

# Jaroslav Heyrovsky: en el centenario de su nacimiento

R. Lozano Rubí,\* Ma. T. Martín Sánchez\*\* y  
M. Martín Sánchez\*\*\*

Se celebró en 1990 el centenario del nacimiento de Jaroslav Heyrovsky, premio Nobel de Química 1959 por sus trabajos en polarografía, cuya vida como investigador y como profesor consideramos que merece recordarse como ejemplo de trabajo bien hecho con total seriedad y dedicación.

Nació en Praga el 20 de diciembre de 1890, ciudad en la que también fallecía el 23 de marzo de 1967. Era el quinto hijo de un famoso profesor de Derecho Romano y, durante algún tiempo, rector de la Universidad de Praga.

Durante sus estudios en la escuela secundaria se distinguió por su interés por las ciencias naturales, sin lugar a duda influenciado por un hermano mayor que llegó a ser un importante entomólogo.

Cuando en 1909 comenzó sus estudios en la Universidad de Praga, se matriculó en matemáticas, física y química, pero pronto se desencantó por estas últimas materias, impresionado por las clases de química inorgánica del profesor Brauner y las de física del profesor Kucera, si bien su inclinación iba hacia la química física, ciencia frontera entre las dos y casi recién nacida en aquella época.

Sentía verdadera admiración por los científicos ingleses y de una forma especial por Ramsay, y se encontró con la sorpresa de que su padre le brindó la oportunidad de matricularse en 1910 en el University College de Londres para seguir allí sus estudios, hecho que llama la atención porque los pocos checos que en aquel momento podían salir a estudiar fuera se quedaban en Alemania, que les quedaba cerca, o como muchos, se

desplazaban a Francia o Suiza, pero nunca a Inglaterra.

Cuando terminó sus estudios en 1913, Ramsay acababa de jubilarse, por lo que comenzó su tesis doctoral bajo la dirección de F.G. Donnan, quien le propuso como tema la *Determinación del potencial de electrodo del aluminio*. Para realizar este trabajo siguió la misma técnica que había utilizado G.N. Lewis en la determinación de los potenciales de los metales alcalinos, trabajando con amalgama del metal para evitar, en su caso, la formación de óxido.

Estaba totalmente decidido a seguir en Inglaterra durante toda su vida, tomando la nacionalidad inglesa, pero la Primera Guerra Mundial cambió sus proyectos, ya que no pudo regresar de Praga, a donde había ido a pasar las vacaciones de verano de 1914. En principio siguió sus investigaciones en el Instituto de Química de la Universidad de Praga, pero en enero de 1915, como estaba en edad militar, fue movilizado para formar parte del ejército. Sin embargo tuvo suerte, porque sus conocimientos y su mala salud hicieron que lo dejaran en Praga como analista y radiólogo en un hospital, donde tuvo oportunidad de seguir trabajando; abandonó el puesto al terminar la guerra, cuando presentó su tesis doctoral el 26 de septiembre de 1918, sobre *Electroafinidad del aluminio*.

Con motivo de la presentación de la tesis doctoral tuvo que pasar previamente un examen de física con el Profesor Kucera, padre del electrodo de goteo de mercurio, en 1903, quien quedó impresionado por lo bien que conocía el tema de medidas de potenciales, y le propuso que estudiara un problema que él se encontraba al hacer las curvas de electrocapilaridad y para el que no era capaz de descubrir la explicación. Creía que Heyrovsky, con los conocimientos que tenía de química física, sería capaz de resolverlo.

Seguendo las directrices de Kucera, comenzó a tra-

\* E.I.T. Industrial, Zamora, España.

\*\* E.T.I. Industrial Zamora, España.

\*\*\* U. Complutense, Madrid, España.

Recibido: 10 octubre de 1990 Aceptado: 16 noviembre de 1990.

bajar con el Dr. Simunek en este problema, en los ratos libres, que no eran muchos, porque había pasado a ser ayudante de Química Inorgánica y Analítica en 1919. Por otra parte, había reanudado sus relaciones con la Real Sociedad de Química de Londres, publicando en las *Transacciones* de dicha sociedad unos trabajos sobre *Electroafinidad del aluminio*, con los que obtuvo el grado de doctor por Inglaterra. En 1920, con un trabajo sobre *El ácido aluminico: estructura y carácter anfótero* consiguió la "habilitación" para impartir clases de química física en la Universidad Carlos de Praga, alcanzando la categoría de profesor en 1926.

Durante estos años, 1920-26, fue cuando descubrió los fundamentos de la polarografía, tema al que dedicó toda su vida, siguiendo de esta forma, en la práctica, una frase de Newton que había tomado como lema y que mostraba en distintos sitios de su laboratorio: *Un hombre puede elegir entre no hacer nada en su vida o convertirse en un esclavo para defenderlo.*

Cansado de pesar gotas de mercurio y obtener curvas de electrocapilaridad que cada vez eran de una forma, decidió estudiar la electrólisis de disoluciones de distintas sustancias con el electrodo de goteo de mercurio y en atmósfera de hidrógeno, para que no alterara los resultados la posible oxidación del oxígeno del aire. Al representar la gráfica gotas de mercurio frente a fuerza electromotriz, aparecía un tramo horizontal para cada metal, que correspondía al momento en que comenzaba a depositarse, y por tanto a formarse la amalgama correspondiente. Si representaba la intensidad frente a la fuerza electromotriz cuando ésta correspondía a la de descomposición, la intensidad se disparaba. Si hacía la electrólisis de disoluciones de diferente dilución, cuanto más diluidas eran mayor lo era la fuerza electromotriz de descomposición, que además era independiente de la naturaleza del anión.

Estos resultados los publicó en 1922, pero en checo, por lo que prácticamente no trascendieron. Realmente comenzaron a conocerse un año más tarde cuando los publica en inglés (Heyrovsky, 1923).

En un trabajo publicado en 1924, que consta de dos partes, una referente al depósito de metales y otra al sobrevoltaje del hidrógeno (Heyrovsky, 1924) ya indica que: "El cátodo de goteo se podrá utilizar como un método sistemático de análisis".

Junto a la frase de Newton, que ya hemos citado, aparecía en su laboratorio otra de Faraday que también sigue al pie de la letra en su vida: *Trabaja, termina y publica.*

De esta forma, Heyrovsky continúa trabajando y publicando, siendo de especial interés para conocer sus investigaciones un trabajo que consta de tres partes, que publica en 1925 (Heyrovsky, 1925).

En la primera parte hace un estudio de las características generales y de los procesos que tienen lugar, y dice: "Es un método de una extremada sensibilidad para detectar la mayor parte de los metales presentes, por lo

que promete aplicaciones al análisis cualitativo como también cuantitativo".

La segunda parte está escrita en colaboración con Shikata y describen cómo —cansados de hacer medidas, que les llevan del orden de cuatro horas— han diseñado un dispositivo, que de forma automática, les permite conseguir las gráficas en menos de veinte minutos. Como estas gráficas representan fuerzas electromotrices de polarización, las llaman *polarogramas*, y al dispositivo le dan el nombre de *polarógrafo*. Se trata de un tambor rotatorio tipo Kohlrausch, con un papel fotográfico introducido en una caja negra, al que por una rendija llega un rayo de luz emitido por un galvanómetro de reflexión. En una nota a pie de página dicen que esta "máquina", sin galvanómetro ni fuente luminosa, se puede adquirir en el Instituto de Química de la Universidad Carlos de Praga por un precio aproximado de diez libras.



La tercera parte se refiere de nuevo a la teoría del "sobrevoltaje" que está, en esa época, en plena actualidad con científicos como J.A.V. Butler.

Entre los trabajos de los años siguientes merece una mención especial uno que publica en 1929 con el Dr. Simunek (Heyrovsky, 1929) en el que da una explicación a las anomalías que encontraba Kucera, que habían sido el origen de sus investigaciones, y que éste no llega a conocer porque había fallecido en 1921. Al pie de página indican que el aparato está construido y comercializado por la empresa del Dr. Nejedly de Praga, cuya dirección incluyen.

Al conocimiento de la polarografía contribuyeron de una forma especial los viajes de Heyrovsky al extranjero. En 1926 estuvo seis meses en la Sorbona pensionado con una ayuda Rockefeller. En 1933 fue profesor visitante de la fundación Carnegie en las universidades de Stanford y Berkeley. En 1934 fue conferenciante invitado en la celebración del centenario de Mendeleiev en Leningrado.

Pero a este conocimiento también contribuyeron



sus publicaciones, sobre todo un libro sobre polarografía, publicado en alemán en 1941 (Heyrovsky, 1941), que previamente se había publicado en checo, por lo que su difusión había sido limitadísima. Pero, curiosamente, más que su propio libro, en el lanzamiento de la polarografía influyó el de Kolthoff (1941) y unos artículos de Muller aparecidos en el *Journal of Chemical Education* durante ese mismo año, y que más tarde se recogieron en un libro. Llama la atención la repercusión que tuvieron estas publicaciones a pesar de haber salido en plena Guerra Mundial.

Heyrovsky siguió trabajando en el tema y siempre abierto a nuevas técnicas. Por eso no dudó en aplicar el osciloscopio a la obtención de polarogramas, quedando asombrado de la rapidez de la nueva máquina. El osciloscopio lo comienza a usar sobre 1938 y tiene dos publicaciones muy similares en las que describe su utilización y sus ventajas, pero que son muy distantes en el tiempo; una en 1943, en alemán, y otra en 1953, en inglés, (Heyrovsky 1943, y 1953). La explicación de esta duplicidad es que la primera no se conoció por motivo de la Segunda Guerra Mundial. En las dos da el mismo esquema para el aparato que utiliza e indica cómo se puede adaptar mediante una resistencia y un condensador para conseguir directamente la gráfica derivada de potencial —en lugar del potencial— con relación al tiempo. En estos trabajos explica que ha sustituido el electrodo de gotas de mercurio por uno de “corriente de

mercurio” porque lo considera ventajoso e incluye un esquema de dicho dispositivo.

Durante la Segunda Guerra Mundial pudo seguir trabajando gracias al profesor alemán P.J. Bohm, aunque le privaron de sus colaboradores, y esta amistad le supuso problemas para su rehabilitación cuando terminó la guerra. Sin embargo, su tesón y la colaboración de los profesores Brdicka y Kalousek hicieron que pronto la Universidad de Praga tuviera un importante Instituto de Polarografía.

Para el conocimiento de su trabajo nos parece interesante un artículo sobre el “Análisis con el polaroscopio electrónico” (Heyrovsky, 1955) del que dice que: “Sirve para hacer análisis mediante luminosos diagramas que muestran la dependencia  $dV/dt$  con relación a  $V$  y cuya superficie permite conocer la cantidad de sustancia”. Indica allí ejemplos experimentales relativos a sulfamidas, anestésicos, vitaminas... etcétera.

Heyrovsky definió la polarografía como: “La ciencia que estudia los procesos que tienen lugar alrededor de un electrodo de gotas de mercurio”. Incluye en ella no solamente el estudio de las curvas intensidad-voltaje, sino también otras relaciones como curvas corriente-tiempo para gotas individuales, curvas potencial-tiempo, fenómenos de electrocapilaridad y corrientes en los electrolitos. Entre sus herramientas incluye, además del polarógrafo, el microscopio, el galvanómetro y el oscilógrafo.

De hecho, la polarografía ha supuesto para la ciencia:

— Uno de los métodos utilizados con más frecuencia en química analítica, lo mismo en los laboratorios de investigación que en los industriales. Ideal para disoluciones muy diluidas o muestras muy pequeñas, como suele suceder en los análisis clínicos, toxicología, farmacología, higiene, etcétera.

— Un método básico para conseguir información sobre los procesos que tienen lugar junto a un electrodo y, en este sentido, ha contribuido al avance de la electroquímica como ciencia.

— La polarografía permite medidas de potenciales de oxidación, constantes de equilibrio, constantes de velocidades de reacción, mecanismos de todo tipo de reacciones químicas, etcétera.

A nivel mundial, el mérito de Heyrovsky tardó en reconocerse, pero a partir de 1950 los premios y condecoraciones comenzaron a llover sobre él, culminando con el Premio Nobel de Química de 1959.

Además de ser un trabajador incansable haciendo experimentos, buscando teorías que los explicaran y diseñando nuevos experimentos, fue un gran profesor, de carácter afable y sencillo, siempre dispuesto a compartir su tiempo con los alumnos, y a escuchar las observaciones que se le hicieran sin importarle quién las hacía. Le ayudaba a sus alumnos en sus trabajos con tanto interés como si fueran propios. Con frecuencia citaba a sus alumnos los domingos por la mañana.

La hospitalidad de Heyrovsky era conocida por todo el mundo, ya que con frecuencia recibía a científicos o alumnos de otros países.

Su preocupación porque los trabajos de los científicos checos se conocieran en todo el mundo, así como el que éstos estuvieran bien informados, le llevó a fundar en 1928, junto con el profesor Votocek de Química Orgánica, una revista bilingüe anglo-francesa, llamada *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, de la que eran editores, encargados de publicación y, la mayoría de las veces, hasta traductores.

Fue uno de los primeros que reconoció la importancia de la documentación sistemática y por eso recogía, desde 1951, la bibliografía sobre polarografía, que aparecía como un apéndice de la citada revista. En estos trabajos le ayudaba su mujer que actuaba como secretaria.

Aunque en el Simposio sobre Química Electroanalítica, celebrado el 6 de febrero de 1990, en el Politécnico de Wolverhampton, Girault anunciaba la muerte de la polarografía, sustituida por métodos basados en ordenadores, creemos que el servicio que ha hecho a la ciencia bien merece un recuerdo a Heyrovsky en el centenario de su nacimiento. 

## Bibliografía

Balcher, R., Profesor Jaroslav Heyrovsky, Obituary, *Nature*, 214, May 27, 953 (1967).

Butler, J.A.V. and Zuman, P., *Biographical Memoirs of Fellows of Royal Society*, 13, 167-182 (1967).

Kolthoff, I.M. and Lingane, J.J., *Polarography*, Interscience Publishers, New York, 1941.

Koryta, J., Jaroslav Heyrovsky (1890-1967), *Electrochimica Acta*, 12, 1679 (1967).

Koryta, J., Jaroslav Heyrovsky-Nobel Laureate 1959, *Electrochimica Acta*, 2, 233-234 (1960).

Heyrovsky, J., Electroaffinity of Aluminium, *Journal of Chemical Society (Transactions)*, 117, part I 11-26, part II 27-37, part III 1013-1025 (1920).

Heyrovsky, J., Electrolysis with Dropping Mercury Cathode. I. Deposition of Alkaline Earth Metals, *Philosophical Magazine*, 45, 303-314 (1923).

Heyrovsky, J., The Processes at Dropping Mercury Cathode. I General Introduction. II. Hydrogen Overpotential. *Transactions of Faraday Society*, 19, 692-702 y 785-789 (1924).

Heyrovsky, J., Researches with the Dropping Mercury Cathode. I. Introduction. II. Polarograph. III. A Theory of Overpotential. *Recueil de Travaux Chimique*, 44, 488-495, 496-498 y 499-502 (1925).

Heyrovsky, J., and Simunek, R. Electrolysis with Mercury Cathode. II. Explanation of the Anomalies on the Electrocapillary Curves, *Philosophical Magazine*, 7, 951-970 (1929).

Heyrovsky, J., *Polarographie*, Springer Verlag, Vienna 1941, reprinted Edwars Brothers, Ann Arbor, Michigan, 1944.

Heyrovsky, J., and Forejt, J. Ozillographische Polarographie, *Z. Physik. Chem.*, 193, 77-96 (1943).

Heyrovsky, J., Qualitative Analysis with a Polarographic Oscilloscope, *Analytica Chimica Acta*, 8, 283-294 (1953).

Heyrovsky, J., Analysis with Electronic Polaroscope, *Analytica Chimica Acta*, 12, 600-609 (1955).

Teich, M. Heyrovsky, J., en Gillespie, C., *Dictionary of Scientific Biography*, Scribners' Sons, New York, 1971.

Zuman, P. and Elving, P.J., 1960, Jaroslav Heyrovsky: Nobel Laureate, *Journal of Chemical Education*, 37 [11] 562-567 (1960).

Zuman, P., 1960, An Electrochemistry Awarded the Nobel Prize in Chemistry for 1959, *Journal of Electrochemical Society*, 107 [12] 31C-32C (1960).

## Manuela Martín Sánchez



Presentó su tesis doctoral en la Universidad de Salamanca (España) el 8 de febrero de 1962, obteniendo la calificación máxima de "sobresaliente *cum laude*".

En septiembre de 1963, mediante oposición, obtuvo la plaza de Profesora de Física y Química de la Escuela de Maestros de Ciudad Real, pasando por traslado en 1964 a la de León, y en 1981 a la E.U. Pablo Montesino de la Universidad Complutense de Madrid, donde sigue en la actualidad.

Tiene varias publicaciones relacionadas con la enseñanza de la física y de la química, y con la realización de experimentos con alumnos de nivel elemental en estas materias. Especialmente está interesada en experimentos sencillos y uso de material de bajo costo.

Ha traducido al español los textos de las Olimpiadas de física y química.

Ha participado en varios seminarios a nivel nacional e internacional: Edimburgo, Oxford, Montpellier, Praga, Tokyo, Dublin, Lubliana, Waterloo, etcétera.

Es miembro de la Academia de Ciencias de Nueva York.