-Ebert (ed.) *Geology and Religion: A history of harmony and hostility*. Londres: The Geological Society S.P. 310, (2009), 135-143.

Udías, Agustín *Los jesuitas y la ciencia. Una tradición en la Iglesia*. Bilbao: Mensajero (2014).

Udías, Agustín, Jesuit scientific tradition and Ignatian spirituality. *Lo Sguardo-Rivista di Filosofia*, 10 (2012) 207-219.

Udías, Agustín y William Stauder, The Jesuit contribution to seismology. *Seismological Research Letters*, 67 (1996), 10-19.

Vregille, Pierre de, Les observatoires de la Compagnie de Jésus au debut du XXe siècle. *Rev. des Questions Scientifiques*, 59 (1906), 10-72, 493-579.