

LOS CURIE Y LA PROPIEDAD INTELECTUAL*

MARIE AND PIERRE CURIE AND INDUSTRIAL PROPERTY

PEDRO FERNANDO SABANDO SEQUI^{f**}

Resumen: Los esposos Curie –Pierre Curie y Marie Salomea Sklodowska Curie– interaccionaron, en su actividad profesional, con la propiedad intelectual e industrial durante los años finales del siglo XIX y los comienzos del siglo XX. Los Curie abordaron la investigación de los rayos uránicos, lo cual les llevó a descubrir los elementos polonio (Po) y radio (Ra), al estudio de los radioelementos y a la descripción del fenómeno de la radiactividad. En 1903, los esposos compartieron el Premio Nobel de Física con Henry Becquerel. En 1911, Marie Curie fue galardonada con el Premio Nobel de Química. Esta publicación valora la relación de los Curie con la propiedad industrial, en relación con las patentes de los aparatos diseñados por Pierre Curie y con la decisión posterior de no patentar el método de purificación del radio. Marie Curie también defendió los derechos de autor de sus textos y el papel del científico en la sociedad.

Palabras clave: propiedad intelectual, patentes, radiactividad.

Abstract: The spouses Curie, Pierre Curie and Marie Salomea Sklodowska Curie, in their professional activity, interacted with intellectual property, during the final years of the 19th century and the beginning of the 20th century. The Curies addressed the investigation of uranium rays, which led them to discover the elements polonium (Po) and radium (Ra), the study of the radioelements and the description of the phenomenon of radioactivity. In 1903, the spouses shared the Nobel Prize in physics with Henry Becquerel. In 1911, Marie Curie was awarded the Nobel Prize in chemistry. This publication evaluates the relationship between the Curies and industrial property, regarding the patenting of the devices designed by Pierre Curie and the subsequent decision not to patent the method of purification of the radium (Ra). Marie Curie also defended the copyright of her texts and the role of scientists in society.

Key words: intellectual property, radioactivity, patents

SUMARIO; I. INTRODUCCIÓN; II. LA LEGISLACIÓN DE PATENTES EN FRANCIA DURANTE EL SIGLO XIX; III. PERIODOS EN LA TRAYECTORIA INVESTIGADORA DE LOS CURIE. LA PROPIEDAD INDUSTRIAL Y LAS PATENTES; 1. Periodo inicial de Pierre Curie (1878-1895). Investigación, aparatos y patentes en colaboración con su hermano Jacques (1878 a 1883); 2. Etapa de Plenitud de Pierre Curie y Marie Sklodowska (1895-1906).

* Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2017.

Fecha de aceptación: 11 de abril de 2018.

** Profesor ayudante del Área de Derecho mercantil de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid. Correo electrónico: pedro.sabando@uam.es.

Descubrimiento del polonio y el radio; A. Decisión de no patentar el método de purificación del radio; 3. Tercer Periodo, Marie Curie en solitario (1906-1934). A. Viajes a Estados Unidos. Textos memorísticos; B. Marie Curie defiende los derechos del investigador en la Academia de Medicina y la Sociedad de Naciones; IV. CIRCUNSTANCIAS QUE PUDIERON INFLUIR EN LA DECISIÓN DE NO PATENTAR EL DESCUBRIMIENTO DEL RADIO; 1. Influencias familiares, educacionales y solidarias; 2. Factores éticos, visión altruista de la ciencia y del científico; 3. Colaboración entre ciencia pura y aplicada; V. REPERCUSIONES DE LA DECISIÓN DE NO PATENTAR; VI. CONCLUSIONES; VII. BIBLIOGRAFÍA; Tabla I. Curie: Instrumentos Físicos.

I. INTRODUCCIÓN

Pierre Curie (1859-1906) inició su actividad científica con la obtención de la licenciatura en Ciencias Físicas en la Universidad de la Sorbona, en la que fue nombrado profesor ayudante de física. Marie Sklodowska (1867-1934), al finalizar las licenciaturas de física y matemáticas en la Sorbona (1893-1894), conoce a Pierre y comienzan a trabajar juntos en la Escuela Municipal de Física y Química Industrial (ESPCI), donde Pierre era profesor de física.

Su relación con la propiedad industrial se inició con las solicitudes de patentes para los diversos instrumentos físicos de medición, que Pierre Curie diseñó en su periodo de joven físico junto a su hermano Jacques (1878-1883) y, posteriormente, con Marie Curie. Los esposos, en su plenitud científica, descubren dos elementos: el polonio (Po) y el radio (Ra). Juntos adoptan la decisión de no patentar su descubrimiento (1898), ni de la obtención, ni del aislamiento del radio (1902). Ello constituyó un hecho desinteresado de la ciencia que tuvo posteriores repercusiones personales y sociales¹.

Marie Curie acuñó el término radiactividad para describir la emisión de radiaciones del uranio. En la actualidad, el término se refiere a la ciencia de los radioelementos, una rama de la física. Sus investigaciones en el campo de la radiactividad reflejan la suma de cuidadosas investigaciones en el mundo de la ciencia físico-química. En sus últimos años, dedicó grandes esfuerzos a promover los derechos del investigador como miembro de la Academia de Medicina de París y de la Sociedad de Naciones (actual ONU), y participó en la defensa de los derechos de autor de sus obras científicas, de sus escritos para uso docente o profesional y de sus obras memorísticas. En la actualidad, sus textos se encuentran en formato libre por haber expirado el periodo de protección de los derechos de autor. Se mantiene el derecho moral de carácter extrapatrimonial, inherente a la propia autoría de la obra. Desde los fondos digitalizados de la Academia de Ciencias Francesa (*Académie*

¹ En 1908, la Société Française de Physique, recopiló y publicó las obras completas de Pierre Curie, con una introducción de Marie Curie [*Oeuvres de Pierre Curie*, Paris, Gauthier-Villars]. En 1984, la Sociedad Francesa de Física las actualizó y reimprimió, (Éditions des archives contemporaines).

des Sciences de France)², y de la Biblioteca Nacional de Francia (*Bibliothèque Nationale Française*)³, se puede acceder a los trabajos de Pierre Curie durante sus años de vida científica y los 11 años de trabajo junto a Marie, todos en acceso libre.

La relación de los Curie con la propiedad intelectual se plasma en los textos *Pierre Curie*⁴ y *Pierre Curie with Autobiographical Notes*⁵, redactados por Marie Curie en 1921, tras su primer viaje a Estados Unidos. En los textos describe los orígenes familiares de ambos, la organización de la convivencia, el entorno de trabajo, sus esfuerzos en la investigación del radio, sus anhelos de futuro y reflexiona sobre las consecuencias personales, sociales e históricas de la decisión de renunciar a patentar el método de purificación del radio. Los dos relatos se redactaron en 1921, transcurridos 15 años de la muerte de Pierre Curie (1906), a los 23 años del descubrimiento del radio, en la Academia de Ciencias de París, junto con la decisión de no patentar el descubrimiento del radio (1898-1901). Estos años permitieron a Marie Curie reflexionar ante las aplicaciones del radio y los posteriores acontecimientos de tipo personal, profesional y científico. En español se dispone de la traducción de los textos de *Pierre Curie* y *Pierre Curie y Notas Autobiográficas*⁶.

II. LA LEGISLACIÓN DE PATENTES EN FRANCIA DURANTE EL SIGLO XIX

El primer derecho destinado a proteger los descubrimientos e innovaciones surgió en 1474 en la ciudad de Venecia. En la etapa científica de los Curie, los ciudadanos en Francia se rigen por los documentos legislativos del Código Civil de 1804⁷ y el *Manual del inventor de Francia y sus Colonias* (*Manuel de l'inventeur France et ses Colonies*), del año 1844,

² La Academia de Ciencias Francesa (*Académie des Sciences de France*) muestra en sus archivos digitales, dentro del apartado dedicado a Pierre Curie, los manuscritos originales de la descripción de la radiactividad, del descubrimiento del polonio y del radio, y la memoria de los trabajos de Pierre Curie, en formato pdf, e incluye el listado de los trabajos de Pierre y Marie Curie, en los *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, en el fondo *Gallica* de la Biblioteca nacional francesa.

³ La Biblioteca Nacional Francesa, a través del fondo digital *Gallica* de su web, permite el acceso a los documentos y actualizaciones.

⁴ CURIE, M., *Pierre Curie / par Mme Curie*, París (Payot), 1924 (reeditado en 1955).

⁵ CURIE, M., *Pierre Curie with Autobiographical Notes*, 1.ª ed., Nueva York (Macmillan Company), 1923. La Universidad de Virginia, en sus archivos digitales, muestra los escritos biográficos relativos a la biografía «*Pierre Curie*» y su autobiografía «*Autobiographical Notes*», 1923. Versión digital de la página web del *Electronic Text Center* de la Universidad de Virginia.

⁶ CURIE, M., *Escritos Biográficos de Marie Curie*, que incluye la traducción al castellano de los textos *Pierre Curie*, Editions Odile Jacob, 1996 (en francés) y *Authobiographical Notes, Pierre Curie*, (Electronic Text Center, University of Virginia Library), el *Estudio sobre los cuadernos de laboratorio del descubrimiento del Polonio y del Radio* (reproducción del cuaderno de trabajo de los esposos, realizado por Irène Joliot-Curie) y el *Diario Personal* de Marie Curie. Dirección, selección y prólogo de Xavier Roque, Bellaterra, Cerdanyola del Valles (Ediciones UAB, *El espejo y la lámpara*), 2011.

⁷ *Code civil des français*: éd. originale et seule officielle. À Paris, de l'Imprimerie de la République. An XII. 1804. Disponible en *Bibliothèque nationale de France*.

respecto a la propiedad intelectual. El artículo 3 de este documento legislativo regula las patentes y declara que los tratamientos médicos deben ser no patentables y las instituciones deben velar por su desarrollo⁸. Esta legislación de patentes se sustenta en la ley original de 1791, que establece que las drogas (médicas) pueden ser patentadas, aunque los temas de salud pública presentan prioridad sobre los intereses de la propiedad intelectual.

La posición de Francia en este periodo es muy distinta de la que mantienen, en el mismo periodo, los Estados Unidos: se estimula y apoya la capacidad inventiva. Ya en su primera Constitución, aprobada el 17 de septiembre de 1787, se redactó una disposición para la protección de la propiedad intelectual. El Artículo I, de la Sección 8, señala: «El Congreso tendrá facultad (...) para promover el progreso de la ciencia y las artes útiles, asegurando a los autores e inventores el derecho exclusivo sobre sus respectivos escritos y descubrimientos, por un tiempo limitado» (The Congress shall have Power (...) to promote the Progress of Science and useful Arts, by securing for limited Times to Authors and Inventors the exclusive Right to their respective Writings and Discoveries. United States Constitution, article i, section 8)⁹.

En 1790, Estados Unidos aprueba la primera ley federal de patentes, titulada «Ley para promover el progreso de las artes útiles», *Patent Act*¹⁰.

III. PERIODOS EN LA TRAYECTORIA INVESTIGADORA DE LOS CURIE Y LA PROPIEDAD INTELECTUAL E INDUSTRIAL

Las actividades científicas de los esposos Curie se pueden agrupar en tres periodos. El periodo inicial de Pierre Curie en sus años de formación de joven postgrado como profesor ayudante de física en la Universidad de la Sorbona y, desde 1883, en la Escuela Municipal de Física y Química Industrial. El segundo periodo comienza tras el encuentro de Pierre Curie y Marie Sklodowska, cuando ambos inician sus trabajos científicos, y dura hasta el fallecimiento de Pierre (1894-1906); el último periodo es el de Marie Curie, viuda, en solitario (1906-1934).

1. Periodo inicial de Pierre Curie (1878-1895). Investigación, aparatos y patentes en colaboración con su hermano Jacques (1878 a 1883)

Pierre Curie finalizó la licenciatura en Ciencias Físicas en el curso 1877, en la Facultad de Ciencias de la Sorbona de París. El mismo año comenzó su actividad investigadora,

⁸ *Manuel de l'inventeur en France et ses colonies, documents rapportés par ordre chronologique*. Loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention. OMPI.

⁹ Copyright Law of the United States and Related Laws Contained in Title 17 of the United States Code December 2016.

¹⁰ Patent Act of 1790, Ch. 7, 1 Stat. 109-112 (April 10, 1790).

en calidad de profesor ayudante, en el laboratorio de Física de la citada Universidad (Prof. Quentin Paul Desains). Allí realiza sus primeros trabajos de investigación, en los que aborda el estudio de la cristalografía, la simetría, o la piroelectricidad, en colaboración con su hermano mayor Jacques Curie, profesor ayudante de Mineralogía en la Facultad de Farmacia de la Sorbona. Ambos describen el fenómeno de la piezoelectricidad, que permite transformar el estrés mecánico en diferencia de potencial eléctrico, cuando se aplica a cristales como el cuarzo¹¹. La piezoelectricidad generó múltiples aplicaciones prácticas entre las que merece destacar el diseño del «electrómetro Curie», empleado por el matrimonio para el estudio de los fenómenos radiactivos¹². En años posteriores, Paul Langevin, discípulo de Pierre, aplicó la piezoelectricidad al diseño de un sonar piezoeléctrico, como detector de submarinos ultrasónico, utilizado en la primera Guerra Mundial. En 1883, la fructífera colaboración científica entre los hermanos cesa, al obtener Jacques Curie la cátedra de Mineralogía en la Universidad de Montpellier. En el mismo año, en un periodo de gran competencia industrial, se inaugura en París la «École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles», actual «École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles» (ESPCI), escuela creada con el fin de dotar al país de ingenieros con experiencia en ciencia aplicada a la industria. Pierre Curie es nombrado profesor de clases prácticas y abandona su puesto de profesor ayudante en la Sorbona. En la ESPCI dicta sus clases y realiza estudios técnico-experimentales de nuevos instrumentos físicos como los espectroscopios, la balanza de precisión (aperiódica y de lectura directa), el cuarzo piezoeléctrico, el dinamómetro de transmisión, el condensador absoluto de eslabón de cadena y los electrómetros (aperiódico, de láminas de cuarzo y astático). Los instrumentos físicos que diseñan y patentan los hermanos Curie, desde 1885, se fabrican y comercializan por la industria *Bourbouze* y a partir de 1890, lo hace la *Société Centrale de Produits Chimiques*¹³. La Tabla I resume los instrumentos físicos diseñados y patentados por Pierre Curie.

2. Etapa de plenitud, Pierre Curie y Marie Sklodowska (1894 a 1906). Descubrimiento del polonio y el radio

Esta etapa incluye el descubrimiento de los elementos polonio (Po) y radio (Ra), la presentación de la tesis doctoral de Marie Curie, la concesión, en 1903 del Premio Nobel de Física a los esposos Curie, compartido con Henri Becquerel¹⁴, las lecturas de las tesis doctorales de Pierre Curie y Marie Curie, y finaliza con el fallecimiento de Pierre Curie, en 1906.

¹¹ CURIE, P., y J., «Deformations électriques du quartz», *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, vol. 95, 1882, pp. 914-917.

¹² MOLINIÉ, P. y BOUDIA, S., «Une application méconnue et pourtant célèbre de l'électrostatique: les travaux de Marie Curie, de la découverte du radium à la métrologie de la radioactivité», *Journal of Electrostatics*, vol. 64, 2006, pp. 7-9.

¹³ PIERRE C., «Appareils Nouveaux», en *Notice sur les travaux scientifiques de M. P. Curie* 1902, pp. 25-29. El pdf del manuscrito original se puede consultar en la *Académie des Sciences Française*, en el apartado histórico, en memoria de Pierre Curie, y en el fondo digital *Gallica* de la *Bibliothèque Nationale Française*.

¹⁴ The Nobel Prize in Physics 1903. *Nobelprize.org*.

En 1895, Pierre Curie defendió su tesis doctoral en la Facultad de Ciencias de París, titulada «Investigaciones acerca de las propiedades magnéticas de los cuerpos a diversas temperaturas desde la temperatura ambiente hasta 1400 C°». En ella muestra sus trabajos acerca de los diversos tipos de magnetismo y define su relación con la temperatura, o «ley de Curie» (principio básico de los termómetros magnéticos, utilizados para medir las bajas temperaturas)¹⁵.

En 1894, a partir del encuentro con Marie, comenzaron a trabajar en la «École Municipale de Physique et de Chimie Industrielles» de París (ESPCI), donde Pierre Curie dictó sus clases durante 20 años (1883-1903). El profesor Schutzenberg, primer director de la escuela, les permitió investigar juntos en uno de los laboratorios del centro (1894-1903). La ESPCI también les otorgó la cobertura legal para poder realizar sus investigaciones.

Los jóvenes celebran su matrimonio el 25 de julio de 1895. Marie elige abordar la investigación de los rayos uránicos, descritos en 1896 por H. Becquerel a partir de las observaciones iniciales realizadas por W. C. Röntgen, como línea de estudio para su tesis doctoral. En *Notas Autobiográficas* describió la elección: «Yo acababa de elegir un tema para mi tesis doctoral. Me habían llamado la atención los interesantes estudios de Henry Becquerel sobre las sales de un extraño metal llamado uranio. Becquerel demostró que, al colocar sales de uranio en una placa fotográfica, cubierta de papel negro, la placa se modifica como si hubiera recibido luz. Dicho efecto es producido por unos rayos que emite la sal de uranio y que son diferentes de los rayos de luz corrientes, ya que pueden atravesar el papel negro»¹⁶. Pierre Curie relató: «El estudio de este fenómeno nos pareció muy atractivo, más aún por el hecho de que, al tratarse de una cuestión nueva por completo, ni existía bibliografía al respecto, así que decidí investigar sobre ello». En la elección también influyó la posibilidad de utilizar los aparatos diseñados y patentados por los hermanos Curie, junto con los conocimientos teóricos y la habilidad necesaria para medir la radiación: «Para medir las débiles corrientes que se pueden hacer pasar por el aire ionizado a través de los rayos de uranio, contaba con un método excelente ideado por Pierre y Jacques Curie, que consiste en compensar en un electrómetro sensible la cantidad de electricidad de la corriente con la de un cuarzo piezoeléctrico. Así pues, la instalación estaba compuesta por un electrómetro Curie, un cuarzo piezoeléctrico y una cámara de ionización»¹⁷.

En 1898, Marie Curie inició en la ESPCI el análisis sistemático de las muestras de metales y minerales, facilitados por los colegas de Pierre, y midió la descarga de los rayos uránicos sobre un espectroscopio, descrita por Becquerel. Marie incorporó la técnica electrométrica ideada por los hermanos Curie, un método más sensible con el cual demostró que

¹⁵ CURIE, P., «Les propriétés magnétiques des corps à diverses températures», [publicación original en *Annales de Chimie et de Physique*, (1895), 7.^a serie, t. V; p. 289]. Reimpreso en *Oeuvres de Pierre Curie*, París: Gauthier-Villars, 1908, ob. cit., cap., 22, pp. 232-334.

¹⁶ CURIE, M., «Notas Autobiográficas», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap 2, p. 140.

¹⁷ CURIE, M., «Pierre Curie. El sueño convertido en realidad. El descubrimiento del radio», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit, cap, 5, pp. 84.

el torio y los compuestos de uranio, como la pechblenda, emiten la radiación descrita por Becquerel, y su intensidad depende únicamente de la cantidad de uranio o torio que contienen los distintos compuestos estudiados. En la sesión del 12 de abril de 1898 de la *Académie des Sciences* de París, el Profesor Lippmann comunicó los resultados del trabajo de su antigua alumna Mme Sklodowska Curie titulado «Radiaciones emitidas por los compuestos de uranio y de torio». La publicación describió el método empleado para analizar los nuevos elementos y fue pionera en expresar el término radiactividad para definir la radiación de los elementos del torio y los compuestos de uranio. También explicó que la capacidad de irradiar está unida al interior del átomo, siendo esta su contribución conceptual más importante al desarrollo de la física¹⁸.

A la vista de los resultados obtenidos, los esposos decidieron abordar juntos la investigación de los rayos uránicos, motivo por el cual Pierre Curie abandonaría sus investigaciones en cristalografía. El 20 de julio de 1898, junto a Becquerel, comunican a la *Académie des Sciences* el descubrimiento en la pechblenda de una nueva sustancia radiactiva, a la cual bautizan como Polonio (Po), *Acerca de una nueva sustancia radiactiva contenida en la pechblenda*¹⁹. Unos meses más tarde, el 26 de diciembre de 1898, en colaboración con Gustave Bémont, comunicaron en la *Académie des Sciences* el hallazgo de una segunda sustancia radiactiva a la que llaman Radio (Ra), con el título *Acerca de otra nueva sustancia fuertemente radiactiva contenida en la pechblenda*²⁰. La metodología empleada por los esposos para la obtención y purificación del radio (Ra) se encuentra detallada en los cuadernos originales de trabajo del laboratorio, de 16 de diciembre de 1897²¹, y en los trabajos iniciales de la radiactividad, presentados en la Academia de Ciencias entre los meses de abril y diciembre de 1898. La comunidad científica requería la obtención del peso atómico del radio (Ra) para aceptarlo como un nuevo elemento. En 1902, Marie purifica cloruro de radio, con el cual estableció el peso atómico del radio (Ra) en 223,3 y lo sitúa en el puesto 88 de la tabla periódica de Mendeléiev. El peso atómico del Ra, actualmente aceptado en la tabla periódica es 226,0254. En 1901, los esposos Curie, en colaboración con M. Débierne, describieron la radiactividad inducida²². El 25 junio de 1903, Marie defendió su tesis doctoral en la Facultad de Ciencias de la Sorbona, titulada *Investigaciones sobre las sustancias radiactivas*, con la que obtendría el grado de doctora en Ciencias Físicas²³.

¹⁸ SKLODOWSKA CURIE, M. y LIPPMANN, M., «Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium», *C.R.T.*, vol.126, 1898, pp. 1101-1103.

¹⁹ CURIE, P.; CURIE, S. y BECQUEREL, H., «Sur une substance nouvelle radiactive, contenu dans la pechblende», *C.R.T.*, vol. 127, 1898, pp. 175-178.

²⁰ CURIE, P.; CURIE, M. y BÉMONT, G., «Sur une nouvelle substance fortement radio-active, contenu dans la pechblende», *C.R.T.*, vol. 127, 1898, pp. 1215-1217.

²¹ JOLIOT-CURIE, I., «Estudio sobre los cuadernos de laboratorio del descubrimiento del Polonio y del Radio», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., pp. 205-235.

²² SÁNCHEZ RON, J.M., «Intentando aislar el radio. Colaboración con André Debierne. El descubrimiento del actinio», en *Marie Curie y su tiempo*, Barcelona (Ed. Crítica), 2000, pp. 64-67.

²³ SKLODOWSKA CURIE, M., «Recherches sur les substances radioactives», Paris (Gauthier-Villars), 1904.

En diciembre de 1903, conceden a los esposos Curie el Premio Nobel de Física, compartido con Henry Becquerel. En 1904, después de recibir el premio Nobel, el gobierno francés creó y dotó la cátedra de *Física General y Radiactividad*, en la Universidad de la Sorbona, para Pierre Curie, que abandonó su plaza de profesor de física en la ESPCI (1883-1903). Marie es nombrada jefe del laboratorio de Física, adscrito a la misma.

A. Decisión de No Patentar el Método de Purificación del radio

El 26 de diciembre de 1898, los esposos Curie presentaron en la Academia de Ciencias el descubrimiento del radio, y el 21 de julio de 1902 publicaron su aislamiento y peso atómico. En el transcurso de estas fechas, adoptaron la decisión de no patentar el método de obtención y purificación del radio. Marie Curie lo relata en *Pierre Curie*: «Nuestras investigaciones habían desencadenado un movimiento científico (...) Pierre Curie adoptó una actitud extraordinariamente liberal. De mutuo acuerdo, renunciamos a cualquier provecho material de nuestro descubrimiento, de ahí que no patentáramos nada y que publicáramos, sin reservas, todos los resultados de nuestras investigaciones, así como el procedimiento para preparar el radio. Incluso respondimos a todas las preguntas que nos hacían al respecto»²⁴. En *Notas Autobiográficas* escribe: «Mi marido y yo siempre nos negamos a sacar ningún provecho material de nuestros descubrimientos. Desde el principio publicamos, sin reservas, todo el procedimiento para preparar el radio. No patentamos nada ni nos reservamos ninguna ventaja en la explotación industrial; tampoco guardamos ningún secreto»²⁵.

3. Tercer Periodo; Marie Curie en solitario (1906-1934)

En 1906, tras el fallecimiento trágico de su esposo Pierre Curie, Marie reanudó su actividad personal e intelectual, reemplazando a Pierre en la cátedra de Física de la Sorbona, siendo la primera mujer en ocupar una cátedra en la institución²⁶.

En 1911, Marie fue galardonada con un segundo Premio Nobel, en esta ocasión, en la disciplina de Química. Su discurso de aceptación fue: «Radio y los nuevos conceptos en Química»²⁷. En este periodo, con el apoyo del Instituto Pasteur y la Universidad de París, logró dotar un laboratorio llamado *Instituto del Radium*, en memoria de Pierre

²⁴ CURIE, M., «Pierre Curie. La lucha por los medios de trabajo. La carga de la celebridad. Primer esfuerzo del Estado. Es demasiado tarde», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 6. p. 95.

²⁵ CURIE, M., «Notas Autobiográficas de Marie Curie», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 3, p. 170.

²⁶ CURIE, M., «Pierre Curie, Matrimonio y organización de la vida familiar. Personalidad y carácter», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 4, pp. 69-81.

²⁷ CURIE, M., Marie Curie. Nobel Lecture: *Radium and the New Concepts in Chemistry*. Nobelprize.org. Nobel Media AB 2014.

Curie e inaugurado en julio de 1914. Al finalizar la primera Guerra Mundial, Marie Curie, desde la dirección del *Instituto del Radium*, prosiguió con el estudio fisicoquímico de los radioelementos y participó en el grupo de consenso creado para establecer el marco metrológico de estandarización del Ra, con el fin de homologar las dosis de radio empleadas como agentes terapéuticos en procesos oncológicos, así como de facilitar las comparaciones entre minerales radiactivos por los geólogos y los físicos. En 1911, el patrón oro del radio fue depositado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de Sèvres. En el *Instituto del Radium*, Marie Curie alentó la investigación y comunicación internacional. En calidad de miembro de la Academia de Medicina de París y del Comité para la Cooperación Intelectual de la Liga de Naciones desempeñó actividades institucionales, y viajó a Estados Unidos y a Madrid, dando una conferencia en la Residencia de Estudiantes el 13 de abril de 1931²⁸.

A. Viajes a Estados Unidos, Textos memorísticos

En 1921, Marie Curie viajó a Estados Unidos, donde recibió de manos del presidente Harding la donación de un gramo de radio, subvencionado con 100.000 dólares obtenidos por suscripción popular entre las mujeres americanas, patrocinada por la periodista Marie Meloney. Hemmungs Wirtén, la profesora del departamento de Cambio Social y Cultura en la Universidad Linköping (Suecia), en su libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, opina que la donación de un gramo de radio es la expresión del reconocimiento de la sociedad americana, en especial las mujeres, a la decisión adoptada por Marie y Pierre Curie, en 1902, de no patentar el descubrimiento del radio ni su método de obtención, así como por la cesión de uso y utilidad a la sociedad²⁹.

Al finalizar el viaje, la periodista Marie Meloney consigue de Marie Curie el permiso de copia y traducción al inglés de la biografía de su esposo, *Pierre Curie* redactada en francés y también que escriba su autobiografía en inglés. En Estados Unidos, ambos textos se publicarían en un único volumen con el título de *Pierre Curie with Autobiographical Notes*³⁰. En 1929, en su segunda visita a Estados Unidos, de nuevo recibió la donación de un gramo de radio, con el fin de apoyar y dotar de fondos al *Instituto del Radium* de Polonia.

²⁸ CURIE, M., «La Radiactividad y la evolución de la ciencia», Conferencia publicada por la Residencia de Estudiantes, *Arbor*, vol. CLXXXVII, Extra 1, 2011, pp. 47-53.

²⁹ HEMMUNGS WIRTÉN, E., «The Gift(s) That Kept on Giving Circulating Radium and Curie», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, Chicago (The University of Chicago Press), 2015, cap 3, pp. 75-109.

³⁰ HEMMUNGS WIRTÉN, E., «Epilogue», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, cit., pp 149-156.

B. Marie Curie defiende los derechos del investigador en la Academia de Medicina y en la Sociedad de Naciones

El 7 de febrero de 1922, Marie Curie ingresaría por unanimidad en la Academia de Medicina de París, por el descubrimiento del radio y su labor en la Curie-terapia. Fue la primera mujer miembro de la institución³¹.

Participó en la defensa iniciada a propuesta de Sr. L. Slots sobre la propiedad científica, que reclama la igualdad de trato entre el derecho del científico y el derecho de autor. En la sesión del 23 de junio de 1931, Marie Curie intervino en calidad de ponente para presentar los resultados de la Comisión, compuesta por los Sres. d'Arsonval, Hanriot, Bezançon, Sargento, Léon Bernard y la Sra. Curie y creada con el fin de estudiar la cuestión de la propiedad científica. Marie leyó la resolución en los siguientes términos: «La Academia de Medicina (...) constata que una legislación estableciendo el derecho del científico será un acto de justicia que permitirá, no sólo mejorar la situación individual de los autores de los descubrimientos científicos, sino también para promover el progreso de la ciencia, abordando la terrible crisis que sufren los laboratorios, los hospitales y otras instituciones de utilidad social. Reconoce que los estudios técnicos ya realizados, tanto desde el punto de vista nacional como en el campo internacional, da esperanza a conducir al nuevo derecho a una fórmula satisfactoria. Alienta la creación del derecho del científico y expresa el deseo y la esperanza de que el reconocimiento de este derecho se apresure por la iniciativa de las autoridades públicas»³².

La Academia de Medicina encargó a Fourneau responder a las propuestas «Sur la question de la propriété scientifique», leídas por la ponente M. Curie en la sesión del 7 de julio de 1931. Fourneau propone sus conclusiones:

- «1. Supresión, por la vía de extinción, de las escuelas, los laboratorios, e incluso las universidades cuya utilidad no sea demostrada.
 2. Reducción gradual al mínimo necesario, e incluso la eliminación completa a una cierta edad, de toda obligación impuesta a los profesores titulares a cualquier requisito de exámenes, cursos.
 3. Distribución de créditos adicionales teniendo en cuenta solo el número y valor de las publicaciones y de los trabajadores.
- La opinión de los científicos pertenecientes a las mismas ramas será solicitada para el otorgamiento de créditos y deberá ejercerse libremente en una votación

³¹ *ELECTION D'UN MEMBRE ASSOCIÉ LIBRE. Bulletin de l'Académie nationale de médecine. Biblioteca de la Academia Nacional MEDEC. Séance 7 février 1922, vol. 87, p 155.*

³² *CURIE (Mme) «Discussion du Rapport sur la question de la propriété scientifique». Bulletin de l'Académie nationale de médecine. www.gallica.bnf.fr / Bibliothèque de l'Académie nationale de médecine. (MEDEC). séance du 23 juin 1931, vol. 105, pp. 982-986.*

secreta. También se deberán regular los ascensos teniendo en cuenta, sobre todo, el valor de la obra científica de los profesores y de los estudiantes bajo su dirección.

4. Eliminar a la entrada de las carreras científicas los concursos demasiado difíciles y muy numerosos que, si crean una cierta selección, bastante artificial del resto, desgastan los puntos fuertes y retrasan el tiempo de trabajo personal y original.

5. Desarrollo de la enseñanza práctica de la ciencia, abriendo ampliamente todos los laboratorios de las Facultades a los trabajadores sin otro examen más que el de bachiller, asegurando la enseñanza práctica de la ciencia a un número suficiente de asistentes, y permitiendo, la creación de almacenes centrales, la adquisición sencilla de los artículos y los productos necesarios para la investigación. Todas estas circunstancias serán realizadas en grandes institutos equipadas con los medios de trabajo más modernos donde se encontrarán agrupados los laboratorios y los centros de investigación científica dedicados a las mismas ramas de la química orgánica e inorgánica, la física, la geología, la fisiología, la química física, la farmacología, etc. El dinero necesario para la construcción y desarrollo de los laboratorios y para las investigaciones viajes que se requerirán y las plantillas de personal estarán a cargo de una gran lotería nacional, del tipo que ha aportado a Dublín más de 230 millones para sus hospitales, y proporciona anualmente a la Universidad de Madrid, más de 20 millones para la creación y el desarrollo de la Ciudad Universitaria. La Academia de Medicina decide remitir estas propuestas a la Comisión»³³.

En la sesión de la MEDEC del 19 de diciembre de 1931, M. Bezançon presentaría las conclusiones del Informe sobre la propiedad científica, iniciado por la propuesta de Sr. L. Klotz, la comisión compuesta por los Sres. d'Arsonval, Hanriot, Bezançon, Sargento, Léon Bernard y Sra. Curie, y la propuesta de M. Fourneau.

La Academia observaría que la legislación que establece el derecho del científico sería un acto de justicia que no solo mejoraría la situación individual de los autores de los descubrimientos científicos, sino que también promovería el progreso de la ciencia al remediar la formidable crisis que afecta a laboratorios, hospitales y otras instituciones de servicios sociales. La Academia se declaró a favor de la creación del derecho del científico y expresó el deseo de que el reconocimiento de este derecho fuese acelerado por la iniciativa de las autoridades públicas³⁴.

El 15 de mayo de 1922, el Consejo de la Sociedad de Naciones nombró a Marie Curie miembro de la Comisión Internacional de Cooperación Intelectual (CICI). En este foro, a partir de sus vivencias científicas y políticas, colaboró en la defensa de los derechos de autor y la propiedad intelectual de las aplicaciones industriales, con la creación de retornos

³³ FOURNEAU, E., «Discussion du rapport de M^{me}. Curie Sur la question de la propriété scientifique», *Bulletin de l'Académie de Médecine*. [www.gallica.bnf.fr/\(MEDEC\)](http://www.gallica.bnf.fr/(MEDEC)), séance du 7 juillet 1931, vol.106, pp. 3-9.

³⁴ BEZANÇON, M., «Rapport Sur la propriété scientifique», *Bulletin de l'Académie de Médecine*. [www.gallica.bnf.fr/\(MEDEC\)](http://www.gallica.bnf.fr/(MEDEC)). Séance du 19 décembre 1931, vol. 106, pp. 691-692.

y beneficios económicos para la investigación. Estimuló el conocimiento de la difusión de la información científica, la coordinación bibliográfica y los resultados científicos, en especial la colaboración internacional. Intervino activamente hasta su fallecimiento en 1934^{35,36}.

V. CIRCUNSTANCIAS QUE PUDIERON INFLUIR EN LA DECISIÓN DE NO PATENTAR EL DESCUBRIMIENTO DEL RADIO

Entre las circunstancias que pudieron influir en no patentar el método de obtención del radio destacan las influencias familiares, las educacionales, su ideal de la ética científica, la necesidad de profesionales dedicados a la investigación y la de establecer colaboraciones entre la ciencia pura y la aplicada.

1. Influencias familiares, educacionales y solidarias

Las influencias familiares de Pierre Curie y Marie Slowdoska muestran similitudes, aunque proceden de distintos países y costumbres. Los progenitores de ambos eran profesionales de la pequeña burguesía. El padre de Pierre, Eugene Curie, era médico. Los padres de Marie eran profesores de enseñanza secundaria. Ambos crecieron en atmósferas intelectuales, solidarias y altruistas. Sus infancias transcurrieron durante la restauración del siglo XIX, en sus respectivos lugares de origen: Pierre (1859) en París en el esplendor de las artes y las ciencias; Marie (1867) en Varsovia, sometida al régimen zarista, donde las jóvenes, a partir de cumplir los 15 años, eran objeto de una discriminación educativa de género, que no les permitía continuar estudios superiores. Debido a su anhelo, voluntad y al apoyo familiar conseguiría trasladarse a París y finalizar en la facultad de ciencias de la Sorbona las licenciaturas de Física (1893) y Matemáticas (1894)^{37,38}. En su juventud, ambas familias les inculcaron ejemplos de solidaridad. En París, Pierre ayudó a su padre en un puesto de socorro para tratar a los heridos de las barricadas de la Comuna de París (movimiento que gobernó esta ciudad, del 8 de marzo al 28 de mayo de 1871). En Varsovia, Marie, educada en una atmosfera de patriotismo, participó junto a un grupo de intelectuales dando clases a sus compatriotas, en apoyo de la educación igualitaria, la llamada «Universidad volante»

³⁵ MICHEL, P., «Marie Curie, ¿une femme engagée?», *Clio. Historia, Mujeres y sociedades*. Ed: Editions Belin. [En línea], 24 | 2006, puesto en línea 01 de diciembre 2008, consultado el 29 de abril de 2015.

³⁶ HEMMUNGS WIRTÉN, E., «Intellectuals of the World, Unite! Curie and the League of Nations», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, cit., cap. 4, pp. 110-144.

³⁷ CURIE, M., «Notas Autobiográficas de Marie Curie», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 3, pp. 123 a 182.

³⁸ YUSTE, B., RIVAS-CABALLERO, S.L., *Skłodowska Curie. Una polaca en Paris*, 2.^a ed., Madrid (Edicel), 2011, pp. 9 a 40.

(una organización polaca clandestina)³⁹. En ambos casos, estas actitudes patrióticas tuvieron consecuencias para sus respectivos progenitores: el padre de Marie fue retirado de la dirección del centro escolar y su desarrollo profesional fue obstaculizado por el control ruso en el sistema educativo polaco, y al padre de Pierre le abandonaron los pacientes de su consulta particular. En las dos situaciones las familias tuvieron que adaptarse a vivir con menores recursos económicos.

Marie Curie, en su madurez, también mostró actitudes solidarias. Así en el transcurso de la primera Guerra Mundial, donde participó de forma activa en la defensa de Francia, logró dotar furgonetas con equipos de rayos X, los «petites Curie» (que se desplazaban a los frentes de guerra con la finalidad de diagnosticar las lesiones de metralla de los heridos), y enseñó el manejo de los instrumentos radiológicos al personal técnico y sanitario. Las experiencias adquiridas durante este periodo las relató en el libro *La Radiología y la Guerra*⁴⁰.

2. Factores éticos, visión altruista de la ciencia y del científico

Marie, en las últimas páginas de la biografía de Pierre, narra su visión de la ciencia «Nuestra sociedad (...) no comprende el valor de la ciencia, ni que esta forma parte de su patrimonio espiritual más precioso, ni que es la base de todos los progresos que facilitan la vida y aligeran el sufrimiento»⁴¹ y expresa su opinión de la actitud del científico, en sus *Notas Autobiográficas*: «(...) idealistas (...), creo que una sociedad bien organizada debería asegurarles unos medios de trabajo eficientes, así como una vida sin inquietudes materiales, de modo que puedan consagrarse a la investigación científica»⁴².

La sociedad científica europea creía en la importancia de una ciencia altruista, motivo por el cual no se estimulaba la solicitud de patentes. En Europa, durante este periodo, se consideraba que patentar los descubrimientos era casi un hecho inmoral o una ciencia de nivel inferior de tipo aplicada y/o mercantil. Así, W. C. Röntgen, descubridor de los rayos X, tampoco patentó su descubrimiento, una aportación científica de grandes aplicaciones prácticas que fue galardonada, en 1901, con el primer Premio Nobel de Física. Röntgen donaría la dotación del premio a organizaciones benéficas, y terminaría falleciendo en la pobreza^{43,44}.

³⁹ YUSTE, B., RIVAS-CABALLERO, S.L., *María Skłodowska Curie. Ella misma, Ayer y hoy de la historia*. 1.ª ed., Madrid (Ed. Palabra SA), 2016, pp. 30-31.

⁴⁰ CURIE, M., *La Radiologie et La Guerre*. Paris, (Librairie Félix Alcan 108, Boulevard Saint-Germain), 1921.

⁴¹ CURIE, M., «Pierre Curie. El duelo de la nación. Los laboratorios, estancias sagradas», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 7, pp. 115-120.

⁴² CURIE, M., «Notas Autobiográficas de Marie Curie», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 3, p. 171.

⁴³ The Nobel Prize in Physics 1901, Wilhelm Conrad Röntgen, www.Nobelprize.org.

⁴⁴ GOLDSMITH, B., *Marie Curie, genio obsesivo*, (Antoni Bosch), 2005, p. 113.

3. Colaboración entre ciencia pura y aplicada

Los esposos Curie, desde sus comienzos, no establecieron diferencias entre ciencia pura y aplicada a la industria. El primer trabajo de investigación de Marie Skłodowska fue, por subvención de la Sociedad de Fomento de la Industria, para estudiar las propiedades magnéticas de diversos aceros^{45,46}. Con el fin de estudiar las características físico-químicas del nuevo elemento precisaron purificar radio, y para lograr su objetivo se enfrentaron a ciertas dificultades. Debido a su escasa presencia en los minerales de uranio (lo que originó el elevado precio del nuevo elemento), debieron comprar, con las dotaciones económicas de los premios de la Academia de Ciencias y del premio Nobel, las primeras toneladas de mineral de peblend, procedentes de las minas de Saint Joachimstahl en Bohemia. Los Curie aportaron los procedimientos para purificar el radio, y la empresa química *Société Centrale de Produits Chimiques*, fabricante de los aparatos físicos patentados por Pierre y Jacques Curie, colaboró en su aislamiento y purificación, a partir de las toneladas de residuos del mineral de uranio⁴⁷. Marie también colaboró con la *Société Minière Industrielle Franco-Brasilienne*, la *Standard Chemical Company* y la *Union Minière du Haut Katanga*⁴⁸.

VI. REPERCUSIONES DE LA DECISIÓN DE NO PATENTAR

Marie, en sus escritos, expresó las dificultades económicas que hubo de afrontar como resultado de no patentar sus hallazgos. Los Curie no dejaron una herencia a sus hijos, ni guardaron fondos para su vejez. Roque describe este hecho: «La descubridora del radio ha renunciado a una fortuna al no patentar sus métodos para producir el elemento más valioso del planeta»⁴⁹.

En el momento de adoptar la decisión, también es posible que no pensasen en las futuras aplicaciones terapéuticas del radio. Roque opina que, en el momento del descubrimiento del radio, no vislumbraron el futuro del nuevo elemento y de la radiactividad, «no conocían el potencial industrial y económico del nuevo elemento», aunque es preciso señalar el estudio realizado por Pierre Curie y Henry Becquerel, en colaboración con los médicos del hospital de Saint-Louis de Paris, *Acción fisiológica de las radiaciones del radio*, con el objetivo de utilizar el radio para tratar las enfermedades cutáneas y el cáncer, leído a la

⁴⁵ SKŁODOWSKA-CURIE, M., «Propriétés magnétiques des aciers trempés». *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*. 1897, vol. 125, pp. 1165-1168.

⁴⁶ HEMMUNGS WIRTÉN, E., «Me, Myself, I», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, cit., cap 1, p. 29.

⁴⁷ ROQUÉ, X., «Ciencia e industria en el desarrollo de la radiactividad: el caso de Marie Curie», *Arbor* CLVI, 613 (enero 1997), pp. 25-49.

⁴⁸ ROQUÉ, X., «Marie Curie And The Radium Industry: A Preliminary Sketch», *History and Technology*, 1997, vol.,13, pp. 267-291.

⁴⁹ CURIE, M., «Releer a Curie», en el libro *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., p. 19.

Academia de Ciencias en 1901⁵⁰, donde valoran su posible utilidad terapéutica. Por otra parte, los Curie eran conscientes de la ayuda económica que suponían las patentes, ya que recibían los *royalties* de las patentes de las balanzas e instrumentos físicos diseñados por Pierre, que en sus primeros años aportaron al matrimonio ingresos de 1500 francos equivalentes a 1/4 de su salario anual⁵¹.

También Hemmungs Wirtén, al abordar la investigación sobre la propiedad intelectual de los Curie, piensa que, en la Francia de 1898 (año del descubrimiento del radio), las mujeres casadas no tenían personalidad jurídica propia (capítulo VI, artículos 213 y 217 del Código Civil de 1804), y por tanto no podían acceder a la propiedad individual que incluía la propiedad industrial. Este hecho podría haber alejado a Marie en su calidad de científica a patentar el descubrimiento del radio, aunque no se debe olvidar que la investigación fue realizada por ambos científicos⁵².

VII. CONCLUSIONES

Los Curie patentaron los aparatos de medición física, estableciendo así una colaboración con la ciencia aplicada a través de las empresas que fabricaban los aparatos de medición física. En el descubrimiento del novedoso elemento radio, optaron por no patentar y publicar sus investigaciones, aunque valoraron el uso terapéutico del mismo. Las importantes restricciones de la legislación francesa acerca de las patentes médicas podrían haber influido en su decisión.

Por otra parte, el legado de enseñanzas familiares y actitudes solidarias seguramente influyeron en el desinterés económico a patentar el método de aislamiento del radio. Marie Curie en su etapa final reflexionó sobre su decisión de generosidad social.

Marie Curie adquirió, en el periodo de entreguerras, un gran prestigio social por su participación en labores humanitarias, solidarias y científicas desempeñadas durante la primera Guerra mundial, semejantes a las de su juventud. Ello la condujo a defender el derecho del científico o del sabio con la finalidad de intentar superar la diferencia de trato legislativo en relación con el trato referido a la propiedad intelectual de los derechos de autor, en su calidad de miembro de la Academia de Medicina de Paris y de la Sociedad de Naciones. Siempre mantuvo su ideal del científico altruista, aunque su afán fue establecer una ciencia pública, y así trató de convencer a políticos y gobiernos para que apoyasen la creación de laboratorios de investigación, incluyendo sus aplicaciones prácticas, donde pudiesen trabajar e investigar científicos idealistas. Su labor en la Academia de Medicina

⁵⁰ CURIE, P. y BECQUEREL, H., «Action physiologique des rayons du radium», *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, T. 132, 1901, pp. 1289-1291.

⁵¹ HEMMUNGS WIRTÉN, E., «Me, Myself, I», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, cit., cap. 1, p. 20

⁵² HEMMUNGS WIRTÉN, E., «Me, Myself, I», en el libro *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, cit., cap. 1, p. 30.

de París muestra el ejemplo de solidaridad popular, que propició que algunos gobiernos entendiesen la importancia de los investigadores y su trabajo en la ciencia básica y sus aplicaciones. «No podemos confiar en crear un mundo mejor sin mejorar los individuos»⁵³, escribió, lo cual expresa sus ideas de progreso social.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- CURIE, E., *La vida heroica de María Curie, descubridora del radio (contada por su hija)*, ed. 26ª, Madrid (Colección Austral, Espasa-Calpe), 1966.
- CURIE, M., *Escritos Biográficos de Marie Curie*. Dirección de Xavier Roque, Bellaterra, Cerdanyola del Valles (Ediciones UAB, El espejo y la lámpara), 2011.
- DRY, S., *Curie*, Madrid (Tutor), 2006.
- GOLDSMITH B., *Marie Curie, genio obsesivo*, Barcelona (Ed. Antoni Bosch), 2005.
- HEMMUNGS WIRTÉN, E., *Making Marie Curie. Intellectual Property and Celebrity Culture in an Age of Information*, Chicago (The University of Chicago Press) 2015.
- MONTERO, R., *La ridícula idea de no volver a verte*, Barcelona (Ed. Planeta, Seix Barral), 2013.
- SÁNCHEZ RON, J.M., *Marie Curie y su tiempo*, Barcelona (Ed. Crítica), 2000.
- YUSTE, B., RIVAS-CABALLERO, S.L., *Skłodowska Curie. Una polaca en París*, Madrid (Ed. Edicel), 2ª Ed, 2011.
- YUSTE, B., RIVAS-CABALLERO, S.L., *María Skłodowska Curie. Ella misma*, Madrid, (Ed. Palabra SA), 2016.

⁵³ CURIE, M., «Notas Autobiográficas», ob. cit., del libro, *Escritos Biográficos de Marie Curie*, cit., cap. 1, p. 131.

Tabla I. Aparatos físicos*

<p>APARATOS FISICOS</p> <p><i>Bibliografía</i></p> <p>Fabricante</p>
<p>QUARTZ PIÉZO-ÉLECTRIQUE, en colaboración con M. J. Curie.</p> <p><i>Journal Lumière électrique t.XXII,1886, p.57</i></p> <p>M.Bourbouze, desde 1890 la Société Centrale de Produits Chimiques</p>
<p>ÉLECTROMÈTRE A BILAME DE QUARTZ, en colaboración con M.J. Curie</p> <p><i>Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CVI,1888, p.1287</i></p> <p>Société Centrale de Produits Chimiques</p>
<p>ÉLECTROMÈTRE ASTATIQUE, en colaboración con M.R. Blondot</p> <p><i>Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CII,1888, p. 811</i></p>
<p>ÉLECTROSCOPE POUR L'ÉTUDE DES CORPS-RADIO-ACTIFS</p> <p><i>Bulletin de la Société de Physique, 19 janvier 1900, n°. 60, p. 591</i></p> <p>Société Centrale de Produits Chimiques</p>
<p>DYNAMOMÈTRE DE TRANSMISSION AVEC SYSTÈME DE MESURE OPTIQUE</p> <p><i>Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CIII,1886,n°56, p. 45 o 551</i></p>
<p>BALANCE DE PRECISION APÉRIODIQUE ET A LECTURE DIRECTE DES DERNIERS POIDS</p> <p><i>Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. CVIII, 1889, n° 54, p. 563</i></p> <p>Société Centrale de Produits Chimiques</p>

(*) Estas referencias se han obtenido del capítulo «APPAREILS NOUVEAUX», pp. 25-29, en «Notice sur les travaux scientifiques de M. P. Curie» (1902), el manuscrito en el apartado de P. Curie, archivos de Academia de Ciencias Francesa, y en las obras completas de Pierre Curie con una introducción de Marie Curie (*Oeuvres de Pierre Curie*, Paris, Gauthier-Villars, 1908).