



1 9 3 3 - 2 0 0 8

**CEU 75**

*Instituto de Estudios  
de la Familia*

---

*Universidad San Pablo*

**Documento de Trabajo**

**Serie Ámbitos de la Mujer**

Número 3 / 2008

## **La mujer en la Historia de la Ciencia**

---

**María José Borrego Gutiérrez (Ed.)**

*CEU Ediciones*

Los Documentos de Trabajo del Instituto difunden los resultados de las investigaciones y reflexiones de sus equipos o de alguno de los investigadores o colaboradores en particular.

El Observatorio Universitario de la Mujer es el área del IF dedicada a la investigación multidisciplinar sobre la mujer, en todas las funciones que ésta puede desarrollar en la sociedad, prioritariamente en la familia. Los estudios se desarrollan según la metodología de las distintas disciplinas de las humanidades, las ciencias de la salud y las ciencias sociales. «Ámbitos de la Mujer» difunde los estudios del Observatorio y otros que concuerdan con sus líneas de trabajo.

Las opiniones de los autores no expresan necesariamente las del Instituto.

Serie *Ámbitos de la Mujer* de Documentos de Trabajo del Instituto de Estudios de la Familia

### **La mujer en la Historia de la Ciencia**

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Derechos reservados © 2008, por María José Borrego Gutiérrez (Ed.)

Derechos reservados © 2008, por Fundación Universitaria San Pablo-CEU

*CEU Ediciones*

Julián Romea, 18 - 28003 Madrid

<http://www.ceu.es>

Instituto de Estudios de la Familia

Julián Romea, 23 - 28003 Madrid

<http://www.ceu.es/usp/if>

ISBN: 978-84-96860-67-4

Depósito legal: M-14987-2008

Compuesto e impreso en el Servicio de Publicaciones de la Fundación Universitaria San Pablo-CEU

# Marie Curie: Pasión por la investigación científica<sup>1</sup>

Prof. Dr. Miguel Acosta López

## 1. Marie Curie: Primeros años de su vida

Marie Curie es una de las mujeres científicas más famosas de la historia, sus logros son muy difíciles de superar. Como dato de interés podemos mencionar que durante el siglo XX han sido treinta mujeres en total las que han recibido el premio Nobel. Ella ha sido la primera mujer galardonada con este premio en 1903. Es el más reconocido y codiciado de los premios internacionales, y además lo ha recibido dos veces: en el campo de la Física y en el de la Química. Otro dato llamativo es que no solamente ella recibió este galardón, sino también su marido, su hija y su yerno. Una familia completa honrada de esta manera no se ha visto nunca en la historia de la Ciencia. En esta revisión de la presencia de la mujer en las ciencias, hablar de *Madame* Curie es razón obligada.

La vida de Marie Sklodowska es de por sí interesante, una polaca inmigrante que tuvo que abrirse camino en el competitivo y elitista mundo universitario francés de finales del siglo XIX. Cuando una persona acomete una gran empresa con éxito, sirve de modelo a otras que desean imitarla. Las cosas buenas tienen que ser imitadas porque ayudan a superarse a uno mismo, si deseamos buscar las virtudes que han permitido a Marie Curie obtener los resultados que han beneficiado a la humanidad, podría resumirlo diciendo que sobre todo en su abnegada fuerza de voluntad.

Marie Sklodowska nació en Varsovia el 7 de noviembre de 1867. Su padre Wlasylaw Sklodowski fue profesor de matemáticas y de física en un liceo. Su madre, Bronislawa, dirigía una escuela de chicas. Marie, o Mania como la llamaban, fue la menor de cinco hermanos. Jozef, único varón, llegó a ser un buen médico en Varsovia. Zofia, la mayor, murió de tifus a los 14 años, Bronislawa (Bronia) estudió en París con la ayuda de Marie y más tarde se casó con otro estudiante polaco de medicina. Helena (Hela) sería profesora como sus padres.

Cuando Marie tenía nueve años perdió a su madre: “esta catástrofe fue la primera gran pena de mi vida y me sumió en una profunda depresión. (...) Su influencia sobre mí era extraordinaria, ya que en mí el natural amor de la niña por su madre se unía a la admiración apasionada”<sup>2</sup>. A los quince años terminó sus estudios de bachillerato y fue a vivir durante un año con un tío suyo para recuperarse de un agotamiento nervioso. Al regresar a Varsovia decidió trabajar para ayudar a su padre que había perdido su empleo como Supervisor de Colegio. Inicialmente dio clases particulares, pero luego trabajó como institutriz con la familia de un abogado con la que nunca congenió.

Además de esta situación familiar concreta, había otros dos obstáculos que dificultaban las aspiraciones de Marie. Uno era la situación política de Polonia, que en aquel momento estaba sometida a Rusia. Los polacos no aceptaban con indiferencia dicha situación, todo lo contrario, tenían exacerbado el espíritu patriótico y la atmósfera nacionalista elevó el sentimiento de autoafirmación en los jóvenes. Lo segundo eran las dificultades que tenían las mujeres para acceder a la educación superior y a la vida pública y política en general. Con todo, Marie abrigaba esperanzas de poder cursar sus estudios universitarios en el extranjero. Había oído que algunas mujeres estudiaban en Petrogrado o en países extranjeros y estaba decidida a prepararse ella sola para seguir ese camino.

<sup>1</sup> Ponencia presentada durante las II Jornadas del Área de Ciencias, Instituto CEU de Humanidades Ángel Ayala, 20 y 21 de abril de 2006, Escuela Politécnica Superior, Universidad CEU San Pablo, Madrid.

<sup>2</sup> CURIE, M., *Autobiographical Notes*, The Macmillan Company, Nueva York, 1963, p.78.

Su hermana Bronia también había decidido viajar a París para estudiar medicina, y se había puesto de acuerdo con Marie para ayudarse mutuamente. Primero Marie le apoyaría económicamente, y Bronia, una vez instalada, llamaría a Marie a París. Durante cinco años trabajó como institutriz y estudiaba cuando podía. Leía desde la física de Daniell, hasta la sociología de Spencer, en francés; y las lecciones de anatomía y de fisiología de Paul Bers en ruso. Estudiaba varias cosas a la vez para no fatigarse concentrándose en una sola, además, cuando se sentía cansada para leer con provecho, resolvía problemas de álgebra y trigonometría que le exigían concentración y así forjaba su hábito de estudio. Fueron años costosos y duros, sobre todo porque cada vez veía más distante la posibilidad de estudiar fuera. En más de una ocasión pensó que lo de Francia sería un sueño que nunca podría llevarse a cabo, y eso la desencantaba, al ver que los proyectos que con tanta ilusión había esbozado con Bronia, se alejaban lentamente del horizonte de su vida.

## 2. Migración a París

Bronia, la hermana de Marie, conoció a otro inmigrante polaco Casimiro Dluski, con quien más tarde se casó. Ambos pudieron terminar sus estudios de medicina en París. Gracias a la insistencia de su hermana, que finalmente pudo animarla y convencerla, Marie Sklodowska llegó a París en noviembre de 1891, con veintitrés años, con el fin de estudiar en la Sorbona.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, en Francia, las mujeres teóricamente no estaban excluidas de la educación superior ni de las profesiones, excepto el Derecho, que les estuvo oficialmente vetada hasta 1899. En la práctica, sin embargo, era difícil que fuesen admitidas en la Universidad, las escuelas estatales femeninas no preparaban para obtener el título que les acreditaba para entrar en la Universidad, esto lo comenzaron a hacer recién en 1905. En 1866, si las mujeres deseaban estudiar en la Facultad de Medicina necesitaban un permiso especial del Ministerio de Instrucción Pública para que pudieran matricularse. Al repasar las estadísticas se puede observar que hasta 1882 sólo se habían doctorado 19 mujeres, de las cuales 5 eran francesas y el resto extranjeras. Esto muestra otra característica de la educación superior en Francia desde finales del siglo XIX: la gran presencia de estudiantes extranjeros. En 1901 había 900 estudiantes femeninas en las universidades francesas, el 3% del total del alumnado<sup>3</sup>. Ya se ve que no era nada común el hecho de que una mujer decidiese realizar los estudios superiores, es más, se lo miraba con recelo.

Al llegar a Francia, Marie vivió con su hermana y su cuñado en un pequeño apartamento que quedaba a una hora de la Sorbona. Como siempre, el choque cultural fue grande, pero sobre todo se dio cuenta de que el nivel de exigencia académica era demasiado alto para su preparación, lo reconoció en su autobiografía: “De hecho, estaba insuficientemente preparada para seguir el curso de física de la Sorbona, ya que, a pesar de todos mi esfuerzos, en Polonia no había conseguido adquirir una preparación tan completa como la de los estudiantes franceses que seguían el mismo curso. Me vi obligada, por tanto, a compensar esa deficiencia, especialmente en matemáticas. Dividí mi tiempo entre cursos, trabajo experimental y estudio en la biblioteca. Por las tardes, trabajaba en mi habitación, a veces hasta muy tarde por la noche. Todo lo que vi y aprendí que era nuevo me encantaba. Era como si se me abriese un nuevo mundo, el mundo de la ciencia, que por fin me era permitido conocer con toda libertad”<sup>4</sup>. Marie Curie no solamente conseguiría finalizar la licenciatura de Ciencias en el tiempo establecido, sino que también hizo otra licenciatura en Matemáticas que finalizaría en 1894. El entusiasmo con que relata la libertad para estudiar y descubrir el panorama científico nos da una idea de lo pesado que puede resultar para un espíritu de elevadas aspiraciones, conformarse con las limitaciones y los escasos recursos que les ofrecen los países menos desarrollados en este ámbito. No es sencillo y mucho menos agradable romper con unos lazos de sangre y de patria para ir a buscar un ideal que espolea el espíritu con afán de superación. Hay que elegir, y cualquiera sea la decisión, hay un enorme sacrificio inevitable. Al principio, como mujer y como extranjera, tuvo dificultades para relacionarse con los franceses y buscó sobre todo más relación con otros compatriotas polacos. De todas formas, Marie no era una mujer muy sociable, era más bien reservada en el trato con los demás.

<sup>3</sup> Cfr. SÁNCHEZ RON, J.M., *Marie Curie y su tiempo*, Ed. ABC, Barcelona, 2003, pp.30-31.

<sup>4</sup> Cfr. Ídem, p.32.

A medida que Marie avanzaba en sus estudios comenzó a darse cuenta de que en casa de su hermana no podía obtener el rendimiento que necesitaba para aprobar el curso académico. Además, tenía muchas distracciones porque su cuñado se empeñaba en que ella participara de algunas actividades sociales, como ir al teatro o salir con amigos. Marie en esos momentos tenía la cabeza en otra parte, estaba realmente preocupada por salir adelante y además con buenos resultados, sobre todo porque así podía solicitar alguna beca que le permitiera seguir estudiando, ya que tenía apenas dinero para vivir. Por este motivo, decidió mudarse a un pequeño apartamento que alquilaría cerca de la Universidad en el barrio Latino. Este cambio, aunque le supuso la renuncia a ciertas comodidades que tenía en casa de su hermana, le dio la ventaja de estar muy cerca de la Sorbona y aprovechar el tiempo para estudiar.

En su nuevo domicilio trabajó mucho mejor a pesar de la pobreza y austeridad con la que vivió. Los Dluski le pasaban una pequeña suma para que pudiera salir adelante. Hizo esfuerzos para que el poco dinero con que contaba le cubriera los gastos de cada mes. Primeramente se mudó a un pobre hotel amueblado, pero luego se trasladó a una buhardilla, semejante a las habitaciones de los criados, un reducto minúsculo iluminado por un tragaluz que daba al tejado. Durante el invierno lo pasaba francamente mal. Tenía el mínimo de gasto de carbón para el frío y el mínimo de gasto de luz. El dinero no le daba para más. En cuanto se hacía de noche, dejaba la buhardilla e iba a estudiar a la biblioteca de Santa Genoveva, a poca distancia de su casa —donde había luz de gas y calefacción— hasta las diez de la noche, hora en que volvía para seguir trabajando con una lámpara de petróleo hasta las dos de la madrugada.

En ese tiempo, Marie llegó a descuidarse mucho: “María no admite que tenga hambre o frío. Para no tener que comprar carbón de nuevo —¡también por olvido!—, descuida el encender la estufa, y escribe cifras, y ecuaciones, sin darse cuenta de que sus dedos se entumescen y que sus hombros tiemblan. Una sopa caliente, un trozo de carne, la reconfortarían. Pero María no sabe hacer una sopa, y no puede gastar un franco, y perder media hora preparando un pedazo de ternera. Apenas entra en la carnicería, y menos aún en el restaurante. Es demasiado caro. Durante muchas semanas, no come más que pan con manteca y bebe té. Cuando siente la necesidad de un festín, entra en una lechería del Barrio Latino, donde sirven huevos crudos, o compra una pastilla de chocolate, o fruta.

“Con este régimen, la muchacha sólida y hermosa, que hace unos meses llegó de Varsovia, va adquiriendo, rápidamente, una anemia. A menudo, cuando se levanta de la mesa, se le va la cabeza. Apenas llega a la cama, se desvanece. Más tarde, cuando vuelve en sí, se pregunta por qué se habrá desmayado. Cree que está enferma, pero desdeña su enfermedad como todo lo demás. No se le ocurre que se cae de debilidad y que su único mal es morir de hambre”<sup>5</sup>. Cuando sus familiares de París le preguntaban cómo marchaba todo, ella contestaba que bien, sin embargo, un día se desvaneció ante sus compañeras y una de ellas tuvo que avisar a sus parientes médicos. Pocas horas después del incidente, Casimiro subió a la buhardilla donde vivía Marie y examinó a su cuñada, le preguntó qué había comido, entre tiras y aflojes se enteró que desde el día anterior solamente había comido una lata de rabanitos y un cuarto de kilo de cerezas, había trabajado hasta las tres de la madrugada y dormido cuatro horas. Luego había ido a la Sorbona donde se desvaneció, y al volver a la casa había terminado de comer los restos de la lata de rabanitos. Entonces perdió el conocimiento por segunda vez. Casimiro la llevó a su casa y junto con Bronia la cuidaron hasta que Marie se restableció, llevando una buena dieta alimenticia. Una vez recuperada y ante la proximidad de los exámenes, Marie volvió a la buhardilla a condición de que se cuidaría mejor la salud.

El año 1893 había sido muy duro, pero Marie logró superar sus exámenes obteniendo el primer puesto y había vuelto a Polonia. Sin embargo, no tenía dinero para regresar a Francia. Gracias a las gestiones de una amiga suya, la señorita Dydynska, consiguió una beca para continuar sus estudios. Así, pudo cursar el último año de la licenciatura en Matemáticas y se instaló en una habitación más cómoda y no tan precaria como la antigua buhardilla.

---

<sup>5</sup> CURIE, E., *La vida heroica de María Curie descubridora del Radium*, Austral, Buenos Aires, 1945, p.97.

### 3. Un compañero de viaje: Pierre Curie

A principios de 1894 conoció a Pierre Curie con quien trabó amistad casi inmediatamente. Pierre Curie se licenció en Ciencias y como se había dedicado a labores de experimentación, fue nombrado Preparador Adjunto del profesor Quentin Paul Desains en el laboratorio de física de la Sorbona. Luego le nombraron Preparador en la Escuela Municipal de Física y de Industrias Químicas de París, que comenzó a funcionar en 1882 con el objeto de formar ingenieros científicos para la industria. Fue en esta época cuando publicó, junto con su hermano Jacques, un artículo con importantes resultados sobre las propiedades eléctricas de los cristales. Estas investigaciones les conducirían al descubrimiento de la piezoelectricidad. La piezoelectricidad consiste en una polarización eléctrica producida por la compresión o expansión de cristales en la dirección del eje de simetría. Pero también se da el fenómeno recíproco: la compresión o dilatación de cristales piezoeléctricos cuando se ven expuestos a la acción de un campo eléctrico<sup>6</sup>.

Sus investigaciones requirieron el desarrollo de nuevos instrumentos de medida. Los hermanos Curie construyeron un nuevo aparato, el electrómetro piezoeléctrico de cuarzo, que medía en términos absolutos pequeñas cantidades de electricidad, al igual que corrientes eléctricas de baja intensidad. Aunque durante algunos años estas investigaciones fueron abandonadas, durante la Primera Guerra Mundial, Paul Langevin, aplicó este descubrimiento en la detección de submarinos mediante el sonar, gracias a un detector de cuarzo piezoeléctrico que captaba ultrasonidos. También en la actualidad se utilizan en varios instrumentos, como los relojes de cuarzo.

Los conocimientos científicos de Pierre Curie no se correspondían con su situación profesional e institucional, en parte se debía a su personalidad que prefería evitar competidores en su campo de investigación, y a que daba preferencia a la experimentación y desdeñaba la especulación teórica<sup>7</sup>.

Marie y Pierre se conocieron gracias a la presentación de un compatriota de Marie, el profesor Józef Kowalski, de la Universidad de Friburgo, quien les invitó un día a su casa. Congeniaron enseguida, sobre todo porque a ambos les unía la misma pasión por la ciencia. Se casaron un año más tarde en 1895, fue una boda civil porque Pierre era librepensador y Marie hacía tiempo no practicaba su religión católica. “Con mi matrimonio —escribió Marie (en su autobiografía)— comenzó para mí una nueva existencia, completamente diferente de la solitaria vida que había conocido durante los años precedentes. Mi marido y yo estábamos unidos tan estrechamente por nuestro afecto y trabajo común que pasábamos casi todo nuestro tiempo juntos. Tengo solo unas pocas cartas de él porque nos separábamos muy poco. Mi marido pasaba todo el tiempo que podía robar a la enseñanza en su trabajo de investigación en el laboratorio de la escuela en la que era profesor, y yo obtuve autorización para trabajar con él”<sup>8</sup>.

### 4. Investigaciones sobre la radioactividad

Hacia finales del siglo XIX la ciencia pasaba por un gran momento, se habían realizado numerosos descubrimientos que revelaban misterios ocultos durante siglos, por ejemplo, la relación entre la electricidad y el magnetismo. Gracias a los estudios de Oersted, Faraday y Maxwell, se descubriría una nueva fuerza fundamental del universo: el electromagnetismo. Más aún, los difíciles problemas planteados por la óptica que intentaban explicar el fenómeno de la difracción encontraban una respuesta inusitada en la teoría ondulatoria. Dicha teoría proponía una nueva explicación acerca de los campos magnéticos y la transmisión de ondas que según sus características de longitud y frecuencia permitía la distinción de los colores del arco iris descompuesto en su momento gracias al prisma de Newton.

A su vez, la química, gracias a las investigaciones de Mendeleiev ya había encontrado la manera de ordenar los elementos en una tabla periódica y se adentraba cada vez más en el estudio de las propiedades de los componentes

<sup>6</sup> Cfr. SÁNCHEZ RON, J.M., op.cit., pp.36-37.

<sup>7</sup> Ídem, pp.37-38.

<sup>8</sup> Ídem, p.39.

de las sustancias: los elementos. Tanto la química como la biología comenzaban a descubrir un microcosmos que había sido inimaginable hasta ese momento. Los estudios de Jenner, Koch y Pasteur llevaron a la medicina a descubrir el mundo de los microorganismos y a combatir las enfermedades de un modo completamente novedoso.

También en esta época, a finales del siglo XIX, un físico alemán de la Universidad de Wurzburg, Wilhelm Roentgen, estudiando las propiedades de los rayos catódicos descubrió un nuevo tipo de rayo al que denominó “rayos X” por desconocer su naturaleza. En 1895 envió una comunicación a la Sociedad Física y Médica de Wurzburg bajo el título “Sobre un nuevo tipo de rayos”, adjuntó a las copias unas fotografías que luego se hicieron mundialmente famosas, entre ellas estaba la radiografía de la mano de su esposa con un anillo. Este descubrimiento causó sensación y varios científicos comenzaron a investigarlo para encontrar su verdadera naturaleza.

Tras los descubrimientos de Roentgen, el matemático Poincaré tuvo la idea de investigar si los rayos semejantes al rayo X eran emisiones de los cuerpos fluorescentes bajo la acción de la luz. Esta idea llevó a Henri Becquerel, profesor de la Escuela Politécnica de París, a investigar la hipótesis. Para ello, comenzó a experimentar a partir de las sales de un metal raro que se había descubierto en la época de la Revolución Francesa y que tenía el nombre de un planeta también recientemente descubierto en ese momento: el uranio.

Becquerel descubrió un fenómeno completamente distinto al que buscaba, las sales de uranio emitían espontáneamente rayos de naturaleza desconocida sin acción previa de luz. Un compuesto de uranio, colocado sobre una placa fotográfica, envuelta en papel negro, la impresionaba a través del papel. Se aseguró de que esas propiedades no dependían en absoluto de la presencia de luz o insolación, manteniendo el uranio durante mucho tiempo en la oscuridad. Al final, sus experimentos y descubrimientos fueron publicados en el año 1896 por la Academia de Ciencias de París.

Por aquella época Marie ya había acabado sus estudios y deseaba desarrollar su tesis doctoral. Buscando un tema junto con Pierre, los rayos de Becquerel comenzaron a intrigarles con gran intensidad: ¿de dónde procedía la energía mínima que desprenden de forma continua los compuestos de uranio?, ¿cuál era la naturaleza de dichas radiaciones? Así, pues, decidieron que ese sería el tema de la tesis doctoral de Marie. Ya tenía el tema, pero necesitaba disponer de un lugar para trabajar y materiales para sus experimentos. Gracias a la intervención de su marido, consiguieron que el Director de la Escuela de Física les prestara un pequeño taller mal acondicionado donde poder iniciar sus investigaciones.

El punto de partida sería el mismo metal utilizado por Becquerel, el uranio, y su tarea consistiría en medir el “poder de ionización” de los rayos del uranio, es decir, su poder de convertir el aire conductor de la electricidad y de descargar un electroscopio. Para ello, Marie contaba con la cámara de ionización inventada por su marido y su cuñado, el electrómetro Curie, y un pedazo de cuarzo piezoeléctrico. Después de algunas semanas consiguió el primer resultado, tenía la certidumbre de que la intensidad de la radiación obtenida podía ser medida con precisión y que no estarían influidas ni por el estado de la combinación química del uranio, ni por las circunstancias exteriores como la iluminación o la temperatura.

El siguiente paso fue detectar que dichos rayos al no estar condicionados por nada podrían provenir directamente de la naturaleza del metal, incluso pensaba que podría no solamente tratarse en exclusiva de una propiedad del uranio, sino también de propiedades inherentes a otros metales. Dejó de lado el estudio del uranio y descubrió que también el torio emitía rayos espontáneos semejantes al uranio. Con ello, Marie Curie se dio cuenta que dichos rayos son una propiedad de ciertos metales. Llamó a este fenómeno “radiactividad” y a los metales que poseían esta propiedad: “radioelementos”.

Al examinar distintos minerales y medir su radiactividad encontró que en algunos casos esa radiactividad era anormalmente más intensa de la que pudiera esperarse según las cantidades de uranio y torio contenidas en los minerales examinados. Los consideró como un error en la experimentación. Por tanto, Marie volvió a la medición decenas de veces y el resultado siguió siendo el mismo. La conclusión era la misma, las cantidades de uranio y

torio que se encontraban en los minerales no bastaban para justificar la intensidad excepcional de la radiación que observaba. ¿De dónde procede esa radiación excepcional? La única respuesta que encontró fue que los minerales deberían contener en pequeña cantidad una sustancia mucho más radiactiva que el uranio y el torio. Si ya había examinado todos los elementos conocidos, ¿cuál sería? Pues, un nuevo elemento. Pensar en un cuerpo nuevo, en un elemento aún no descubierto era algo apasionante. En una comunicación a la Academia, presentada por el profesor Lippmann y publicada el 12 de abril de 1898, Marie Curie anuncia oficialmente la presencia probable en los minerales de pechblenda de un cuerpo nuevo, dotado de una radiactividad poderosa. El asunto está en encontrarlo.

Pierre abandona momentáneamente sus investigaciones sobre los cristales y se une a la búsqueda del nuevo elemento anunciado por su esposa y a conseguir su aislamiento. Pacientemente comienzan a trabajar y a separar por procedimientos ordinarios de análisis todos los cuerpos de que está constituida la pechblenda. Por eliminaciones sucesivas restringen el campo de investigación hasta que finalmente consiguen distinguir dos fracciones químicas diferentes, lo que les lleva a pensar que en lugar de una sustancia, hay dos. En la memoria que redactan en julio de 1898 se lee: “... creemos que la sustancia que hemos sacado de la pechblenda contiene un metal no conocido aún, vecino del bismuto por sus propiedades analíticas. Si la existencia de este nuevo metal se confirma, nos proponemos denominarle polonio, del nombre del país de origen de uno de nosotros”<sup>9</sup>. Y en otra comunicación presentada el 26 de diciembre de 1898 con relación a la segunda sustancia se lee: “... las diversas razones que acabamos de enumerar nos hacen creer que la nueva sustancia radiactiva contiene un elemento nuevo, al cual nos proponemos dar el nombre de radio”<sup>10</sup>. En el título de la comunicación de los esposos Curie, donde anuncian la presencia del nuevo elemento, aparece por primera vez la palabra “radiactiva” (“Sobre una nueva sustancia radiactiva, contenida en la pechblenda”). Fue Marie Curie quien utilizó dicho nombre tras inspirarse en los rayos de Becquerel. A la propiedad de algunas sustancias de ser radiactivas se denominó “radiactividad”. Este nombre prevaleció sobre otros como, por ejemplo, “hiperfosforescencia”, propuesto por Silvanus Thompson<sup>11</sup>.

Estos dos descubrimientos permitieron explicar los fenómenos físicos desde otra óptica, algo que ya se venía intuyendo y que tenía que ver con la estructura atómica de los cuerpos. Sin embargo, los químicos eran más categóricos, no se conformaban con que se anunciara la existencia de dos nuevos cuerpos, sino que había que verlas, analizarlas y determinar su “peso atómico”. En conclusión, si no hay peso atómico, no hay nuevo elemento. Los esposos Curie debían demostrar la existencia esos nuevos elementos que anunciaban. Esta sería una tarea de otros cuatro años de trabajo.

El problema más grave consistía en contar con grandes cantidades de un material caro, debido a que la pechblenda, de donde obtendrían las sustancias, era un mineral precioso que se encontraba en las minas de Bohemia para la industria del vidrio. Además, necesitaban de mayor espacio de trabajo. Con respecto a esto último, los esposos Curie pudieron disponer de un hangar desocupado que había pertenecido a la Facultad de Medicina y quedaba frente al taller de Pierre. El director de la Escuela se los había dejado lamentando no poder ofrecerles otro lugar mejor. Al tiempo de instalarse en el hangar, les llegó una carta de Austria diciéndoles que los residuos de las extracciones de uranio no se habían desechado, sino que se habían amontonado cerca de un pinar en los alrededores de la mina de Saint Joachimstal. Gracias a las gestiones del profesor Suess y de la Academia de Ciencias de Viena, el gobierno austriaco, propietario de esa mina, había decidido poner gratuitamente una tonelada de residuos a disposición de los científicos franceses.

Las condiciones de trabajo de los esposos Curie desde 1898 a 1902 fueron tremendas. “No tenemos dinero, laboratorio, ni ayuda para llevar a cabo esta labor importante y difícil —escribía Marie—. Era como crear alguna cosa con nada (...) puedo decir sin exageración que este período fue, para mi marido y para mí, la época heroica de nuestra existencia común. (...) No obstante fue en ese miserable y viejo hangar donde transcurrieron los mejores y más felices años de nuestra vida, enteramente dedicada al trabajo. A menudo prefería comer allí para no tener

<sup>9</sup> CURIE, E., op.cit., pp.142-143.

<sup>10</sup> *Ibid.*, p.145.

<sup>11</sup> Cfr. SÁNCHEZ RON, J.M., op.cit., p.73.



que interrumpir alguna operación de importancia particular. A veces pasaba el día entero removiendo una masa en ebullición con una barra de hierro casi tan grande como yo. Por la noche estaba rendida de fatiga”<sup>12</sup>.

Aunque el trabajo era arduo y agotador, sin embargo, el matrimonio Curie supo congeniarlo de tal manera que no resultaba un impedimento para su vida familiar. Además, el 12 de septiembre de 1897 nació la primera de dos hijas del matrimonio Curie: Irène. Durante ese tiempo disminuyó la relación social, sobre todo las diversiones, pero aún así, se lo pasaban muy bien juntos. En una carta dirigida a su familia en Polonia escribía: “Nuestra vida es siempre igual. Trabajamos mucho, pero dormimos bien, y nuestra salud no padece, por ello. Pasamos la noche cuidando a la pequeña. Por la mañana, la visto y le doy de comer. Luego, generalmente, salgo de casa a las nueve de la mañana. Durante todo el año no hemos estado en un teatro ni en un concierto, y no hemos hecho una visita. De todas maneras, estamos bien. Sólo noto enormemente la ausencia de mi familia y especialmente a vosotros, queridos míos, y a papá. Pienso a menudo, con dolor, en mi aislamiento. No puedo quejarme de nada más, puesto que nuestra salud no es mala, mi hija crece bien y tengo el mejor marido que puedas soñar. Ni yo misma podía sospechar que encontraría un ser así. Es un verdadero don del cielo. Cuanto más juntos vivimos, más nos queremos”<sup>13</sup>.

Durante los años 1899 y 1900 los Curie publicaron una memoria sobre el descubrimiento de la radiactividad inducida provocada por el radio; otra, sobre los efectos de la radiactividad, y otra sobre la carga eléctrica transportada por los rayos. También escribieron un informe general sobre las sustancias radiactivas, que suscita entre los hombres de ciencia un interés extraordinario. Por esta época necesitaban más colaboradores para sus trabajos y algunos jóvenes químicos se sumaron al equipo de trabajo. En varias ocasiones Pierre tuvo ganas de echarse atrás y abandonar el proyecto de encontrar el radio puro, pero la obstinación y tenacidad de su mujer se lo impedían.

“Cuarenta y cinco meses después del día en que los Curie anunciaron la probable existencia del radio, Marie, en 1902, logra la victoria en esta lucha avarienta para obtener un decigramo de radio puro, y hace una primera determinación del peso atómico de la nueva sustancia, que es de 225”<sup>14</sup>. Los químicos no tienen más remedio que admitir los hechos y declarar oficialmente que “el radio existe”.

Nos cuenta Sánchez Ron<sup>15</sup> que después de cuatro años de trabajo, solamente se pudieron separar 100 miligramos (cabeza de una cerilla) de elemento bastante puro, a partir de varias toneladas de residuos de uranio. Su precio, en cambio, era bastante elevado, en 1921 un gramo de radio costaba 100.000 dólares. Sus características lo hacían valioso. El tiempo que tarda en desintegrarse la mitad de los átomos de una muestra es de 1.600 años, frente a los sólo 138 días del polonio y 4.500 millones de años del uranio. El radio es una fuente de radiación estable durante cientos de años y tiene una intensidad 3.000 veces superior a la de una cantidad igual de uranio.

## 5. Años de triunfos y de dolor

En 1903, Henri Becquerel, Pierre Curie y Marie Curie recibieron el Premio Nobel de Física. Inicialmente sólo habían sido propuestos Becquerel y Pierre Curie, pero gracias a la intervención de Gösta Mittag-Leffler, un prestigioso matemático sueco de la época, se pudo inclinar la balanza también hacia Marie Curie. Es importante señalar la respuesta de Poincaré a una nota consultiva que le había llegado de parte de Mittag-Leffler donde decía: “Yo creo que lo más justo sería repartir el premio entre Becquerel y los Curie; porque si los Curie son más finos y han avanzado más, Becquerel ha sido el iniciador”<sup>16</sup>. El premio fue otorgado a los tres, la mitad para Becquerel, la otra mitad para los esposos Curie. Éstos no asistieron a la entrega del premio, se justificaron en los deberes docentes de Pierre y en una enfermedad de la que todavía no se había recuperado Marie. Sin embargo, en 1905 tuvieron que pronunciar su discurso que era preceptivo en la entrega del premio. Dicho discurso lo preparó Pierre. El Prof. Sánchez Ron, en

<sup>12</sup> *Ibid.*, p.149.

<sup>13</sup> *Ibid.*, p.152.

<sup>14</sup> *Ibid.*, p.154.

<sup>15</sup> *Ibid.*, p.78.

<sup>16</sup> *Ídem*, p.113.

su obra sobre Marie Curie resalta un párrafo muy interesante de dicho discurso donde se señala la responsabilidad moral del científico:

“Se puede imaginar que en manos criminales el radio pueda hacerse muy peligroso, y en este punto nos podemos preguntar si la humanidad extrae ventajas conociendo los secretos de la naturaleza, si está madura para beneficiarse o si este conocimiento no le resultará perjudicial. El ejemplo de los descubrimientos de Nobel es característico: los poderosos explosivos han permitido a los hombres llevar a cabo trabajos admirables. También son un medio terrible de destrucción en las manos de grandes criminales que arrastran a los pueblos a la guerra. Yo soy de los que piensan con Nobel que la humanidad extraerá más bien que mal de los nuevos descubrimientos”<sup>17</sup>.

Un año más tarde, en 1904 nace su segunda hija Eve Curie, que será escritora y redactará la biografía de su madre más adelante. Después del momento estelar de reconocimiento universal por la ardua labor realizada, llegó la tragedia. El 19 de abril de 1906 falleció Pierre Curie. Se dirigía andando hacia la redacción de las Actas de las Sesiones de la Academia de Ciencias. Llovía y al atravesar la calle, un camión tirado por caballos y cargado con más de cuatro toneladas de fardos con uniformes militares, no pudo frenar y atropelló a Pierre. Iba a cumplir cuarenta años, su muerte fue instantánea. En su autobiografía escribió Marie: “Me es imposible expresar la profundidad e importancia de la crisis que trajo a mi vida la pérdida de quien había sido mi más cercano compañero y mi mejor amigo. Destrozada por el impacto, no me sentí capaz de afrontar el futuro. No podía olvidar, sin embargo, lo que mi esposo solía decir a veces, que, incluso desprovista de él, debía continuar mi trabajo”<sup>18</sup>. De esta manera, tras la muerte de Pierre, Marie quedó viuda a los 38 años con dos hijas y el padre de Pierre, Jacques que falleció cuatro años más tarde en 1910.

La Facultad de Ciencias decidió proponer a Marie como sucesora de la cátedra de Pierre en la Sorbona, puesto concedido desde hacía poco tiempo. Después de recibir el Premio Nobel, también nombraron a Pierre miembro de la Academia de Ciencias, un honor que a él le resultaba indiferente y que, recíprocamente, tampoco muchos académicos deseaban concederle. Sin embargo, no propusieron el nombramiento de Marie como miembro.

En el año 1911 hay otro episodio señalado en la vida de Marie Curie que ha dejado otra impronta de amargura. Se trató del escándalo desatado por los medios de comunicación, difundido nacional e internacionalmente acerca de los amores de Marie con Paul Langevin, antiguo colega y amigo de la familia. Al parecer, surgió un enamoramiento entre ambos y una relación inapropiada entre la Viuda Curie y Langevin que era un hombre casado y con hijos. Según parece fue la mujer de Langevin la que avisó a la prensa. Este escándalo saltó cuando ambos viajaron a uno de los congresos más selectos que se realizaba en aquella época, el Congreso Solvay. No es difícil imaginar el duro golpe que sufrió Marie en su sensibilidad y su honor. Cuando su hija Eve relata este acontecimiento no entra en detalles, dice lo justo y respeta la memoria de su madre: “No me pertenece juzgar a quienes dieron la señal del ataque, ni decir con qué desesperación y con qué trágica inhabilidad María se defendió. Dejemos en paz a los periodistas que tuvieron el coraje de insultar a una mujer acosada, asediada por anónimos, amenazada públicamente con violencias, y cuya vida misma estuvo en peligro. Algunos de aquellos individuos, años después, se acercaron a pedirle perdón, con palabras de arrepentimiento y lágrimas en los ojos. Pero el crimen se había cometido. María había sido conducida al borde del suicidio, de la locura, y sus fuerzas físicas la abandonaron cuando fue abatida por una gravísima enfermedad”<sup>19</sup>.

Fue ofendida públicamente; varias veces al llegar a su casa había reunida decenas de personas que la insultaban y gritaban. Incluso algunos periódicos sensacionalistas como el “Excelsior” publicaron en portada la fotografía y algunos párrafos escritos por Marie Curie, donde analizaban su rostro y escritura intentando mostrar las características de una persona de “raza inferior”. Pero también recibió numerosas cartas de amistad y de comprensión. Todo esto sucedió en noviembre de 1911. Un mes más tarde en el mes de diciembre se le concedió su segundo Premio Nobel: “en reconocimiento a sus servicios al avance de la química con el descubrimiento de los elementos radio y polonio, el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este extraordinario elemento”. Marie esta vez

<sup>17</sup> CURIE, P., « Conference Nobel », en *Les Prix Nobel en 1903*, Imprimerie Royale, P.A. Norsted & Döner, Estocolmo, 1912, pp.1-7.

<sup>18</sup> Cfr. SÁNCHEZ RON, J.M., op.cit., p.121.

<sup>19</sup> CURIE, E., op.cit., pp.240-241.

participó de la ceremonia y en la conferencia ritual hizo un homenaje a su querido esposo y compañero de trabajo a quien dedicó algunas palabras.

Con todo, el año 1912 fue tremendo y Marie cayó enferma, dejó de escribir un año en su diario. Poco a poco fue recuperándose y cuando volvía a retomar sus trabajos estalló la Primera Guerra Mundial.

## 6. La ciencia ayuda a los hombres

Una parte de la personalidad de Marie Curie refleja su sentimiento humanitario y un gran sentido de justicia social. En un momento determinado Pierre planteó a Marie la posibilidad de patentar la técnica de obtención del radio y tener los derechos de fabricación en todo el mundo. Con eso sin duda asegurarían el futuro de su hija y posibles hijos. La patente significaría mucho dinero. Sin embargo, Marie rechazó la idea por parecerle contrario “al espíritu científico”. Más tarde escribió Marie en su diario: “No patentamos nada a nuestro favor y publicamos sin reserva alguna los resultados de nuestras investigaciones, así como los procedimientos de preparación del radio. Además, hemos dado a los interesados toda clase de noticias solicitadas. Ha sido un bien para la industria del radio, la cual ha podido desarrollarse en completa libertad, primero en Francia, luego, en el mundo, procurando a los sabios y a los médicos los productos que necesitaban”<sup>20</sup>.

Marie Curie había precisado las propiedades de la radiactividad: desprendimiento de calor, producción de gas helio y de emanación, autodestrucción espontánea. En 1900, los alemanes Walkhoff y Giesel anunciaron que la nueva sustancia además tenía efectos fisiológicos. Pierre, al saberlo, expuso inmediatamente su brazo a la acción del radio y sufrió enrojecimiento en la piel y luego se le formó una llaga. Siguió su evolución para ver qué pasaba. Marie también al trasladar un pequeño tubo de ensayo sufrió quemaduras. Becquerel, al llevar en el bolsillo un tubo de cristal con radio también se quemó. Con lo cual se dieron cuenta que por un lado había que tener cuidado con la manipulación de la sustancia, y por otro, de las aplicaciones médicas que podría tener. En este sentido, Pierre colaboró con algunos médicos como Bouchard, Balthazard en las aplicaciones médicas del radio y se dieron cuenta que podían destruir células enfermas y ayudar a curar el lupus, los tumores y ciertas formas de cáncer. Realizaron con éxito algunas prácticas y llamaron a la nueva forma terapéutica “curieterapia”.

Después de la muerte de Pierre, Marie pudo ver culminado uno de sus sueños, la Universidad de París junto con el Instituto Pasteur habían acordado construir dos laboratorios bien dotados, uno se dedicaría a la investigación médica (Pabellón Curie) y el otro a la investigación biológica y médica (Instituto del Radio o Pabellón Pasteur), ambos asociados a cátedras universitarias. La construcción del Instituto del Radio comenzó en 1911 y terminó con el inicio de la Primera Guerra Mundial en 1914. El Pabellón Curie tardó un año más y le fue entregado a Marie Curie en plena guerra<sup>21</sup>.

En 1914 estalló la Primera Guerra Mundial y Marie Curie vio que era propicio utilizar las técnicas de los rayos X para localizar balas o fracturas. Solicitó a la Cruz Roja francesa y a la Unión de Mujeres de Francia ayuda para poner en funcionamiento el “coche radiológico”, que estaría dotado de una unidad móvil conducido por estudiantes voluntarios para ir de hospital en hospital ofreciendo sus servicios. Su hija Irène también le ayudaría en esto. Al final de la guerra habían llegado a poner en servicio veinte coches conocidos como “pequeños Curie”. Además, Marie supervisó la instalación de alrededor de doscientas salas radiológicas en hospitales. Hizo viajes a Bélgica y también a Italia para prestar asistencia.

---

<sup>20</sup> Ídem, p.178.

<sup>21</sup> Cfr. SÁNCHEZ RON, J.M., op.cit., pp.174-175.

## 7. Marie Curie en España

Marie Curie visitó tres veces España<sup>22</sup>. La primera vez lo hizo en compañía de su hija Irène en el año 1919, para participar del primer Congreso Nacional de Medicina, en Madrid. El presidente de la Comisión Organizadora fue el fisiólogo José Gómez Ocaña. En dicha oportunidad, Marie expuso durante más de dos horas la historia del descubrimiento del Radio, con algunas demostraciones experimentales con ayuda de su hija. El título de su conferencia fue “Las radiaciones de radioelementos y la técnica de su empleo”.

La segunda vez fue en abril de 1931, invitada por la nueva República. Marie Curie admiró mucho la revolución española por simpatía al progreso social y porque no hubo violencia. En esa ocasión le acompañó su hija Ève y realizaron un verdadero *tour* ya que además de haber estado en Madrid pudo visitar Toledo y Granada, y pasar por Málaga, Almería, Murcia, Alicante, Valencia y Barcelona.

En 1922, el Consejo de la Sociedad de Naciones nombró a Marie Curie como miembro de la Comisión Internacional de Cooperación Internacional, establecida para examinar las cuestiones de cooperación intelectual y relaciones internacionales. Fue como representante de esta comisión cuando Marie Curie realizó su tercera visita a España. Presidió una reunión en el auditorio de la Residencia de Estudiantes del 3 al 6 de mayo de 1933 donde se trataron temas relacionados con el porvenir de la cultura. Se puso especial énfasis en la necesidad de difundir un ambiente de paz universal, y en la conservación y fomento de la cultura.

## 8. Incursiones por el mundo subatómico

Para ir finalizando esta breve exposición sobre la vida y obra de Marie Curie, quisiera repasar en una apretada síntesis, y a modo de *ex cursus*, algunos pasos que iba dando la física de partículas de aquellos años para mostrar cómo la puerta abierta por la radiactividad, había permitido entrar en un nuevo mundo todavía ignoto: el mundo subatómico. Marie y Pierre Curie fueron dos de los que abrieron dicha puerta y luego su hija Irène junto con su marido Frédéric Joliot continuarían la labor investigadora aportando nuevos descubrimientos, como veremos enseguida.

Cuando en 1896 Becquerel dio el chispazo inicial para que comenzara a expandirse por todo el mundo las investigaciones acerca de la radiactividad, nadie podía imaginarse que se estaba descubriendo el mundo subatómico. No sólo Pierre y Marie Curie trabajaron en esta línea, hubo muchos otros científicos entre los que destaca sobre todo Ernest Rutherford (1871-1937). Rutherford inició sus investigaciones en el laboratorio de física de J.J. Thomson. En 1899 publicó un artículo donde mostraba la diferencia entre dos tipos de emisiones fundamentales detectadas en la radiación del uranio, las denominó radiaciones *alfa* ( $\alpha$ ) y radiaciones *beta* ( $\beta$ ). Poco más tarde, se conoció que todavía había un tercer tipo de emisión al que denominaron *gamma* ( $\gamma$ ). Las investigaciones sobre la radiactividad entre los Curie y Rutherford se encontraron ante el fenómeno de la radiación inducida, es decir, de qué manera la emisión de ciertos elementos radiactivos induce a otros a tener también emisión radiactiva. Esta sería una radiación no natural, sino inducida.

Los estudios sobre esta radiactividad inducida llevaron a Rutherford y a un químico llamado Frederick Soddy, que años más tarde afirmarí­a que elementos de diferente peso atómico pueden poseer propiedades químicas idénticas, utilizando para esto el nombre de “isótopos” —ya que ocupaban el mismo (*iso*) lugar (*topos*) en la tabla periódica—; llevaron, decía, a postular la así llamada “teoría de las transformaciones radiactivas”. En esta teoría planteaban la idea de que la radiactividad está acompañada por cambios químicos en los que se producen continuamente nuevos tipos de materia. También postularon la ley del decaimiento o desintegración radiactiva, más conocida como ley de transformación radiactiva.

---

<sup>22</sup> Cfr. Ídem, pp.215-218.

En 1908, Rutherford estaba seguro de concluir que “una partícula  $\alpha$  es un átomo de helio”, y en sus escritos mostró de qué manera el radio podía emitir helio. De todos modos, no estaba aclarada la pregunta acerca de la causa de la radiactividad. En 1911, propuso un modelo atómico imitando el sistema planetario, un núcleo rodeado de electrones. Y en 1919 planteó claramente las transformaciones nucleares a partir de la reacción donde un núcleo de nitrógeno absorbe una partícula *alfa* emitiendo un protón y transformándose en un núcleo de oxígeno. El grupo de investigadores de Rutherford había descubierto que cuanto más rápidamente viajaban las partículas *alfa* más transformaciones generaban. Era necesario contar con máquinas que aumentaran el número y velocidad de las partículas. “Ahora bien, no fue hasta la década de 1920 cuando comenzaron a aparecer algunos instrumentos que cumplían tales funciones. Durante bastante tiempo, hubo que contentarse con fuentes naturales (como el polonio) para producir proyectiles con los que investigar la estructura del interior del núcleo atómico. Habría que esperar, por ejemplo, hasta 1932 para que, en el Cavendish, John Cockcroft (1897-1967) y Ernest Walton (1903-), utilizando un multiplicador voltaico que les proporcionó 125.000 voltios, observasen que isótopos de litio, de masa 7, bombardeados con protones, se rompían en dos partículas  $\alpha$ ”<sup>23</sup>.

Otro paso significativo se dio en 1928, cuando el ruso-americano George Antonovich Gamow (1904-1968), y de manera independiente Ronald Gurney (1909-1953) y Edward Condon (1902-1974) explicaron la desintegración de las partículas alfa mediante el denominado “efecto túnel”. Este efecto consiste en que una partícula atraviesa una barrera potencial con energía inferior a la de la barrera. La mecánica clásica dice que dicha partícula se reflejaría, sin embargo, al aplicarse las ecuaciones de la mecánica cuántica establecida por Erwin Schrödinger (1887-1961), existe una probabilidad finita de que una partícula atravesase dicha barrera<sup>24</sup>. Esto indicaba la falta de una nueva física para estudiar el comportamiento de las partículas en el nivel atómico. Serán las propuestas de la mecánica estadística de Paul Dirac (1902-1984) y Schrödinger las que ayuden a entender el comportamiento dual que tiene la materia de comportarse como onda o como corpúsculo.

Este es un momento importante de la física, debido a que se instaura un nuevo modelo que reemplazará al clásico newtoniano. Uno de los científicos que mejor ha expuesto este tema ha sido Werner Heisenberg (1901-1976) mediante su principio de incertidumbre desarrollado en 1927. “No hemos supuesto que la teoría cuántica es, al contrario de la física clásica, una teoría esencialmente estadística en el sentido de que sólo se pueden inferir conclusiones estadísticas de datos exactos... En la formulación fuerte de la ley causal, ‘Si conocemos exactamente el presente, podemos predecir el futuro’, no es la conclusión, sino más bien la premisa la que es falsa. No podemos conocer, por cuestiones de principio, el presente en todos sus detalles (...) En vista de la íntima relación entre el carácter estadístico de la teoría cuántica y la imprecisión de toda percepción, se puede sugerir que detrás del universo estadístico de la percepción se esconde un mundo ‘real’ regido por la causalidad. Tales especulaciones nos parecen —y hacemos hincapié en esto— inútiles y sin sentido, ya que la física tiene que limitarse a la descripción foral de las relaciones entre percepciones”<sup>25</sup>.

Así, poco a poco se fue descubriendo el mundo subatómico. Sin embargo, había muchos cabos sueltos, por ejemplo, los resultados de los experimentos de Rutherford en 1910 todavía no estaban resueltos. Él había mostrado de manera incontrovertible que el átomo consta de un núcleo con carga positiva, muy pesado y muy pequeño, rodeado, a gran distancia relativa, de una nube de electrones. Sin embargo, “¿de qué estaba hecho el núcleo? Su masa era, aproximadamente, un múltiplo de la del protón; su carga era también un múltiplo de la del protón: pero ambos números no coincidían. El propio Rutherford, en 1920, sugirió que el núcleo podía contener, además de protones, otras partículas de masa parecida pero sin carga eléctrica”<sup>26</sup>. En 1930, Walther Bothe (1891-1957) y su ayudante Herbert Becker bombardearon berilio con partículas procedentes del polonio, y hallaron que el berilio generaba lo que pensaron que era una radiación muy energética. Dicho experimento llamó la atención de Irène Curie y Frédéric Joliot y a principios de 1932, probando la radiación de berilio en parafina hidrogenada, dio como resultado la separación de los núcleos de hidrógeno de la parafina. James Chadwick (1891-1974) repitió los experimentos ese

<sup>23</sup> Ídem, p.220.

<sup>24</sup> Cfr. SOLÍS, C. Y SELLÉS, M., *Historia de la Ciencia*, Espasa Calpe, Madrid, 2005, p.1036.

<sup>25</sup> Cita tomada de: ORDÓÑEZ, J., NAVARRO, V. Y SÁNCHEZ RON, J.M., *Historia de la Ciencia*, Espasa Calpe, Madrid, 2003, pp.530-531.

<sup>26</sup> YNDURÁIN, E.J., “El mundo del microcosmos: un siglo de física de partículas”, en: GARCÍA BARRENO, P. (ed), *La ciencia en tus manos*, Espasa Calpe, Madrid, 2001, p.163.

mismo año y llegó a la conclusión de que la radiación de berilio no consistía en rayos gamma, sino en partículas: los neutrones.

“El descubrimiento del neutrón significó la desaparición de los electrones nucleares. El nuevo modelo de núcleo lo consideraba compuesto de protones y neutrones. Evidentemente, se necesitaba de una intensa fuerza para confinar a los protones en el núcleo. En la década de 1930, el modelo de núcleo generalmente aceptado era el llamado ‘de la gota líquida’. Imaginado por Gamow en 1929, poco antes del descubrimiento del neutrón, el modelo fue posteriormente desarrollado por Bohr y otros. En términos generales, suponía que las partículas integrantes del núcleo estaban aglutinadas por una fuerza atractiva que decrecería rápidamente con la distancia y que se podría representar como una tensión superficial, análoga a la que actúa en las gotas de un líquido”<sup>27</sup>. En ese momento se descubrió la existencia de nuevas fuerzas diferentes a la gravitatoria y a la electromagnética. Los protones del núcleo, por tener una misma carga, deberían repelerse, pero no era así. Por tanto, era necesaria una interacción que compensara esta repulsión y que, para mantener compacto el núcleo en un espacio pequeñísimo, dicha fuerza debería ser muy intensa. Además, con muy corto alcance, como lo había demostrado Rutherford cuando los proyectiles que pasaban cerca del núcleo eran deflectados por una interacción que se llamó “fuerte”. La imagen que finalmente nos queda es de los neutrones y protones ligados en un minúsculo núcleo atómico mediante la fuerza de interacción fuerte, a su vez cuenta con una nube de electrones que giran a gran distancia relativa del núcleo y están ligados mediante una interacción que es electromagnética y que se la ha denominado “fuerza nuclear débil”, responsable del fenómeno de la radiactividad<sup>28</sup>.

A esto hay que agregar otro descubrimiento importante: el positrón. El físico inglés Paul Dirac en sus ecuaciones había predicho la existencia de los llamados “positrones”, “el primer ejemplo de antimateria (cuando materia y antimateria se encuentran, se aniquilan emitiendo energía). El positrón fue descubierto en diciembre de 1932 por Carl Anderson (1905-1991), al exponer una cámara de niebla a la radiación cósmica, rica en tales partículas”<sup>29</sup>.

Así se han ido descubriendo las principales partículas subatómicas, lo que permitiría elaborar las técnicas de desintegración atómica. El descubrimiento del neutrón permitiría una incursión de fuerte impacto tecnológico por su poder energético, se trataba de la fisión nuclear que llevaría, entre otras cosas, a la bomba atómica.

## 9. Pasando el testigo: Irène Curie y Frédéric Joliot

Irène comenzó su carrera de física ayudando a su madre en el Instituto del Radio, primero durante la Primera Guerra Mundial con los “*petit Curie*” y el tratamiento con los rayos, con tan sólo 17 años. Desde 1918 trabajó ininterrumpidamente en ese lugar. En 1920 comenzó sus estudios en la Universidad de París graduándose en física y matemática como su madre. Frédéric Joliot, un discípulo de Paul Langevin, formaría parte del equipo de ayudantes del Instituto del Radio, allí conoce a Irène con quien se casa en 1926.

El matrimonio Joliot-Curie siguió los trazos de Pierre y Marie, con idéntica pasión y con el terreno más desbrozado, llevaron adelante sus investigaciones sobre la radiactividad. Como hemos visto un poco antes, colaboraron en el descubrimiento del neutrón y contribuyeron de una manera especial a un capítulo de la física de partículas mediante el descubrimiento de la radiactividad artificial, que les merecería el Premio Nobel de Química en el año 1935, “en reconocimiento de su síntesis de nuevos elementos”.

“Marie Curie (...) tuvo todavía oportunidad de saber que su hija había producido un resultado realmente importante. Según Frédéric Joliot (citado en Radvanyi y Bordry 1984:114): ‘Marie Curie seguía el progreso de nuevas investigaciones, y nunca olvidaré la expresión de pura alegría que se produjo en ella cuando Irène y yo le enseñamos el pequeño tubo de cristal que contenía el primer radioelemento artificial. Puedo verla todavía, sosteniendo en su

<sup>27</sup> Solís, C. y Sellés, M., op.cit., p. 1037.

<sup>28</sup> Cfr. Ynduráin, F.J., op.cit., pp.163-164.

<sup>29</sup> Ordóñez, J., Navarro, V. y Sánchez Ron, J.M., op.cit., p.532.

mano, quemada por el radio, aquel tubo con un radioelemento aún activo. Quería comprobar lo que le estábamos diciendo, y fue al contador Geiger-Müller, en donde escuchó los clicks del contador de radiación”<sup>30</sup>.

En el discurso de presentación del Premio Nobel, el *chairman* del Comité Nobel de Química, W. Palmaer, entre otras cosas comentó: “Como saben Ustedes, los alquimistas se esforzaron por transformar los elementos entre sí. Estrictamente hablando, era solo una transformación de un tipo la que les interesaba, la transformación de metales comunes en oro, lo que quiere decir que lo que les impulsaba eran motivos puramente venales. Y, sin embargo, no se puede decir que la formación de nuevos elementos (en la manera seguida por Rutherford y Soddy) proporcione la solución al problema de los alquimistas, ya que los elementos radiactivos conocidos hasta ahora se descomponen espontáneamente sin que sea posible interferir de alguna manera en el proceso, y un elemento particular no puede ser transformado en otro mediante alguna interferencia artificial. Es en este sentido que algo nuevo han dado a la ciencia los descubrimientos de los doctores Irène Joliot-Curie y Frédéric Joliot, los ganadores del Premio Nobel de hoy. Pero incluso en esta ocasión no se trata de la transformación de otros metales en oro, ¡salvo que sea indirectamente en la forma de Premio Nobel! Aunque sí que se trata del extremadamente interesante descubrimiento de que es posible en otros ciertos casos transformar un elemento en otro mediante alguna interferencia externa”<sup>31</sup>.

En 1936, Irène fue nombrada subsecretaria de Estado para la investigación científica, un año más tarde Catedrática que luego se concretaría en Física General y radiactividad (1946). Frédéric, en 1937 fue nombrado Catedrático en el *Collège de France*, abandonando el laboratorio del Instituto del Radio para formar su propio laboratorio de Síntesis atómica en el Centro Nacional de la Investigación Científica, donde construyó el primer ciclotrón de Europa occidental.

El matrimonio Joliot-Curie tuvo dos hijos, Pierre y Hélène, que también serían físicos. Irène Curie murió de leucemia el 17 de marzo de 1956 como consecuencia de su larga exposición a radiaciones ionizantes. Muy pronto, el 14 de agosto de 1958 moriría también su esposo Frédéric de cáncer, que venía padeciendo incluso antes de la muerte de Irène.

## 10. Epílogo

El 4 de julio de 1934, en Sancellemoz, falleció Marie Curie a causa de una anemia perniciosa aplásica, de desarrollo rápido, febril. La médula ósea no había reaccionado, probablemente porque está alterada por una larga acumulación de radiaciones. Su hija Eve escribe de esta manera su final: “Los últimos momentos revelan la fuerza, la resistencia terrible de un ser cuya fragilidad no era más que aparente; de un corazón robusto, emboscado en una carne de donde se evade el calor y que, no obstante, continúa latiendo, incansable, implacablemente. Durante dieciséis horas aún, el doctor Pedro Lowys y Eva sostienen, cada uno, las manos heladas de una mujer de quien no quieren ni la vida ni la nada. A la aurora, cuando el sol haya coloreado de rosa las montañas y empezado su curso hacia un cielo admirablemente puro, cuando la rutilante luz de una gloriosa mañana haya inundado la habitación y la cama y haya acariciado las mejillas ahondadas y los ojos color de ceniza, inexpresivos y vidriados por la muerte, el corazón dejará de funcionar”<sup>32</sup>.

El 20 de abril de 1995, los restos de Marie y Pierre Curie fueron depositados en el *Panthéon* de París, donde se alberga los cadáveres de los grandes “hombres” de la patria francesa.

De esta manera se cierra el ciclo vital de una mujer que con humildad y tenacidad, con una verdadera pasión por el conocimiento científico, ayudó a una generación a adentrarse en el estudio de los intrincados secretos que guardaba la naturaleza microcósmica. La vida y obra de Marie Curie despertará siempre admiración porque el espíritu de las grandes personas resplandece con una luz especial que brilla por encima de egoísmos y ambiciones, y de alguna manera obligan a levantar la mirada y formular propósitos de ser auténticos idealistas ya que eso forma parte de nuestra condición humana.

<sup>30</sup> SÁNCHEZ RON, J.M., op.cit., p.239.

<sup>31</sup> Ídem, pp.245-246.

<sup>32</sup> CURIE, E., op.cit., p.328.

## 11. Bibliografía

- Alcalde, J.: Las luces de la energía. Personajes que iluminaron al mundo con su energía, Fundación Iberdrola, Madrid, 2005.
- Curie, E.: La vida heroica de María Curie descubridora del Radium, Austral, Buenos Aires, 1945.
- Curie, M.: Autobiographical Notes, The Macmillan Company, Nueva York, 1963.
- Curie, P.: « Conference Nobel », en Les Prix Nobel en 1903, Imprimerie Royale, P.A. Norsted & Döner, Estocolmo, 1912.
- Ordóñez, J., Navarro, V. y Sánchez Ron, J.M.: Historia de la Ciencia, Espasa Calpe, Madrid, 2003.
- Sánchez Ron, J.M.: Marie Curie y su tiempo, Ed. ABC, Barcelona, 2003.
- Solís, C. y Sellés, M.: Historia de la Ciencia, Espasa Calpe, Madrid, 2005.
- Ynduráin, F.J.: “El mundo del microcosmos: un siglo de física de partículas”, en: García Barreno, P. (ed), La ciencia en tus manos, Espasa Calpe, Madrid, 2001.



**Resumen:** En este trabajo, hemos profundizado en la figura de seis grandes científicas de la Historia. Su trabajo ha sido clave para el desarrollo de la ciencia mundial. Hemos tratado de corregir algunos aspectos negativos atribuidos a estas mujeres por partir de una idea ambigua preconcebida. La mayor parte de ellas recibieron el premio Nobel; muchas fueron madres y todas luchadoras ejemplares y grandes profesionales. Históricamente las situamos entre los siglos XIX y XX en diferentes puntos geográficos del planeta. Comenzaremos con la rusa Sonia Kovalevsky que dedicó su vida a las Matemáticas durante la segunda mitad del XIX así como Lise Meitner quien consiguió el Nóbél de Física en el siglo XX. Otro de los capítulos los dedicaremos a Concepción Arenal y Florence Nightingale quienes contribuyeron al nacimiento de la enfermería moderna.

Seguiremos con Marie Curie y Rachel Carson quien cambió el pensamiento mundial del problema medioambiental. En 1913 nació María Leaky, pionera en el estudio de los orígenes del hombre. También en el siglo XX, Rosalind Franklin marcó la historia de evolución de la Genética. La última figura que hemos destacado es Jane Goodall que revolucionó el campo de la Etología basado en el estudio del comportamiento de los animales.

**Palabras clave:** Concepción Arenal; Rachel Carson; Marie Curie; Rosalind Franklin; Jane Goodall; Sonia Kovalevsky; Mary Leaky; Lise Meitner; Florence Nightingale; Biología; Ciencia; Ecología; Enfermería; Etología; Física; Historia de la Ciencia; Matemáticas; Maternidad; Mujer; Química; Teoría de la Evolución.

**Abstract:** In this work, we have deep in the aspects that we have considered more important for the development of the world-wide science. We have tried also to correct wrongs that have been attributed to these people to start off of a preconceived idea. They were awarded with the Nobel Prize; many of them were mothers and all exemplary fighters and great professionals. They are located in 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> Centuries and in different points from the planet. We will begin with the Russian Sonia Kovalevsky who dedicated her life to the Mathematics during second half of 19<sup>th</sup> Century, as Lise Meitner who obtained Nobel Prize on Physics in 20<sup>th</sup> Century. Other chapter is dedicated to Concepción Arenal and Florence Nightingale who contributed to the birth of the modern nursing.

We'll continue with Marie Curie and Rachel Carson who changed the thought about the environmental problem. In 1913 was born Mary Leaky, she become a legend in the study of the origins of the man. Also in 20<sup>th</sup> Century Rosalind Franklin marked the history of evolution of the Biology. The last figure is Jane Goodall who revolutionized the area of the Etology based in the study of the behaviour of the animals.

**Keywords:** Concepción Arenal; Rachel Carson; Marie Curie; Rosalind Franklin; Jane Goodall; Sonia Kovalevsky; Mary Leaky; Lise Meitner; Florence Nightingale; Biology; Chemistry; Ecology; Etology; History of Science; Maternity; Mathematics; Modern Nursing; Physics; Science; Theory of Evolution; World Science; Woman.

Colabora:



1 9 3 3 - 2 0 0 8

**CEU 75**

*Instituto de Humanidades  
Ángel Ayala*

Instituto de Estudios de la Familia  
Universidad CEU San Pablo  
Julián Romea 23, 28003 Madrid, España  
Teléfono: +34 91 456 63 11 / Fax: +34 91 514 01 41  
if@ceu.es [www.ceu.es/usp/if](http://www.ceu.es/usp/if)

ISBN: 978-84-96860-67-4

