

ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO
DE LOS ÚLTIMOS VEINTICINCO AÑOS DE HISTORIA
DE LA TRANSFERENCIA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ENTRE EUROPA Y LA AMÉRICA VIRREINAL

MANUEL CASTILLO MARTOS
Universidad de Sevilla

RESUMEN

Con una revisión bibliográfica de las obras más sobresalientes en la transferencia de ciencia y tecnología entre Europa y América publicadas en los últimos 25 años, y organizadas temáticamente, se presenta un panorama de cómo se encuentran los estudios de la cuestión en la actualidad.

ABSTRACT

This paper surveys the present state of the studies on scientific and technological transfer between Spain and Latin America by presenting a bibliographical, subject matter organized, overview.

Palabras Clave: Historiografía, Ciencia colonial, Transmisión de la ciencia, Transferencia tecnológica, Latinoamérica, Siglo XX.

Desde hace tiempo, los historiadores franceses nos han llamado la atención acerca de la función trascendental que tiene la memoria colectiva para la vida de las sociedades. La memoria colectiva no es la suma de las individuales, ni tampoco la de los distintos grupos ideológicos o sociales que componen una sociedad. Viene a ser como el poso restante que queda de todas ellas acerca de la experiencia del pasado y que se decanta, como en un individuo, en forma de experiencia. La memoria colectiva, en este sentido, sirve como elemento que configura espiritualmente una sociedad, y además, es indicio de los cambios que en ella se producen.

De la necesidad trascendente de tener en cuenta ese papel deriva la función atribuida a una conmemoración como la que nos convoca. Conmemorar puede suponer tres operaciones complementarias: saber más, repensar y contribuir a la creación de unos vínculos aglutinantes de carácter espiritual y no material que fomenten lazos en el seno de una sociedad. Porque inventar una tradición como ésta, ni es posible ni tiene sentido alguno, pero sí lo tiene una ocasión conmemorativa porque implica repensar un aniversario y, sobre todo, sopesar y reflexionar acerca de él una vez transcurrido el tiempo, y hacer interpretaciones desde una óptica temporal nueva sobre ese pasado revisitado. En nuestro caso son los veinticinco años de aparición ininterrumpida del órgano impreso de la SEHCYT, la revista *LLULL*, que ha basado su existencia en el trabajo y la convivencia, presentándose a la sociedad de historiadores de la ciencia y de la técnica como esas personas que no disponen de metales preciosos, ni tampoco de prensas de vapor, laminadores y ácidos sulfúricos para la acuñación de tesoros, pero sí de capacidad para conseguirlos.

Introducción

Muchos europeos fueron a América desde los primeros años de su descubrimiento, incrementándose éstos en la segunda mitad del siglo XVI atraídos por la amalgamación a gran escala de minerales argentíferos que inventó Bartolomé de Medina, método que facilitaba la obtención de plata y prometía muchas ganancias. Hay que pensar que la nutrida población migratoria estaba compuesta, en gran proporción, por aventureros ansiosos de enriquecerse pronto y por otras personas, en menor número, que pretendían sacar del ostracismo los saberes mineros y metalúrgicos practicados por los incas en el Perú, para sobre ellos instaurar procedimientos tecnológicos modernos. Y si hay que hablar de ciencias utilitaristas esas fueron la botánica y la mineralogía, la primera por la aplicación inmediata a la fabricación de medicamentos y la otra por lo que tuvo de influencia en la minería y metalurgia de metales preciosos. Organizándose expediciones científicas desde muy temprano, como la del promédico de Felipe II Francisco Hernández, en la década de 1570, para estudiar e inventariar la flora y fauna de la Nueva España¹. Con los primeros yacimientos de plata y oro hallados en los territorios recién descubiertos se abrió un nuevo camino en la historia del mundo; a partir del siglo XVI, los metales adoptarían un papel crucial en las relaciones económicas entre España, por ende Europa, y la América virreinal.

Fueron, pues, esas dos ciencias las que comenzaron el proceso de transferencia científico y tecnológico, siendo la actividad minero-metalúrgica la pionera de las mismas, marcando el pulso de la empresa colonial y de las relaciones entre sus protagonistas, tanto en cuanto la producción y comercio de metales se tornó hegemónica en la economía de la América española. Por tanto, conocer las condiciones, funcionamiento y la influencia de la minería y la metalurgia es desde cualquier perspectiva que se aborde imprescindible para comprender el proceso histórico, su dinámica y su formación socioeconómica. Ello ha motivado que en los últimos veinticinco años hayan proliferado los textos dedicados a estudiar, explicar y divulgar los procesos de transferencia de ciencia y tecnología, como vamos a analizar enseguida.

Durante el siglo XVI y primeros decenios del XVII la Corona española pasó por momentos de esplendor y de crisis, victoria y derrota, riqueza y escasez, alternativas de exaltación y desaliento. Es la condición de la vida y por supuesto de la historia, y los españoles (y europeos) de la época bien lo sabían. Tenían conciencia de que estaban realizando grandes empresas que valían la pena y aceptaban los reveses como la otra cara de la realidad. Quizás los primeros eruditos españoles que llegaron a tierras americanas tuvieran en sus mentes la idea que la ciencia como el arte es una alentadora complicidad con la vida. La vida que siempre estuvo dispuesta a ofrecer cada día el edén. Por ello no vivirían de acuerdo con los ideales recibidos, sino con las aspiraciones e intuiciones más vehementes. Porque si la civilización y la tecnología pueden cambiar, como de hecho así es, el hombre no.

La historiografía de la Ciencia y la Tecnología

—1—

En los últimos veinticinco años la historiografía de la ciencia y la tecnología, la directamente relacionada con el tema que nos ocupa aquí, se ha enriquecido de forma notable con nuevas perspectivas investigadoras basadas no sólo en nuevas técnicas de análisis sino también en la hermenéutica, lo que ha ampliado los horizontes de los historiadores hasta límites insospechados hasta hace pocas décadas. A ello ha contribuido, en gran medida, la historia positiva de la ciencia propugnando aplicar los bien conocidos métodos de la historia científica y tecnológica a los tan bien conocidos hechos de ella. El género dio en su momento, y aún hoy día, obras maestras de la historia de la ciencia

elaboradas con gran rigor descriptivo e interpretativo, con una concepción histórica del pasado científico alejada de lo simplista, teniendo en cuenta que aquél es complejo por estar sujeto a cierto tipo de variables. Entre otras cosas se han establecido tendencias que no consideran el devenir de la ciencia como un saber puramente acumulativo y a su historia como el relato de ese proceso de acumulación. Al lado de los hechos sobresalientes y principales, los sucesos menores pueden ocupar un lugar que en muchos casos dan significado a aquellos. Esto ha impulsado a los estudiosos a plantear la historia de la ciencia y la tecnología dentro de un contexto filosófico amplio.

La ciencia americana se desarrolló desde la llegada del hombre europeo dentro de los alineamientos que han caracterizado a la historia de la ciencia moderna: la organicista, la hermética o mágica y la mecanicista. Su desarrollo científico estuvo influido por las nuevas teorías surgidas de las tradiciones científicas que acabamos de enunciar. América se incorporó a la cultura, ciencia y tecnología occidental en un momento crucial de su desenvolvimiento científico y tecnológico y fue partícipe y beneficiario de él en el momento en el que la eclosión se empezaba a alimentar del monumental cúmulo de logros y datos de muchos siglos de observación y experimentación, sobre todo a partir del Renacimiento. No debemos olvidar que fue el hombre europeo, el hombre renacentista, quien llevó a aquel Continente las primeras ideas de ciencia moderna, y, por otra parte, fueron los siglos de la revolución científica cuando más ideas se desarrollaron en todo tipo de ciencia y se llevaron a América mucho de ella. Podemos decir que la observación y el empirismo renacentista fue lo que América heredó de Europa a través de quienes allí marcharon, las más de la veces sin ese propósito definido. Y la expansión geográfica y la consiguiente explotación de inmensos territorios desconocidos antes del final del siglo XV significaron un auténtico punto de inflexión respecto al pasado medieval.

Asimismo, la historia de la ciencia no ha estado ajena a la herencia que ha llegado a Europa desde culturas avanzadas en distintas regiones americanas, por ejemplo, se ha estudiado el desarrollo cultural desde los albores de la ciencia en la América española², las técnicas que los pueblos de la América prehistórica empleaban para transformar y conservar sus alimentos básicos³, y los logros científicos y tecnológicos⁴ alcanzados en alimentación y agricultura⁵ por las civilizaciones aborígenes asentadas en Mesoamérica, las zonas costeras y en la alta cordillera andina, especialmente azteca, maya e inca.

La labor historiográfica del último cuarto del siglo XX está caracterizada por una conciencia creciente, por parte de científicos e historiadores, de la necesidad de rescatar el pasado científico de la América virreinal a efecto de articularlo dentro de las otras dimensiones históricas y obtener así una perspectiva más amplia. Esta actitud se ha manifestado, además de en las obras escritas en esos años⁶, con la reimpresión y ediciones facsimilares de textos de la ciencia y tecnología americana precedidos muchos de ellas de eruditos estudios; y a veces con el rescate y la publicación de manuscritos primarios inéditos de naturaleza científica y/o tecnológica, encuadrados varios de ellos en la literatura que han generado los *Informes* de personalidades que ocupaban cargos de responsabilidad en la administración virreinal. Asimismo, la búsqueda paciente en archivos y bibliotecas, europeos y americanos, privados y públicos, ha rendido buenos frutos como culminación de una labor investigadora amplia que ha deparado satisfactorias sorpresas.

La literatura dedicada a la historia de la ciencia y de la técnica que se ocupa de la transferencia de ciencia y tecnología intercontinental está marcada por los signos de la interdisciplinariedad y de la especialización, llegando a establecerse un programa de cooperación científica hispano-argentina⁷ que subsistió hasta comienzos de la sublevación militar de 1936 en España, y que llegó a tener una considerable influencia en el desarrollo de las relaciones científicas entre ambos países⁸. Se puede decir que las relaciones científicas y tecnológicas entre España y América en un marco general siempre ha sido un foco que ha atraído la atención⁹ de autores que la han tratado en el contexto de la historia social de la ciencia, sobre todo después de la obra de Bernal¹⁰, y haciendo un amplio despliegue de los grandes acontecimientos científicos europeos y americanos han compendiado una síntesis desde el siglo XVI hasta principios del XIX, cuando los historiadores de la ciencia se dieron cuenta de la influencia que la ciencia y la tecnología ejerció en los movimientos insurgentes o independentistas en los virreinos americanos¹¹, sobre todo desde el punto de la ciencia ilustrada, su preocupación utilitarista y su empeño democratizador. Hasta el propio Simón Bolívar fue admirador y protector de científicos¹², tanto en cuanto consideraba potencialmente necesario el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el continente americano, toda vez que desde los primeros tiempos¹³ fue motivo de preocupación y atención por parte de la Corona y los virreyes su desarrollo para una mayor y mejor economía. Algunos, como Tomás de Mercado¹⁴, pensaron una filosofía de la ciencia que diera lustre a la Nueva España, en cuya capital murió este sevillano nacido en 1525; y otros como

Alzate¹⁵ que, en la segunda mitad del siglo XVIII, se dedicó a extender los conocimientos de ciencia ilustrada que se estaba haciendo en Europa, y con ella incentivar el espíritu nacional y el criollismo. Dentro de lo que podemos llamar ortodoxia en el pensamiento científico se dieron corrientes heterodoxas¹⁶ en el México colonial, con lo cual se comprueba que la América virreinal no estaba aislada de los movimientos intelectuales de la Europa moderna, teniendo especial incidencia en la materia médica, como veremos.

Todo ello llevó a que se difundieran las aportaciones de hombres de ciencia, europeos y americanos, como una actividad tendente a converger la sociología de la ciencia con la sociolingüística, y que el materialismo científico de la Ilustración procedente de la Revolución francesa se difundiera por las capitales de los virreinos, y fue en México donde hubo una mayor proyección y aceptación de esas ideas¹⁷. Realmente es la historia del pensamiento y la historia de las ideas científicas las que exigen tener en cuenta la posición social de científicos e intelectuales y sus vinculaciones con las diferentes clases sociales existentes en un momento dado. Con frecuencia, estas personas aceptaban el orden social existente y defendían los intereses de la clase dominante¹⁸. Pero en el interior de la misma podían existir intereses contradictorios en conflicto. El caso de Joseph Acosta en su *Historia Natural y Moral de las Indias...* puede ser significativo a este respecto. De alguna manera, podía sostenerse que este jesuita era un ideólogo de la clase dominante española y del papado, no obstante, en el capítulo XXXVI de su obra¹⁹ intuye la posibilidad evolutiva que Darwin describe y acepta dos siglos más tarde. Humboldt lo llamó «el Plinio del Nuevo Mundo», y actualmente ha sido calificado como *fundador de la paleobiogeografía histórica*²⁰, porque entre otras cosas propone tres soluciones posibles a los problemas biogeográficos basadas en argumentos naturalistas y filosóficos.

Por otra parte, no podemos perder de vista cómo la ciencia y la técnica en la América virreinal formó las bases para que los hombres que la practicaban entraran a definir roles profesionales autóctonos que servirían de anclaje de lo que vendría en llamarse ciencia colonial²¹, y cómo influiría ésta en la metropolización de la ciencia y la técnica en América y en la formación de tres clases de científico: *criollo*, *virreinal* y *metropolitano*²². Pero además los conocimientos de ciencia y técnica influyeron en la urbanización de las ciudades y sus ideas²³, que a juicio de varios autores²⁴ la ciudad latinoamericana se puede considerar como espacio ideológico y privilegiado productor y reproductor de ideas foráneas o autóctonas para el control de un territorio, entrando esta idea en una historia de la cultura, especialmente cuando los españoles hicieron una

auténtica conquista urbana de las mismas. Y en la época actual²⁵ se ha tratado de crear órganos que gestionaran la política científica y tecnológica, además de analizar los problemas específicos y la necesidad de contar con la cooperación internacional; y aportar esfuerzos y medios para mejorar las investigaciones en el terreno de los estudios históricos acerca de la historia de la ciencia y de la cultura en lo referente a las relaciones entre el viejo y el nuevo mundo²⁶. Un ejemplo válido es el descubrimiento del elemento químico vanadio por del Río al analizar un mineral de la zona de Zimapán en unas minas no alejadas de México²⁷ (Otros tres españoles han inscrito su nombre en el Sistema Periódico de los elementos: Antonio de Ulloa con el platino, Juan José y Fausto Delhuyar con el wolframio).

—2—

*Nosotros antes subíamos al monte, bajábamos al llano, comíamos harto y no teníamos miedo*²⁸. Así empezaba el memorial de agravios, del siglo XVI, de una nativa contra la agresión occidental.

Con la conquista y la colonización de América y la división en virreinos en el siglo XVI se amplió los aspectos de las ciencias y tecnologías en ambos continentes, hasta convertirse «de ida y vuelta». A esto contribuyó el estudio de los avances realizados por las culturas autóctonas en los diferentes campos del saber que nos ocupa. De hecho, al pisar tierras americanas los europeos se percataron casi de inmediato que tenían ante sí un panorama cultural, científico y tecnológico totalmente desconocido y del que podían extraer conocimientos para aplicarlos a sus intereses, lo que les llevó a modificar sus pensamientos acerca de los habitantes de aquellas tierras. Los siglos que han venido en llamarse de la revolución en ciencia y tecnología se abrieron en buena medida por la llegada en ello del europeo a América, y encontrarse en Mesoamérica con los mayas en el sureste, olmecas y totonacas en el Golfo de México, mixtecos y zapotecas en la vertiente del Pacífico, tarascos en el interior lacustre y nahuas en el altiplano, que sabían hacer prácticas avanzadas en medicina, cirugía y odontología, así como pueblos expertos en orfebrería de oro y plata. Y en el Perú había un territorio de vasta historia debido a las distintas civilizaciones andinas y con un amplio imperio que se inicia con la cultura Chavín, a la que se remonta la difusión de la metalurgia, le sigue la cultura Paracas en la costa sur, y a ésta la Nazca, pero el gran despegue se realiza con el imperio Tiahuanaco y el apogeo de las culturas Sicán y Chimú en los valles costeros septentrionales, hasta que hacia el año 1200 (d. de C.) los Incas se convierten

en el poder hegemónico de la zona, aunque deben compartir su poder cultural, en los alrededores del lago Titicaca y el silencio de las pampas del altiplano, con los Aymara²⁹. De estos van a heredar los españoles su agricultura y forma de cultivos de cereales; y de los incas su tecnología metalúrgica practicada en hornos guairas en los que obtenían plata de los minerales argentíferos.

Al entrar la cultura europea en contacto con estos núcleos intentó y logró imponer sus moldes culturales, su civilización y su dominio. Pese a las destrucciones casi masivas llevada a cabo por conquistadores, que no fue sino el producto de la confrontación y de la fusión violenta de dos cosmovisiones diferentes, es evidente que la ciencia y la tecnología que vieron les impresionó fuertemente. Los códices y monumentos que sobrevivieron, así como las crónicas primitivas salidas de manos europeas, permiten hacernos una idea del alto grado de evolución alcanzado por las producciones científicas y técnicas de los naturales de aquellas tierras. En esta línea de encuentro y conquista de una nueva mentalidad, cultura, ciencia y tecnología está la nueva revista (2001) evolutiva del Centro de Investigaciones en París sobre los mundos americanos (CERMA), *Mundo Nuevo, Nuevos Mundos*, título que refleja la orientación general de los estudios que se viene desarrollando en este Centro. Se basan prioritariamente en dos áreas de investigación: Iberoamérica y el Mediterráneo occidental. Esta empresa investigadora alimenta el diálogo entre historiadores y antropólogos privilegiando varios ejes, entre los que destacan:

- i) Los intercambios entre las Américas, España, Portugal, Italia y Francia (ss. XVI-XIX).
- ii) La confrontación y las conexiones entre la América española y la América portuguesa (ss. XVI-XXI).
- iii) La producción y recomposición de las identidades bajo sus múltiples formas y en sus contextos sociopolíticos (ss. XVI-XXI)

Dentro de este marco general, el interés que nos suscita la materia queda reflejado por las obras que a continuación se comentan —aunque estén todas las que son, no son todas las que están— representan el proceso por el que la ciencia europea y americana de los siglos XVI al XIX trató de incorporar las novedades que le llegaban de los otros territorios para después reelaborar y transformar sus concepciones en torno a las mismas. Además son una muestra de cómo continúa vigente el estudio de estas materias, y constituyen, en nuestra opinión, ejemplos significativos de cómo el mundo europeo moderno con-

tinúa intentando integrar los descubrimientos de épocas pretéritas con los actuales, y cómo se puede crear también un sistema mediante la descripción, la imagen y la comparación con el saber clásico, para clasificar, explicar y comprender las novedades dentro de una perspectiva de la naturaleza americana y europea que cada vez se muestra más amplia y fascinante.

Medicina y Farmacopea

Además de la medicina, a los europeos recién llegados les sorprendió la farmacopea indígena rica en multitud de jugos de origen vegetal para intentar atajar epidemias, entre otras la viruela de nefasta consecuencia para las comunidades, y ya pasada la sorpresa de los primeros tiempos se produjo un auténtico mestizaje³⁰ de saberes y comenzó la enseñanza de la medicina en las capitales virreinales. Desde los primeros años se conocía «El Códice de la Cruz-Badiano», que es tomado como el primer ejemplo de una medicina mestiza; también está la influencia indígena en la medicina hipocrática en la Nueva España del siglo XVI; y el concepto de equilibrio y desequilibrio del cuerpo humano en las concepciones de los antiguos nahuas.

Asimismo, se sabía de la existencia de la obra de Arias de Benavides³¹ en la que relaciona, entre otras cosas, productos curativos para varias enfermedades. Precisamente este intercambio de productos medicinales hizo que la Casa de la Contratación sevillana, que controlaba todas las mercancías que entraban y salían por el puerto de Sevilla, prestara atención a las partidas medicinales que se llevaron a Indias en diferentes naos³².

No hay duda que una de las características más notables de la rica y frondosa naturaleza indiana era la creencia de su utilidad para múltiples cosas, aunque de algunas de ellas se desconociera su uso no había ninguna inútil, y una de las misiones del hombre era averiguar esa utilidad. Esta idea fue puesta en práctica por los cronistas de los siglos XVI y XVII, el ya mencionado Acosta, Gonzalo Fernández de Oviedo, y otros muchos. Oviedo era firme defensor de que el Nuevo Mundo no lo era en absoluto, creía en la unidad de todo lo creado. Como señaló Gerbi, *es el espíritu científico lo que en él exige la unidad no un estético galanteo... Oviedo quiere captar, o sea comprender el Nuevo Mundo, lo cual significa literalmente «incluirlo» en las categorías de lo conocido*³³.

Fue el siglo XVI rico en ideas y personajes relacionados con la materia médica, de ellos vamos a señalar a tres: Nicolás Monardes, autor prolífico, cuya obra principal *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias*

Occidentales que sirven en medicina se ha reeditado en 1988, a los 400 años de su fallecimiento³⁴, y uno de los primeros que dispuso de un jardín de aclimatación de plantas americanas para su posterior empleo en farmacoepa. Francisco Hernández, protomédico de Felipe II, que fue el primero en participar en una expedición científica (década de 1570) con carácter botánico-médico a la Nueva España, cuya ingente obra resultante de esa misión ha pasado por nefastas vicisitudes editoriales. Y Andrés Laguna, médico también en la corte de Felipe II y hombre inmerso en el espíritu del Renacimiento, de fama universal a partir de su traducción de la obra *Pedacio Dioscórides Anazarbeo, acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos* (1555). Para celebrar los 500 años de su nacimiento se celebró en Segovia, 1999, un Congreso Internacional dentro de lo que la ciudad llamó «Año de Andrés Laguna».

El siglo XVIII fue protagonista de una estrecha relación entre drogas americanas y medicina, destacando la quina por su eficacia terapéutica³⁵ en las graves epidemias de paludismo que asolaron Europa a lo largo del siglo, lo que determinó la producción de una importante bibliografía científica en torno a su estudio y el establecimiento de una organización administrativa para regular el tráfico y comercio de tan preciado fármaco entre ambos continentes; así como unas relaciones ciencia-sociedad. En este mundo de la farmacoepa es obligado citar la preparación de medicamentos a partir de árboles y plantas americanas que se llevó a cabo aquí gracias a los escritos de quienes estuvieron en las tierras indianas, como es el caso, entre otros, del jesuita Pedro Montenegro³⁶ que escribió en aquellas zonas *De la propiedad y virtudes de los árboles y plantas de las Misiones y provincia de Tucumán con algunas de Brasil y del Orinoco*. Asimismo, esta materia originó la formación del cuerpo de boticarios, como sucedió en Puebla de los Ángeles, estudiado en una Tesis Doctoral³⁷ en la que muestra la profesionalización de uno de los oficios de mayor peso en el período virreinal, quienes aúnan los conocimientos prehispánicos con los europeos y cómo se facilitaba el intercambio de conocimientos entre boticarios de las dos orillas atlánticas. Hay que resaltar que en Puebla los científicos expedicionarios tuvieron una buena aceptación para desarrollar proyectos encaminados a la transformación de oficios, como el de boticario en profesiones.

Por otra parte, la medicina tradicional jugó un importante papel en las expediciones científicas, como en la Expedición Botánica a la Nueva Granada³⁸, que eran utilizadas para conocer mejor las especies susceptibles de emplearse para hacer medicamentos, sobre todo a partir de los trabajos de Paracelso en la Europa central. No obstante, hubo discusiones entre médicos y cirujanos³⁹

acerca de las prácticas existentes en el virreinato de la Nueva Granada y las reformas que se estaban imponiendo.

La transferencia de conocimientos médicos entre Europa y América se dio prácticamente durante todo el período virreinal, pero se incrementó a partir del siglo XVIII. Hubo una relación entre enseñanza a institucionalización de la medicina con las expediciones científicas en el contexto de ciencia e ideologías⁴⁰. La Facultad de Medicina de París influyó en la de Buenos Aires en el siglo XIX en la organización de los estudios médicos, incentivándose la movilidad de médicos revalidados argentinos hacia París⁴¹, hasta que a principios del siglo XX la Facultad argentina tomó característica institucional. Pero las transferencias en esta materia no se circunscribieron al ámbito español, sino que también se dio en el portugués, y en la década de 1980 se hizo una bibliografía en base a las fuentes portuguesas y brasileñas que había desde el siglo XV, la base de datos confeccionada ha alcanzado más de 20.000 entradas⁴².

La relación entre medicina y veterinaria también ha sido objeto de estudio, y la ganadería virreinal ha estado presente desde que se ha investigado la presencia del caballo en la conquista, de perros indígenas y perros hispánicos en un intento de ver las transferencias de conocimientos de medicina y veterinaria prehispánica y virreinal⁴³, incluyendo noticias de enfermedades y su métodos curativos entre médicos, veterinarios, cirujanos, boticarios, albéitares, herradores y herreros, así como estudiar el intercambio entre poblaciones de agentes patógenos, conocidos por haber sido descritos en *Diarios de a bordo*, en las *Crónicas* y en las *Relaciones*, textos en los que además se describen la participación de sanitarios en las distintas expediciones de exploración y conquista hasta asentarse posteriormente en las poblaciones que fueron creándose. La llegada de los españoles supuso la introducción de nuevas especies animales y nuevas técnicas ganaderas y agrícolas.

Un punto a destacar es la estrecha relación que se dio entre medicina y botánica desde los primeros tiempos. En los textos de los cronistas se detallan cómo los indígenas informaban a los frailes y médicos europeos, y cómo esas informaciones se aprovecharon para el proceso de inculturación en América, y la influencia de los conocimientos adquiridos allí sobre mentalidades europeas⁴⁴. Por ejemplo, Francisco Hernández influyó en la *Histoire Naturelle* de M. Buffon; también ideas del siglo XVII ingresan en el siglo de las Luces aunque con polémica en tres campos principalmente: del Nuevo Mundo, de la Ciencia y de la nueva Botánica en la Nueva España.

Las primeras noticias y descripciones sobre plantas americanas y su relación con la farmacopea americana en los tratados europeos de botánica y materias médicas relacionadas con la naturaleza vegetal y animal americana son muy tempranas⁴⁵ y anteriores a los libros de Nicolás Monardes⁴⁶ (1574) y a los cronistas, como Fernández de Oviedo⁴⁷. Entonces ya se conocían plantas americanas en los trabajos de Clusius y en la relación de éste con los naturalistas españoles durante el período que pasó en la península, por ejemplo, con Arias Montano, Francisco Holbecq, Simón Tovar y Francisco Castañeda, siendo este quien le informa de la flora americana. Aunque no se debe pasar por alto la influencia que ejerció la obra de Monardes durante el último tercio del siglo XVI. Asimismo, las noticias de la flora americana que dio Acosta van a pasar a Bahuin y las va a reproducir en su *Pinax* en 1623.

Astronomía y Matemáticas

Los conocimientos astronómicos y matemáticos y su sistema de cómputo cronológico y de calendario fueron una de las grandes contribuciones al desarrollo de las ciencias exactas en particular, y en general se puede decir que la ciencia moderna es deudora de ello y a la vez *consecuencia normal y necesaria del descubrimiento de América*⁴⁸, tanto en cuanto la aparición de un continente insospechado no significó sólo la adición de una masa terráquea a la Tierra conocida, sino la concepción real de un mundo nuevo. Nicolás Copérnico, al recoger la experiencia de ese descubrimiento, emitió la idea del nuevo sistema planetario heliocéntrico, que tuvo la fuerza suficiente para que el concepto anterior que se tenía del Universo se hundiera con toda la organización política, social y económica. Podemos afirmar que la ciencia moderna no se engendró y consolidó por una inspiración individual, sino que fue una normal y necesaria consecuencia de la situación creada por los acontecimientos geográficos ultramarinos que se desarrollaban casi coincidentes con el tiempo en el que Copérnico concibió la idea del movimiento de la Tierra que revolucionó el sistema geocéntrico. ¿Hubiera podido alguien planear sobre base científica el nuevo sistema heliocéntrico de no haber sucedido al descubrimiento de América?⁴⁹, es decir, sin haberse comprobado de forma empírica la esfericidad de la Tierra. Copérnico se inspiró en documentos cartográficos procedentes de los grandes descubrimientos marítimos que originaron tablas de posiciones geográficas, para concluir de modo imperativo que si la Tierra era realmente una esfera, como así aparecía representada en los nuevos mapas del mundo, tenía necesariamente que girar.

El sistema copernicano ha sido objeto de debate sobre la conveniencia de si debía ser enseñado en los centros de enseñanzas americanos, produciéndose un debate entre los partidarios de las ideas ilustradas y los seguidores del Antiguo Régimen⁵⁰. En este momento Mutis⁵¹ defendió el sistema copernicano en la Nueva Granada, y llevó la iniciativa con el apoyo de ilustrados, como Moreno y Escandón, frente a los dominicos y otras fuerzas de talante conservador que defendían sus intereses y privilegios en la educación de aquel virreinato con una concepción de la educación desfasada y anticuada. En este orden de cosas, han sido interesantes los estudios acerca de la recepción y las enseñanzas de las teorías de Newton y Copérnico en la Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas⁵² enmarcados en la situación social, cultural y política del siglo de las Luces y de la Razón, pocas decenas de años antes que comenzaran los movimientos independentistas.

En la introducción de la ciencia moderna en América, con todo el bagaje y peso europeo, jugó un papel importante José de Caldas⁵³, que en base a métodos termométricos y a medidas del calor desarrolló instrumentos para su empleo en previsiones meteorológicas. En este mismo campo, en el México novohispano, se produjo la fundación de un observatorio astronómico⁵⁴ y se llevaron a cabo actividades encaminadas a desarrollar la astronomía y la astrofísica⁵⁵.

En lo que respecta a la transferencia del conocimiento de las Matemáticas de Europa a América sabemos que hubo que hacer un gran esfuerzo para llevarla a cabo aunque las civilizaciones precolombinas poseían saberes matemáticos (hoy llamados etnomatemáticas) y que influyeron factores sociales, políticos y culturales⁵⁶ en la dinámica de transferencia, porque hay que partir de la realidad socio-cultural de la que se inicia y llegar después a los individuos⁵⁷. Dentro de una historia social de las ciencias se ha estudiado la contribución que en el siglo XX realizó Garavito en Colombia⁵⁸ acerca de la aceptación de las geometrías no-euclidianas en ese país. La Reforma Liberal en Costa Rica de la década de 1880 resultó decisiva, aparte para la historia del país, para el ordenamiento del sector de la educación, no estando las Matemáticas ausente de ella⁵⁹, disciplina que se vio favorecida por las consecuencias que se derivaron.

Historia Natural, Química, Física y Tecnología

Las ciencias experimentales contribuyen, y han contribuido, a la modernización de los países y a la mejora de las condiciones de vida de las personas. A pesar del periodo de crisis científica que sufrió España en gran parte del siglo

XVII, felizmente superada años después por la voluntad de destacadas personalidades científicas, la Historia Natural tuvo practicantes de primera fila en la península y en América. En zoología se poseían buenos conocimientos y un aceptable método taxonómico; en botánica hubo destacada participación en la clasificación de plantas y en la determinación de sus propiedades curativas. Desde el siglo XVI hubo individualidades de prestigio en la América virreinal⁶⁰ que se preocuparon por encontrar antecedentes y bases científicas a las expediciones que se realizaban a los distintos virreinos con objeto de conocer, estudiar y desarrollar las riquezas naturales. En el siglo XIX el interés por la ciencia del XVI aumenta entre los investigadores españoles más por encontrar una tradición científica que para realizar investigaciones concretas. Y algunos extranjeros han estudiado desde el punto de vista de las periferias latinoamericanas la difusión de la Historia Natural en aquellas zonas, caso de Colombia en el siglo XIX⁶¹, aunque preocupándose por las carreras científicas de los europeos en América.

También hubo quien usó la Historia Natural para hacer una defensa de los indios americanos, como el jesuita Velasco⁶² que en el siglo XVIII defendió a la luz de esa ciencia las concepciones históricas y nacionales de América. Las ideas evolucionistas de Darwin fueron acogidas, con diverso éxito, en Cuba⁶³, Uruguay⁶⁴ y Argentina⁶⁵ por diversos estudiosos y pensadores de aquellos países que mezclaron el positivismo con el krausismo imperante en la segunda mitad del XIX, e introdujeron la biología en el contexto social.

La agricultura y la política agraria tuvo cierto protagonismo en el pensamiento ilustrado de la administración virreinal, tal es el caso del intendente Bañuelos⁶⁶ que se preocupó por el desarrollo y expansión de la agronomía ilustrada para obtener el mayor beneficio de cultivos en aquellas tierras. La transferencia de conocimientos en esta materia ha sido atendida en la actualidad con la organización de exposiciones, como la que se realizó en 1990 en el Real Jardín Botánico de Madrid⁶⁷.

Las relaciones entre España (y Europa) con la América virreinal ha sido objeto de atención preferente a través de las expediciones científicas, algunas de carácter esencialmente comercial, como la realizada entre 1580 y 1630 con el Galeón de Manila⁶⁸. La vasta América bañada por varios mares, sus notables variaciones geográficas y climáticas, sus culturas y civilizaciones ancestrales, han motivado que atrajera el interés de numerosos viajeros por motivos de índole diversa: científico, tecnológico, económico, y en esas expediciones casi

siempre estuvo presente Andalucía⁶⁹. Es verdad, que el interés por conocer los distintos mundos habitados no surgen en el siglo XVI, sino que se remonta a épocas pretéritas y se fue consolidando a lo largo de los tiempos, principalmente desde finales del siglo XV porque al espíritu empírico, de observación y experimentación, del hombre renacentista se unió el interés político, sobre todo en la época de la Ilustración⁷⁰. De aquí que fuera «normal» el interés del hombre europeo por enrolarse y auspiciar las expediciones científicas⁷¹ que han acompañado a la presencia europea en el continente americano, y las más de las veces han servido para articular la presencia española en aquel continente⁷²; incluso ya en período republicano fueron barcos españoles los utilizados⁷³. Como ya hemos expuesto en páginas precedentes, los viajes con miras científicas no sólo propició el crecimiento del comercio sino que sirvió, en muchos aspectos, para la consolidación de la ciencia moderna⁷⁴ por los resultados que se difundieron por la labor del naturalista y de las actividades en las expediciones en Centroamérica⁷⁵, que dieron a conocer el añil y el Gabinete de Historia Natural de Guatemala, las escuelas que se crearon a partir de la expedición, etc. Más al sur se realizaron observaciones físicas y geográficas, estudios anatómicos, de fisiología animal y análisis químicos, Así como mineralizaciones, conductas geológicas y antropológicas, entre otras⁷⁶.

En la Química se realizaron notables avances, por ejemplo, en la obtención de muchos subproductos de diversas plantas que tuvieron las más variadas aplicaciones; por ejemplo la sacarosa a partir del maíz y del maguey. También hicieron adelantos en la obtención de colorantes a partir de la grana, cochinilla y del palo de Campeche, o bien en la elaboración de pegamentos, o en la manufactura de papel. Hubo que esperar hasta el siglo XIX para que un mexicano obtuviera el doctorado en Química Orgánica por una Universidad europea: Vicente Ortigosa⁷⁷. Y hasta principios del siglo XX no llegó la química moderna a Brasil⁷⁸.

En esta disciplina académica hay que encuadrar las experiencias que en el laboratorio se llevaron a cabo con el platino en la península y en la América española desde pocos años después de su descubrimiento (1749) por Antonio de Ulloa en el Chocó novogranadino. Varios han sido los autores que se han preocupado por el tema, asunto no exento de polémica científica entre los investigadores colombianos⁷⁹, españoles⁸⁰ y europeos⁸¹, sosteniendo cada uno sus tesis acerca de cómo y desde cuando se conoce el platino.

En cuanto a la Física se sabe que Mutis hizo una traducción al español⁸² de la obra de Newton *Principia*, y hay que interpretarlo como una consecuencia de la labor que hizo Mutis por introducir la Física newtoniana en la periferia americana⁸³, trabajo que tuvo su significado histórico toda vez que se consiguió integrar en la Nueva Granada la nueva matemática y la mecánica racional de Newton, lo cual fue el origen de la introducción de los modernos conocimientos científicos en las instituciones de aquel virreinato. Y en el México republicano de finales del siglo XIX se aplicó la electricidad a la medicina⁸⁴ en la capital y en Puebla de los Ángeles, lo que constituyó un hito relevante para la medicina clínica, porque incentivó la adquisición de nuevos aparatos para diagnóstico y tratamiento en paralelo con los progresos que se estaban haciendo en ese campo. Y fue utilizada esa aplicación de la electricidad para purificar el agua para bebida en los hospitales.

En lo que respecta a la tecnología, la expresión «revolución tecnológica» chirría en la mentalidad de los filósofos de la ciencia, acostumbrados a tratar solamente a la ciencia dentro de una revolución, al considerarla privilegiada desde lo epistemológico tanto en cuanto es una actividad eminentemente teórica⁸⁵, por tanto el paradigma kuhniano no tenía encaje en lo tecnológico. Sin embargo, desde hace pocos años se puede hablar de un paradigma tecnológico sin entrar en grandes controversias gracias a que se incluyen los avances tecnológicos en modelos históricos que incluyen aspectos socio-culturales. Y se ha considerado en este aspecto como esencial el hecho que los españoles aprovecharan buena parte de los conocimientos que heredaron de las culturas ancestrales americanas⁸⁶ en agricultura, minería, metalurgia, orfebrería y obras hidráulicas en su beneficio. Recientemente se han publicado obras con descripciones de las obras españolas conocidas de antiguo y las recientemente descubiertas analizando sus analogías con las construidas en el Nuevo Mundo tanto en la época prehispánica como en la virreinal, y las transferencias de tecnología en la hidráulica industrial⁸⁷ para la explotación minera, especialmente de Potosí. Y otras con un contenido vario⁸⁸: transporte, urbanismo en las ciudades, ganadería, industria de la caña de azúcar, minería y metalurgia, etc.

En el marco conceptual hemos considerado dentro de la revolución tecnológica del siglo XVI el invento de Bartolomé de Medina: la amalgamación a gran escala de los minerales argentíferos para la obtención de plata y todo lo que como consecuencia de él se ha venido desarrollando en la América virreinal, y como tal lo hemos encuadrado como paradigma en lo tecnológico en el

libro editado en 2001, *Bartolomé de Medina y el siglo XVI. Un sevillano lleva la revolución tecnológica a América*⁸⁹.

Se sabe que cuando los españoles llegan al Perú se encuentran con que en el altiplano andino se obtenía plata fundiendo los minerales en hornos llamados guairas⁹⁰, método que emplearon aquellos hasta que mediados el siglo XVI se generaliza la amalgamación de Medina. Este proceso, también llamado «método de patio» o «método de Medina» requería azogue⁹¹, y como elemento imprescindible ha sido tema recurrente para la aparición de trabajos encaminados a historiarlo en América⁹² y en un marco de la historia general⁹³. Su obtención, distribución y comercialización iba a centrar la atención de virreyes y empleados de la administración real impulsados por la Corona⁹⁴. Este hecho trascendental para la Real Hacienda española no ha pasado inadvertido para los estudiosos del tema y han sido numerosas las publicaciones que ha habido, como ejemplos están los trabajos de Mervyn Lang⁹⁵ y los míos propios⁹⁶. Además, el tema de la amalgamación ha sido tratado por otros autores⁹⁷ de forma variada, lo que ha originado incluso la edición de catálogos de fondos documentales, como el del Archivo Histórico de la Compañía de Minas de Real del Monte y Pachuca⁹⁸, institución que de la mano de Belem Oviedo ha abierto en junio de 2001 un Museo de Sitio en la Mina de Acosta de Real del Monte, ciudad que ha sido fiel testigo del desarrollo minero-metalúrgico desde que en 1555 Bartolomé de Medina iniciara allí la amalgamación de minerales de plata.

El panorama de la minería y la metalurgia en el ámbito virreinal ha sido objeto de estudio atendiendo al interés relacionado con los metales preciosos y con otras ramas del saber, de relevancia en la época⁹⁹. Se ha hecho una historia de las relaciones entre las minas americanas con el Gabinete de Historia Natural de Madrid¹⁰⁰, con la economía¹⁰¹, con las distintas facetas que la componen¹⁰² o con áreas geográficas como la andina¹⁰³ o la mexicana¹⁰⁴, abarcando desde tiempos prehispánicos hasta el siglo XIX.

La historia de la tecnología en la América española ha sido, y es, motivo central de investigaciones, entre la que se cuenta una revisión de la «Gazeta de México»¹⁰⁵ para dar cuenta de las noticias tecnológicas relacionadas con la minería, globos aerostáticos, o inventos mecánicos que aparecían en sus páginas. Asimismo, abarca estudios para construir, entre otros «ingenios»¹⁰⁶, escafandras y campanas de inmersión para la pesca de coral o perlas según diseños que presentó en 1605 Jerónimo de Ayanz; y en 1720 Alejandro Durand, barón de Marzabrat, solicitó permiso para emplear en

Indias una máquina hidroándrica o vestidura para cubrirse un hombre dentro del agua y extraer riquezas submarinas.

Este legado de saberes fue el que, en gran proporción, motivó el interés del europeo por aquellas latitudes. Las especies vegetales y animales desconocidas en Europa estimularon el afán de conocimiento de los que llegaban y comenzaron estudios comparativos entre especies similares y de tipos afines, para continuar después con aplicaciones de la ciencia y la tecnología. Ello propició la celebración de Exposiciones¹⁰⁷, Congresos y Reuniones¹⁰⁸ para estudiar las implicaciones y consecuencias que tuvo para España las relaciones científicas y tecnológicas entre los dos continentes en el marco de las transferencias. Y coloquios internacionales en los que el motivo central era estudiar la influencia de la naturaleza americana en la llegada de la ciencia europea a América, la relación entre la ciencia y el Estado, o la política en relación con la ciencia y del papel institucionalizador que el Estado ha desempeñado en el desarrollo de esta actividad¹⁰⁹. Cuando estos problemas se trasladan a la América virreinal, en especial en el siglo XVIII, las dudas se plantean entre dilucidar el origen de la ciencia americana, o recuperación de una propia tradición autóctona. A ello hay que añadir el hecho que a finales del siglo XVIII la elite criolla utilizó la ciencia y la tecnología para sus intereses independentistas.

Conclusión

El impacto positivo de América se transmitió pronto a Europa por los cronistas españoles y por las cartas de relación, informes o narraciones de los conquistadores y viajeros. A los pocos años de la llegada a América comenzó a imprimirse textos de toda índole, primando los de temas religioso, científico y tecnológico; y fue así como las primeras reseñas historiográficas con novedosas secciones a la historia de la ciencia y de la técnica han conocido ediciones facsimilares, por otro lado han sido recogidas en libros científicos y tecnológicos durante estos últimos veinticinco años.

Por lo que hemos expuesto no se nos tacharía de exageración si decimos que el descubrimiento de América significó una de las mayores revoluciones de la historia del hombre y comportó importantes consecuencias en lo económico, en la explotación de yacimientos mineralógicos y la metalurgia de aquellos minerales, sobre todo de los argentíferos, en la europeización del mundo, en la literatura que sustituye la novela de caballerías por la novela de aventuras. En

la nueva historia cultural se abren dos frentes de investigación: el modo en que los textos y su forma, manuscrita o impresa, organizan la lectura prescrita; y los diferentes tipos de lectura y sus paradigmas en una comunidad. Se acudía al libro para fortalecer el espíritu místico, para compartir las aventuras de los héroes de novelas de caballería, para deleitarse con la bella prosa de escritores, para enterarse de la historia y geografía de remotos países o para conocer las disposiciones legales de la Corona y de la curia, sin olvidar los logros alcanzados en botánica, medicina, farmacopea, náutica, cosmografía, cartografía, minería y metalurgia. Todo se leía con avidez, los más variados temas aparecían en las cláusulas de los testamentos o en los inventarios post-mortem que prolijamente levantaban los escribanos. Los barcos que cruzaban el Atlántico no sólo llevaban en su bodega cartas y cédulas reales, sino también libros e impresos que facilitaban la transferencia de ciencia y tecnología, entre otros saberes de la época.

Por otra parte, hoy es inaceptable mantener una idea eurocéntrica que margine las culturas científicas y tecnológicas americanas de un proceso que tuvo repercusión mundial, aunque obedeciera, en gran parte, al patrón de una colonización española y por ende europea. Las civilizaciones que hemos referido fueron marginadas unas y transformadas otras, y la mayoría destruidas por el modelo colonial impuesto; no obstante, muchas de sus ideas y técnicas fueron permeables, por ejemplo, la detallada y sofisticada orfebrería de oro y plata y las tallas muy delicadas en piedras en los pueblos de Mesoamérica, y la metalurgia de los incas en los Andes peruanos.

Por difícil y complejo que resulte entrever ese desigual mestizaje en el orden cultural y científico no podemos perderlo de vista si se quiere entender la ciencia moderna. Porque hoy día la historia de la ciencia enseña que hay que tener en cuenta los procesos sociales, culturales, económicos y políticos que hicieron posible la transformación de la naturaleza y del conocimiento que sobre ella fueron haciéndose los individuos, grandes y pequeños, pensadores y técnicos, nobles y artesanos, hombres y mujeres en el ámbito de la América virreinal. Porque de eso se trata fundamentalmente: de explicar y entender cómo se fueron construyendo esos saberes teóricos y empíricos en torno al conocimiento y a la capacidad de aprehender y transformar una naturaleza tan rica y a su vez diferente a la europea que, de una manera casi inesperada irrumpió en ésta hasta adquirir unas dimensiones nuevas para el estudioso de ella. Esta aportación de lo americano contribuyó, en gran medida, a la revisión que

se sometió el pensamiento escolástico hasta entonces dominante y por el que se había guiado la elaboración y transmisión del pensamiento científico y cultural.

Los esquemas que hemos propuesto aquí se concretaban en el cultivo de las dos áreas científicas conocidas: la historia natural y la medicina, incluyendo los estudios de botánica por su aplicación a la farmacopea; y la mineralogía que engloba todo lo relacionado con la producción de metales preciosos y piedras de alto valor crematístico. Somos conscientes de que el uso de términos como botánica o mineralogía puede resultar anacrónico y confuso, no obstante, lo empleamos para dar a entender la división que había de tener la historia natural a partir del siglo XVIII y su desarrollo completo en el XIX, en plena época del positivismo científico.

Agradecimientos

A Juan Gutiérrez Escribano, de la Biblioteca de la Escuela de Estudios Hispanoamericanos de Sevilla (CSIC), que con su talante amistoso de colaboración me ha facilitado la búsqueda bibliográfica.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LÓPEZ PIÑERO, J.M. (1991) *El Códice Pomar (ca. 1590): el interés de Felipe II por la Historia Natural y la Expedición Hernández a América*. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos, Universitat de Valencia – CSIC.
2. VV. AA. (1992) *Testimonios: cinco siglos del libro en Iberoamérica*. Madrid, Lunweg, Sociedad Estatal Quinto Centenario 1992, Catálogo de la Exposición, Caracas-Madrid, Comisaria: Pilar Hernández Aparicio.
3. GARCÍA ACOSTA, V. (1992) «Los alimentos mesoamericanos y las técnicas de su transformación». *Quipu*, 9(2), 135-147.
4. DE GRINBERG, D.M.K. (1991) *Los señores del metal. Minería y metalurgia en Mesoamérica*. México, D.F., Pangea Editores, S.A. de C.V.
BRODA, J. et al. (1991) *Aunqueo astronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*. México, D.F., UNAM.
5. LÓPEZ SÁNCHEZ, J. (1998) «Las civilizaciones aborígenes en la América prehispanica (I)». *Llull* 21(40), 117-182.
LÓPEZ SÁNCHEZ, J. (1998) «Las civilizaciones aborígenes en la América prehispanica (II)». *Llull*, 21(41), 387-438.

- LÓPEZ SÁNCHEZ, J. (1999) «Las civilizaciones aborígenes en la América prehispánica (III). Recuento bibliográfico.». *Llull*, 22(45),707-786.
6. Un ejemplo son las obras de PALACIOS REMONDO, J. (1992) *Los Delhuyar. La Rioja en América*. Logroño, Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud del Gobierno de La Rioja
(1996) *Epistolario (1777-1821), Juan José y Fausto Delhuyar*. Logroño, Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud del Gobierno de La Rioja.
7. ORTIZ, E.L. (1988) «Una alianza por la ciencia: Las relaciones científicas entre Argentina y España a principios de este siglo». *Llull*, 11(21), 247-261.
8. CASTILLO MARTOS, M. (2001) «Mano de obra española en la industria argentina (1830-1930)». *Llull*, 24(49), 33-57.
- COBOS BUENO, J.M. y VAQUERO MARTÍNEZ, J.M. (1999) «Matemáticas y exilio: la primera etapa americana de Francisco Vera». *Llull*, 22(45), 569-588.
9. MARTÍNEZ SANZ, J.L. (1992) *Relaciones científicas entre España y América*. Madrid, Editorial MAPFRE.
10. BERNAL, J.D. (1967) *Historia social de la ciencia*, 2 vols. Barcelona, Editorial Península.
11. PESET, J.L. (1987) *Ciencia y libertad. El papel del científico ante la independencia americana*. Cuadernos Galileo de Historia de la Ciencia, 7. Madrid, Centro de Estudios Históricos, CSIC.
PESET, J.L. (1987) *Ciencia y libertad: El papel del científico ante la independencia americana*. Madrid, Centro de Estudios Históricos, Departamento de Historia de la Ciencia – CSIC.
12. ARENDS, T. (1987) «Bolívar y los científicos». *Quipu*, 4(2), 167-184.
13. STRUIK, D.J. (1984) «Early Colonial Science in North America and Mexico». *Quipu*, 1(1), 25-54.
14. BEUCHOT, M. (1986) «Los principios de la ciencia en Tomás de Mercado». *Quipu*, 3(1), 103-111.
15. MORENO, R. (1989) «La ciencia y la formación de la mentalidad nacional en Alzate». *Quipu*, 6(1), 93-107.
16. TRABULSE, E. (1988) «Tres momentos de la heterodoxia científica en el México colonial». *Quipu*, 5(1), 7-17.
17. TRABULSE, E. (1983) *Historia de la Ciencia en México. Estudios y textos, siglos XVI y XVII*, 2 vols. México, D.F. (México), Conacyt/Fondo de Cultura Económica.
(1989) «Aspectos de la difusión del materialismo científico de la ilustración francesa en México a principios del siglo XIX». *Quipu*, 6(3), 371-385.
- RODRÍGUEZ SALAS, M.L. (1988) «Aspectos de la comunicación y terminología científica en español». *Quipu*, 5(1), 125-142.

18. CAPEL, H. (1989) *Ideología y ciencia en los debates sobre la población americana durante el siglo XVI*. Barcelona, Universidad de Barcelona, Cátedra de Geografía Humana.
19. ACOSTA, J. (1987) *Historia natural y moral de las Indias en que se tratan las cosas...* Sevilla, edición facsimilar de la sexta edición de 1792, libro quarto, capítulo XXXVI, 272-274.
20. SEQUEIROS, L. (2001) «José de Acosta, Fundador de la Paleobiogeografía». *Boletín de la Comisión de Historia de la Geología de España*, 17, 3-16. Córdoba.
21. LAFUENTE, A. y SALA CATALÁ, J. (1989) «Ciencia colonial y roles profesionales en la América española del siglo XVIII». *Quipu*, 6(3), 387-403.
- RODRÍGUEZ SALAS, M.L. (1993) «Científicos y técnicos en la Nueva España del siglo XVI, sus roles socio-profesionales como raíces de una ciencia nacional». *Quipu*, 10(3), 319-334.
22. LAFUENTE, A. y SALA CATALÁ, J. (eds.) (1992) *Ciencia colonial en América*. Madrid, Alianza Universidad, 15-23.
23. SALA CATALÁ, J. (1988) «Ciencia y técnica en la metropolización de Lima». *Quipu*, 5(3), 389-412.
- (1986) «La localización de la capital de Nueva España, como problema científico y tecnológico». *Quipu*, 3(3), 279-297.
24. SALA CATALÁ, J. (1994) *Ciencia y técnica en la metropolización de América*. Madrid, Ediciones Doce calles, CSIC.
- SOLANO, F. (1982) «Plaza mayor hispanoamericana» En: Lino Alvarez Reguillo y col. (eds.) *Plazas et sociabilité en Europe et Amerique Latine: Colloque des 8 et 9 mai (1979)*. París, Difusión de Bocard, 155-170,
- GILHODES, P. (1982) «Places et grands-places en grande Colombie quelques notes sur leur fonction socio-politique. En: Lino Alvarez Reguillo y col. (eds.) *Plazas et sociabilité en Europe et Amerique Latine: Colloque des 8 et 9 mai (1979)*. París, Difusión de Bocard, 171-172.
25. LÓPEZ FACAL, F. (1985) *Materiales del Seminario iberoamericano «Jorge Sábato» de política científica: Madrid 24-27 de setiembre de 1984*. Madrid, CSIC/Organización de Estados Americanos.
26. PESET, J.L. (coord.) (1989) *Ciencia, vida y espacio en Iberoamérica. Relaciones científicas y culturales entre España América*, 3 vols. Madrid, CSIC.
27. CASTILLO MARTOS, M. (2001) «Andrés Manuel del Río Fernández: descubridor del vanadio». En: *Estudios de Historia das Ciencias e das Técnicas (VII Congreso de la SEHCYT, Pontevedra, 1999)*. Pontevedra, Deputación Provincial, Servicio de Publicaciones, tomo II, 1039-1050.
28. IZARD, M. (2000) *El rechazo a la civilización sobre quienes no se tragaron que las Indias fueran esa maravilla*. Barcelona, Editorial Península, 175.

29. CAÑEDO-ARGÜELLES FÁBREGA, T. (1993) *Potosí: La versión aymara de un mito europeo. La minería y sus efectos en las sociedades andinas del siglo XVII. La provincia de Pacajes*. Madrid, Editorial Catriel.
30. FRESQUET FEBRER, J.L., LÓPEZ PIÑERO, J.M. (eds.) (1995) *El mestizaje cultural y la medicina novohispana del siglo XVI*. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia.
31. FRESQUET FEBRER, J.L. (1993) *La experiencia americana y la terapéutica en los Secretos de Cirugía (1567) de Pedro Arias de Benavides*. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia.
32. RIERA PALOMO, J. y ALBI ROMERO, G. (1996) «Productos naturales en la flota a Indias de 1509». *Lull*, 19(37), 560-569.
33. PARDO TOMÁS, J. (2002) *El tesoro natural de América. Colonialismo y ciencia en el siglo XVI*. Madrid, Nivola, 61-62.
34. MONARDES N. (1988) *Historia medicinal de las cosas que se traen de nuestras Indias Occidentales que sirven en medicina...* Sevilla, edición facsimilar de la de 1574.
35. RIERA PALMERO, J. (coord.) (1997) *Medicina y quina en la España del siglo XVIII*. «Acta Histórica-Médica Vallisoletana», 50. Valladolid, Seminario de Historia de la Medicina, Universidad de Valladolid.
36. MARTÍN MARTÍN, C. y VALVERDE, J.L. (1995) *La farmacia en la América colonial: el arte de preparar medicamentos*. Granada, Universidad de Granada/Hermanidad Farmacéutica Granadina.
37. HUERTA JARAMILLO, A.M. (1994) *Los boticarios poblanos (1536-1825)*. Puebla de los Ángeles, Secretaría de Cultura de Puebla, Gobierno del Estado de Puebla, México.
38. HERNÁNDEZ DE ALBA, G. (1984) «La medicina tradicional en la Expedición Botánica al Nuevo Reino de Granada». *Quipu*, 1(3), 335-348.
39. QUEVEDO, E. y ZALDUA, A. (1986) «Antecedentes de las reformas médicas del siglo XVIII y XIX en el Nuevo Reino de Granada. Una polémica entre médicos y cirujanos». *Quipu*, 3(3), 311-334.
40. PESET, J.L. y SALDAÑA, J.J. (coords.) (1985) *La ciencia moderna y el Nuevo Mundo: Actas de la I Reunión de Historia de la Ciencia y de la Técnica de los Países Ibéricos e Iberoamericanos*. 1984, Madrid, CSIC/Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología.
41. DE ASUA, M.J.C. (1986) «Influencia de la Facultad de Medicina de París en la de Buenos Aires». *Quipu*, 3(1), 79-89.
42. DE ANDRADE MARTINS, R. (1994) «Building a Bibliographical Data-Basre on Old Science, Medicine and Technique in Portugal and Brazil». *Quipu*, 11(3), 311-332.

43. CORDERO DEL CAMPILLO, M. (2001) *Crónicas de Indias: ganadería, medicina y veterinaria*. Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura.
44. VILCHIS, J. (1998) *La recepción de la Historia Natural Americana: ss.XVI-XVIII*. Madrid, Cuadernos AKAL.
45. ÁLVAREZ PELÁEZ, R. (1993) *La conquista de la naturaleza americana*. Madrid, CSIC.
46. LÓPEZ PIÑERO, J.M., y LÓPEZ TERRADA, M.L. (1997) *La influencia española en la introducción en Europa de las plantas americanas (1493-1623)*. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricas sobre la Ciencia.
47. PARDO TOMÁS, J. y LÓPEZ TERRADA, M.L. (1993) *Las primeras noticias sobre plantas americanas en las relaciones de viajes y crónicas de Indias*. Valencia, Instituto de Estudios Documentales e Históricas sobre la Ciencia.
48. SANZ LÓPEZ, C. (1977) «La Ciencia Moderna fue realmente una consecuencia normal y necesaria del Descubrimiento de América». *Anuario de Estudios Americanos*, XXXIV, 295-328.
49. LAGUARDA TRÍAS, R.A. (1990) *La ciencia española en el descubrimiento de América: las tablas de coordenadas geográficas complidas en la España medieval*. Valladolid, Publicaciones de la Casa-Museo de Colón y Seminario Americanista de la Universidad de Valladolid, Serie de Cuadernos Colombinos.
50. NEGRÍN FAJARDO, O. y SOTO ARANGO, D. (1984) «El debate sobre el sistema copernicano en la Nueva Granada durante el siglo XVIII». *Llull*, 7(13), 53-75.
51. MUTIS, J.C. (1983) *Escritos científicos de José C. Mutis*. Compilación y prólogo de Guillermo Hernández de Alba, 2 vols., Bogotá, Instituto colombiano de Cultura Hispánica.
52. ARBOLEDA, L.C. y SOTO ARANGO, D. (1991) «Las teorías de Copérnico y Newton en los estudios superiores del Virreinato». *Quipu*, 8(1), 5-34.
53. ALBIS, V.S. y MARTÍNEZ CHAVANZ, R. (1987) «Las investigaciones meteorológicas de Caldas». *Quipu*, 4(3), 413-432.
54. MORENO CORRAL, M.A. (1986) «Algunos sucesos que dieron origen a la fundación definitiva del Observatorio Astronómico Nacional de México en 1878». *Quipu*, 3(3), 299-309.
55. MORENO CORRAL, M.A. (1991) «Telescopios que han influido en el desarrollo de la astronomía y la astrofísica en México». *Quipu*, 8(1), 51-62.
56. D'AMBROSIO, U. (1999) «La transferencia del conocimiento matemático a las colonias: factores sociales, políticos y culturales». *Llull*, 22(44), 347-380.
57. SÁNCHEZ BOTERO, Clara Elena (1999) «Matemáticas en Colombia en el siglo XIX». *Llull*, 22(45), 687-705.

- RUIZ ZÚÑIGA, A. (2000) «Ideologías y extranjeros en la educación y las Matemáticas de Costa Rica durante el siglo XIX». *Llull*, 23(48), 661-688.
- RUIZ ZÚÑIGA, A. (ed.) (1994) *La Escuela de Matemáticas de la Universidad de Costa Rica. Una reseña histórica*. Costa Rica, Universidad de Costa Rica/Universidad Nacional de San José.
- RUIZ ZÚÑIGA, A. (ed.) (1995) *Historia de las Matemáticas en Costa Rica. Una introducción*. Costa Rica, Universidad de Costa Rica/Universidad Nacional de San José.
58. ARBOLEDA, L.C. y ANACONA, M.P. (1994) «Las geometrías no euclidianas en Colombia. La apuesta euclidiana del profesor Julio Garavito (1865-1920)». *Quipu*, 11(1), 7-24.
59. RUIZ, A., y BARRANTES, H. (2000) «La Reforma Liberal y las Matemáticas en la Costa Rica del siglo XIX». *Llull*, 23(46), 145-171.
60. ARAGÓN DE LA CRUZ, F. (1979) «La visión de las ciencias naturales en la Hispano América del siglo XVI, según los científicos españoles del XVII y XIX». *Llull*, 2(4), 63-72.
61. SAFFORD, F. (1985) «Acerca de la incorporación de las ciencias naturales en la periferia: El caso de Colombia en el siglo XIX». *Quipu*, 2(3), 423-435.
62. ESTRELLA, E. (1989) «El padre Juan de Velasco: Historia Natural y defensa del indígena americano». *Quipu*, 6(2), 135-150.
63. PRUNA, P.M. (1983) *La recepción de las ideas de Darwin en Cuba, durante el siglo XIX*. La Habana, edita Academia de Ciencias de Cuba.
- PRUNA, P.M. y GARCÍA GONZÁLEZ, A. (1989) *Darwinismo y sociedad en Cuba: siglo XIX*. Madrid, CSIC.
64. GLICK, T. F. (1989) *Darwin y el darwinismo en el Uruguay y en América Latina*. Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Humanidades y Ciencias, Departamento de Publicaciones.
65. PENNINI DE VEGA, E. (1984) «Darwin en Argentina». *Quipu*, 1(1), 119-132.
66. OJEDA SAN MIGUEL, R. (1993) «El Intendente Miguel de Bañuelos: un ejemplo de la política de difusión agraria ilustrada». *Llull*, 16, 376-381.
67. FERNÁNDEZ PÉREZ, J. y GONZÁLEZ TASCÓN I. (coord. y eds.) (1990) «La agricultura viajera. Cultivos y manufacturas de plantas industriales y alimentarias en España y en la América virreinal». En: *Catálogo de la Exposición celebrada en el Real Jardín Botánico de Madrid en 1990*. Madrid.
68. BERNABEU ALBERT, S. (2000) *La aventura de lo imposible: expediciones marítimas españolas*. Barcelona, Lunwerg editores, «Colección Ciencia y Mar».
69. MARTÍN FIERRO, P. (2000) *Andalucía y las expediciones científicas en el siglo XVIII*. Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Educación y Ciencia.

70. DEL PINO DÍAZ, F. (coord.) (1988) *Ciencia y contexto histórico nacional en las expediciones ilustrada a América*. Madrid, Centro de Estudios Históricos, Departamento de Historia de América – CSIC.
- LUCENA GIRALDO, M. y PIMENTEL IGEA, J. (1991) *Los 'Axiomas políticos sobre la América' de Alejandro Malaspina*. Aranjuez, Ediciones Doce Calles-Sociedad Estatal Quinto Centenario, Theatrum Naturae, Colección de Historia Natural, serie: El naturalista y su época.
71. PELAYO, F. (1990) *Pebr Löffling y la Expedición al Orinoco 1754-1761*. Colección «Encuentros». Serie «Catálogos». Madrid, CSIC, Real Jardín Botánico – Comisión Quinto Centenario.
- TEXERA ARNAL, Y. (1987) «Exploradores botánicos europeos en Venezuela durante el siglo XIX». *Quipu*, 4(2), 185-211.
72. CERVERA, J.A. (2001) «Andrés de Urdaneta (1508-1568) y la presencia española en el Pacífico durante el siglo XVI». *Llull*, 24(49), 59-87.
73. PUIG-SAMPER, M.A. (1986) «La organización de la expedición al pacífico en 1862. Un proyecto político-científico para articular el sistema colonial español». *Quipu*, 3(3), 335-348.
74. LAFUENTE A. y MAZUELOS, A. (1987) *Los caballeros del punto fijo: ciencia, política y aventura en la Expedición Geodésica al virreinato del Perú en el siglo XVIII*. Madrid/Barcelona, Ediciones del Serbal/CSIC.
- PALAU-CASTAÑO L.A. (1994) «Valenzuela, Mutis, Lozano y Caldas: alcances y limitaciones del saber de la Real expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (1783-1816)». *Quipu*, 11(2), 173-193.
75. MALDONADO POLO, J.L. (2001) *Las huellas de la razón: la Expedición científica de Centroamérica (1795-1803)*. Madrid, CSIC.
76. GALERA GÓMEZ, A. (1988) *La Ilustración española y el conocimiento del Nuevo Mundo: las ciencias naturales en la Expedición de Malaspina (1789-1794). La labor científica de Antonio Pineda*. Madrid, CSIC, Centro de Estudios Históricos, Departamento de Historia de la Ciencia.
- BERNABEU ALBERT, S. (1987) «Ciencia ilustrada y nuevas rutas: las expediciones de Juan de Lángara al Pacífico (1765-1773)». *Revista de Indias*, XLVII(180), 447-467.
77. ESTRADA OCAMPO, H. (1984) «Vicente Ortigosa: El primer mexicano doctorado en química orgánica en Europa». *Quipu*, 1(3), 401-405.
78. ALFONSO-GOLDFARB, A.M., y MENDES FERAZ, M.H. (1990) «A recepção da química moderna no Brasil». *Quipu*, 7(1), 73-91.
79. ESPINOSA BAQUERO A. (1985) «Nuevos Datos sobre el descubrimiento del platino y su metalurgia en la Nueva Granada en el siglo XVIII». *Quipu*, 2(1), 7-21.

- (1987) «El descubrimiento del platino y su metalurgia en la Nueva Granada en el siglo XVIII. Nuevos documentos de los archivos colombianos». *Quipu*, 4(3), 401-411.
80. Entre los trabajos de ARAGÓN DE LA CRUZ, F. citamos:
- (1979) «La investigación sobre el platino en la España del siglo XVIII». En: *Actas del I Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, 189-190.
- (1988) «Los laboratorios de purificación del platino en Madrid en el siglo XVIII». En: *Actas del IV Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias*, vol. 2, 1005-1012.
- (1994) «América y España en el descubrimiento del platino (siglo XVIII)». En: M. Castillo Martos (coord.) *Minería y Metalurgia*. Brenes (Sevilla), Editorial Muñoz Moya y Montraveta, 303-306 y 314-320.
- Entre los que CAPITÁN-VALLVEY, L.F. ha dedicado al tema:
- (1988) «Las autoridades coloniales y la platina neogranadina a comienzos del siglo XVIII». *Quipu*, 5(3), 429-443.
- (1994) «Platina española para Europa en el siglo XVIII». *Llull*, 17(33), 289-312.
81. McDONALD D. y HUMNT, L.H. (1982) *A History of Platinum and its Allied Metals*. Londres (Inglaterra), Johnson Matthey.
82. ARBOLEDA, L.C. (1987) «Sobre una traducción inédita de los *Principia* al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada circa 1770». *Quipu*, 4(2), 291-313.
83. ARBOLEDA, L.C. (1987) «Acerca del problema de la difusión científica en la periferia: El caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820)». *Quipu*, 4(1), 7-30.
84. GODOY DARDANO, E. (1992) «Algunas aplicaciones de la electricidad a la medicina en México y en Puebla al finalizar el siglo XIX». *Quipu*, 9(3), 263-296.
85. SALDAÑA, J.J. (1989) «Dinámica de la tecnología en Iberoamérica». *Quipu*, 6(1), 45-54.
86. El tema lindante con lo antropológico se puede leer en las vivencias contadas por un estudioso de las sociedades andinas, JOHN MURRA, que guiado por valores éticos y humanistas ha dejado un legado que en parte ha sacado a la luz NINCHIS, N. (2000) *Conversaciones con John Murra*. Edición a cargo de V. Castro, C. Aldunate e J. Hidalgo. Lima, Instituto de Estudios Peruanos, IEP.
87. DÍAZ-MARTA, M. y GARCÍA-DIEGO, J.A. (1990) «Las obras hidráulicas españolas y su relación con las americanas». *Llull*, 13(24), 57-89.
- VV. AA. (1991) «Antiguas obras hidráulicas en América». En: *Actas del Seminario, México - 1988*. Madrid, CEHOPU.
88. CALVO, T. (1996) *Iberoamérica de 1570 a 1910*. Barcelona, Editorial Península. Traducción de Marco Aurelio Galmarini.

89. CASTILLO MARTOS, M. (2001) *Bartolomé de Medina y el siglo XVI. Un sevillano lleva la revolución tecnológica a América*. Sevilla, Delegación de Educación del Ayuntamiento de Sevilla.
90. DE GRINBERG, D.M.K. y PALACIOS, T.A. (1992) «Hornos prehispánicos peruanos empleados en la reducción de minerales de plata». *Quipu*, 9(2), 149-171.
- LANGENSCHIEDT, A. (1999) «Los hornos para la metalurgia del plomo en América, siglos X a XVII». *Quipu*, 12(2), 231-255.
- OEHM, V.P. (1984) *Investigaciones Sobre minería y metalurgia en el Perú prehispánico. Una visión crítica actualizada*. Bonn (Alemania), Bonner Amerikanistische Studien, Seminar für Völkerkunde.
91. HEREDIA HERRERA, A. (1978) *La renta del azogue en Nueva España: 1709-1751*. Sevilla, Edita Escuela de Estudios Hispanoamericanos, CSIC.
92. LANGENSCHIEDT, A. (1988) «Bosquejo histórico del azogue y del cinabrio en México». *Quipu*, 5(1), 69-84.
93. CASTILLO MARTOS M. y LANG, M.F. (1995) *Metales preciosos: Unión de dos mundos. Tecnología, comercio y política de la minería y metalurgia Iberoamericana*. Prólogo de José Rodríguez de la Borbolla. Brenes (Sevilla), Editorial Muñoz Moya y Montraveta.
94. GONZÁLEZ CASASNOVAS, I. (2000) *Las dudas de la Corona. La política de repartimientos para la minería de Potosí (1680-1732)*. Madrid, CSIC.
95. LANG, M.F. (1977) *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*. México, D.F., Fondo de Cultura Económica.
- (1999) «Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial». *Llull*, 22(45), 655-673.
- (1999) *Las flotas de la Nueva España (1630-1710). Despacho, azogue, comercio*. Prólogo de M. Castillo Martos. Brenes (Sevilla), Editorial Muñoz Moya.
96. CASTILLO MARTOS, M. (1992) «Ensayos en las minas de mercurio de Chilapa (1671-1681). Trabajos de Gonzalo Suárez de San Martín». *Quipu*, 9(1), 7-16.
- (1994) «Mining in Latin America: Technological exchange between Europe and Latin America». *Physis, Rivista Internazionale di Storia della Scienza*, XXXI, 311-326.
- (1994) *Minería y Metalurgia. Intercambio tecnológico y cultural entre América y Europa durante el período colonial español*. Brenes (Sevilla), Editorial Muñoz Moya y Montraveta.
- (1995) «Intercambio de tecnología minera y metalúrgica entre España y América en los siglos XVI y XVII». En: *História da Ciência: o mapa do conhecimento*. Rio de Janeiro (Brasil), A Editora Expressão e Cultura-Exped. Ltda.
- (1996) «Introducción» a *Epistolario (1777-1821)*, Juan José y Fausto Delhuyar, de J. Palacios Remondo. Logroño, Consejería de Educación, Cultura, Deportes y Juventud del Gobierno de La Rioja.

- y BERNAL DUEÑAS, A. (1996) «Influencia del desarrollo de la Química en la minería española y novohispana». *Llull*, 19, 363-380.
- (1996) «Transferencia de tecnología minera entre Guantajaya y España (1762-1765)». En: *Actas de X Congreso Internacional de Americanistas Europeos*, 1993. Leipzig (Alemania), edición en CD-Rom.
- (1998) «El marco tecnológico y cultural del desarrollo de la minería y metalurgia americanas. Intercambios con Europa». En: *Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología industrial y las ciencias*, vol. I. Ediciones de la Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 131-148.
- (1998) «Contribución de la ciencia y cultura prehispánica y criolla al desarrollo de la minería metalurgia iberoamericana». En: *Actas del XI Congreso Internacional de AHILA*, vol. III. Liverpool (Inglaterra), AHILA/Instituto de Estudios Latinoamericanos, Universidad de Liverpool, 78-82.
- (1999) «Minería y metalurgia de azogue en la Nueva España (siglo XVII)». *Quipu*, 12(1), 7-24.
- y ARAGÓN SÁNCHEZ, M.I. (2000) «Creación de un centro minero en los Andes. Cajatambo, 1584-1585». *Casa de la Libertad*. Sucre (Bolivia), 85-92.
- (2001) «Ciencia y Humanismo en Sevilla y América en los siglos de la revolución científica y tecnológica». En: Antonio Gutiérrez Escudero (coord.) *Ciencia, Economía y política en Hispanoamérica colonial*. Sevilla, Escuela de Estudios Hispanoamericanos/CSIC, 17-34.
- (2001) «Bartolomé de Medina: Un moderno de la metalurgia argentífera en la revolución tecnológica del siglo XVI». En: *Andrés Laguna. Humanismo, Ciencia y Política en la Europa renacentista*. Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura, 335-343.
- (2001) «La amalgamación y Bartolomé de Medina». *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 97(4), 43-49.
97. PROBERT, A. (1987) *En pos de la plata. Episodios mineros en la historia hidalguesa*. Pachuca (México), Compañía Real del Monte y Pachuca, S.A.
- COX, P. (1977) *Ruta de plata*. México, D.F., Editorial JUS, S.A.
98. OVIEDO GÁMEZ, B. (coord.) (1993) *Guía General del Archivo Histórico de la Compañía de Minas de Real del Monte y Pachuca*. México, D.F.
99. GARCÍA TAPIA, N. (1992) *Del Dios del fuego a la máquina de vapor: la introducción de la técnica industrial en Hispanoamérica*. Valladolid, AMBITO, Instituto de Ingenieros Técnicos de España, 172-6.
100. HAUSBERGER, B. y cols. (eds.) (1998) *Las minas hispanoamericanas a mediados del siglo XVIII. Informes enviados al Real Gabinete de Historia Natural de Madrid*. Madrid, editorial Vervuert – Iberoamericana.
101. HAUSBERGER, B. (1997) *La Nueva España y sus metales preciosos. La industria minera colonial a través de los 'libros de cargo y data' de la Real Hacienda, 1761-1767*. Madrid, Editorial Vervuert – Iberoamericana.

102. WASZKIS, H. (1993) *Mining in the Americas. Stories and History*. Cambridge (Inglaterra), Woodhead Publishing Ltd.
103. CRAIG, A.K. y WEST, R.C. (1994) *In Quest of Mineral Wealth. Aboriginal and Colonial Mining and Metallurgy in Spanish America*. Louisiana (EEUU), Geoscience Publications, Department of Geography and Anthropology Louisiana State University.
- CUETO, M. (1995) *Saberes andinos: ciencia y tecnología en Bolivia, Ecuador y Perú*. Lima (Perú), Instituto de Estudios Peruanos, IEP.
- BAKEWELL, P. (1992) *Mineros de la montaña roja*. Madrid, Alianza editorial.
104. VV. AA. (1984) *Minería Mexicana*. México, D.F. (México), Comisión de Fomento Minero.
105. CEBRIÁN GONZÁLEZ, C. (1992) «Avances tecnológicos a través de la 'Gazeta de México' (1784-1794)». En: *Actas del IX Congreso Internacional de Americanistas Europeos (AHILA)*. Sevilla, 499-519.
106. ARENAS FRUTOS, I. (1992) «Inventos sobre tecnología submarina par la América colonial». En: *Actas del IX Congreso Internacional de Americanistas Europeos*. Sevilla, vol. II, 421-434.
107. DE ANDRÉS, R. y LEÓN, P. (eds.) (1992) *Catálogo de la la Exposición 'Cristóbal Colón y la exploración española de las Indias'*. Madrid, Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos.
108. DÍEZ TORRE, A.R.; MALLO, T.; PACHECO FERNÁNDEZ, D. y ALONSO FLECHA, A. (1991) *La ciencia española en Ultramar. Actas de las I Jornadas sobre España y las Expediciones científicas en América y Filipinas*. Aranjuez (Madrid), Editorial Doce Calles (Ateneo de Madrid).
- HAMENDE, A.; HSSAN, M.H.A.; VILLAVECES, J.L. y VIOLINI, G. (eds.) (1999) «Science in Latin America and the Caribbean and its role in regional development». En: *Actas de Thrid General Conference of the Third World Academy of Sciences*, Caracas, october, 15-19, 1990, 2 vols. Bogotá, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales.
- VV. AA. (1977) *Coloquio sobre Historia de la Ciencia Hispanoamericana, Madrid del 19 al 23 de abril de 1976*. Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
109. VV. AA. (1987) «Ciencias y Técnicas en la América española del siglo XVIII». En: *Actas del Coloquio franco-español 'Sciences et techniques en Amerique Espagnole an XVIII' siècle'*. Madrid, noviembre de 1987. Auspiciado por CSIC y Casa de Velázquez. *Asclepio*, XXXIX(2).