

# Historia y didáctica de la Química a través de sellos postales: un ejemplo con Marie Curie

Marlon Martínez-Reina<sup>1</sup> y Eliseo Amado-González<sup>2</sup>

## ABSTRACT (History and didactics of Chemistry through postage stamps: an example with Marie Curie)

When the United Nations declared that 2011 would be the International Year of Chemistry, it did so in part because the year 2011 coincided with the 100<sup>th</sup> anniversary of the Nobel Prize in Chemistry awarded to Madame Marie Curie. Sharing philatelic material between teachers and students is helpful to study the life and work of relevant scientists. In this article forty-six postage stamps issued by different countries from 1938 through 2011 were used to make a didactic description of the biographical aspects of Marie Curie.

**KEYWORDS:** Marie Curie, chemistry history, women in chemistry, philately, postage stamp

## 1. Introducción

Los sellos postales (estampillas) y sobres de primer día (SPD) son emitidos para conmemorar acontecimientos e informar y educar al público; de acuerdo con Rappoport (1992), la colección de material filatélico relacionado con la Química permite combinar una afición con un interés profesional; el término "Chemophilately" se refiere al estudio de la Historia de la Química desde la filatelia. Según lo señalado por Chenier (1986), el uso de sellos postales representa una ayuda interesante y valiosa para la enseñanza de la Química; por ejemplo, Schreck y Lang (1985) realizan una introducción a la Química desde la filatelia, García y Salas (2007) una revisión comparativa de la filatelia dedicada a Mendeléiev (1834-1907) y la tabla periódica: Hillger (1999) una descripción del Sistema Internacional de Unidades desde sellos postales; Morgan (2006) la historia del átomo en la filatelia; Norkus, *et al.*, (2007) los símbolos de los elementos químicos en sellos postales, y Kauffman (1990abc) la Historia de los Premios Nobel de Química contada desde la filatelia. Marie Curie (1867-1934) pertenece a ese grupo exclusivo de mujeres cuyo reconocimiento y fama en todo el mundo se han conservado por más de un siglo. Ella representa uno de los principales agentes de la revolución científica que permitió extender la investigación experimental más allá del mundo macroscópico, su trabajo colocó la primera piedra en la interpretación de una nueva disciplina: la radioquímica (Guillaumont, *et al.*, 2011). La revisión de material filatélico en honor de Marie Curie representa una oportunidad para recordar su vida y su obra, y tam-

bién puede servir como una herramienta simple de enseñanza para discutir con los estudiantes temas como: radiactividad y sus aplicaciones, propiedades del polonio y del radio, Historia de la Química y su propia biografía.

## 2. La vida de Marie Curie a través de los sellos postales

Maria Salomea Skłodowska (conocida mundialmente como Marie Curie) nació en Varsovia (Polonia) el 7 de noviembre de 1867. En 1967 Polonia, Alemania, Francia y Mónaco emitieron sellos postales para conmemorar el centenario de su nacimiento (ilustración 1); el sello 2 representa el monumento en su honor y que se encuentra en la ciudad de Varsovia desde 1935.

En 1891 Marie Curie se inscribe en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Naturales de la Universidad de La Sorbona (Francia), en 1893 consigue la licenciatura en Física y en 1894 la de Matemáticas; en este mismo año conoce al francés Pierre Curie (1859-1906), profesor de la Escuela de Física, y al año siguiente (en concreto el 25 de julio) se casan (Adloff, 2011). El sello 6 en la ilustración 2 emitido por la República del Chad en 1999 muestra a ambos en su luna de miel (Langevin-Joliot, 2011).

En 1895 el físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) experimentó radiación electromagnética en las longitudes de onda correspondiente a los actualmente llamados rayos X. Röntgen fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1901; el sello 7 (ilustración 2) emitido por Mónaco en 1995 conmemora los 100 años del descubrimiento de los rayos X. En 1896 el físico francés Antoine Henri Becquerel (1852-1908) descubrió la radiactividad espontánea; en concreto, "Los rayos Becquerel" se presentaron en la reunión de la Academia de Ciencias de París el 2 de marzo de 1896: "El mineral de uranio emite por sí mismo una radiación penetrante y desconocida, rayos con capacidad de impresionar placas fotográficas y de atravesar papel y metales" (Wróblewski, 2011). Becquerel ganó el Premio Nobel de Física en 1903, el

<sup>1</sup> Universidad del Valle, Colombia.

**Correo electrónico:** marlon.martinez@correounivalle.edu.co

<sup>2</sup> Universidad de Pamplona, Colombia.

**Correo electrónico:** eamadogon@unipamplona.edu.co

**Fecha de recepción:** 24 de abril de 2012.

**Fecha de aceptación:** 10 de agosto de 2012



Ilustración 1. Sellos postales de 1967 que conmemoran los 100 años del nacimiento de Marie Curie.

sello 8 (ilustración 2) emitido en 1995 con motivo de los 100 años del testamento de Alfred Nobel (1833-1896) muestra a Becquerel y hace mención a su premio. Marie Curie se interesó en los trabajos de Röntgen y Becquerel, y con la ayuda de su esposo, decidió investigar la naturaleza de las radiaciones que producían las sales de uranio: “De haber continuado su investigación aplicada en propiedades magnéticas del acero templado, su nombre probablemente no fuese tan conocido hoy día” (Wróblewski, 2011). La misma Marie, en una biografía sobre Pierre Curie, escribió: “Pensamos que el tema era bastante nuevo y requería de poca o ninguna investigación bibliográfica” (Adloff, 2011). Marie Curie se preguntó si habría otras sustancias con la capacidad de emitir rayos Becquerel y basó su tesis en la respuesta a esta hipótesis. Para ello, incluyó en sus experimentos dos materiales con alta proporción de uranio: la pechblenda y la calcolita.

En 1897, Marie Curie da a luz a una niña a la que llamó Irène, al poco tiempo vuelve a dedicarse a su trabajo, quedando la niña al cuidado del padre de Pierre y de una nodriza

polaca (Binda, 2009a). En su primer estudio de la radiactividad, término que propuso por primera vez en 1898, utilizó un preciso y sensible electrometro de cuarzo piezoeléctrico fabricado por Pierre y su hermano Jacques Curie (1856-1941), para medir corrientes eléctricas de débil intensidad en aire bombardeado con radiaciones de uranio. El sello 5 en la ilustración 1 muestra el laboratorio de los Curies, con detalles como la cámara de ionización y el electrometro. Luego de arduos experimentos Marie Curie logró reproducir las medidas y demostrar que la intensidad de la radiación de varios minerales de uranio no era proporcional a la cantidad de uranio que contenían, proponiendo la existencia de otras sustancias radiactivas diferentes y de mayor actividad que el uranio (Wróblewski, 2011). Sus estudios la llevan a descubrir la radiactividad del torio, que también fue descubierta de forma independiente por el físico alemán Gerhard Schmidt, quien utilizó un método fotográfico similar al de Becquerel. Marie Curie escribió: “Dos minerales de uranio pechblenda (óxido de uranio) y calcolita (fosfato de cobre y uranio) son más activos que el mismo uranio. Este hecho es muy notable y conduce a la creencia de que estos minerales pueden contener un elemento mucho más activo que el uranio...”; éste fue el primer trabajo de Curie, publicado en abril de 1898; “El resultado de mi trabajo es tan interesante que Pierre Curie dejó a un lado su investigación y se unió a mí en el esfuerzo de extraer y estudiar sustancias radiactivas, escribió más tarde en la introducción de su tesis doctoral en 1903” (Wróblewski, 2011).

## 2.1. El descubrimiento del polonio y el radio

La investigación de los rayos uránicos se trasladó de la Física a la Química, porque se hizo necesaria la separación e identificación de sustancias con propiedades químicas desconocidas. Por ello, el matrimonio Curie fue asistido por el químico Gustave Bémont (1857-1937) y el 14 de abril de 1898 inician los trabajos con la pechblenda, dos veces y media más activa que el uranio. El 27 de junio Marie Curie precipita sulfuros de una solución que contiene plomo, bismuto y la sustancia activa, el sólido era 300 veces más activo que el uranio. Unos días más tarde, el 18 de julio, Pierre obtuvo un depósito 400 veces más activo que el uranio. Pierre y Marie Curie escriben a la Academia de Ciencias de París: “Una nueva sustancia

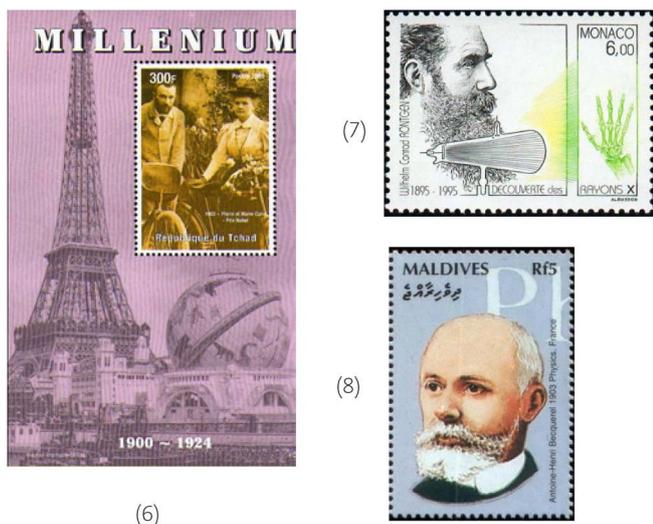


Ilustración 2. Sellos postales con Pierre y Marie Curie, Röntgen y Becquerel.



Ilustración 3. Sellos postales con referencia al descubrimiento del radio y el polonio por Marie y Pierre Curie.

radiactiva en la pechblenda, creemos que la sustancia que se recuperó contiene un elemento hasta ahora desconocido, similar al bismuto en sus propiedades analíticas. Si la existencia de este nuevo elemento se confirma, se propone que se le nombre polonio, en honor de la patria de uno de nosotros” (Adloff, 2011). El símbolo Po, escrito por Pierre Curie, aparece en el cuaderno de notas el 13 de julio y según lo expresado por Adloff (2011), el nombre tenía un significado político, porque Polonia había desaparecido como Estado en 1795 y estaba dividido entre Prusia, Rusia y el imperio austriaco.

Los Curie sospechaban de “otro” nuevo elemento radiactivo en la pechblenda y que mostraba un comportamiento similar al del bario; su hipótesis se confirmó en tres pasos: en primer lugar verificaron que el bario “normal” es inactivo. En segundo lugar, encontraron que una sustancia radiactiva podía ser concentrada por cristalización fraccionada desde la pechblenda usando cloruro de bario (la actividad de los cloruros fue 900 veces mayor que la del uranio). Su tercer y último argumento fue decisivo: Eugène Demarçay (1852-1903), una autoridad en espectroscopia de la época, observó en el espectro del “cloruro de bario” varias líneas que no podían ser asignadas a un elemento conocido y cuya intensidad aumentaba con la radiactividad; los Curie concluyeron: “Creemos tener razones para creer que esta sustancia radiactiva contiene un nuevo elemento, al que se propone dar el nombre de radio” (Adloff, 2011). En 1902, el radio fue aislado por Marie Curie y André Debierne (1874-1949) como metal puro mediante la electrólisis de una solución de cloruro de radio y Marie escribió en su cuaderno de notas “ $Ra = 225,93$ ” (Binda, 2009a). Ahora se sabe que la masa atómica del radio es 226,0254 y que este elemento tiene una actividad un millón de veces superior a la del uranio. Sellos postales relacionados con el radio y el polonio se muestran en la ilustración 3: de Madagascar en 1988 para conmemorar los 90 años del descubrimiento del radio (sello 9); de Polonia en 1992 con el símbolo químico,

masa atómica, número atómico y configuración electrónica  $[Rn]7s^2$  del radio (sello 10); de Gibraltar en 1994 que hace referencia al descubrimiento del polonio y el radio por Marie Curie (sello 11), y de Portugal, Mónaco y Polonia (sellos 12-14) en 1998 para conmemorar los 100 años del descubrimiento del radio y el polonio. Los sellos 13 y 14 muestran a los esposos Curie y líneas que representan la radiactividad (líneas similares también se observan en el sello 5), en tanto que el sello 4 muestra un recipiente con material radiactivo (ver ilustración 1).

## 2.2. La obtención del Premio Nobel de Física por Marie Curie

Dirigida por el propio Becquerel, el 25 de junio de 1903 Marie Curie defendió su tesis doctoral, titulada “investigaciones sobre las sustancias radiactivas”, ante un tribunal presidido por el físico Gabriel Lippmann (1845-1921). Obtiene el Doctorado en Ciencias Físicas de la Universidad de París recibiendo mención *Cum Laude*. En ese mismo año, Pierre y Marie Curie comparten el Premio Nobel de Física con el profesor Becquerel, por sus investigaciones sobre la radiactividad; sellos postales relacionados con esta distinción y la defensa doctoral de Marie Curie se recogen en la ilustración 4: el sello 15 emitido por Suecia en 1963 muestra a Becquerel y los esposos Curie en conmemoración de los 60 años de su Premio Nobel; los sellos 16 y 17 emitidos en 2003 por Mónaco y Polonia conmemoran los 100 años del Premio Nobel de los Curie; el sello 18 de Guinea, emitido en 2001 con motivo de los 100 años de los Premios Nobel, muestra a Pierre Curie y hace mención a su premio; como dato curioso, el presidente del tribunal de la tesis doctoral de Marie Curie, Lippmann ganó el Nobel de Física en 1908 (sello 19).

Según lo expresado por Binda (2009b), el Premio Nobel de Física acabó con la tranquila y solitaria vida de los Curie: “Pierre alcanzó un alto grado de frustración y agobio. Le



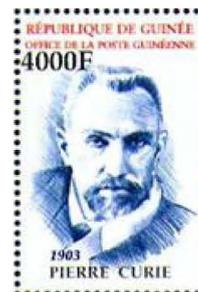
(15)



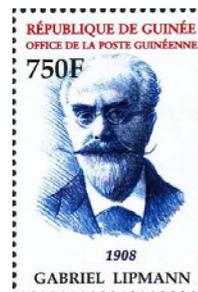
(16)



(17)



(18)



(19)

**Ilustración 4.** Sellos postales relacionados con el Premio Nobel de Física en 1903; el sello 17 es una representación del sello 4; el sello 19 muestra a Gabriel Lipmann jurado de la tesis doctoral de Marie Curie.

molestaban enormemente la publicidad y la intromisión en su vida privada...”; sin duda, el premio facilitó la situación financiera de la pareja y estimuló a las autoridades a nombrar a Pierre como profesor de tiempo completo en La Sorbona. Marie Curie volvió a sus clases de primero y segundo curso de Física en el instituto de Sèvres, donde combinó la resolución de problemas prácticos con el conocimiento de esta ciencia. En diciembre de 1904 da a luz una segunda hija, Ève. En 1905 Pierre pronuncia un discurso en la Academia de Ciencias Suecas, Marie Curie entre la audiencia escucha sobre las enormes posibilidades de aplicación de la radiactividad. Los Curie nunca patentaron su descubrimiento; para ambos, el conocimiento pertenecía a la humanidad y debía beneficiar a todos por igual.

### 2.3. Un evento inesperado: La muerte de Pierre Curie

A comienzos de 1906, la vida de Marie Curie parecía llegar a un equilibrio emocional; realizaba experimentos relacionados con la radiactividad y pasaba tiempo con Pierre y sus hijas. El jueves 19 de abril, Pierre asistió a una reunión con otros profesores, estaba lloviendo y, al cruzar la calle, sufrió un accidente mortal por un coche de caballos. Murió a la edad de 46 años. Marie no había superado del todo este evento inesperado, cuando el gobierno francés propuso que se concediera a la viuda e hijas del ilustre físico una pensión nacional. Marie la rechazó argumentando que sólo tenía 38 años y podía traba-

jar para ganarse la vida. El 13 de mayo de 1906, el Consejo de la Facultad de Ciencias le otorgó la Cátedra de Física que había desempeñado Pierre en La Sorbona. Era la primera vez que una mujer tenía esta posición en la enseñanza universitaria francesa. Sellos postales relacionados con Pierre Curie se muestran en la ilustración 5: Yibuti en 1984 conmemora los 125 años del nacimiento de Pierre (sello 20); Mali en 1981 reconoce a Pierre como uno de los pioneros de la radiactividad (sello 21); Bulgaria y Rumania en 1956 emitieron sellos para conmemorar los 50 años de la muerte de Pierre (sellos 22 y 23).

En 1906, Andrew Carnegie (1835-1919), magnate americano, envía a Marie 50.000 dólares en bonos de oro para la creación de las becas Curie, que posteriormente darían lugar a la Fundación Curie (Binda, 2009b). En 1910, Marie Curie y André Debierne separan desde varias toneladas de mineral de uranio un producto final que pesaba 2 mg y contenía aproximadamente 0,1 mg de polonio; el espectro de líneas de esta muestra reveló por primera vez unas pocas líneas características del elemento. La asignación del polonio en la tabla periódica no se debe a sus descubridores, pero el nuevo elemento obviamente podría ser colocado a la derecha del bismuto, con número atómico 84 (Adloff, 2011). En 1911, se le encarga a Marie Curie la creación de un patrón internacional del radio. Tiempo más tarde depositaría de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de París un fino tubo con las sales de radio precipitado (Binda, 2009b).



(20)



(21)



(22)



(23)

**Ilustración 5.** Sellos postales en honor a Pierre Curie (1859-1906).



(24)



(25)



(26)



(27)

**Ilustración 6.** Sellos postales relacionados con el Premio Nobel de Química en 1911; el sello 27 muestra a Pierre Curie, que de estar vivo para 1911, seguramente hubiese compartido el premio con Marie Curie por el descubrimiento del radio y el polonio.

#### 2.4. La obtención del Premio Nobel de Química por Marie Curie

En 1911, la Academia Sueca de Ciencias informó a Marie Curie que se le había concedido el Premio Nobel de Química en reconocimiento por “sus servicios en el avance de la Química con el descubrimiento del radio y el polonio, la purificación del radio y sus compuestos”; los sellos postales de la ilustración 6 hacen referencia a dicho galardón: Polonia en 1951 y Suecia en 1971 para conmemorar el aniversario 40 y 60, respectivamente (sellos 24 y 25); Gambia en 1995 en los 100 años del testamento de Alfred Nobel, hace referencia al citado premio (sello 26) y Camerún en 1986 en conmemoración de los 80 años de la muerte de Pierre Curie (sello 27), muestra el símbolo químico y número atómico del radio y del polonio que fueron el motivo del premio.

Marie Curie fue la primera persona en ganar dos veces el Premio Nobel, Física en 1903 y Química en 1911, logro alcanzado más tarde por Linus Carl Pauling (1901-1994), que ganó el de Química en 1954 y de la Paz en 1962, John Bardeen (1908-1991) que ganó el de Física en dos ocasiones, 1956 y 1972 y, finalmente, Frederick Sanger (nacido en 1918), ganó el de Química en 1958 y en 1980. Los sellos 28 y 29 (ilustración 7) emitidos por Polonia en 1982 y 1967 hacen referencia, en un mismo sello, a los dos Premios Nobel ganados por Marie Curie.



(28)



(29)

**Ilustración 7.** Los dos Premios Nobel de Marie Curie en un mismo sello postal.

#### 2.5. El impacto de Marie Curie en la Medicina

La mayoría de los países europeos comenzaron a crear Institutos del Radio. En 1913, Marie Curie aceptó la dirección del Instituto del Radio de Varsovia. La colaboración más directa de Marie con la Medicina no implica el uso del radio, sino de los rayos X: durante la Primera Guerra Mundial se dio cuenta de la enorme utilidad de llevar equipos móviles al frente para determinar la ubicación de las balas en los heridos y la gravedad de las fracturas ocasionadas por la metralla, facilitando el acto quirúrgico (Langevin-Joliot, 2011). En 1921, contribuyó en la creación de la Fundación Curie para Radioterapia y se dedicó al estudio de la aplicación del radio en la cura del cáncer; los sellos postales de la ilustración 8 hacen referencia al impacto de Marie Curie en la Medicina: India en 1968 en conmemoración de los 70 años del descubrimiento del radio (sello 30) muestra a Marie Curie y un paciente recibiendo radiación; la República Centroafricana, también en 1968, muestra a Marie Curie como pionera en el tratamiento del cáncer (sello 31); la imagen de Pierre y Marie Curie con un tubo que contiene radio fue usada por varios países para el beneficio de una campaña internacional contra el cáncer (sellos 32-35), emitidos en 1938 en conmemoración de los 40 años del descubrimiento del radio.

#### 2.6. Marie Curie, una mujer de ciencia con repercusión en la sociedad

Según Langevin-Joliot (2011), entre los muchos eventos que contribuyeron a la vida pública de Marie Curie fue la entrevista que le realizó Marie Mattingly Meloney (1878-1943): editora de una revista para mujeres en los Estados Unidos, “Esta mujer organizó una campaña entre las mujeres estadounidenses para ofrecer un gramo de radio a Marie Curie”. En 1921 Marie viajó a Estados Unidos y visitó varias universidades, en las que le fueron otorgados honores, medallas y títulos académicos. La gira terminó el 20 de mayo en la Casa Blanca donde recibió el gramo de radio de manos del presidente Warren Gamaliel Harding (1865-1923). Boudia (2011) resalta la importancia de Marie Curie, como mujer de ciencia y su impacto en la sociedad y el género femenino: “Es interesante recordar el gran número de investigadoras que han trabajado



(30)



(31)



(32)



(33)



(34)



(35)

**Ilustración 8.** Sellos postales del impacto del radio en el tratamiento del cáncer.

con Marie Curie, y considerar su papel inspirador y alentador, para que las mujeres inicien una carrera científica a pesar de las dificultades y perjuicios de la época". Los sellos postales de la ilustración 9 muestran a Marie Curie, una mujer de ciencia y sociedad: Cuba en 1994 muestra a Marie Curie como una celebridad científica (sello 36); Nicaragua en 1996 en una serie postal de mujeres famosas (sello 37) y Liberia en 1975 en conmemoración del Año Internacional de la Mujer (sello 38).

## 2.7. Los últimos años de Marie Curie

En los últimos años de su vida Marie Curie dirigió el Instituto del Radio y compartió los progresos científicos de Irène Curie (1897-1956) y de su esposo Frédéric Joliot (1900-1958) en el

descubrimiento de la radiactividad artificial, lo que hizo merecedor al matrimonio del Premio Nobel de Química en 1935. Los sellos postales 39 y 40 emitidos por Francia en 1982 y Mauritania en 1977 muestran a los esposos Joliot-Curie con unos diagramas de radiación y una mención al Premio Nobel conseguido (ilustración 10).

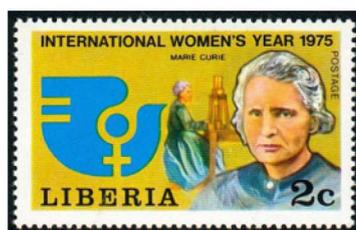
Su hija Ève, pianista y reportera, trabajó para los aliados durante la Segunda Guerra Mundial y fue autora de la famosa biografía de Marie Curie. Aquí se recoge un fragmento de la parte final: "El viernes, día 6 de julio de 1934, a mediodía, sin discursos, sin cortejo, sin un político, sin un elemento oficial, la señora Curie toma modestamente su plaza en la morada de los muertos. Se la entierra en el cementerio de Sceaux, ante sus íntimos, ante sus amigos y los colaboradores, que la querían. Su ataúd queda depositado encima del de Pierre Curie... La lápida mortuoria se enriquece con una nueva mención: MARÍA CURIE-SKLODOWSKA 1867-1934" (Curie, 1938); los sellos postales de la ilustración 11 recuerdan el aniversario de la muerte de Marie Curie: Dahomey (hoy día integrado en Benín) en 1974, el aniversario 40 (sello 41); Yibuti y Corea del Norte en 1984, el aniversario 50 (sellos 42 y 43).



(36)



(37)



(38)



(39)



(40)

**Ilustración 9.** Sellos postales, Marie Curie, una mujer de Ciencia y Sociedad.

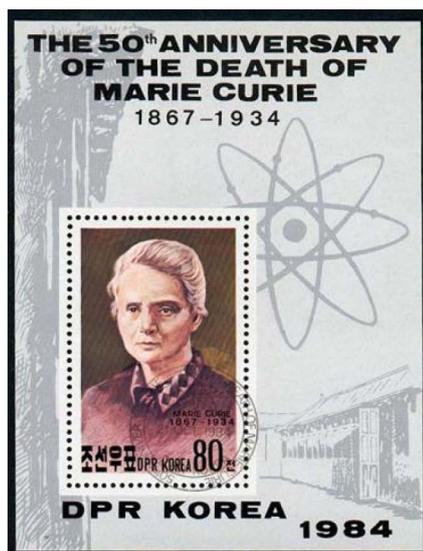
**Ilustración 10.** Sellos postales con los esposos Joliot-Curie, ganadores del Premio Nobel de Química en 1935.



(41)



(42)

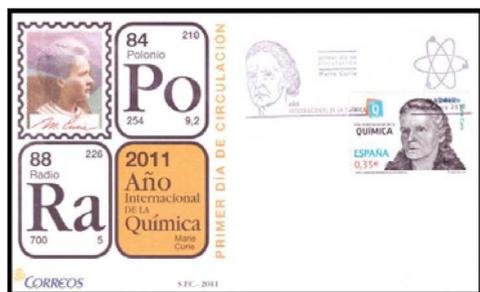


(43)

**Ilustración 11.** Sellos postales que conmemoran el aniversario de la muerte de Marie Curie.

## 2.8. Marie Curie y el Año Internacional de la Química

En 2011 se celebró el Año Internacional de la Química; los sellos de la ilustración 12 hacen referencia a este evento que, como se dijo anteriormente, también conmemoraba los 100 años del Premio Nobel de Química de Marie Curie: sello 44, España en SPD muestra el símbolo químico del polonio y del



(44)



(45)



(46)

**Ilustración 12.** Sellos postales que muestran a Marie Curie con motivo del Año Internacional de la Química.

radio (Pinto, 2011); los sellos 45 y 46 en hoja filatélica, diseño compartido por Polonia y Suecia, muestran a Marie Curie, material radiactivo y la medalla del Premio Nobel de Química en 1911.

## 3. Identificación de los sellos postales recogidos en este trabajo

El “catálogo Scott” de sellos postales es una publicación de la empresa Scott Publishing Co, que recoge los sellos emitidos a nivel mundial. En la tabla 1 se muestra la identificación de los sellos ilustrados en este artículo.

## 4. Comentario final

La filatelia es un arte que nos permite profundizar en diversos temas; en este artículo se han usado 46 sellos postales para realizar una biografía descriptiva de Marie Curie. Discutir filatelia en el aula de clase, involucrando científicos e historia puede aumentar el entusiasmo de los estudiantes hacia la Química; en este caso, la amplia cobertura filatélica dedicada a Marie Curie permite discutir y profundizar en la importancia de temas como la radiactividad y en sus logros científicos.

El uso de material filatélico con fines pedagógicos es la combinación de un arte y un interés profesional, en una herramienta educativa que se puede enfocar a diferentes disciplinas del conocimiento

## Referencias

- Adloff, J. P., A short history of polonium and radium, *Chemistry International*, 33(1), 20-23, 2011.
- Binda, M. C., Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo (primera parte), *Revista Argentina de Radiología*, 73(3), 265-270, 2009a.
- Binda, M. C., Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo (segunda parte), *Revista Argentina de Radiología*, 73(4), 409-416, 2009b.
- Boudia, S., An inspiring laboratory director: Marie Curie an Women in Science short history of polonium and radium, *Chemistry International*, 33(1), 12-15, 2011.
- Chenier, P. J., Postage stamp displays teach chemistry, *Journal of Chemical Education*, 63(6), 498-500, 1986.
- Curie, E., *Madame Curie*. París, Francia: Gallimard, 1938.
- García, J. y Salas, J. M., La química a través de sus sellos: Una revisión comparativa de la filatelia dedicada a Mendeléiev, *Anales de Química*, 103(1), 50-57, 2007.
- Guillaumont, R., Kroh, J., Penczek, S. y Vairon, J. P., Celebrating one Hundred years, *Chemistry International*, 33(1), 2-3, 2011.
- Hillger, D. W., Metric units and postage stamp, *The Physics Teacher*, 37, 507-510, 1999.
- Kauffman, G. B., Nobel laureates in chemistry – A philatelic survey, Part I. 1901-1910, *Journal of Chemical Education*, 67(6), 451-456, 1990a.
- Kauffman, G. B., Nobel laureates in chemistry – A philatelic survey, Part II. 1911-1934, *Journal of Chemical Education*, 67(7), 569-574, 1990b.

**Tabla 1.** Identificación de los sellos ilustrados en el presente trabajo.

Sello No.	País	Año de emisión	Scott N°.	Sello No.	País	Año de emisión	Scott N°.
1	Polonia	1967	1518	24	Polonia	1951	512
2	Polonia	1967	1519	25	Suecia	1971	911
3	Alemania	1967	937	26	Gambia	1995	1635a
4	Francia	1967	1195	27	Camerún	1986	C336
5	Mónaco	1967	673	28	Polonia	1982	2519
6	República del Chad	1999	807h	29	Polonia	1967	1520
7	Mónaco	1995	1981	30	India	1968	476
8	Maldivas	1995	2117d	31	República Centroafricana	1968	C57
9	Madagascar	1988	852	32	Cuba	1938	B1
10	Polonia	1992	3082	33	Togo	1938	B1
11	Gibraltar	1994	654	34	Francia	1938	B76
12	Portugal	1998	2245	35	Afganistán	1938	RA2
13	Mónaco	1998	2072	36	Cuba	1994	3581
14	Polonia	1998	3417	37	Nicaragua	1996	2164d
15	Suecia	1963	638	38	Liberia	1975	697
16	Mónaco	2003	2306	39	Francia	1982	1838
17	Polonia	2003	3706	40	Mauritania	1977	359
18	Guinea	2001	2134	41	Dahomey (hoy día integrado en Benín)	1974	C202
19	Guinea	2001	2128d	42	Yibuti	1984	589
20	Yibuti	1984	588	43	Corea del Norte	1984	2423
21	Mali	1981	424	44	España (SPD)	2011	No identificado
22	Bulgaria	1956	957	45	Polonia	2011	
23	Rumania	1956	1156	46	Suecia	2011	

Kauffman, G. B., Nobel laureates in chemistry – A philatelic survey, Part III. 1935-1988, *Journal of Chemical Education*, **67**(9), 774-781, 1990c.

Langevin-Joliot, H., Marie Curie and her time, *Chemistry International*, **33**(1), 4-7, 2011.

Morgan, M. A., A postage stamp history of the atom, part II: The quantum era, *Philatelia Chimica et Physica*, **28**(1), 35-43, 2006.

Norkus, P., Norkus, E. y Vaitaitis, A. P., Chemistry in philately 1. Symbols of chemical elements, *Chemija*, **18**(4), 21-33, 2007.

Pinto, G., A postage stamp honoring Marie Curie: An opportunity to connect Chemistry and History, *Journal of Chemical Education*, **88**, 687-689, 2011.

Rappoport, Z., Chemistry on stamps (chemophilately), *Accounts of Chemical Research*, **25**(1), 24-31, 1992.

Schreck, J. O. y Lang, C. M., Introduction to chemistry on stamps, *Journal of Chemical Education*, **62**(12), 1041-1042, 1985.

Wróblewski, A. K., How Röntgen and Becquerel rays are linked with the discoveries of polonium and radium, *Chemistry International*, **33**(1), 28-31, 2011.