

# Marie Skłodowska-Curie y la radioactividad

Adela Muñoz Páez\*

## ABSTRACT (Marie Skłodowska-Curie and Radioactivity)

There is no other woman in the history of science better known than Marie Curie. She was the first woman Professor at the Sorbonne, the University of Paris, after more than six hundreds years, the first woman to obtain a Nobel Prize, the first scientist to obtain a second. But above all these honours, Marie was a passionate person, whose curiosity and spirit of adventure kept her alive beyond the limits of her strength. It is astonishing how there are still some persons, usually men, that still consider her as an assistant of her husband, neglecting the relevance of her discovery, the radioactivity. It is even more difficult to understand how distorted is the picture of her that had reached us, that of a sad women, wearing always black dresses. And Marie was just the opposite: a lively and passionate woman, who devoted her life to science as everybody knows, but did many other things as well: fought to defend her country and loved passionately her daughters and the men she felt in love with, specially her husband.

**KEYWORDS:** Marie Curie, Pierre Curie, radioactivity, polonium, radium, Henry Becquerel, Irene Joliot-Curie

## La ciencia y París a finales del siglo XIX

En las últimas décadas del siglo XIX la ciencia parecía un edificio completo y bien construido en el cual materia y energía eran mundos separados que se regían por leyes diferentes. En la descripción de la materia los "atomistas", seguidores de las teorías de Dalton, estaban ganando la batalla a los partidarios del "éter". Las leyes formuladas por James Clerk Maxwell pocos años antes explicaban y predecían el comportamiento de las ondas electromagnéticas con tanta precisión como la ley de la gravitación universal propuesta por Newton tres siglos antes predecía la trayectoria de los planetas. Pero una serie de descubrimientos realizados en apenas veinte años alrededor de 1900, trastocaron gran parte de los pilares sobre los que se asentaba el conocimiento de la naturaleza.

Entre ellos se encontraba el de la radioactividad, que puso de manifiesto que materia y energía podían transformarse una en otra. Los principales artífices de este descubrimiento fueron Pierre Curie, un genial pero desclasado profesor de la Escuela Industrial de Física y Química de París, y su mujer, una polaca recién licenciada en física y matemáticas en la universidad de la Sorbona.

La ciudad en la que vivían Pierre y Marie Curie a finales del siglo XIX, la *Ciudad Luz*, era la capital del mundo: la capital del arte con los pintores impresionistas, la de la literatura con escritores como Zola, la de la arquitectura con la extravagante torre Eiffel, la de la magia con la máquina de los hermanos Lumière que atrapaba las imágenes en movimiento. Los Curie harían que París también se convirtiera en la capital de la ciencia.

\* Departamento de Química Inorgánica-ICMS, de la Universidad de Sevilla, CSIC, C/Profesor García González s/n 41012 Sevilla, España.

Correo electrónico: adela@us.es

Solicitado en enero 2013 por el Director de la revista.

**Figura 1.** Los hijos de la familia Skłodowski Zofia (1862), Helena (1866), Mania (1867), Josef (1863) Bronia (1865)



## Infancia y juventud

Marie Skłodowska-Curie nació en 1867 en Varsovia, ciudad que había sido la orgullosa capital de un gran país, Polonia, pero entonces no era más que una ciudad ocupada, dado que Polonia estaba repartida entre Austria, Rusia y Prusia. Su niñez estuvo marcada por la tiranía del gobierno del zar y por dos tragedias que no fueron del todo ajenas a ella: la muerte de su hermana mayor y la de su madre cuando ella tenía diez años. La feroz represión rusa, que impedía a los niños estudiar en su lengua, despertó en ella una conciencia nacionalista y una aversión a los gobiernos tiránicos que la acompañarían el resto de su vida. La muerte de su madre, a la que adoraba, la alejó de la iglesia católica, en cuyo culto había sido educada.

Durante la adolescencia Marie soñó con dedicarse a la ciencia, pero debido al poco dinero que había en su familia, tuvo que esperar siete largos años antes de ir a estudiar a la universidad de sus sueños, la Sorbona en París. Durante estos años de espera hizo planes de boda con el joven Kazimierz Szczuki, hijo de la familia polaca para la que trabajaba como institutriz; el rechazo a esa boda por parte de la familia de él, llenó a Marie de amargura. También en esos años Marie tuvo una primera aproximación a la ciencia en el marco de la Universidad Volante de Varsovia, una institución que impartía educación superior de forma clandestina,

**Figura 2.** Marie en el balcón de la casa de su hermana y su cuñado en la rue d'Allemagne, poco después de su llegada a París. Era la foto favorita de Pierre, y la que Marie puso en su ataúd cuando fue enterrado.



fundamentalmente dirigida a las mujeres a las cuales estaba vedado el acceso a la universidad en el imperio ruso.

Cuando en 1891 Marie por fin pudo viajar a París, el poco dinero del que disponía apenas le bastaba para comer. Pero su ansia de conocimiento era tan fuerte que en apenas tres años obtuvo un grado en física y otro en matemáticas, ambos con las mejores calificaciones. Al finalizarlos obtuvo una beca para estudiar las propiedades magnéticas de los aceros, estudio que tendría una extraordinaria trascendencia en su vida, pues le permitió conocer a un científico brillante y tímido llamado Pierre Curie. De entrada los unió el amor por la ciencia, pero luego encontraron muchas más afinidades, tantas que terminaron casándose en 1895, un año después de haberse conocido.

### La radioactividad

A finales de 1897, semanas después del nacimiento de Irène, su primera hija, Marie comenzó un nuevo trabajo de investigación con el objetivo de obtener el grado de doctora en

**Figura 3.** Foto oficial "del matrimonio".



ciencias, el primero que se habría de conceder a una mujer en la Sorbona. Con este trabajo Marie obtendría mucho más que un título de doctora, pasaría a la posteridad. Cuando Marie conoció a Pierre, éste ya era un científico que había realizado contribuciones muy relevantes en varios campos – además del estudio de las propiedades magnéticas objeto de su tesis doctoral, había descubierto la piezoelectricidad junto con su hermano mucho antes, y había estudiado las propiedades de simetría de los cristales—. A pesar de ello, Marie no se limitó a seguir la brillante estela de Pierre. Ella estaba fascinada por la naturaleza de las misteriosas radiaciones que acababa de descubrir Henri Becquerel, y decidió estudiarlas desde una perspectiva diferente a la que había empleado el eminente profesor de la Escuela de Minas y director del laboratorio del Museo de historia natural de París. Curiosamente, donde fracasó la experiencia y la tradición de Becquerel, cuya familia había estudiado las radiaciones emitidas por los minerales durante cuatro generaciones, triunfó Marie. Según algunos triunfó la aproximación química donde había fracasado la física, pero en realidad había mucha física en la cuantificación del fenómeno que hizo Marie. También hubo genialidad a la hora de plantear las preguntas y un inconmensurable trabajo para obtener las respuestas acertadas.

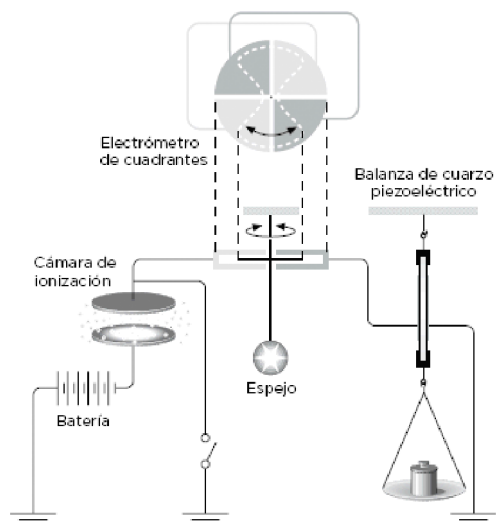
Marie comenzó por investigar qué metales y aleaciones emitían los misteriosos rayos de Becquerel. Luego pasó a estudiar la colección de minerales que había en la Escuela Industrial de Física y Química de París, en la que daba clases Pierre. El método que diseñó para estudiarlos no era la impresión de películas fotográficas que había empleado Henry Becquerel. Ella se propuso cuantificar el rayo emitido, para lo cual se basó en su capacidad para ionizar el aire y empleó la balanza de cuarzo piezoeléctrico diseñada por Pierre para medir las pequeñas corrientes producidas.

Con este sistema descubrió que uno de los minerales investigados emitía de forma más intensa que el uranio puro, hasta entonces el elemento cuya presencia era imprescindible para obtener los rayos. En un golpe de audacia sin precedentes Marie consiguió el mejor colaborador, Pierre, al cual no dudó en apartar de su propio trabajo de investigación. A continuación, en 1898, ambos anunciaron el descubrimiento de un nuevo elemento al que llamaron *polonio*, en memoria del amado e inexistente país de Marie, y pocos meses después el de otro, al que denominaron *radio*.

Estos descubrimientos desencadenaron una revolución



**Figura 4.** Foto de Marie y Pierre ante la casa de Sceaux, de los padres de Pierre, con las bicicletas que obtuvieron como regalo de boda y con las que hicieron el viaje de novios.



**Figura 5.** Esquema del sistema empleado por Marie para la medida de la radioactividad que incluye una batería, cámara de ionización, electrómetro de cuadrantes y balanza de cuarzo piezoeléctrico. (Figura tomada de Muñoz Páez, A. 2013.)

en la ciencia y atrajeron la atención de científicos de todo el mundo que a su vez comenzaron a estudiar el fenómeno. Pero los elementos eran una entelequia, unos espectros de los que se tenía noticias sólo por los rayos que emitían. Marie se embarcó en la ingente tarea de aislarlos puros. Sin sueldo, sin financiación para comprar materiales o aparatos, trabajando de prestado en un cobertizo anejo a la Escuela en la que trabajaba Pierre, Marie comenzó el tratamiento de la pechblenda, el mineral de uranio que contenía ambos elementos, en unas condiciones extraordinariamente difíciles. El problema principal era que la concentración del polonio y el radio en la pechblenda era minúscula, por lo que Marie tuvo que tratar toneladas del mineral para obtener cantidades medibles de ambos. Además trabajaba a oscuras, dado que no conocía las propiedades químicas de los elementos desconocidos, y uno de ellos parecía escapársele entre las manos. Mucho después se descubriría que el polonio se desintegraba a gran velocidad. La única pista fiable de su existencia era la capacidad de emitir radiación de forma espontánea, la misteriosa propiedad descubierta por Becquerel, cuyo origen era una incógnita, que había sido bautizada por Marie como *radioactividad*.

El fenómeno de la radioactividad fue tomando cuerpo en la comunidad científica y en 1903 Marie presentó su tesis doctoral dedicada al estudio de la misma. Poco después, junto con Pierre Curie y Henri Becquerel, le concedieron el premio Nobel de Física por su descubrimiento. Este trabajo abrió un nuevo y fascinante campo de investigación, que finalmente daría lugar al descubrimiento del núcleo atómico.

No obstante, la aplicación más conocida de la radioactividad, la que dio más popularidad a su descubridora a pesar de que nunca trabajó directamente en ella, fue su empleo en medicina. Esta aplicación fue intuida de forma visionaria

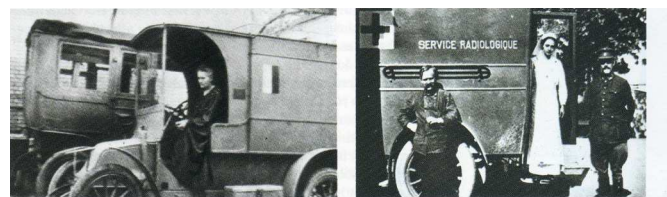
por Pierre Curie inmediatamente después de su descubrimiento, por lo que durante mucho tiempo fue conocida en Francia como “curieterapia”. La investigación de las capacidades curativas del radio comenzó a realizarse en hospitales de todo el mundo a los pocos meses de su descubrimiento. Aunque lo que hoy denominamos radioterapia tiene poco que ver con lo que se conocía con tal nombre en los hospitales a principios del siglo XX, sin esas investigaciones pioneras hoy no contaríamos con esta herramienta imprescindible en el tratamiento del cáncer.

Tras la concesión del premio Nobel, Marie obtuvo por fin un puesto remunerado por su trabajo de investigación y Pierre una cátedra en la Sorbona. Pero la felicidad duró poco, en abril de 1906, cuando su segunda hija tenía poco más de un año, Pierre murió atropellado por un coche de caballos. A Marie le ofrecieron una pensión como viuda del “gran científico”, pero Marie la rechazó y afrontó la pena de la única forma que sabía: trabajando. Se hizo cargo de la cátedra de Pierre en la Sorbona y de la dirección del laboratorio.

En un caso sin precedentes, en el año 1911 Marie recibió un segundo premio Nobel, en solitario y de Química, por el descubrimiento del polonio y el radio. Este fue un año muy turbulento para Marie, pues durante el mismo estalló el escándalo Langevin al hacerse pública su relación amorosa con uno de los alumnos de su marido. No hubo sangre en el duelo al que Langevin retó al periodista que escribió los peores libelos, pero la salud de Marie, que ya empezaba a acusar los efectos de la radiación, sufrió tan serio quebranto que estuvo alejada del laboratorio durante más de un año.

Tras recuperarse, Marie puso en marcha la creación del Instituto del Radio, pero al finalizar su construcción estalló la Primera Guerra Mundial. Y aquella a la que habían tildado de extranjera roba maridos no dudó en arriesgar su vida y la de su hija Irène para cuidar de los soldados de adopción heridos en el frente su país. Con las camionetas denominadas “pequeñas curies”, que contenían sistemas de rayos X portátiles, Marie, su hija y las personas que ellas habían enseñado, recorrieron los frentes y realizaron más de más de un millón de radiografías de los soldados con heridas de bala.

**Figura 6.** Marie Curie trabajando en su laboratorio.



**Figura 7.** Marie al volante de una “petite Curie”, Irène vestida de enfermera en la parte de atrás de otra.

Al terminar la guerra, y dada la escasez de fondos y de radio, Marie se embarcó hacia Estados Unidos de donde se trajo un gramo de este elemento que le fue entregado por el presidente Harding en nombre de las mujeres de ese país. Fue su última gran gesta a favor de la investigación de la radioactividad. Su salud se resentía por las largas horas de exposición al radio, se había quedado ciega de unas tempranas cataratas, tenía anemias feroces, que sólo se curaban cuando pasaba temporadas fuera del laboratorio, pero era incapaz de irse de él definitivamente, la ciencia era su vida. Murió en 1934, pocos días después de haber estado en él por última vez, durante una estancia en los Alpes donde había ido a curarse de una afección pulmonar.

A pesar del trabajo de todos los científicos que contribuyeron al entendimiento del fenómeno de la radioactividad y al desarrollo de sus aplicaciones, Marie Curie es la persona universalmente reconocida como su descubridora, por lo que fue su cadáver fue trasladado en un funeral de Estado, presidido por el entonces presidente francés François Mitterrand en 1995, al *Pantheon* que acoge los restos de los “grandes hombres franceses”.

Como legado a la ciencia y las mujeres, Marie nos dejó a su hija Irène, que comenzó a trabajar bajo la dirección de su madre, luego se hizo cargo del Instituto del Radio y posteriormente contribuyó de forma notable al desarrollo de la ciencia francesa y a la conquista de los derechos de las mujeres. Irène le dio la última gran alegría a Marie al descubrir la radioactividad artificial junto con su marido Frederick Joliot-Curie, por lo que ambos recibirían el premio Nobel de Química el año siguiente al de la muerte de Marie.

Marie Curie no sólo fue e hizo todo lo que sabemos de ella, sino que además fue otras muchas cosas inimaginables en su época. En efecto, Marie fue una ciclista entusiasta que usó la bicicleta como medio de transporte y de ocio, lo que en su época era revolucionario; una extraordinaria políglota que además del polaco y ruso de su niñez, hablaba y escribía los tres idiomas de la ciencia de entonces, alemán, francés e inglés; una madre orgullosa de sus hijas, para las cuales montó una escuela en la que les daba clases junto a los hijos de sus compañeros científicos, los cuales eran también profesores; una fiera defensora de su Polonia natal; una celosa y a la vez desprendida propietaria de su preciado radio; una científica meticulosa en sus experimentos hasta la extenuación. Como colofón a la historia de amor entre Marie Curie y Paul Langevin, que pudo terminar en tragedia, una nieta de Marie Curie se casó con un nieto de Paul Langevin; es Helene Langevin, profesora de física del CNRS recién jubilada y autora de uno de los artículos citados en este trabajo.

A pesar de todas esas facetas fascinantes, puede que lo más destacable en Maria Skłodowska-Curie es que aunque a lo largo de su vida se enfrentó con enemigos formidables, nunca se rindió. Ni ante nada ni ante nadie. Con los años acabó con ella la leucemia provocada por la radioactividad que descubrió, pero antes tuvo tiempo de ver como el nuevo mundo que ella había alumbrado originaba una nueva

**Figura 8.** Marie y su hija Irène en el Instituto del Radio de París.



ciencia y cambiaba una gran parte de lo que se sabía de la antigua.

Por encima de todos sus logros y de su sentido del deber, el trabajo de Marie estuvo animado por una curiosidad y un espíritu de aventura que consiguió mantener intactos a lo largo de toda su vida, tal y como contó en la conferencia “*El porvenir de la cultura*” impartida en el viaje que realizó a España en 1933:

Estoy entre los que piensan que la ciencia tiene una gran belleza. Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: es también un niño frente a los fenómenos naturales que lo impresionan como un cuento de hadas. No debemos permitir que se crea que todo el progreso científico se puede reducir a mecanismos, máquinas, motores, aunque toda esa maquinaria tiene también su propia belleza.

No creo que el espíritu de aventura corra ningún riesgo de desaparecer en nuestro mundo. Si veo alrededor de mí algo especialmente vivo, es precisamente ese espíritu de aventura, que parece indestructible y está emparentado con la curiosidad.

*Langevin (1998)*

Ese espíritu de aventura y esa curiosidad que tan bien describió Marie es el que mantiene viva la ciencia.

## Bibliografía

### Libros

- Boudia, S., *Marie Curie et son laboratoire*. E. Archives contemp., París, 2001.  
 Casado, M. J., *Las damas del laboratorio*, Capítulo 7. Barcelona: Debate, 2006.

- Curie, E. *Madame Curie*, The reprint society. Londres, 1942.
- Curie, M., *Escritos biográficos*. Barcelona: Ediciones UAB, 2011.
- Folsing, U., *Mujeres premio Nobel*, Capítulo 1. Madrid: Alianza Editorial, 1992.
- Muñoz Páez, A., *Marie Curie, la radioactividad y los elementos*. Barcelona: Colección Grandes Ideas de la Ciencia, RBA, 2013.
- Quinn, S., *Marie Curie, a life*. Londres: Mandarin Paperbacks, 1995.
- Radvanyi, P., *Les Curie*. Paris: Editions Belin, 2005.
- Reid, R., , *Marie Curie*. Barcelona: Salvat Editores, 1987.
- Strathen, P., *Curie y la radioactividad*. Madrid: Siglo XXI Editores, 1999.
- Sánchez Ron, J. M., *Marie Curie y su tiempo*. Barcelona: Ed. Crítica, 2000.
- Artículos**
- Ham, D., Marie Skłodowska Curie: the woman who opened the nuclear age, *21<sup>st</sup> Century*, 30-68, Winter 2002-2003.
- Klickstein, H., Pierre Curie, an appreciation of his scientific achievements, *Journal of Chemical Education*, **24**(6), 278-282, 1947.
- Langevin, H., Radium, Marie Curie and modern Science, *Radiation Research* **150**, S3-S8 (1998).
- Mould, R. F., The early years of radiotherapy with emphasis on X-ray and radium apparatus, *The British Journal of Radiology*, **68**, 567-582, 1995.
- Mould, R. F., The discovery of radium in 1898 by Marie Skłodowska Curie and Pierre Curie, *The British Journal of Radiology*, **71**, 1229-1254, 1998.
- Román, P., Marie Curie: ciencia y humanidad, *ConCiencias digital*, **9**, 49, 2012.
- Walton, H. F., The Curie-Becquerel story, *Journal of Chemical Education*, **69**(1), 10-15, 1992.
- Wolke, R. L., Marie Curie's doctoral thesis: prelude to a Nobel Prize, *Journal of Chemical Education*, **65**(7), 561-573, 1988.
- Páginas web**
- Sobre elementos radiactivos y fundamentos de radioactividad: <http://www.nndc.bnl.gov/chart/reCenter.jsp?z=92&n=146>, consultada por última vez el 21-08-2012.
- Información general sobre radioactividad: <http://web.princeton.edu/sites/ehs/osradtraining/radiationproperties/radiationproperties.htm>, consultada por última vez el 21-08-2012.
- Sobre historia de Marie Curie: <http://www.aip.org/history/curie/> American Institute of Physics y Naomi Pasachoff, 2000 – 2012, consultada por última vez el 21-08-2012.