

LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA DE LAS MUJERES EN EL SIGLO XVII: SOR JUANA INÉS DE LA CRUZ (MÉXICO, 1648-1695)

María Álvarez Lires
lires@uvigo.es
Facultade de Ciencias da Educación
Universidade de Vigo.
Campus de Pontevedra

RESUMEN. Partiendo de investigaciones procedentes de los estudios de Ciencia y Género, se examina la obra científica de Sor Juana Inés de la Cruz y las dificultades que tuvo que afrontar por su condición de mujer para acceder a la educación científica. Se sugiere la utilidad de los textos histórico-científicos en la formación del profesorado y en todos los niveles educativos para mejorar la enseñanza de las ciencias; en particular, el trabajo con textos de científicas de todos los tiempos puede contribuir a lograr la igualdad que es uno de los fines del sistema educativo.

PALABRAS CLAVE. Ciencia, Género, Educación, Sor Juana Inés de la Cruz, Historia de las ciencias, Enseñanza de las ciencias.

ABSTRACT. Starting from the researches coming from the studies of Science and Gender, scientific work of Sister Juana Ines de la Cruz is examined, and the difficulties she had to face to be admitted to the scientific education because of her woman's condition. The utility of the historical-scientific texts is suggested in teachers training as well as in all educational levels, in order to improve the sciences teaching; the work with texts of scientific women of all the times can contribute to achieve the equality that is one of the aims of the educational system.

KEY WORDS. Science, Gender, Education, Sor Juana Inés de la Cruz, History of Science, Science Education.

1. CIENCIA, GÉNERO Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Desde hace unas dos décadas, los estudios denominados *Gender and Science* se han ocupado de rescatar la presencia de las mujeres en la actividad científico-técnica de todas las épocas (Ogilvie, M. B., 1986; Folsing, U., 1992; Stille, D. R., 1995; Solsona, N., 1997; Magallón, C., 1997) y de sus contribuciones a la misma a través de las tareas desempeñadas por ellas desde tiempos inmemoriales (Álvarez Lires, M. y otros, 1994a); no menos importante ha sido la revisión de los fundamentos de la ciencia occidental utilizando el género como categoría de análisis (Schiebinger, L., 1989; Keller, E., 1991; Harding, S., 1996). Posteriormente, se ha extendido esta preocupación a la enseñanza de las ciencias y se postula, basándose en estudios e investigaciones realizadas en todos los niveles educativos (Kelly, A., 1987; Catalá, E. y García, E., 1989), que la utilización en las aulas y en la formación del profesorado de textos originales de mujeres científicas de todos los tiempos y culturas es útil, no sólo para poner de manifiesto la presencia femenina en este campo sino también para contribuir a la igualdad entre los sexos (Álvarez Lires, M. y otros, 1994b; Sánchez, M. D., 1999; Nuño, T. y Ruipérez, T., 1997), que es una de las finalidades del sistema educativo. Por otro lado, el análisis

epistemológico de textos histórico-científicos y su utilización didáctica ha de contribuir a mejorar la formación del profesorado de ciencias (Izquierdo, M. y Sanmartí, N., 1990; Izquierdo, M., 1997; Álvarez Lires, M., 1999b).

Por su parte, tanto la UNESCO como la Unión Europea se han ocupado de la situación de desigualdad de las mujeres en el ámbito científico-tecnológico, sobre todo de su escasa presencia en los ámbitos de decisión académicos y de política científica. Se han realizado diversos informes (UNESCO, 1998; European Commission, Research Directorate General, 2000) y se ha propuesto a los países miembros un conjunto de medidas para modificar la situación actual, entre las cuales se encuentran algunas de las que hemos citado en el ámbito educativo.

Basándonos en estos antecedentes, hemos desarrollado una actividad investigadora en el campo de la historia de las ciencias, con atención especial a la participación femenina en ella, desde hace algunos años. Fruto de estas investigaciones ha surgido el trabajo que se presenta en este artículo.

Las mujeres tuvieron múltiples dificultades para acceder a la ciencia, ya que se les prohibió estudiar en las universidades hasta tiempos muy recientes, pero siempre utilizaron estrategias para incorporarse a esas actividades vedadas a las de su sexo. Durante siglos, los conventos fueron la única posibilidad de estudiar y de librarse de matrimonios no deseados para aquellas que procedían de clase alta, o estaban protegidas por mujeres nobles. Sor Juana Inés de la Cruz fue una de ellas y constituye un ejemplo extraordinario de tesón frente a la adversidad y a las dificultades de toda índole que hubo de superar, como intentaremos demostrar en las páginas que siguen.

Juana de Asbaje y Ramírez de Santillana, Sor Juana Inés de la Cruz, nació el 12 de noviembre de 1648 en San Miguel de Nepantla, a unos 60 kilómetros de Ciudad de México, hija de una criolla y de un marino vasco. La figura más importante para la formación de Sor Juana fue, seguramente, el abuelo materno, poeta de cierta cultura, de cuya biblioteca ella misma afirma que se “nutrió”.

Hace algún tiempo, investigando los manuscritos del fraile benedictino español Fray Martín Sarmiento (1695-1772), último Cronista de Indias, gran defensor de las culturas de los pueblos indígenas y de la igualdad de las mujeres en la racionalidad, e introductor de la ciencia newtoniana en el panorama hispano ilustrado (Álvarez Lires, M., 2000a), nos encontramos con una referencia a los conocimientos científicos de la monja mexicana:

“Hablando yo con el mismo sujeto, de lo que yo había observado en el

movimiento del Peón, o trompo, me dijo que algo había leído de eso, en la celebrada Monja de Méjico, Sor Juana Ynés de la Cruz. Tengo sus tres tomos, desde el año de [1]727 que entonces leí todo *de verbo ad verbum* [...] Registré esas obras, y en la pagina 173 del tomo tercero de su fama, y obras póstumas, está la observación de esa Religiosa, sobre el movimiento del trompo. Dice que comienza por circular y que acaba por espiral”⁽¹⁾.

Nuestro conocimiento de la obra de Sor Juana Inés se limitaba, por aquel entonces, a su importancia como literata perteneciente a la corriente culterano-conceptista del barroco español, que contó con autores tan renombrados como Góngora o Quevedo, y así se estudiaba en los libros de texto de la enseñanza secundaria española.

Posteriormente, en el contexto de una investigación sobre las contribuciones de las mujeres a la historia de la ciencia y su utilización didáctica (Álvarez Lires, M. y otros, 2003), pudimos localizar sus obras completas y hallamos en ellas diversas referencias al jesuita Kircher (1602-1680) y a la ciencia europea de la época. No resulta fácil aproximarse a la obra de la monja mexicana, pues el estilo culterano-conceptista y sus cautelas ante la Inquisición dificultan enormemente el trabajo investigador y hace necesario el auxilio de especialistas en los movimientos literarios citados y en estudios sobre la ciencia del Renacimiento. Así pues, nos detendremos previamente en la caracterización del paradigma hermetista-animista renacentista, del que Kircher es un buen representante, y nos aproximaremos a la influencia del citado paradigma en la ciencia mexicana del XVII.

2. EL RENACIMIENTO EN EUROPA: LA TRADICIÓN HERMÉTICO-ALQUIMISTA

“Gracias a un conjunto de estudios realizados en la segunda mitad del siglo XX ha sido posible comprender las influencias relevantes de la tradición hermético-mágica en el nacimiento de la ciencia moderna y en muchos representantes de la revolución científica. Magia y ciencia constituyen, en los umbrales de la modernidad, una maraña difícil de desenredar. La imagen, de origen ilustrado y positivista, de una marcha triunfal del saber científico a través de las tinieblas y las supersticiones de la magia parece hoy en día definitivamente superada” (Rossi, P., 1998, p. 36).

La llamada *nueva ciencia* no se enfrentó directamente al aristotelismo, como se afirma en muchos tratados histórico-científicos, sino que hubo de confrontarse con el hermetismo animista del Renacimiento a lo largo de un proceso muy complejo, en el transcurso del cual convivieron ambos paradigmas y muchos rasgos del aristotelismo.

Lo dicho explica que se puedan encontrar importantes influencias del pensamiento mágico en muchos de aquellos que pasan por representantes o predecesores de la revolución científica.

El paradigma hermetista-animista se extiende entre el siglo XV y la primera mitad del XVII, pero su influencia duró bastante más. Contó con comunidades científicas y con siete líneas de desarrollo íntimamente relacionadas (Turró, S., 1985, p. 173), entre las que cabe señalar la de Padua con Pomponazi, Cardan, Rabelais o Bodin; la hermética florentina con Ficino, Pico della Mirandola y Reuchlin; la hermético-cabalista con Ricius, Giustinianai, Columna, Viterbe, Giorgio, Thénaud y Postel; la hermético-alquimista de Agrippa, Paracelso y Van Helmonth; y la hermético-astrológica con Copérnico, Rheticus, Giordano Bruno y Kepler. A todo ello cabe añadir la influencia de la tradición artesanal y la de los autores de tipo humanista-religioso, que contribuyeron a la revalorización del trabajo y de la técnica.

El propio Descartes fue educado en el hermetismo y, en su juventud, anteponía los resultados de la imaginación a los de la razón, construía autómatas y jardines de sombras, como habían hecho muchos magos del siglo anterior, e insistía en la unidad y armonía del cosmos. Por su parte, en la lógica de Leibniz se encuentran claros antecedentes de la tradición hermética y cabalística, mientras que el propio Newton se dedicó a investigaciones de tipo alquimista durante toda su vida e intercambió recetas de transmutación de metales en oro con Locke y Boyle (Hessen, B., 1989, pp. 101-104).

Volviendo al paradigma renacentista, diremos que estaba basado en el concepto de *entendimiento colectivo* propio del averroísmo aristotélico ⁽²⁾, en elementos del neoplatonismo ⁽³⁾ tales como el *alma del mundo*, y que utilizaba un modelo de explicación científica basado en la tradición artesanal, como corresponde a una época de revalorización del trabajo manual y de exaltación de la técnica. Tal paradigma distaba mucho de las esencias aristotélicas y también de la cuantificación propia de la nueva ciencia, como se tratará de analizar seguidamente.

En los siglos que estamos examinando, la vuelta a la experiencia se entiende en un sentido amplísimo, ya que *experiencia* significa todo aquello que se ve y todos los relatos que se dice que son veraces, de tal manera que se hace muy difícil realizar una sistematización de la experiencia vital. Surge, así, una sabiduría acerca del mundo y de las fuerzas que lo gobiernan muy distinta de lo que hoy consideramos ciencia. Por ciencia no se entiende una recopilación y clasificación posterior de experiencias semejantes sino que surgirán tantas ciencias como conjuntos de experiencias

prodigiosas o curiosas se puedan observar, siempre que sean cualitativamente diferentes. Muchos personajes a los que se identifica como precursores o fundadores de la nueva ciencia participaron de esta visión del mundo; entre ellos puede citarse a Bruno, Bacon, Paracelso, Copérnico o Kepler. Una prueba de ese concepto difuso de ciencia se puede encontrar en la obra del Padre Mersenne, corresponsal de Descartes, que, al intentar clasificar las diversas ciencias, incluye la magia natural, la quiromancia, la geomancia, la nigromancia, la fisiognomía, la astrología judiciaria, la alquimia, la mecánica, la medicina, la cábala y la teología. Sin embargo, pese a esta diversidad y dispersión, estas ciencias constituyen un bloque coherente en sus formulaciones e interpretaciones, pues todas ellas están unidas en la idea de una Naturaleza prodigiosa, la experiencia y la acumulación de los saberes según el modelo del quehacer técnico.

En este sentido, el paradigma hermetista-animista del Renacimiento será un naturalismo basado en conceptos como los de *naturaleza*, *gran animal* ⁽⁴⁾, *alma del mundo*, *prodigios*, *artificialia*, *naturalia*, *macrocosmos*, *microcosmos*, *simpatía*, *antipatía* y *analogía*. La astrología combinará las matemáticas con las nociones de simpatía y antipatía para intentar conocer la estructura animal del universo y tendrá aplicación en la vida del individuo. Además, el conocimiento del macrocosmos debe tener su aplicación práctica tal como ocurre con el trabajo artesano. De esta manera, se incluirán en dicha tradición, entre otras disciplinas, lo que hoy denominaríamos magia oculta y también la “magia natural” (óptica y alquimia). Así pues, las ciencias presentes en este paradigma tienen la misión de desarrollar los diversos problemas que se van planteando a la curiosidad investigadora y se basan en dos principios fundamentales, a saber, el modelo animista del universo con sus fuerzas ocultas y la inserción en el conocimiento práctico.

Puede parecer extraño calificar de científico a este paradigma desde una visión actual, pero no ocurría lo mismo en la época del Renacimiento, en la que el cosmos era una obra llena de misterios que había que descubrir, buscando “los enlaces ocultos, las tramas invisibles de los fenómenos, las relaciones numéricas y matemáticas que explicaban la armonía del cosmos, ya que los secretos del universo habían sido escritos por Dios en lenguaje matemático y místico” (Trabulse, E., 1997, p. 20) En este sentido, puede ser clarificadora la cita que se reproduce a continuación (Turró, S., 1985, p. 174):

“Que la alquimia, la astrología, la cábala, la magia natural y otros saberes de este tipo queden fuera de del paradigma vigente, significa tan sólo que, dentro de la conceptualización del mundo hoy socialmente aceptada, sus discursos carecen de sentido, es decir, aparecen como pseudo-proposiciones sin correspondencia con los hechos de la realidad y sin posibilidad de verificación o de falsación. No obstante, tanto unas ciencias como otras (las todavía en uso y las ya en desuso) coinciden esencialmente

en lo mismo: forman parte de la reflexión del sujeto sobre su entorno y son un intento de sistematización en categorías aptas para su dominio y utilización prácticas”.

Puede concluirse que en el nacimiento de la ciencia moderna concurren tres tradiciones científico-filosóficas, a saber, la aristotélica, la hermética y la mecanicista; así pues resulta inadecuado interpretar el pasado, y en particular el nacimiento de la nueva ciencia, basándose en la presencia de un único paradigma ya que la realidad histórico-científica es mucho más compleja.

2.1. La tradición alquímica

Una importantísima tradición que formó parte del paradigma que estamos comentando fue la del saber alquímico, que se desarrolla como un modo de conocer y actuar sobre el mundo natural a través de las fuerzas ocultas que lo constituyen.

En lo que sigue se hará una breve síntesis de diversos estudios sobre la alquimia, con el objetivo de que nos iluminen acerca del hermetismo y de ese arte oscuro, críptico, denigrado pero, a pesar de todo, persistente en el tiempo, sobre el cual todavía se necesitan investigaciones rigurosas para contraponer al reduccionismo que da por zanjada la compleja cuestión alquímica con una calificación de pseudociencia, preciencia o esoterismo.

Resulta difícil establecer los orígenes de esta *arcana ars*, pues no existe coincidencia entre los diferentes estudios realizados. Por ejemplo, Bauer (1933) sitúa su nacimiento en el siglo IV de nuestra era e indica que la orientación de los trabajos químicos, en la antigüedad, se adaptó a las necesidades prácticas cotidianas y fue objeto de especulaciones filosóficas, sin que ambas tendencias guardasen mucha relación. Se apoya en autores ⁽⁵⁾ que afirman que la etimología de la palabra alquimia hay que buscarla en el griego y en el prefijo árabe “al”, que significa "ocupación", al que se debe unir "lo negro" o "preparado negro", que desempeñó un gran papel en las transmutaciones. El comienzo de la actividad alquímica puede hallarse tal vez, en los templos egipcios, en los que se elaboraban, según procedimientos sistemáticos, sucedáneos de metales valiosos, así como colorantes y perfumes. García Font (1976) enumera una decena de posibles orígenes de la palabra alquimia, y también afirma que la especulación y la práctica alquímicas alcanzaron especial desarrollo cuando se difundió en Occidente el aparato de destilación.

Por su parte, Alic (1991, pp. 50-55), basándose en Burland (1967), Taylor (1952) y Mason (1985), señala que la alquimia floreció en Alejandría en el siglo I de

nuestra era y que ésta intentaba entender la naturaleza de los procesos y de la vida, combinando teoría y experimentación con una base esotérica, mezcla de misticismo, neoplatonismo y cristianismo. Apunta que llegó a Europa procedente de la antigua Mesopotamia y que en Egipto tuvo varias fuentes, entre ellas la fabricación de cosméticos, perfumes y joyas de fantasía hechas de sucedáneos de metales preciosos, que fueron importantes "industrias" egipcias. Hubo gran número de mujeres alquimistas encargadas de esas actividades, y muchas de las bases teóricas y prácticas de la alquimia occidental se pudieron hallar en los tratados escritos por María la Hebrea, que fueron ampliados y mezclados con otras obras para su difusión (Alic, 1991, p. 52). De dichos escritos existen fragmentos, sobre todo el *Maria Practica*, en el que describe el famoso *balneum mariae* (todavía usado hoy) y otros aparatos de destilación, sublimación, y fusión de metales, como el *tribikos* y el *kerotakis*.

En 1732, Boerhaave, escribía que las principales preocupaciones que habían dado origen a la química eran las referentes a la metalurgia y a la farmacia, campos que la alquimia intenta unificar y, posteriormente, la iatroquímica o química médica. Obviamente, los objetivos de una y de otra investigación eran diferentes, pues mientras que en metalurgia se perseguía, fundamentalmente, la transmutación de los metales, en medicina se esperaba descubrir un remedio universal que fuese capaz de sanar los cuerpos enfermos, es decir, la "panacea universal".

Destacaremos que los últimos alquimistas ya obtenían una gran cantidad de preparados químicos con fines curativos. La medicina árabe impulsó la preparación de medicamentos vegetales, las llamadas "aguas destiladas" y otros, según las recetas de Galeno y de Andrómaco, dando origen a las farmacias o boticas, que pasaron a España y llegaron a Alemania, donde, a finales del siglo XV, aparece una farmacopea, redactada por Cordus. En los escritos atribuidos a Basilio Valentín se encuentran preparados de antimonio y las conocidas "pomadas mercuriales", que se obtenían mezclando mercurio con grasa.

De todo lo dicho se desprende que intentar dar una definición de la alquimia es enormemente dificultoso y, por lo tanto, parece más productivo examinar qué hacía, o qué se puede saber acerca de ello. García Font manifiesta la existencia de este problema y reflexiona sobre cuál era la pregunta que los alquimistas dirigían a la realidad y qué respuesta esperaban hallar entre humos, cocimientos y destilaciones. Pero como la alquimia es un mensaje cifrado, conviene averiguar qué código permite descifrarlo, aunque pudiera ocurrir que no existiese tal código. El mismo autor indica que se puede

examinar el fenómeno desde diversos ángulos: como experiencia creadora, ofreciendo enigmas sin solución preestablecida; como fenómeno de transmisión de productos culturales, de padres a hijos, de madres a hijas; como fase experimental precientífica; dentro del contexto de una sociología de grupos secretos; como omnipotencia del pensamiento, desde la perspectiva del psicoanálisis; como objetivación de los contenidos del inconsciente; como drama de la materia, técnica de iniciación, tal como sostiene Mircea Eliade (1995); como imaginación panbiológica o, finalmente, como engaño y expresión de necesidad.

No es posible aquí entrar en un análisis en profundidad de los estudios citados, pero lo dicho hasta ahora puede ilustrar las dificultades de interpretación existentes respecto a la alquimia y al paradigma hermetista-animista rector del Renacimiento. Aún así, se puede afirmar que la alquimia juega un papel de primera importancia en la empresa de actuar sobre el mundo natural, pues es el catalizador que permitirá tomar cuerpo a las conclusiones astronómicas, la labor más noble, la aplicación efectiva de esos conocimientos. La obra alquímica se convierte así en la intermediaria entre el macrocosmos y el microcosmos; ve en lo natural una red de simpatías y antipatías que gobiernan el destino de todos los seres, animados o inanimados. Asimismo, está impregnada de una nueva dimensión espiritual, de tal manera que los elementos materiales que se utilizan son sólo instrumentos; lo verdaderamente importante son las fuerzas espirituales que personifican esos elementos, la potencialidad anímica que encierran.

La Tierra es algo vivo, como lo son los minerales encerrados en su seno que crecen y se perfeccionan hasta convertirse en metales preciosos y, sobre todo, en oro. Lo que se acaba de afirmar no debe parecer extraño, pues la experiencia renacentista constata que los minerales se encuentran en la Naturaleza en distinto estado de pureza, luego pueden perfeccionarse. El propio Francis Bacon, considerado uno de los padres de la ciencia moderna, se hace eco de fenómenos descritos por los “antiguos” que “demuestran”, por ejemplo, que el hierro enterrado y regado convenientemente crece en pedazos mayores o que el plomo se multiplica y crece. Este crecimiento de los minerales puede acelerarse por medio de la intervención humana, por ello el arte de la metalurgia ayudará y acelerará este crecimiento mediante las técnicas adecuadas, borrando la distinción entre lo natural y lo artificial del paradigma aristotélico.

Son numerosísimas las obras de los siglos XVII y XVIII en las que se encuentran las mismas ideas respecto al origen y "crecimiento" de los metales, extremo

que se puede comprobar en químicos y médicos eminentes tales como el ya citado Boerhaave, profesor de la Universidad holandesa de Leyden (6) junto a Gravesande y a los hermanos Musschenbroek, nada sospechosos de comulgar con el paradigma hermetista. Interesa destacar que la alquimia tratará de obtener mediante el “arte” (la técnica) lo que la propia Naturaleza realizaba en un tiempo más largo y así, el alquimista se siente capaz de colaborar con la obra de la Naturaleza, capaz de ayudar en los procesos de crecimiento que se verificaban en el seno de la Tierra. La imperfección de los metales procede de una limitación accidental del poder de la Naturaleza, pero todos ellos contienen oro en potencia. La técnica alquimista será capaz de hacer “madurar” el metal, concentrando las fuerzas naturales sobre él, estableciendo así una analogía entre el metal y los seres vivos (planta que crece, niño que se convierte en hombre, fruto que madura, etc.).

¿Qué papel desempeñaría la *pedra filosofal* en este proceso de transmutación? Todos los estudios sobre alquimia, que hemos podido consultar, destacan la dificultad de moverse en el laberinto de ideas y fantasías contenidas en los textos alquimistas, pero todo parece indicar que la mayoría estaba de acuerdo en que la semilla del oro está en el propio oro (toda generación de una especie se hace mediante una especie semejante: un león engendra un león, así que el oro dará origen a oro) y cualquier semilla precisa un terreno y un alimento apropiados. En el caso del oro, el alimento será el metal imperfecto, pero para ello necesita un fermento apropiado que le ayude a convertirse en sustancia viva y así poder transformar los metales imperfectos en sustancia propia, tal como hacen los seres vivos cuando se nutren. Este fermento sería la *pedra filosofal*.

Considerado el paradigma hermetista-animista de esta manera, es decir con los ojos de los siglos XV, XVI y XVII, no nos parecerá absurdo y aunque la falta de éxito en sus objetivos parece que debería haber hecho reflexionar a sus seguidores, no es menos cierto que inmersos en la polémica continua tenían necesidad de “demostrar” que tales objetivos eran fundados y no producto de la fantasía. No es fácil discernir si los alquimistas creían realmente en la necesidad de una revelación para obtener los resultados perseguidos o si, como dicen sus detractores, trataban de esconder sus fracasos detrás de un lenguaje ininteligible, abusando de la credulidad y del dinero de aquellos que confiaban en sus promesas. Seguramente hubo mucho impostor y visionario, pero también mucha investigación honesta y laboriosa, sin la cual serían impensables los conocimientos químicos del siglo XVIII, pues la ciencia química no se fundó *ex nihilo*.

Respecto a esta cuestión, Boerhaave, repetidamente citado, opinaba que muchas de las recetas alquímicas no eran experimentos ya realizados sino que se trataba de proyectos de trabajo y de predicciones de sus resultados de acuerdo con su doctrina. Por su parte, Metzger (1969) opina que a finales del XVII ya casi nadie aspiraba a encontrar la “piedra filosofal”, así como tampoco ningún médico sensato y culto confiaba en el descubrimiento de la *panacea universal*. La citada autora señala que, a pesar de todo, la alquimia tuvo el mérito de:

“[...] d'interessar aux recherches de laboratoire un grand nombre de savants d'origine et d'education différentes, qui se communiquèrent aussi bien les résultats de leurs expériences que les questions spéciales ou générales qu'ils posèrent à la nature. Les médecins tout d'abord, malgré une violente opposition, furent obligés de connaître, sinon de tenir compte, des progrès de la nouvelle science; les pharmaciens se préoccupèrent de l'appliquer en préparant leurs remèdes. Les métallurgistes relièrent les pratiques de leur art par une théorie chimique, et quelques philosophes voulurent montrer que le monde extérieur, prolongement sensible d'une métaphysique abstraite, était bien tel que leurs spéculations l'avaient laissé pressentir”.

Por nuestra parte, pensamos que el declive de la química-alquimia no obedece únicamente a su desprestigio por parte de impostores sino a causas más complejas – filosóficas, ideológicas, sociales, religiosas y políticas– que propiciaron la derrota del paradigma hermetista-animista del Renacimiento frente a la filosofía cartesiana y a su modelo geométrico-matemático, tal como analizan desde perspectivas diferentes los estudios de Turró (1985), Keller (1989) Metzger (1930), Bernal (1969), Yates (1969, 1978) y Van der Daele (1977). Durante los siglos XVI y XVII se produce el tránsito de la alquimia a la iatroquímica y a la iatromecánica, pero en el pensamiento científico subsistieron diversos elementos de la primera a lo largo de muchos años.

2.2. La obra de Kircher (1602-1680): hermética y moderna

El jesuita Athanasius Kircher fue profesor de matemáticas, física y lenguas orientales en el Colegio Gregoriano de Roma desde 1634. Su actividad de polígrafo, divulgador de los grandes temas científico-técnicos de su tiempo, investigador incansable, fundador de un gran museo-laboratorio de magia natural en el que se exhibían máquinas “mágicas” para producir ilusiones ópticas o comunicarse a distancia, enciclopedista musical, inventor de un lenguaje lógico-simbólico..., le granjeó gran fama en la Europa del XVII y su influencia se extenderá al Nuevo Mundo.

De su enciclopédica obra tuvimos un primer conocimiento, al mismo tiempo que de la actividad científica de Sor Juana, a través de los escritos del Padre Sarmiento

(1750) y, posteriormente, pudimos localizar la obra completa de Kircher en la Biblioteca de la Universidad de Santiago de Compostela. El famoso jesuita escribió sobre magnetismo, astronomía, gnomónica, óptica, matemáticas, música, acústica, geología, lenguas, egiptología, historia natural e historia general, intentando una conciliación entre lo hermético-mágico-alquímico y el experimentalismo baconiano.

Para comprender el papel de Kircher en la ciencia de su tiempo es preciso profundizar en la relación entre los jesuitas y la magia. Respecto a esta cuestión, Rossi (1998) se pregunta si se podría hablar de una política cultural de los jesuitas, en el sentido de mezclar cosas nuevas con viejas supersticiones que tienden al sensacionalismo, a lo inaudito, a despertar la imaginación o si se trata, solamente, de una manifestación típicamente barroca. Obviamente no tenemos la respuesta; sería necesario efectuar estudios especializados sobre el eclecticismo de la Orden de los Jesuitas y acerca de sus relaciones con la ciencia oriental, sobre todo con la ciencia china, así como con la de los pueblos indios americanos, a través de los miembros de la citada Orden que se trasladaron a aquellas lejanas tierras en calidad de misioneros.

Trabulse (1997), por su parte, destaca que los jesuitas constituyeron una suerte de comunidad científica defensora de las ideas modernas aunque siempre adaptadas a la doctrina católica. En tal sentido, aunque no aceptaron explícitamente la teoría copernicana, condenada por la Iglesia Católica, promovieron el descrédito del geocentrismo y adoptaron teorías intermedias como las de Brahe o Ricciolo. Defendieron, además, el atomismo, la gravitación universal, la neumática y la óptica modernas y, sobre todo, preconizaron la observación, la experimentación y la crítica de muchos conceptos tradicionales.

En el caso del autor al que nos estamos refiriendo, se confunde la figura del mago y la del técnico; la construcción de máquinas le sirve para mostrar lo maravilloso liberado de los poderes ocultos. Su defensa a ultranza del empirismo, ayudado por la razón, le acerca a las corrientes de las que surgirá la nueva ciencia. Esta actitud se manifiesta repetidas veces en sus escritos (Álvarez Lires, M. y otros, 2000b, p. 40) cuando explica que los experimentos que describe ya habían sido puestos en práctica: “[...] por nosotros mismos [...] no vaya a ser que diésemos al lector gato por liebre haciéndole gastar tiempo y dinero. *Sin embargo serán la razón y la experiencia las que te exigirán que lo vuelvas a forjar con diligencia en el yunque*”⁽⁷⁾.

También recomendará que los temas que se publiquen se traten con sumo cuidado y que los experimentos se revisen para que no surja ningún fallo.

Consecuentemente con lo que predica, Kircher visitará los lugares donde sucedieron extraños o maravillosos fenómenos, según los libros, y, como buen empirista, preguntará a las gentes del lugar, efectuará mediciones, replicará u observará fenómenos *in situ*, intentando explicarlos de acuerdo con la ciencia de su tiempo, huyendo de atribuirlos a causas oscuras o sobrenaturales. Otras veces demostrará que lo que relatan los libros es exagerado o falso, como sucedió con la supuesta quema de unas naves por Arquímedes gracias a un espejo ustorio. Será un gran defensor de las artes (técnicas), que deben imitar a la Naturaleza, según el modelo newtoniano, tal como se muestra en la cita siguiente sobre el microscopio:

“Tan grande es la falacia de nuestros sentidos que es casi imposible lograr una noticia perfecta de las cosas naturales, a no ser con la ayuda de algo con el que podamos sacar a la luz los escondrijos latentes de las cosas. Pero como quiera que según aquella sentencia del filósofo *nada se establece en la mente que no exista antes en el sentido*, ¿cómo podemos disertar correcta y sólidamente sobre la fábrica de las cosas naturales, si desconocemos la composición abstrusísima de sus partes? Sin duda, es aquella divina ciencia de la Óptica la que saca a la luz desde las profundas tinieblas, aquello que está escondido. Es muy cierto que muchos cuerpos que hasta ahora se habían creído privados de toda clase de vida y alma, se descubre que viven, no obstante, microscópicamente”⁽⁸⁾.

No olvida hacer profesión de fe indicando que en todos estos espectáculos se muestra la infinita omnipotencia de Dios, pero al lado de ésta aparece una rotunda manifestación de su pensamiento científico, pues “todo esto nos lo enseñó la experiencia, maestra irrefutable”.

Por último, nos referiremos brevemente a la “linterna mágica”⁽⁹⁾ atribuida a la inventiva kircheriana y citada por Sor Juana Inés. Parece que las primeras noticias del instrumento se remontan a la China del año 121 antes de nuestra era, donde fue utilizada por un tal Shao Ong que realizó proyecciones para el emperador. De allí pasaría a Europa, como tantas otras invenciones chinas, a través de los árabes, posiblemente merced al tratado de óptica de Alhazen (965-1039)⁽¹⁰⁾.

Después de lo expuesto no debe caber duda acerca de las dificultades de separar ciencia y magia en los albores de la llamada *nueva ciencia* o ciencia moderna, tal como habíamos indicado anteriormente. Por lo tanto, no es raro encontrar este maridaje en la obra del jesuita Kircher y, mucho menos, en la de Sor Juana Inés de la Cruz.

3. LA IMPORTANCIA VITAL DEL ESTUDIO Y DE LA CIENCIA PARA SOR JUANA

Un rasgo característico de la infancia y adolescencia de Juana es el de su

temprana ansia de saber. A ella se refiere, la propia Sor Juana, en la *Respuesta a Sor Filotea*, que parece que escribió en contestación al obispo de Puebla, don Manuel Fernández de Santa Cruz, a la que nos referiremos más adelante:

“Lo que sí es verdad, que no negaré, (lo uno porque es notorio a todos, y lo otro porque, aunque sea contra mí, me ha hecho Dios la merced de darme grandísimo honor a la verdad), que desde que me rayó la primera luz de la razón, fue tan vehemente y poderosa la inclinación a las letras, que ni ajenas reprensiones –que he tenido muchas–, ni propias reflejas –que he hecho no pocas– han bastado a que deje de seguir este natural impulso que Dios puso en mí: Su Majestad sabe por qué y para qué”⁽¹¹⁾.

“No había cumplido los tres años de mi edad cuando enviando mi madre a una hermana mía, mayor que yo, a que se enseñase a leer en una de las que llaman Amigas⁽¹²⁾, me llevó a mí tras ella el cariño y la travesura; y viendo que le daban lección me encendí yo de manera en el deseo de saber leer, que engañando, a mi parecer, a la maestra, le dije que mi madre ordenaba me diese lección. Ella no lo creyó, porque no era creíble; pero, por complacer al donaire, me la dio. Proseguí yo en ir y ella prosiguió en enseñarme, ya no de burlas, porque la desengañó la experiencia; y supe leer en tan breve tiempo, que ya sabía cuando lo supo mi madre, a quien la maestra lo ocultó por darle el gusto por entero y recibir el galardón por junto; y yo lo callé, creyendo que me azotarían por haberlo hecho sin orden. Aún vive la que me enseñó (Dios la guarde), y puede testificarlo”⁽¹³⁾.

Del mismo escrito, testimonio de su amor por el estudio, son las siguientes citas:

“Acuérdome que en estos tiempos, siendo mi golosina la que es ordinaria en aquella edad, me abstenía de comer queso, porque oí decir que hacía rudos⁽¹⁴⁾, y podía conmigo más el deseo de saber que el de comer siendo este tan poderoso en los niños”⁽¹⁵⁾.

También describe sus primeras lecturas y su deseo de estudiar en la Universidad:

“Teniendo yo después como seis o siete años, y sabiendo ya leer y escribir, con todas las otras habilidades de labores y costuras que dependen las mujeres, oí decir que había Universidades y Escuelas en que se estudiaban las ciencias en México; y apenas lo oí cuando empecé a matar a mi madre con instantes e importunos ruegos sobre que, mudándome el traje, me enviase a México, en casa de unos deudos⁽¹⁶⁾ que tenía, para estudiar y cursar la Universidad; ella no lo quiso hacer, e hizo muy bien, pero yo despiqué el deseo de leer en muchos libros varios que tenía mi abuelo, sin que bastasen castigos ni reprensiones a estorbarlo; de manera que cuando vine a México, se admiraban, no tanto del ingenio, cuanto de la memoria y noticias que tenía en edad que parecía que apenas había tenido tiempo para aprender a hablar”.

Nos narra, asimismo, Sor Juana, la forma en que consiguió, con sólo veinte clases, aprender “gramática”, es decir, latín:

“Empecé a aprender Gramática, en que creo no llegaron a veinte las lecciones que tomé; y era tan intenso mi cuidado, que siendo así que en las mujeres –y más en tan florida juventud–, es tan apreciable el adorno natural del cabello, yo me cortaba de él cuatro o seis dedos, midiendo hasta donde llegaba antes, e imponiéndome ley de que, si cuando volviese a crecer hasta allí no sabía tal o tal cosa, que me había propuesto aprender en tanto que crecía, me lo había de volver a cortar en pena de la rudeza. Sucedió así que él crecía y yo no sabía lo propuesto, porque el pelo crecía aprisa y yo aprendía

despacio, y con efecto le cortaba en pena de la rudeza: que no me parecía razón que estuviese vestida de cabellos, cabeza que estaba tan desnuda de noticias, que era más apetecible adorno”⁽¹⁷⁾.

Observamos en estos textos de qué manera su afán de saber se encontró desde siempre con castigos y reprensiones y como su condición femenina era un obstáculo para acceder al conocimiento.

Biógrafos suyos, como el Padre Calleja citado por Puccini (1996), afirman que se convirtió en Dama de Honor de la Virreina durante el Virreinato del Marqués de Mancera, siendo apreciada por su extraordinaria cultura y llegando a participar en un certamen científico frente a cuarenta eruditos de la ciudad, del que salió victoriosa. Existen diversas hipótesis sobre cuál fue la decisión que llevó a Juana a hacerse monja, pero nada sabemos por ella misma de su período en la Corte antes de su entrada en religión, a excepción de este párrafo:

“Entreme religiosa porque aunque reconocía que tenía el estado cosas (de las accesorias hablo, no de las formales) muchas repugnaban a mi genio con todo, para la total negación que tenía al matrimonio, era lo menos desproporcionado y más decente que podía elegir en materia de la seguridad que deseaba de mi salvación”⁽¹⁸⁾.

Pudiera pensarse, de acuerdo con el texto anterior, que la razón fundamental habría sido la de alcanzar una superior y espiritual satisfacción que sólo sería posible en el convento, donde podría continuar sus estudios, pero toda su obra muestra contradicciones, sufrimiento y soledad. Se ha especulado con unas relaciones prohibidas con la Virreina y con un amor imposible, pero no hemos podido hallar evidencias de ello.

Prueba de las reprensiones que tuvo que sufrir por su afición al estudio es la que el obispo de Puebla le dirige, bajo el seudónimo de Sor Filotea, diciéndole que si Sor Juana pretende meterse en honduras teológicas, deje los libros profanos, las letras, los versos, la música y las ciencias, y prepare su alma para la salvación. Parece que la *Respuesta a Sor Filotea* la escribió la monja en contestación a dicho obispo de Puebla, don Manuel Fernández de Santa Cruz. Hay quien mantiene que Sor Juana estaba a favor de las tesis jansenistas, y que se colocó al lado del obispo frente a la Compañía de Jesús de su tiempo, escribiendo un texto por indicación del propio prelado. Pero éste cambia de opinión, por razones no explícitas, considera que los argumentos de Sor Juana son peligrosos y la amonesta, declarando que para una católica es difícil y peligrosa, en plena Contrarreforma, la práctica excesiva de las letras humanas, las ciencias “curiosas”⁽¹⁹⁾ y gastar demasiado tiempo en el estudio de filósofos y poetas en detrimento del estudio de las letras divinas. En la *Respuesta*, Sor Juana se defiende de las posibles

acusaciones de herejía, ante el Santo Oficio y la Inquisición. Se puede observar que el obispo estaba de acuerdo inicialmente con la participación de la monja en el debate:

“De esto hablamos, y V.MD. gustó (como ya dije) ver esto escrito; y porque conozca que le obedezco en lo más difícil, o sólo de parte del entendimiento en asunto tan arduo como notar proposiciones de tan gran sujeto sino de parte de mi genio, repugnante a todo lo que parece impugnar a alguien, lo hago; aunque modificado este inconveniente, en que así de lo uno como de lo otro, será V. MD. Sólo el testigo en quien la propia autoridad de su precepto honestará los errores de obediencia, que a otros ojos pareciera desproporcionada soberbia, y más cayendo en sexo tan desacreditado en materia de letras, con la común acepción de todo el mundo”⁽²⁰⁾.

Sabemos que la monja tenía en su celda una importante biblioteca y varios instrumentos científicos, siendo aficionada a las matemáticas y a la “buena astrología”. Sobre ello, en la citada *Respuesta*, Sor Juana hace unas importantes indicaciones:

“Lo que sí pudiera ser descargo mío es el sumo trabajo, no sólo en carecer de maestro, sino de condiscípulos con quienes conferir y ejercitar lo estudiado teniendo sólo por maestro un libro mudo, por condiscípulo un tintero insensible; y en vez de explicación y ejercicio muchos estorbos, no sólo los de mis religiosas obligaciones (que éstas ya se sabe cuán útil y provechosamente gastan el tiempo), sino de aquellas cosas accesorias de una comunidad: como estar yo leyendo y antojárseles en la celda vecina tocar y cantar; estar yo estudiando y pelear dos criadas y venirme a constituir juez de su pendencia; estar yo escribiendo y venir una amiga a visitarme, habiéndome muy mala obra con muy buena voluntad, donde es preciso no sólo admitir el embarazo, pero quedar agradecida del perjuicio. Y esto es continuamente, como los ratos que destino a mi estudio son los que sobran de lo regular de la comunidad, esos mismos les sobran a las otras para venirme a estorbar; y sólo saben cuánta verdad es ésta los que tienen experiencia de vida común, donde sólo la fuerza de la vocación puede hacer que mi natural esté gustoso, y el mucho amor que hay entre mí y mis amadas hermanas, que como el amor es unión, no hay en él extremos distantes”.

Siguiendo con este mismo tema de escasez de tiempo para el estudio, Sor Juana añade:

“[...] Así, me solía ir los ratos que a unas y a otras nos sobraban, a consolarlas y recrearme con su conversación. Reparé que este tiempo hacía falta a mi estudio, y hacía voto de no entrar en celda alguna si no me obligase a ello la obediencia o la caridad: porque, sin este freno tan duro, al de sólo propósito le rompiera el amor; y este voto (conociendo mi fragilidad) le hacía por un mes o por quince días; y dando cuando se cumplía, un día o dos de treguas, lo volvía a renovar, sirviendo este día, no tanto a mi descanso (pues nunca lo ha sido para mí el no estudiar) cuanto a que no me tuviesen por áspera, retirada e ingrata al no merecido cariño de mis carísimas hermanas”⁽²¹⁾.

Parece, pues, que la vida conventual no constituía un refugio precisamente ideal para las lecturas de Sor Juana ni para sus estudios, sino el único lugar posible en sus circunstancias y en su tiempo.

Sor Juana intenta demostrar que el camino hacia las más altas verdades de la fe

es el que se recorre subiendo “los escalones de las Ciencias y de las Artes humanas”⁽²²⁾, y sostiene el derecho de las mujeres al estudio y a la enseñanza, en respuesta a una observación del obispo, en el sentido de que San Pablo indicaba que las mujeres no debían enseñar pero no les impedía estudiar. Reafirma el ejercicio de la libertad intelectual en nombre de la razón y muestra claramente las persecuciones que sufre por querer ejercerla como se ve en la *Respuesta*:

“Bien se dejen esto conocer cuál es la fuerza de mi inclinación. Bendito sea Dios que quiso que fuese hacia las letras y no hacia otro vicio, que fuere en mí casi insuperable; y bien se infiere también cuán contra la corriente han navegado o por mejor decir, han naufragado mis pobres estudios, pues aún falta por referir lo más arduo de las dificultades; que las de hasta aquí sólo han sido estorbos obligatorios y casuales que indirectamente lo son; y faltan los positivos que directamente han tirado a estorbar e impedir el ejercicio. ¿Quién no creerá, viendo tan generales aplausos, que he navegado viento en popa y mar en leche, sobre las palmas de las aclaraciones comunes? Pues Dios sabe que no ha sido muy así, porque entre las flores de esas mismas aclamaciones se han levantado y despertado tales áspides de emulaciones y persecuciones, cuántas no podré contarme y los que más nocivos y sensibles para mí han sido no son aquellos que con declarado odio y malevolencia me han perseguido, sino los que amándome y deseando mi bien [...] me han mortificado y atormentado más que los otros, con aquel: no conviene a la santa ignorancia que deben este estudio; se ha de perder, se ha de desvanecer en tanta altura con su misma perspicacia y agudeza. ¿Qué me habrá costado resistir esto? ¡Rara especie de martirio donde yo era el mártir y me era el verdugo!”

Tres meses después de haber escrito la *Respuesta*, Sor Juana lega⁽²³⁾ todos sus bienes, su biblioteca, vende sus instrumentos científicos y musicales y reparte el dinero entre los pobres. En 1694 escribe su “declaración de arrepentimiento y sumisión”, indicando que abandona los estudios humanos para perseguir el camino de la perfección. Murió el 17 de abril de 1695, mientras cuidaba enfermos durante una epidemia de peste.

4. LA CIENCIA DEL XVII EN MÉXICO

Para comprender el alcance de la obra de la religiosa, es preciso examinar cuál era el estado de la ciencia y de la filosofía del siglo XVII en el Nuevo Mundo. El siglo XVII es el de la Reforma y la Contrarreforma, pero es también el siglo de la revolución copernicana y, más en general, del tránsito del paradigma mágico-hermetista al mecanista. La ciencia mexicana estuvo influida por las teorías procedentes de las diversas tradiciones científicas europeas, aunque ello no signifique que la herencia prehispánica no haya tenido cabida dentro del desarrollo de la ciencia posterior a la colonización española, tal como indica Trubense (1997). Parece plausible que

intelectuales como Sor Juana Inés experimentarían una contradicción entre vivir en una tierra remota descubierta por la “civilización europea” y contar entre sus antepasados con civilizaciones hasta entonces desconocidas para Europa.

La actividad intelectual novohispánica manifestó inquietudes filosóficas y científicas que la llevaron a adelantarse, a veces, a la propia cultura metropolitana. La enseñanza estaba en manos de la Iglesia Católica, conforme a la ideología de la Contrarreforma, sin embargo, hubo hombres de ciencia como Sigüenza y Góngora ⁽²⁴⁾, amigo de Sor Juana, que ocuparon cátedras universitarias en la Universidad de Ciudad de México.

La ideología contrarreformista, las prohibiciones del Santo Oficio y la propia autocensura, determinaron un fenómeno de estancamiento, si bien la vida intelectual mexicana, como demuestran los inventarios de algunas bibliotecas privadas, llenas de libros prohibidos, tales como las obras de Erasmo, Copérnico, Kepler o Descartes, no era exactamente un yermo. En este panorama, entre la Contrarreforma Católica y la apertura filosófica, se inscriben personalidades como las de Sor Juana y Carlos de Sigüenza y Góngora, que destacan por su tendencia a un saber experimental.

Veamos algunos aspectos científicos de la obra de Sor Juana Inés de la Cruz quien, animada de un gran deseo de saber, como ya hemos señalado, busca un conocimiento experimental. Sor Juana imprimió, fundamentalmente en España, siete ediciones de sus obras completas en vida, mientras que en México sólo pudo publicar unos cuantos escritos, aunque se supone que esta dificultad no fue ajena a la penuria de papel que padeció el México colonial. Además, su nombre triunfó también en Portugal y en todas las colonias españolas. Debemos destacar, no obstante, que su pensamiento científico no se apartó excesivamente de la escolástica ni de la ortodoxia católica contrarreformista.

La ciencia era para Sor Juana un campo de investigación deseado, una aspiración largamente meditada y una exigencia racional, que debería haberse traducido en experimentación efectiva. Pero su situación, de religiosa y mujer, no era ciertamente la más adecuada para llevar a buen término tan destacada aspiración, ni podía disponer de los instrumentos y contactos que poseían los científicos de la época. Sin embargo, estudios como el de Puccini (1996) indican que una obra como el *Primero sueño*, con todas sus limitaciones de obra vinculada a la visión tolemaica y a la estética y retórica de la época, a veces hasta “neomedieval”, es un poema absolutamente inconcebible en el ámbito americano por su íntima exigencia de ciencia. Examinaremos, pues, ese

panorama aunque sea someramente.

Pensemos que la obra de Copérnico y la carta de Américo Vesputio a Lorenzo de Médicis, donde se daba el anuncio del Nuevo Mundo, contribuyeron en el siglo XVII a una revolución destinada a cambiar la concepción del mundo vigente hasta aquel momento. Algunos científicos de los siglos XVI y XVII europeos, como Leonardo, Gilbert, Galileo o Kepler, hacen referencia a conocimientos y fenómenos del otro hemisferio deducidos del viaje de Cristobal Colón o de los numerosos cronistas de Indias. Así, Rossi (1989) recuerda a Bacon, que cita a José de Acosta (1540-1600) ⁽²⁵⁾ y sus observaciones sobre los Trópicos; a Kepler que cita a Colón por sus conjeturas del Nuevo Mundo; a Gorel que observa “como se escarneció durante siglos a los defensores de las Antípodas y se rechazaron durante mucho tiempo los proyectos de Colón”. Es de destacar que el descubrimiento de América fue un inmenso estímulo para la investigación naturalista y antropológica, aunque sus efectos sobre el pensamiento filosófico europeo fueron más tardíos, comenzando a finales del siglo XVI con Giordano Bruno y continuando en los siglos siguientes. Por ejemplo, Galileo Galilei manifestaba su intención de viajar a América para hallar confirmación a algunos interrogantes.

Por su parte, América, bajo el dominio colonial español, toma una cierta conciencia de su posibilidad para pronunciarse autónomamente, con los instrumentos de la razón o con los recursos de la magia, sobre los mecanismos no explicados de la Naturaleza y el Cosmos. Indicio de esta orientación en el siglo XVII es una literatura de fondo científico de la que es un buen ejemplo, según el ya citado Puccini, el *Primero Sueño* de Sor Juana Inés de la Cruz, que incluso se puede adscribir al siglo XVIII ilustrado, en el que se apunta una producción poética enteramente dedicada a la Naturaleza, no con una óptica bucólica y nostálgica, sino con una visión descriptiva y analítica, como corresponde a los avances de la ciencia moderna, incluso newtoniana.

Cabe preguntarse por qué América fue un lugar privilegiado de la influencia mágico-hermética y en particular de uno de sus representantes, Atanasio Kircher, y terreno natural y propicio para la difusión de lo que podemos llamar sumariamente cultura barroca. Vossler (1953), a propósito de Kircher y de su atracción por América como Nuevo Mundo, afirma:

“El entusiasmo excitante del padre Kircher se transmite a través de toda su ambiciosa obra. Para él el descubrimiento del Nuevo Mundo y la invención del telescopio fueron dos distorsionantes acciones de Dios que hacían urgente una nueva revisión del sistema del universo”.

Además, en la nueva España, es decir, en el México colonial, la cultura humanística había conocido una gran expansión y la situación de las ciencias y de la correspondiente literatura fue mejor en ella que en otras zonas de la colonización española. Desde mediados del XVI hasta más allá de la mitad del XVII gozó de paz y prosperidad, y la vida cultural alcanzó una notable importancia, aunque con caracteres elitistas y restringidos. A ello contribuyeron los jesuitas, llegados a México en 1572, que gozaron en el siglo XVII de una auténtica hegemonía política, cultural, ideológica y doctrinal. Su eclecticismo les llevó a establecer una sociedad mixta, pluriétnica, controlada por ellos y por los criollos, abriendo las puertas a los nuevos descubrimientos e innovaciones científicas. La voluntad de poder y de conciliación universalista de la Compañía de Jesús y de un grupo de astrónomos hispánicos parece que fue el motivo principal de la buena acogida y del discreto éxito que obtuvo en México el hermetismo neoplatónico renacentista, que aceptaba teorías intermedias como la de Ticho Brahe. Por un lado, la mezcla de magia y ciencia propia del hermetismo colocaba esta doctrina, tan atractiva como enigmática, al abrigo de anatemas, condenas y censuras del Santo Oficio; por otro, la propia capacidad de adaptación de dicha doctrina permitía transferir al campo de la táctica conciliadora la estrategia cultural jesuítica en el Nuevo Mundo. No se debe olvidar que los temas y problemas científicos implicaron personalmente a numerosos miembros de la Compañía de Jesús, como Kircher, máximo representante del hermetismo, al astrónomo Ricciolo (1650) ⁽²⁶⁾ y al mismo Sigüenza Y Góngora (1645-1700), ex jesuita, que realizó varias solicitudes de readmisión en la Compañía de Jesús.

Los jesuitas también se mostraron favorables a conciliar las creencias politeístas locales con la tradición de las escrituras, presentándose como portavoces del ascenso económico y político de la burguesía criolla y de unas capas intelectuales con caracteres modernos y nacionales. Los intelectuales novohispánicos se distribuyeron en dos bandos: el de los peninsulares, que defendían el aristotelismo como reflejo de su posición política conservadora y el de los criollos que, en su afán de vencer a los peninsulares, adoptaron en la ciencia la tradición mágico-hermética-neoplatónica.

Los tiempos de paz y prosperidad, a los que nos hemos referido anteriormente, sobre todo gracias a las riquísimas minas mexicanas, favorecieron la aparición y conservación de ciencias aplicadas y tecnologías como la física, la ingeniería minera y la ingeniería hidráulica o la técnica de mediciones en superficie de mina, tal como se puede comprobar en las obras de Trubuse a las que nos hemos referido.

En la obra de Sor Juana, *La Respuesta a Sor Filotea*, se puede hallar, en palabras de Vossler, una “ardiente pasión” por la observación científica, no como una prueba más de erudición sino como una manifestación de la apertura a la observación del universo, contrapuesta a un saber meramente libresco. Es de gran interés resaltar que Sor Juana reseña las cualidades femeninas de este empirismo, transformando la cocina en una fuente de conocimiento, llegando a afirmar que es una lástima que Aristóteles no guisase, pues mucho más hubiera adelantado: “si Aristóteles hubiera cocinado mucho más hubiera escrito”.

Las palabras que más se repiten en el texto de la *Respuesta* son: *inclinación*, *entendimiento*, *sabiduría* y, a veces, *experiencia*, ya que el estudio y su continuidad, a pesar de las persecuciones sufridas, pertenecen al universo vital de Sor Juana. En todo el texto se percibe una auténtica observación experimental del mundo. En una primera parte hace descender todas las ciencias de la teología, pero rápidamente manifiesta lo siguiente:

“Con esto proseguí dirigiendo siempre como he dicho, los pasos de mi estudio a la cumbre de la sagrada teología, pareciéndome preciso, para llegar a ella, subir por los escalones de las ciencias y artes humanas; porque, ¿cómo entenderá el estilo de la reina de las ciencias quién aún no sabe el de las ancilas?”. “¿Cómo, sin Lógica, sabría yo los métodos generales y particulares con que está escrita la Sagrada Escritura?”

En la misma línea enumera la Retórica, la Física, la Música, la Aritmética, la Geometría, la Arquitectura... Sor Juana cuenta que se aplica simultáneamente a muchas y diversas materias, sin otro orden que el de la alternancia entre materias que aparecían como de *estudio* y otras que le parecían como de *diversión*. Introduce la palabra *experiencia*, alineándose con las exigencias de las ciencias experimentales:

“De donde se sigue que he estudiado muchas cosas y nada sé, porque las unas han embarazado a las otras. Es verdad que esto digo de la parte práctica, en las que la tiene porque claro está que mientras se mueve la pluma descansa el compás y mientras se toca el arpa sosiega el órgano et *sic de coeteris*; porque como es menester mucho uso personal para adquirir hábito, nunca le puede tener perfecto quien se reparte en varios ejercicios; pero en lo formal y especulativo sucede al contrario, y quisiera yo persuadir a todos con mi experiencia a que no sólo no estorban, pero se ayudan dándose luz y abriendo camino las unas para las otras, por variaciones y ocultos engarces –que para esta cadena universal les puso la sabiduría de su Autor–, de manera que parece se corresponden y están unidas con admirable trabazón y concierto es la cadena que fingieron los antiguos que salía de la boca de Júpiter, de donde pendían todas las cosas eslabonadas unas con otras. Así lo demuestra el R. P. Atanasio Quirquero en su curioso libro *De Magnete*”⁽²⁷⁾.

En otro texto del mismo escrito se ve con mucha claridad la defensa de la

observación experimental y hace referencia a la perspectiva. Cuenta Sor Juana que consiguieron prohibirle estudiar por los libros, pero no así en todas las cosas creadas por Dios:

“[...] con una prelada muy santa y muy cándida que creyó que el estudio era cosa de Inquisición y me mandó que no. Yo la obedecí (unos tres meses que duró el poder ella mandar) en cuanto a no tomar libro, que en cuanto a no estudiar absolutamente, como no cae debajo de mi potestad no lo pude hacer, porque aunque no estudiaba en los libros, estudiaba en todas las cosas que Dios creó, sirviéndome ellas de letras, y de libro toda esta máquina universal.

Nada veía sin refleja, nada oía sin consideración, aún en las cosas más menudas y materiales; porque como no hay criatura, por baja que sea, en que no se conozca el *me fecit Deus*, no hay alguna que no pame el entendimiento, si se considera como se debe. Así yo vuelo a decir, las miraba y admiraba todas, de tal manera que de las mismas personas con quienes hablaba y de lo que me decían, me estaban resaltando mil consideraciones: ¿De dónde emanaría aquella variedad de genios e ingenios siendo todos una especie? ¿Cuáles serían los temperamentos y ocultas cualidades que lo ocasionaban? Si veía una figura, estaba combinando la proporción de sus líneas y mediándola con el entendimiento y reduciéndola a otras diferentes. Paseábame algunas veces en el testero de un dormitorio nuestro –que es una pieza muy capaz– y estaba observando que siendo las líneas de sus dos lados paralelas y su techo a nivel, la vista fingía que sus líneas se inclinaban una a otra y que su techo estaba más bajo en lo distante que en lo próximo: de donde infería que las líneas visuales corren rectas, pero no paralelas, sino que van a formar una figura piramidal. Y discurrí si sería esta la razón que obligó a los antiguos a dudar si el mundo era esférico o no porque, aunque lo parece, podía ser engaño de la vista demostrando concavidades donde pudiera no haberlas.

Este modo de reparos en todo me sucedía y sucede siempre, sin tener yo arbitrio en ello, que antes me suelo enfadar porque me cansa la cabeza; y yo creía que a todos sucedía esto mismo y el hacer versos, hasta que la experiencia me ha mostrado lo contra; y es de tal manera esta naturaleza o costumbre que nada veo sin segunda consideración. Estaban en mi presencia dos niñas jugando con un trompo, y apenas yo vi el movimiento y la figura, cuando empecé, con esta mi locura, a considerar el fácil modo de la forma esférica, y como duraba el impulso, pues distante la mano de la niña, que era la causa motiva, bailaba el trompillo; y no contenta con esto, hice traer harina, hice cernirla para que, envainando el trompo encima, se conociese si eran círculos perfectos o no los que describía con su movimiento, y hallé que no eran sino unas líneas espirales que iban perdiendo lo circular cuando se iba remitiendo el impulso”.

Este último párrafo, al que nos hemos referido anteriormente, es el que citaba Sarmiento. Parece observarse que Sor Juana se refiere, en él, a las teorías de Kepler sobre la relación entre el círculo y la elipse.

Trabulse (1997) indica además que Sor Juana Inés dedica una especialísima insistencia al tema de los números como clave de su inmersión en las doctrinas pitagóricas. El mismo autor recomienda que se estudien estas influencias pitagóricas y

herméticas para poder entenderla cabalmente, pues son inseparables de su afición a observar fenómenos particulares, la nota más moderna de su criterio científico ⁽²⁹⁾. También se manifiesta en Sor Juana un gran interés respecto al estudio de las lenguas y costumbres de los pueblos indios, que pone de relieve su precoz interés etnográfico y científico.

El *Primero sueño* es una obra de juventud en la que se aprecia una especie de contención del pensamiento racional de Sor Juana. También cabe suponer que el temor a la Inquisición frenara en ella los impulsos innovadores, transgresores, hasta limitarla a unas cuantas referencias a las teorías y descubrimientos del jesuita Kircher. Sin embargo, en su ansia de saber, de investigación y de experimentación, Sor Juana coincide con algunas formulaciones cartesianas y keplerianas, como por ejemplo en el uso del término *método* o del *Somnium*.

Vossler, ya citado anteriormente, indica el ansia de saber que late en el citado poema, aún cuando aparece entremezclado con sus implicaciones mágicas, herméticas o incluso neomedievales. Esta es una de las claves que ayuda a desvelar su compleja red de significados y su tejido metafórico. El espíritu científico de Sor Juana se manifiesta en las referencias a la noche, al cosmos, a los cuatro elementos, a las esferas celestes y al sistema planetario, siguiendo las huellas de Ptolomeo y Aristóteles, con rasgos de neoplatonismo renacentista y de hermetismo. Describe los comportamientos del cuerpo humano durante las diversas fases del sueño, sus síntomas y el proceso del despertar, siguiendo a Galeno y también a fray Luis de Granada.

En el texto se alaba no sólo la facilidad para hacer versos y el amor a las letras, sino también al ámbito vastísimo de la experimentación científica. El saber no se encuentra escindido entre lo humanístico y lo científico, sino que se muestra en un único bloque de conocimiento y sabiduría, aunque bajo las alas de la teología, aspecto que encontramos en casi todos los científicos de la época y, por supuesto, en Newton.

La admiración de Sor Juana por la ciencia, la técnica y sus hallazgos se desvela con claridad, por último, en la descripción de la linterna mágica, popularizada por Kircher. Pero en el mismo momento en que canta en versos dicha invención, la monja mexicana parece referirse también a la teoría de la perspectiva (Puccini, D., 1996) y compara en ellos los primeros resplandores del alba y sus vibraciones con los efectos de la linterna mágica. En este mismo poema Sor Juana se refiere a la linterna mágica, atribuida a Kircher, haciendo su funcionamiento semejante al del sueño:

“Del mismo modo la linterna mágica representa pintadas varias figuras sólo simuladas en la

blanca pared, ayudadas no menos por la sombra que por la luz. Y, guardando en sus temblorosos reflejos las distancias adecuadas que manda la docta perspectiva según ciertas medidas aprobadas por repetidos experimentos, la sombra fugitiva que en el mismo esplendor se desvanece forma un cuerpo fingido, adornado de todas las dimensiones cuando aún ni merece ser considerada una superficie”.

Para Sor Juana, lo mismo que para tantos empiristas, el sentido de la vista tiene primacía sobre los otros cuatro sentidos, seguido del de tacto: “con la vista toca”, “óyeme con los ojos” y, otras veces, los ojos sustituyen a la palabra. En el aprecio de estos dos sentidos coincidirá Sarmiento un siglo después (Álvarez Lires, M., 2003).

5. ALGUNAS CONCLUSIONES

Parece que el ejercicio de la filosofía y la teología escolásticas, junto al peligro siempre amenazante de salirse de los estrechos límites de la ortodoxia contrarreformista, presentaba en el México colonial ventajas y desventajas respecto a España, ya que mientras que un ambiente más cerrado puede acentuar el rigor, el alejamiento de la metrópoli propicia la presencia de una tímida autonomía que permite unas ciertas cotas de libertad. Otro aspecto a señalar es el ambiente virreinal, pródigo en fiestas y ceremonias pero pobre en tareas serias.

Sor Juana sobrevivió a la censura gracias a que limitó sus actividades, en el campo teológico, a un solo escrito que fue, sin embargo, causa de acusaciones y problemas, pero compuso autos sacramentales, villancicos y otras obras menores, entre las cuales se cuentan algunas para manifestaciones de la Corte. Consiguió escapar a la censura en el poema *Primero sueño*, especie de indagación poética entre científica y filosófica sobre la materia del dormir y del sueño, basándose en el hermetismo propagado por Kircher. La segunda ocasión corresponde a la *Respuesta a Sor Filotea* dedicada al obispo de Puebla, quien le solicitó un escrito sobre el tema teológico, que fue blanco de críticas y censuras. En ella, Sor Juana describe y explica sus opciones vitales, desde su infancia, disculpándose por mostrarse distinta pero pidiendo para sí y para las demás mujeres el derecho a estudiar, a tener una cultura y a consagrarse a las letras sagradas y profanas.

Tanto en sus versos como en la *Respuesta a Sor Filotea* se reconoce un profundo malestar, aunque afronta con entereza, no exenta de sufrimiento, su papel de mujer siempre contracorriente. Para interpretar, en su contexto, esta personalidad excepcional es preciso señalar su voluntad en contra de las restricciones de los dogmas y desventajas de la condición femenina, casi absolutamente excluida de los lugares en los que se

fraguaba la cultura, del ejercicio de las letras profanas e incluso de las sagradas: la religiosa fue reprendida hasta el infinito por unos afanes intelectuales que osó hacer públicos.

De manera sorprendente, el conflicto que enfrenta a los representantes de la Iglesia de México con Sor Juana a lo largo de su vida, no aparece excesivamente reflejado en las obras a ella dedicadas. La mayor rigidez contrarreformista hacia la monja, reá únicamente de haber intervenido en cuestiones teológicas secundarias, y no por propia voluntad sino por encargo expreso del obispo de Puebla, es, en decir de algunos estudios, un reflejo indirecto de la represión ejercida contra los movimientos populares que estallaron en esa época como reacción contra la falta de alimentos acaparados por especuladores en el límite de la criminalidad ⁽²⁹⁾, pero la severidad utilizada con Sor Juana no puede ser en absoluto ajena a su condición de mujer y escritora famosa. Piénsese que el poder eclesiástico estaba representado en ese momento por el arzobispo Aguiar Beseijas, figura integrista-reaccionaria, misógino feroz que consideraba “inficionado” el suelo sobre el que habían transitado las mujeres.

La Respuesta de Sor Juana indicaría que hacia 1680 comenzaron las dificultades de la monja con sus superiores, aunque el momento crucial se produjo diez o doce años después. Si bien la fama conquistada por la monja, en España y otros lugares, contribuyó a defenderla de reprensiones demasiado duras y llamativas, también era fuente de críticas según el precepto cristiano de la *vanitas vanitatum*. Recuérdese, a este respecto, que fueron frecuentes en las órdenes religiosas los debates acerca de si los monjes, y no digamos las monjas, debían dedicarse al estudio. Una corriente sostenía que ello acrecentaría el pecado de soberbia y la otra, por el contrario, afirmaba que el estudio acercaba a Dios. En esta última tendencia se apoyaron las mujeres como estrategia para acceder a la educación científica (Álvarez Lires, M. y otros, 2003).

Pero lo que resulta especialmente atroz es la condena de Sor Juana al abandono del estudio, si se tiene en cuenta la importancia vital que ella le concedía. Cabría reflexionar sobre sus sentimientos de rebeldía por la injusta condena, y la contradicción con los de autculpa inducidos por tanto castigo, reprensión y represión. Este desolador panorama vital tal vez la invitó, en opinión de Puccini (que compartimos) a dejarse morir entre sus hermanas enfermas de peste. Pero más allá del dolor de su final y de su vida, se debe destacar su identidad de mujer, escritora, poeta y científica, amante del estudio y del método científico experimental, defensora de los derechos femeninos en un tiempo oscuro para quienes, como ella, osaron transgredir y traspasar los estrechos

márgenes establecidos para las de su sexo, excluidas de la racionalidad por la ciencia, la filosofía y la religión.

NOTAS

(1) SARMIENTO, FR. M. (sin fecha): Volumen 2º de la Obra de 660 Pliegos, Madrid, Biblioteca Nacional, Ms.20391, fol. 391, Vol. XIV, Colección Dávila.

(2) Esta corriente afirmaba, desde el siglo XIV, la existencia de inteligencias separadas en un intelecto colectivo, negaba la inmortalidad individual, hacía desaparecer las distinciones ente naturalia y artificialia, materia y forma. El mundo se regiría por el entendimiento universal y queda inmerso en la espontaneidad de la Naturaleza. Se niega la existencia del milagro, sustituido por lo admirable y prodigioso. Intenta conciliarse con el cristianismo mediante la tesis de la doble verdad: una cosa son los resultados de la razón y otra las creencias de la fe.

(3) Esta corriente, surgida en torno a la Nueva Academia de Marsiglio Ficino en Florencia, sostiene la existencia de un único sujeto humano que forma una sucesión indefinida de generaciones unidas por el poder místico de la palabra, como medio de inserción en la humanidad y para el discurso. En ella, el entendimiento colectivo averroísta es la divinidad que se manifiesta en la especie humana como una continua revelación. El eje de este saber será la noción griega del alma del mundo, macrocosmos, frente al alma del hombre como microcosmos. Entre todo lo existente existe un conjunto de fuerzas e interrelaciones ligadas por el alma del mundo; por tanto, los prodigios y los llamados milagros no son más que acontecimientos naturales que se pueden explicar mediante la astrología y otras ciencias afines.

(4) El universo y sus astros se equiparan al gran animal de que hablaba Giordano Bruno, identificado con el alma del mundo. Cada “planeta” es un enorme animal que respira mediante los volcanes, se mueve y siente atracción y repulsión por otros planetas. El universo forma el macrocosmos frente al microcosmos, pero universo y hombre son entidades análogas y, por tanto, se pueden establecer correspondencias universales entre uno y otro, de tal manera que lo que afecta al macrocosmos tiene su resultado paralelo en el microcosmos. Surgen así las simpatías y antipatías.

(5) HOFFMAN, G., citado por Bauer, op. cit., p. 23. y LIPPMAN, V., (1919): Entstehung und Ausbreitung der Alchemie, Berlín, citado por Bauer, op. cit., p. 23.

(6) Dicha universidad fue el bastión más importante del newtonianismo en el continente europeo durante el siglo XVIII.

(7) La cursiva es nuestra.

(8) KIRCHER, A., op. cit., p. 269.

(9) Este instrumento tenía por objeto proyectar una imagen dibujada en un vidrio sobre una pared blanca para un público amplio. Es el predecesor directo del actual proyector de diapositivas, del que difiere en el aspecto externo y, obviamente, en el sistema de iluminación.

(10) Kircher cita a este autor, a Vitelo (siglo XIII) y a Kepler (1602), que recogieron las ideas básicas de Alhazen.

(11) “Respuesta a Sor Filotea”, Tomo IV, pp. 440-475.

(12) Amigas: escuelas donde las niñas aprendían a leer, escribir, algo de aritmética y labores.

(13) “Respuesta...”, op. cit. Ibid.

(14) Habla Sor Juana Inés de que, según las creencias de la época, el queso privaba a las gentes de inteligencia y las convertía en “rudas”.

(15) Ibid., p. 445.

(16) Ibid., p. 445. Deudos significa parientes, con los que Sor Juana fue a vivir a los trece años.

(17) “Carta de Sor Filotea de la Cruz”. Tomo IV Obras Completas, op. cit., p. 694.

(18) “Respuesta...”, op. cit., p. 446

(19) “Curiosas” significa las “nuevas ciencias experimentales”.

- (20) “Respuesta”, op. cit., p. 446
- (21) “Respuesta”...p. 447.
- (22) “Respuesta...”, p. 442.
- (23) Algunos investigadores indican, a este respecto, que los hombres del arzobispo Aguiar Biseijas penetraron en la celda y despojaron a la monja de todas sus posesiones.
- (24) Erudito mexicano que criticó las tesis aristotélicas, apoyado en Galileo, Kepler, Descartes y Gassendi, a veces, al margen de las enseñanzas eclécticas de los jesuitas y de las concepciones escolásticas dominantes en la Nueva España. Autor, entre otros escritos, de *Libra astronómica y filosófica* publicada en 1690.
- (25) Sabio jesuita, autor de la obra enciclopédica *Historia natural y moral de las Indias*. Participante en diversas expediciones científicas por tierras americanas.
- (26) Misionero astrónomo-astrólogo tirolés, que se trasladó a México en 1680.
- (27) Se refiere, Sor Juana, a una de las obras más famosas de Kircher, *De Magnete*, publicada en 1667.
- (28) Este aspecto está pendiente de estudios posteriores.
- (29) No hemos podido encontrar evidencias de esta afirmación aunque se pueda intuir la simpatía de la monja por los movimientos populares de su época.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIC, M. (1991): *El legado de Hipatia*. Madrid, Siglo XXI.
- ÁLVAREZ LIRES, M. (1991): “Ciencias Experimentales. ¿Carencias de las chicas?”, en *La Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. III Jornadas Internacionales de Coeducación*, València, Instituto Valencià de la Dona.
- ÁLVAREZ LIRES, M., SONEIRA, G. y PIZARRO, I. (1992): “Propuestas para una enseñanza no sexista de Ciencias Naturales, Física y Química, Matemáticas e Informática”, en *Hacia una Escuela Coeducadora. I Postgrado de Coeducación*, Vitoria-Gasteiz, Universidad del País Vasco-Emakunde.
- ÁLVAREZ LIRES, M., SONEIRA, G. y PIZARRO, I. (1994a): *Materiales curriculares para la ESO. Ciencias de la Naturaleza. Un enfoque coeducativo desde la Historia de las Ciencias en Occidente*. Sevilla, Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia.
- ÁLVAREZ LIRES, M. y SONEIRA, G. (1994b): “Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales: la coeducación como meta”, en *Premios CIDE-MEC 1992*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- ÁLVAREZ LIRES, M. (1999a). ¿Ciencia objetiva y universal o construcción social y simbólica?, en *Jornadas del Instituto Vasco de la Mujer- Emakunde*, Vitoria.
- ÁLVAREZ LIRES, M. (1999b): “L’histoire des sciences et des techniques dans la formation du professorat”, en: DEBRU, C. (ed.), *History of Science and Technology in Education and Training in Europe*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- ÁLVAREZ LIRES, M., (2000a): *A Ciencia no século XVIII: Fr. Martín Sarmiento (1695-1772), unha figura paradigmática*. Universidade de Vigo, (tesis de doctorado, editada en CD).
- ÁLVAREZ LIRES, M. y otros (2000b): “Athanasius Kircher y el *Libro X*”, en KIRCHER, A: *Ars Magna Lucis et Umbrae*, edición facsimilar. Santiago de Compostela. Universidade de Santiago de Compostela.

- ÁLVAREZ LIRES, M. (2001): "Unha excepción no discurso ilustrado da filosofía da ciencia sobre o xénero: Sarmiento (1695-1772)", en ÁLVAREZ LIRES, M. y otros: *Estudios de Historia das Ciencias e das Técnicas*. Pontevedra, Deputación de Pontevedra.
- ÁLVAREZ LIRES, M. (2002): *Frei Martín Sarmiento: un científico da Segunda Ilustración*. Santiago de Compostela, Universidade de Santiago de Compostela.
- ÁLVAREZ LIRES, M. y otros (2003): *Las científicas y su historia en el aula*. Madrid, Síntesis.
- ANDERSON, B. (1999): <http://www.physics.ucla.edu/~cwp>.
- AUDIGIER, F. y FILLON, P. (1991): *Enseigner l'histoire des sciences et des technique*. Paris, INRP.
- BACHELARD, G. (1934): *Le nouvelle esprit scientifique*. Paris, P.U.F.
- BARONA, J. Ll. (1994): *Ciencia e Histori*. Godella-València, Seminari d'Estudis sobre la Ciencia.
- BAUER, H. (1933): *Historia de la Química*. Versión española de la 4ª edición alemana. Barcelona-Buenos Aires, Labor.
- BERNAL, J. (1969): *Historia Social de la Ciencia*. Barcelona, Península (2 tomos).
- BOERHAAVE, H., (1752): *Éléments de Chimie*. Traducción francesa del alemán. Paris (sin pie de imprenta).
- BRUSH, S.G. (1985): "Women in physical science: From drudges to discoverers", en *Physics Teacher*, nº 23, pp. 11-19.
- BURGUIÈRE, A. (dir.) (1986): *Dictionnaire des sciences historiques*. Paris, PUF.
- BURLAND, C. A., (1967): *The arts of the alchemists*. Londres, Weindelfeld and Nicholuson.
- CABRÉ, M. (1993): "La ciencia de las mujeres en la Edad Media. Reflexiones sobre la autoría femenina", en SEGURA, C.: *La voz del silencio, II. Historia de las mujeres: compromiso y método*, Madrid, Asociación Cultural Al-Mudayna.
- CATALÁ, E. y GARCÍA, E. (1989): *¿Qué quieres hacer de mayor? o la transición desde la coeducación*. Valencia, Generalitat Valenciana.
- DE LA CRUZ, SOR JUANA INÉS. (1995): *Obras completas*. México, Fondo de Cultura Económica.
- ELIADE, M. (1995): *Herreros y alquimistas*. Madrid, Alianza Editorial.
- ETAN (2000): *European Technology Assessment Network on Women and Science. Expert Working Group on Women and Science: Science Policies in the European Union*. Brusels, European Commission, Research Directorate General.
- FAUQUE, D. (1999): "Introduire l'histoire des sciences dans l'enseignement scientifique secondaire en France, expériences et perspectives", en DEBRU, C. (ed.): *History of Science and Technology in Education and Training in Europ*, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- FÖLSING, U. (1992): *Mujeres Premios Nobel*. Madrid, Alianza.
- GARCÍA FONT, J. (1976): *Historia de la Alquimia en España*. Madrid, Editora Nacional.

- GÓMEZ GARCÍA, M^a C. (1987): “Trabajo: Actividades de las religiosas de los conventos malagueños (s. XVIII)”, en *VI Jornadas de Investigación Interdisciplinaria sobre la mujer*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- GÖPPERT-MAYER, M. (1965): *The Changing Status of Women as seen by a Scientist*. San Diego, Universidad de California.
- HALBWACHS, F., (1974): *La pensée Physique chez l'enfant et le savan*. Paris, Neuchatel, Delachaux et Niestlé.
- HESSEN, B. (1989): “Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton”, en SALDAÑA, J. J. (coord): *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 101-104.
- IZQUIERDO, M. y SANMARTÍ, N. (1990): “Contribució de la història de les ciènces a la formació del professorat i a la recerca en didàctica de les ciènces”, en CODINA y LLOBERA (eds.) (1990): *Història, Ciència i Ensenyament*, Barcelona, E.U. del Professorat d'E.G.B.
- IZQUIERDO, M. (1997): “¿Qué sabemos actualmente sobre la construcción del conocimiento?”, en ÁLVAREZ LIRES, M. y MARIÑO, M.P.: *O Ensino da Química*, Vigo, Universidade de Vigo.
- KELLER, E. (1991): *Reflexiones sobre Género y Ciencia*. Valencia, Alfons El Magananim.
- KELLY, A. (1987): *Science for girls?* Philadelphia, Open University Press.
- KRAGH, H. (1990): *Una introducción a la Historiografía de la Ciencia*. Barcelona, Crítica.
- LACOMBE, G. (1997): “L'Introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement de biologie en second cycle”, en ROSMORDUC, J. (dir.) (1997): *Histoire des sciences et des techniques*, Bretagne, CRDP.
- MAGALLÓN, C. (1997): “Mujeres en las Ciencias Físico-químicas: Instituto Nacional de ciencias e Instituto Nacional de Física y Química /1910-1936”, en *Llull*, n° 20 (39), pp. 529-574.
- MAGALLÓN, C. (1999): *Pioneras españolas en las Ciencias*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- MASON, O. T. (1985): *Woman's share in primitive culture*. London.
- MCGRAYNE, S.B. (1998): *Nobel Prize Women in Science. Their Lives, Struggles and Momentous Discoveries*. Secaucus, N.J., Carol Publishing Group Edition.
- METZGER, H. (1969): *Les Doctrines Chimiques en France du début du XVII^{ème} à la fin du XVIII^{ème} Siècle*. Nouveau tirage, Paris, Blanchard.
- METZGER, H. (1974): *Newton, Stahl, Boerhaave et la Doctrine Chimique*. Paris, Librairie Blanchard, nouvelle édition.
- MILLAR, D., MILLAR, I., MILLAR, J. y MILLAR, M. (1996): *The Cambridge dictionary of scientists*. Cambridge, Cambridge University Press.
- NUÑO, T. y RUIPÉREZ, T. (1997): “Análisis de los libros de texto desde una perspectiva de género”, en *Alambique*, n° 11, pp. 55-64.
- OGILVIE, M. (1988): *Women and Science. Antiquity throught the Nineteenth Century*.

Massachusetts, The Massachusetts Institute of Technology.

- PIAGET, J. y GARCÍA, R. (1994): *Psichogénèse et histoire des sciences*. Paris, Flammarion.
- PUCCHINI, D. (1996): *Una mujer en soledad*. Madrid, Anaya.
- ROBARDET, G. et GUILLAUD, J.C. (1994): *Éléments d'épistémologie et de didactique des Sciences Physiques*. Grenoble, IUFM.
- ROSMORDUC, J. (1996): *L'histoire des sciences*. Paris, C.N.D.P.
- ROSSI, P. (1989): *La magia naturale del Rinascimento*. Turín, Strenne UTET.
- ROSSI, P. (1998): *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*. Barcelona, Crítica.
- SÁNCHEZ, M.D. (1999): "Las biografías de las científicas en la enseñanza de las ciencias: Mostrando una tradición", en BARRAL, M.J. y otros: *Interacciones ciencia y género*, Barcelona, Icaria-Antrazyt.
- SARMIENTO, Fr. M. (1750): *Catálogo de los Autores de los que yo Fr. Martín Sarmiento, benedictino, tengo ad usum o todas sus obras, o parte de ellas o alguno como suelto y separado*. Madrid, Biblioteca Real Academia de la Historia, Ms. 8/1829.
- SCHEIDECKER, M. y LAPORTE, G. (1998): *Textes historiques et modélisation en Physique-Chimie*. Nice, IUFM de Nice, Département Interdisciplinaire d'études, de Recherche et de Formation.
- SCHIEBINGER, L. (1989): *The mind has no sex?* London, Harvard Univ. Press.
- SOLSONA, N. (1992): *La contribució de les dones a la història de la ciència*. Sta. Coloma Gramenet, Casal del Mestre.
- SOLSONA, N. (1997): *Mujeres científicas de todos los tiempos*. Madrid, Talasa.
- STILLE, D.R. (1995): *Extraordinary women scientists*. Chicago, Childrens Press.
- TAYLOR, F. S. (1949-1952): *The alchemists: Founders on modern chemistry*. New York, Londres, Schuman.
- TRABULSE, E. (1997): *Historia de la Ciencia en México*. México, Fondo de Cultura Económica.
- UNESCO (1998): *European Regional Conference on Women in Science—Quality and Equality. Conditions for Sustainable Human Development*. Bled, Slovenia.
- VAN DER DAELE, W. (1977): "The Social Construction of Science: Institutionalisation an Definition of Positive Science in the Later Half of the Seventeenth Century", en MENDELSON, E. y otros (eds): *The Social Production of Scientific Knowledge*, Dordrecht, Holland, Reidel.
- VOSSLER, K. (1953): *El mundo en el sueño, introducción al Primero sueño*. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires.
- VVAA (1998): *History of Science and Technology in Education and Training in Europe. Final Document*. Strasbourg, Louis Pasteur University.
- VVAA (1998): *The Role of History of Science in University Education. Draft Report of the ALLEA (All European Academies) Working Group*. Strasbourg, Louis Pasteur University.

YATES, F. (1969): *Giordan Bruno and the Hermetic Tradition*. New York, Vintage.

YATES, F. (1978): *The Rosicrucian Enlightenment*. Boulder, Shambala.