

Premios Nobel de Química y Filatelia. Parte II: Química Analítica, Química Orgánica, Productos Naturales y Bioquímica

*Nobel Prizes in Chemistry and Philately, Part II: Analytical Chemistry, Organic
Chemistry, Natural Products and Biochemistry*

Ms.C. Marlon Martínez-Reind¹, Ms.C. Eliseo Amado-González^{II}
marlon.martinez@correounivalle.edu.co



¹Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Colombia; ^{II}Facultad de Ciencias, Universidad
de Pamplona, Colombia

● Resumen

En Premios Nobel de Química y Filatelia, Parte II, se hace una revisión de los sellos postales emitidos en diferentes países para conmemorar los Premios Nobel en química analítica, química orgánica, productos naturales y bioquímica.

Palabras clave: filatelia, sellos postales, Premios Nobel de Química.

● Abstract

Nobel Prizes in Chemistry and Philately, Part II, is a review of the stamps issued in different countries to commemorate the Nobel Prizes in analytical chemistry, organic chemistry, natural products and biochemistry.

Key word: philately, stamps postage, Nobel Prize in Chemistry.

● Introducción

La historia de los Premios Nobel de Química se ha dividido en tres periodos históricos, para facilitar su comprensión desde la filatelia:

Periodo 1, primera década: desde el primer Premio Nobel para Jacobus H. van 't Hoff en 1901 hasta 1910, Premio de Otto Wallach.

Periodo 2, 1911-2000: inicia con el Premio Nobel de Marie Curie en 1911 y va hasta el final del siglo XX, este periodo se subdivide teniendo en cuenta las diferentes áreas de la química: fisicoquímica, química analítica, química orgánica (general y preparativa), química inorgánica y tópicos especiales

(bioquímica, química de productos naturales, química aplicada, polímeros y coloides).

Periodo 3, Premios Nobel Siglo XXI: desde la conmemoración de los 100 años de los Premios en 2001 hasta el Año Internacional de la Química en 2011.

En la parte I se incluyó el periodo 1 y el área de fisicoquímica del periodo 2; en este artículo (segundo de una serie de tres) se continúa con la revisión de sellos en diferentes países que hacen un aporte al estudio de los Premios Nobel en Química, periodo 2: química analítica, química orgánica, química de productos naturales y bioquímica.

Periodo 2, Premios Nobel de Química 1911-2000

Premios Nobel en Química Analítica

Químicos orgánicos, inorgánicos y bioquímicos han desarrollado métodos analíticos como parte de sus investigaciones; sin embargo, pocos científicos han sido premiados por contribuciones específicas en el área de la Química Analítica.

El Premio Nobel de Química en 1923 se entregó al austriaco Fritz Pregl (1869-1930) "por su invención del método de microanálisis de las sustancias orgánicas"; según figura en el acta de la Real Academia Sueca de las Ciencias, Pregl no inventó los métodos químicos de análisis elemental orgánico, sino que modificó los métodos existentes a una escala de trabajo del orden de cien veces más pequeña, lo que permitió usar muestras de unos pocos miligramos, que ahorran tiempo, trabajo y dinero /17/. En 1973 Austria conmemoró los 50 años del Premio Nobel de Pregl (sello 63).

La voltamperometría engloba un grupo de métodos electroanalíticos en los que la información sobre el analito se obtiene a partir de medidas de la intensidad de corriente que fluye por un circuito como consecuencia de una reacción electroquímica que se produce en un electrodo de trabajo, al que se aplica un potencial determinado /34/.

Históricamente, la voltamperometría se desarrolló a partir de la polarografía, que es un tipo particular de voltamperometría en que el electrodo de trabajo es un electrodo de gota de mercurio, la polarografía fue descubierta por el químico checoslovaco Jaroslav Heyrovský (1890-1967) a principios de 1920/35/. En 1959 el Premio Nobel en Química se entregó a Heyrovský "por el descubrimiento y desarrollo de los métodos de análisis polarográfico", una técnica instrumental que impulsaría de forma espectacular la química analítica, iniciando con ello la era de la química electroanalítica; el sello 64 de Checoslovaquia muestra a Heyrovský.

El análisis de los constituyentes macromoleculares en los organismos vivos requiere de métodos especializados de separación, el sueco Theodor

Svedberg (1884-1971) desarrolló la técnica de ultracentrifugación analítica y demostró su utilidad en la separación de macromoléculas y numerosas sustancias de interés bioquímico /15/; en 1926, Svedberg fue galardonado con el Premio Nobel de Química "por sus estudios en la química de coloides"; el sello 65 de Guyana es en honor a Svedberg, y el 66 de Suecia representa gráficamente la ultracentrifugación analítica aplicada a sistemas dispersos.

En 1925, Svedberg había admitido como ayudante de investigación al joven químico, también sueco Arne Wilhelm Kaurin Tiselius (1902-1971) que estudió la migración de proteínas mediante el uso de un campo eléctrico, y con este método, llamado electroforesis demostró la naturaleza compleja de las proteínas del suero sanguíneo /36/. Los resultados obtenidos por Tiselius le merecieron el Premio Nobel de Química en 1948, y la consideración de padre de la electroforesis, piedra angular de gran parte de la investigación de químicos y biólogos moleculares relacionada con la separación y análisis de proteínas, polinucleótidos y otros biopolímeros; el sello 67 muestra a Tiselius, y el 68 fue emitido en conmemoración de los 35 años de su Premio Nobel, representa los estudios en electroforesis. Tiselius también realizó estudios en procesos de difusión y adsorción, un método utilizado por primera vez por el botánico Ruso Mijail Tsvet (1872-1919) que inventó la cromatografía para separar varios pigmentos vegetales; unos años más tarde (1952) los Ingleses Archer John Porter Martin (1910-2002) y Richard Laurence Millington Synge (1914-1994) comparten el Premio Nobel de Química "por su invención de la cromatografía de partición", los sellos 69 y 70 muestran a Synge y a Martin; el sello 71 fue emitido en 1977 para conmemorar los 100 años del "Royal Institute of Chemistry", muestra las manchas de color obtenidas por Synge en la separación de los aminoácidos del almidón /16/. La figura 9 muestra los sellos utilizados para recordar los laureados en química analítica.

Premios Nobel en Química Orgánica

Química Orgánica – general

El Premio Nobel de Química en 1969 se entregó al inglés Derek Harold Richard Barton (1918-1998)



Fig. 9 Sellos postales, laureados con el Premio Nobel de Química: Química Analítica.

y al noruego Odd Hassel (1897-1981) "por sus contribuciones al desarrollo del concepto de conformación y su aplicación en química", es decir, la disposición espacial de los átomos en las moléculas, que se diferencian sólo por la orientación de los grupos químicos en la rotación alrededor de un enlace simple; los sellos 72 y 73 muestran a Barton y a Hassel; el sello 74 fue emitido en 1977 para conmemorar los 100 años del "Royal Institute of Chemistry", representa la conformación estructural de un esteroide en honor al trabajo de Barton /16/.

El Premio Nobel de Química en 1975 también se fundamenta en el concepto de estereoquímica y fue compartido por John Warcup Cornforth (1917, Australia) y el suizo de origen Yugoslavo Vladimir Prelog (1906-1998); Cornforth trabajó en la estereoquímica de las reacciones catalizadas enzimáticamente y Prelog investigó acerca de la quiralidad de las moléculas orgánicas y sus reacciones /37/. El sello 75 de Bosnia y Herzegovina muestra a Prelog uno de los laureados en 1975.

Los compuestos organometálicos constituyen un grupo de moléculas orgánicas que contienen uno o más enlaces carbono-metal, en 1952 el alemán Ernst

Otto Fischer (1918-2007) y el inglés Geoffrey Wilkinson (1921-1996) en estudios independientes describen un grupo completamente nuevo de moléculas organometálicas, los llamados compuestos sándwich, metal unido por enlace covalente háptico a dos moléculas orgánicas aromáticas /17/.

En la década de 1960, Fischer (sello 76) trabajó en complejos metálicos de ciclopentadienil, carbonilos metálicos y en la síntesis, estructura y reactividad de complejos metal-alquilideno y metal-alquilidino (carbenos y carbinos Fischer)/38/. Wilkinson estudió la estructura del ferroceno, compuesto organometálico con un átomo de hierro encerrado entre dos anillos de ciclopentadieno paralelos; Fischer y Wilkinson compartieron el Premio Nobel de Química en 1973.

El Premio Nobel de Química en 1987 se entregó a los estadounidenses Donal James Cram (1919-2001) y Charles John Pedersen (1904-1989), y a Jean-Marie Pierre Lehn (1939, Francia) "por el desarrollo y uso de moléculas con interacciones específicas de estructura de alta selectividad", Pedersen en la década de 1960 consiguió la síntesis de un grupo de compuestos denominados éter corona: un anillo flexible de átomos de carbono formados por grupos etilenoxi

(CH₂-CH₂-O-), capaces de reconocer y combinarse selectivamente con los iones de ciertos elementos metálicos, tal y como lo hacen las enzimas en los organismos vivos; más tarde Lehn y Cram desarrollaron éteres corona cada vez más sofisticados que se combinan selectivamente no sólo con iones metálicos, sino con otras moléculas /17/.

Las investigaciones de Lehn en 1968 permitieron sintetizar una molécula capaz de combinarse con el neurotransmisor acetilcolina, el transmisor químico de las señales del sistema nervioso /39/. Los sellos 77 y 78 muestran a Cram y Lehn dos de los laureados con el Nobel de Química en 1987, trabajos que han contribuido especialmente al desarrollo de la química supramolecular.

George Andrew Olah (1927, Hungría) fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1994 "por su contribución a la química de los carbocationes", en las décadas de 1920 y 1930, los químicos habían sugerido que los iones positivos de los hidrocarburos (carbocationes) son intermediarios de corta duración en las reacciones químicas orgánicas, son muy reactivos e inestables, y que sería imposible prepararlos en grandes cantidades /17/.

Las investigaciones de Olah inician en la década de 1960 y contradice esta suposición, ya que puso de manifiesto que carbocationes estables pueden ser preparados por el uso de un nuevo tipo de compuestos muy ácidos, los superácidos, que tienen una acidez mayor que la del H₂SO₄, el "ácido mágico" de Olah, una mezcla de pentafluoruro de antimonio con ácido

fluorosulfúrico, tiene una gran facilidad para atacar hidrocarburos y producir carbocationes. Gracias a los trabajos de Olah, la química de los carbocationes tiene un lugar destacado en todos los textos modernos de química orgánica /40/, el sello 79 de Ghana muestra a Olah.

El Premio Nobel de Química en 1996 fue entregado a Robert Floyd Curl (1933, USA), al también Estadounidense Richard Errett Smalley (1943-2005) y a Harold Walter Kroto (1939, Reino Unido) "por el descubrimiento de los fullerenos", átomos de carbono unidos entre sí en forma esférica (algunos de forma elipsoide o cilíndrica).

El sello 80 en conmemoración de los 100 años de los Premios Nobel, muestra la estructura del fullereno C₆₀, constituido por 20 hexágonos y 12 pentágonos, la designación de fullerenos se tomó del nombre del arquitecto Estadounidense, R. Buckminster Fuller (sello 81), que había diseñado una cúpula que tiene la forma de una pelota de fútbol para la Exposición Mundial de Montreal en 1967 /17/.

Las aplicaciones de los fullerenos abarcan la elaboración de nuevos tipos de polímeros, fabricación de materiales superconductores, estructuras con metales o con otros átomos atrapados dentro de estos agrupamientos de carbono, así como nuevos catalizadores y productos farmacéuticos /41/.

Los sellos 82, 83 y 84 muestran a Curl, Smalley y Kroto, ganadores del Premio Nobel de Química en 1996. La figura 10 muestra los sellos utilizados para recordar los laureados en química orgánica – general.

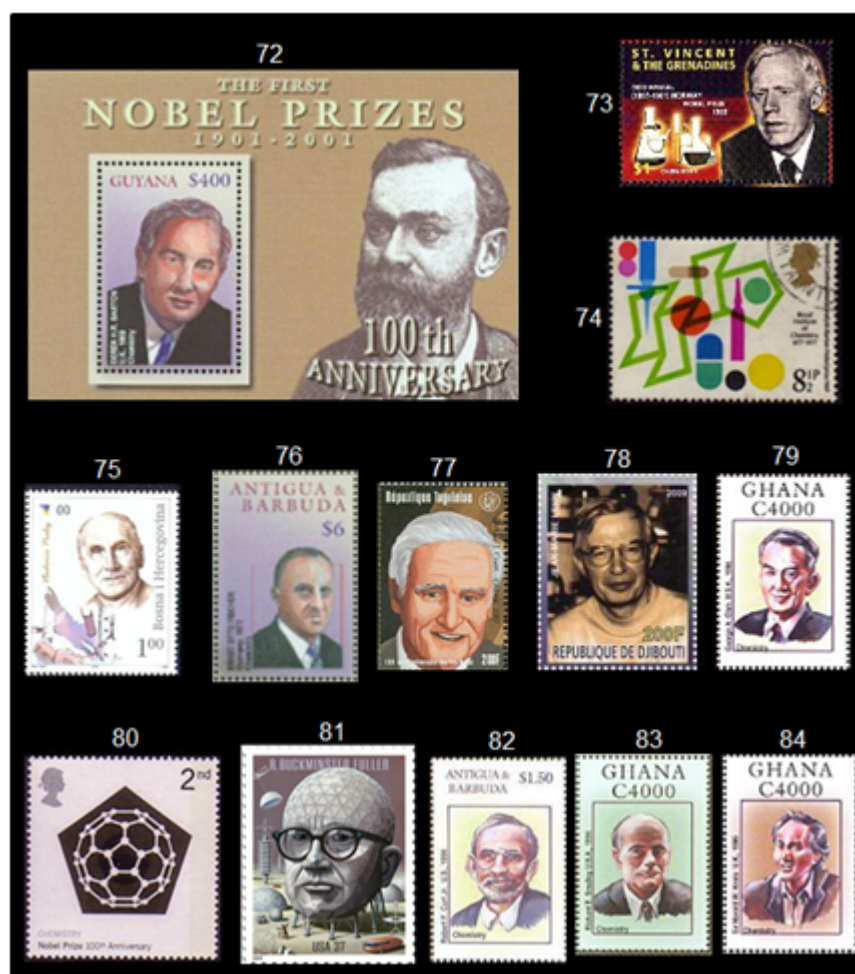


Fig. 10 Sellos postales, laureados con el Premio Nobel de Química:
Química Orgánica – General

Química Orgánica – preparativa

Uno de los principales objetivos de la química orgánica es sintetizar compuestos cada vez más complejos de carbono en combinación con otros elementos, tales como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo.

El primer Premio Nobel de Química del periodo 2 en reconocimiento a un trabajo pionero en química orgánica preparativa se entregó en 1912 a los Franceses Victor Grignard (1871-1935) y Paul Sabatier (1854-1941); Grignard descubrió que los haluros orgánicos pueden formar compuesto con el magnesio, los ahora llamados reactivos de Grignard son muy reactivos, y son por consiguiente ampliamente usados en síntesis orgánica /42/.

Sabatier fue premiado por el desarrollo de un método para hidrogenar compuestos orgánicos en presencia de catalizadores metálicos; la hidrogenación catalítica de aceites en presencia de níquel, cobalto, cobre y hierro se llevó desde escala laboratorio a procesos industriales, y fue posible la producción de grasas comestibles como la margarina /15/.

El sello 85 (en SPD) emitido por Francia en 1971 conmemora los 100 años del nacimiento de Grignard, muestra la síntesis del reactivo de Grignard y la medalla del Premio Nobel; el sello 86 es en honor a Sabatier, y representa los procesos catalíticos a escala laboratorio y en una planta industrial; el sello 87 que muestra a Grignard y Sabatier fue emitido por Suecia en 1972 para conmemorar los 60 años del Premio Nobel de estos científicos.

El Premio Nobel de Química en 1950 se entregó a los Alemanes Otto Paul Hermann Diels (1876-1954) y Kurt Alder (1902-1958) "por el descubrimiento y desarrollo de la síntesis de dienos", la reacción de Diels-Alder fue desarrollada en 1928, y es uno de los métodos de síntesis más empleado en química orgánica para la preparación de anillos ciclohexánicos con funcionalidad diversa y estereoquímica controlada /43/. Los sellos 88 y 89 de Dominica muestran a Diels y a Alder.

El alemán Hans Fischer (1881-1945) ya había realizado un trabajo significativo en la estructura de la hemina, el pigmento orgánico de la hemoglobina, cuando la sintetizó en 1928; también contribuyó en la elucidación de la estructura de la clorofila. Por estos importantes estudios, Fischer (sello 90) fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1930 /17/.

El estadounidense Robert Burns Woodward (1917-1979) es considerado como el fundador de la síntesis orgánica avanzada; diseñó métodos para sintetizar la quinina (usada en el tratamiento de la malaria) en 1944, el colesterol en 1951, la vitamina B₁₂ en 1971, y consiguió reproducir en el laboratorio la molécula de la clorofila, el pigmento responsable del color verde en las plantas /44, 45/.

Woodward recibió el Premio Nobel de Química en 1965 "por sus destacados logros en el arte de la síntesis orgánica". El sello 91 emitido por Francia en 1970 muestra la fórmula de la quinina y conmemora los 150 años del descubrimiento de este alcaloide por Pierre Joseph Pelletier y Joseph Bienaimé Caventou. La quinina fue sintetizada en laboratorio 124 años después de su descubrimiento por Woodward.

Los trabajos en química orgánica sintética también fueron reconocidos en 1979 con el premio al estadounidense Herbert Charles Brown (1912-2004) y al alemán Georg Wittig (1897-1987), que desarrollaron el uso de compuestos que contienen boro y fósforo,

respectivamente, como importantes agentes en la síntesis orgánica; Brown trabajó con boranos y síntesis asimétrica de enantiómeros puros; Wittig trabajó con compuestos de fósforo para obtener alquenos desde aldehídos y cetonas (reacción de Wittig) /45/.

Otro maestro en la síntesis orgánica es Elias James Corey (1928, USA), quien recibió el premio en 1990 "por su desarrollo de la teoría y metodología de la síntesis orgánica". Corey trabajó en retrosíntesis, que consiste en someter una molécula orgánica que se desea sintetizar a una serie de disecciones por etapas teniendo en cuenta el carácter y la estructura de los enlaces que se rompen /17/. Los sellos 92 y 93 muestran a Wittig, uno de los galardonados en 1979, y a Corey ganador del premio en 1990.

El Premio Nobel de Química en 1984 se otorgó al estadounidense Robert Bruce Merrifield (1921-2006) "por su desarrollo de la metodología para la síntesis química en matriz sólida". Merrifield (sello 94) aplicó este método para la síntesis de péptidos grandes y proteínas pequeñas, y su principio se aplicó posteriormente a la química del ácido nucleico /17/. La figura 11 muestra los sellos utilizados para recordar los laureados en Química Orgánica – preparativa.

Premios Nobel en Química de productos naturales

La síntesis de moléculas orgánicas complejas se debe basar en un conocimiento detallado de su estructura. Los primeros trabajos sobre los pigmentos de las plantas fueron desarrollados por el alemán Richard Martin Willstätter (1872-1942), un estudiante de Adolf von Baeyer (Nobel de Química en 1905) que demostró que la clorofila contiene magnesio como un componente integral; también llevó a cabo investigaciones pioneras sobre los pigmentos de las plantas, tales como los carotenoides, y fue galardonado con el Premio Nobel de Química en 1915 /15/; el sello 95 de Sierra Leona muestra a Willstätter.



Fig. 11 Sellos postales, laureados con el Premio Nobel de Química: Química Orgánica – preparativa.

Los Premios Nobel de Química en 1927 y 1928 entregados respectivamente a los alemanes Heinrich Otto Wieland (1877-1957) y Adolf Otto Reinhold Windaus (1876-1959), están estrechamente relacionados con la estructura de los esteroides.

El premio de Wieland (sello 96) fue por sus investigaciones sobre la composición de los ácidos biliares, compuestos que derivan del colesterol; mientras que Windaus (sello 97) fue premiado por su investigación de la estructura de los esteroides y su conexión con las vitaminas /46/.

El Premio Nobel de Química en 1937 fue entregado al inglés Walter Norman Haworth (1883-1950) "por sus investigaciones en carbohidratos y la síntesis de la vitamina C" y al suizo Paul Karrer (1889-1971) "por sus investigaciones en carotenoides, flavinas y vitaminas A y B₂"; Haworth sintetizó la vitamina C en 1933, y fue la base para

la presente producción a gran escala de este nutriente. El sello 98 fue emitido en 1977 para conmemorar los 100 años del "Royal Institute of Chemistry"; representa la estructura de la vitamina C en honor al trabajo de Haworth /16/. El sello 99 también muestra la estructura de la vitamina C, y fue emitido por Suiza en 2011 con motivo del Año Internacional de la Química. El sello 100 emitido por Suecia en 1997; muestra a Karrer y la estructura de la vitamina A.

El austriaco Richard Kuhn (1900-1967) también trabajó en carotenoides, publicó la estructura de la vitamina B₂ en el mismo momento que Karrer, y también aisló la vitamina B₆ /17/. El sello 101 emitido por Austria en 1992 muestra a Kuhn, ganador del Premio Nobel de Química en 1938.

En 1939, el Premio Nobel de Química fue compartido entre el alemán Adolf Friedrich Johann Butenandt (1903-1995) y el suizo Leopold Ruzicka

(1887-1976); Butenandt (sello 102) investigó las hormonas sexuales humanas, aislando en 1929 el estrógeno, la androsterona en 1931 y la progesterona y la testosterona en 1934 /47,48/. Ruzicka (sello 103) sintetizó la androsterona y la testosterona /48/.

Los premios en química de productos naturales continuaron después de la Segunda Guerra Mundial, en 1947 el inglés Robert Robinson (1886-1975) recibió el premio "por sus investigaciones en productos vegetales de importancia biológica, especialmente los alcaloides". Robinson contribuyó en la síntesis de la penicilina, y determinó la estructura molecular de la nicotina y de la morfina

/17/. El sello 104 de la República Democrática del Congo muestra a Robinson.

En 1955 el estadounidense Vincent du Vigneaud (1901-1978) recibió el premio por la síntesis de las hormonas polipeptídicas oxitocina y vasopresina /49/. El sello 105 muestra a Vigneaud. El inglés Alexander Robert Todd (1907-1997) ganó el premio en 1957 "por sus trabajos en nucleótidos y coenzimas". Todd (sello 106) sintetizó el ATP (adenosín trifosfato) y el ADP (adenosín difosfato), los principales portadores de energía en las células vivas /17/. La figura 12 muestra los sellos utilizados para recordar los laureados en química de productos naturales.



Fig. 12 Sellos postales, laureados con el Premio Nobel de Química: Química de productos naturales.

Premios Nobel en Bioquímica

El Premio Nobel de Química en 1929 se entregó al inglés Arthur Harden (1865-1940) y al alemán Hans Karl August Simon von Euler-Chelpin (1873-1964) "por sus trabajos en la fermentación de azúcares y las enzimas fermentadoras". El sello 107 emitido por Suecia en 1983 conmemora el Premio Nobel de 1929, y representa la fermentación de glucosa hasta etanol

/15/. El premio de 1946 se entregó por avances en el campo de las proteínas al estadounidense James Batcheller Sumner (1887-1955) "por su descubrimiento de que las enzimas podían ser cristalizadas". Sumner comparte el premio con los también estadounidenses John Howard Northrop (1891-1987) y Wendell Meredith Stanley (1904-1971) "por la preparación de enzimas y proteínas víricas de forma pura". Sumner en 1926 cristalizó la ureasa, y

sugirió que los cristales eran de la proteína pura, sin embargo, su argumento fue recibido con gran escepticismo. Pocos años después del descubrimiento de Sumner, Northrop logró cristalizar tres enzimas digestivas, pepsina, tripsina y quimotripsina, demostrando sus propiedades proteicas.

Stanley inició sus trabajos en la década de 1930, y hasta el año 1945 consiguió cristales de virus, demostrando que los virus son complejos de proteínas y ácidos nucleicos /50/. El sello 108 muestra a Northrop uno de los galardonados con el Premio Nobel de Química en 1946.

Varios Premios Nobel de Química han reconocido trabajos en la fotosíntesis y la respiración, los dos principales procesos en el metabolismo energético de los organismos vivos /17/. En 1961, el estadounidense Melvin Calvin (1911-1997) recibió el premio por sus investigaciones en la asimilación del dióxido de carbono en las plantas. Calvin (sello 109) utilizó carbono-14 para mostrar que el dióxido de carbono se fija a las plantas en

un proceso cíclico que involucra varias enzimas /51/. El inglés Peter Dennis Mitchell (1920-1992) fue galardonado en 1978 "por su contribución a la comprensión de la transferencia biológica de energía a través de la formulación de la teoría quimiosmótica". Mitchell comprobó que durante la fotosíntesis y la respiración, la energía se conserva en el ATP, cuando el ATP se divide en ADP y fosfato inorgánico, una cantidad relativamente grande de energía es liberada, y puede ser utilizada en presencia de enzimas específicas, para conducir procesos que requieren energía /52/.

Paul Delos Boyer (1918, Estados Unidos) y John Ernest Walker (1941, Reino Unido) comparten la mitad del premio en 1997 por su elucidación del mecanismo de la síntesis del ATP, la otra mitad del premio fue para Jens Christian Skou (1918, Dinamarca) por el primer descubrimiento de la enzima transportadora de iones de sodio y potasio. El sello 110 de Ghana muestra a Boyer, uno de los galardonados con el Premio Nobel de Química en 1997.



Fig. 13 Sellos postales, laureados con el Premio Nobel de Química: Bioquímica

El argentino Luis Federico Leloir (1906-1987) fue premiado en 1970 "por el descubrimiento de nucleótidos sacáridos y su papel en la biosíntesis de carbohidratos". En particular, Leloir (sello 111) había dilucidado la biosíntesis del glucógeno, la principal reserva de azúcar en muchos animales y microorganismos /17/. Dos años más tarde, la mitad del premio se entregó al estadounidense Christian Boehmer Anfinsen (1916-1995) por su trabajo con la ribonucleasa, especialmente en lo que respecta a la conexión entre la secuencia de aminoácidos y la conformación biológicamente activa.

El trabajo de Anfinsen fue el punto de partida para los estudios del mecanismo de plegamiento de proteínas, una de las principales áreas de la investigación actual en bioquímica. La otra mitad del premio fue para los también estadounidenses Stanford Moore (1913-1982) y William Howard Stein (1911-1980) "por sus contribuciones al entendimiento de la conexión entre la estructura química y la actividad catalítica del centro activo de la molécula de ribonucleasa" /17/. El sello 112 muestra a Anfinsen, uno de los galardonados con el Premio Nobel de Química en 1972.

Tres Premios Nobel de Química se han entregado por trabajos en el campo del ácido nucleico. En 1980, Paul Naim Berg (1926, USA) recibió la mitad del premio por los estudios del ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante, es decir, una molécula que contiene partes de ADN de diferentes especies; la otra mitad fue compartida por Walter Gilbert (1932, USA) y Frederick Sanger (1918, Reino Unido) "por sus contribuciones acerca de la determinación de secuencias de bases en ácidos nucleicos".

El trabajo de Berg es la base de la ingeniería genética y la determinación de la secuencia de bases es un paso esencial en la tecnología del ADN recombinante /53/. El ADN es la molécula hereditaria de la mayoría de los organismos; su estructura en forma de doble hélice es el motivo de sellos en varios países. Los sellos 113 y 114 emitidos por Mónaco y Australia en 2003 conmemoran los 50 años del descubrimiento del ADN; los sellos 115-118 emitidos por Macao en 2001 representan las bases nitrogenadas (guanina, citosina, adenina y timina) que forman parte del ADN; el sello 46 (figura 7, parte I) muestra a Sanger, uno de los galardonados con el Premio Nobel

de Química en 1980. Sanger también ganó el Nobel de Química en 1958. Sidney Altman (1939, Canadá) y Thomas Robert Cech (1947, USA) compartieron el premio en 1989 "por el descubrimiento de las propiedades catalíticas del ácido ribonucleico (ARN)".

Los sellos 119 y 120 muestran a Altman y Cech. El premio en 1993 fue compartido por Kary Banks Mullis (1944, USA) y al canadiense Michael Smith (1932-2000) "por sus contribuciones en el desarrollo de métodos químicos basados en el ADN". Mullis (sello 121) desarrolló la PCR (reacción en cadena de la polimerasa), técnica que hace posible reproducir millones de veces un segmento específico de ADN en un material genético.

El trabajo de Smith (sellos 122 y 123) constituye la base para la mutagénesis dirigida, recodificación del ADN en puntos concretos para poder variar la composición, forma y propiedades de las proteínas /17/. La figura 13 muestra los sellos utilizados para recordar los laureados en bioquímica.



Conclusiones

Se incluyen 61 sellos postales relacionados con 37 Premios Nobel; Premios en Química Analítica, Química Orgánica (general y preparativa), Química de productos naturales y Bioquímica.

Se hizo una descripción de cada Nobel en Química, y de la forma cómo los científicos ganadores y sus trabajos, han sido honrados en sellos postales.



Bibliografía

34. SKOOG, D. A.; J. J. LEARY. *Análisis Instrumental*. 4ta edición. Madrid: McGraw-Hill, 1994, 935 p. ISBN: 0-03-023343-7.
35. HEYROVSKÝ, J. "Elektrolysa se rtuovou kapkovou kathodou". *J. Chem. Listy*. 1922, 16, 256-264.
36. TISELIUS, A. "ANew Apparatus for Electrophoretic Analysis of Colloidal Mixtures". *Trans. Faraday Soc.* 1937, 33, 524-531.
37. The Nobel Prize in Chemistry 1975. Nobelprize.org. 03 Mar 2012 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1975/.
38. FISCHER, E. O. "On the way to carbene and carbyne complexes". *Adv. Organomet. Chem.* 1976, 14, 1-32.

39. JEAN-MARIE, Lehn - Nobel Lecture. Nobelprize.org. 03 Mar 2012 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1987/lehn-lecture.html.
40. NICOLAOU, K. C. "Inspirations, discoveries, and future perspectives in total synthesis". *J. Org. Chem.* 2009, 74(3), 951-972.
41. SERVICE, R. F. "Nobel Prizes: A Captivating Carbon Form". *J. Science* 1996, 274, 345-346.
42. SEYFERTH, D. "The Grignard Reagents". *Organometallics* 2009, 28(6), 1598-1605.
43. McMURRY, J. E. *Química Orgánica*. 7ma edición. México: Cengage Learning Editors, 2007, 1224 p. ISBN: 978-970-686-823-7.
44. The Nobel Prize in Chemistry 1965. Nobelprize.org. 04 Mar 2012 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1965/.
45. DOXSEE, K. M. "Development of an Advanced Synthesis Laboratory Course in Nobel Prize Winning Chemistry". *J. Chem. Educ.* 1990, 67(12), 1057-1060.
46. LUNDE, G. "The 1927 and 1928 Nobel Chemistry Prize Winners, Wieland and Windaus". *J. Chem. Educ.* 1930, 7(8), 1763-1777.
47. MULLER-HILL, B. "Selective Perception: The Letters of Adolf Butenandt Nobel Prize Winner and President of the Max-Planck-Society". *Comprehensive Biochemistry* 2003, 42, 548-579.
48. FREEMAN, E. R.; D. A. BLOOM; E. J. McGUIRE. "A Brief History of Testosterone". *J. Urology* 2001, 165(2), 371-373.
49. SCHWARTZ, I. L.; W. B. SCHWARTZ. "Dedication to Vincent du Vigneaud". *Am. J. Med.* 1967, 42(5), 651-652.
50. The Nobel Prize in Chemistry 1946. Nobelprize.org. 05 Mar 2012 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1946/.
51. MOSES, V. "Melvin Calvin (1911-1997)". *Adv. Carbohyd. Chem. Bi.* 2000, 55, 14-21.
52. KOCHERGINSKY, N. "Acidic Lipids, H⁺-ATPases, and Mechanism of Oxidative Phosphorylation. Physico-Chemical Ideas 30 Years after P. Mitchell's Nobel Prize award". *Prog. Biophys. Mol. Bio.* 2009, 99(1), 20-41.
53. The Nobel Prize in Chemistry 1980. Nobelprize.org. 11 Mar 2012 http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1980/.