

QUÍMICA EN PROVINCIAS: ANTONIO RIUS MIRÓ EN ZARAGOZA (1922-1930)

ÁNGEL TOCA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y QUÍMICA INORGÁNICA.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA¹.

angel.toca@unican.es

Resumen: *El trabajo intenta mostrar la situación de la investigación en electroquímica en una universidad española de provincias en los años veinte del siglo pasado.*

Palabras clave: *electroquímica, Rius Miró, España siglo xx*

Chemistry in the Province: Antonio Rius Miró in Zaragoza (1922-1930)

Summary: *This work will try to show the situation of electrochemical research in a Spanish provincial university during the second decade of the last century.*

Key words: *Electrochemistry, Rius Miró, Spain xxth century*

Introducción

El final del siglo XIX coincide con la consolidación de la Química Física como disciplina académica, especialmente en algunos países como Ale-

1. La investigación sobre la Electroquímica en España a comienzos del siglo XX se desarrolla dentro del proyecto Consolider CTM2006-00317/TECNO del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN). Agradezco igualmente las observaciones y sugerencias realizadas por el referee anónimo, que han ayudado a mejorar este artículo.

mania o Estados Unidos. Si bien hay historiadores que incluyen a la Electroquímica como una de las subdisciplinas de la naciente Química Física, hija directa de las teorías defendidas por el grupo de los ionistas, otros han querido ver en ella unos de los pilares fundamentales de su construcción, especialmente en el trabajo que Walther Nernst y sus discípulos emprendieron desde el punto de vista termodinámico (Kormos Barkan, 1999; Fruton, 2002). Destaca también su vertiente industrial, la cual había alcanzado un notable desarrollo en algunos procesos productivos, como la obtención de cloro, sosa cáustica, carburo de calcio, etc. Tal y como señala acertadamente Anders Lundgren, mucha de la labor realizada en Historia de la Ciencia se ha concentrado en el desarrollo de las grandes teorías y de los grandes nombres (Lundgren, 2000: 91). Pero el avance de la ciencia necesita de la labor de oscuros peones que, ni entrarán en los textos por su genial contribución al desarrollo de una disciplina, ni los resultados de sus indagaciones serán señaladas como hitos fundamentales de la misma. Sin embargo, tales peones y tales experimentos constituyen una parte importante de la diaria rutina que consolida una disciplina. Dentro del enorme pelotón de estos científicos «rutinarios» podríamos encuadrar a nuestro personaje, Antonio Rius Miró, cuya dilatada carrera científica carece de descubrimientos geniales o teorías elaboradas, pero contiene multitud de esas pequeñas experiencias que configuraron el día a día de la ciencia española de la primera mitad del siglo xx. Por otra parte, la historia de la Química española del primer tercio de siglo xx es un capítulo que aún está por escribir. La última recopilación que Sánchez Ron dedicó a la ciencia española de los siglos xix y xx hace diez años, apenas dedicó una nota al trabajo de Moles. Desde entonces algunos intentos por paliar este déficit se vienen produciendo (Nieto-Galán, 2004; Toca, 2007a; Toca, 2007b).² Este pequeño apunte que aquí presentamos trata de iluminar un poco más este periodo, que en nuestra opinión es extremadamente importante para la consolidación de la Química en España a comienzos del siglo xx.

Apunte biográfico

Antonio Rius Miró nació en Reus el 15 de mayo de 1890, en el seno de una familia acomodada. Con la idea de que se hiciese cargo de la fábrica de curtidos y de jabón que poseía su padre, se trasladó con catorce años a Vilanova i la Geltrú, para cursar las enseñanzas de perito químico en su Escuela Industrial (Rius Miró, 1945:45-46). Al terminar continuó con sus estudios de bachillerato y convenció a su padre para licenciarse como químico en Madrid, lo cual finalmente consiguió en 1912 con premio extraordinario. Tentado de continuar con su vocación científica, Antonio decidió presentarse en 1913 a las oposiciones a cátedras de Química General, Electroquímica y Análisis Químico de la Escuelas de Industria de Cádiz y Béjar. Obtenida la plaza de Béjar (Expediente, legajo 6067), la deplorable situación en la que se encontraba la Escuela le obligó a opositar de nuevo un año más tarde, esta

2. Podemos añadir que se encuentra a punto de salir una pequeña historia de la catálisis en España coordinada por Joaquín Pérez Pariente, donde se recogen los trabajos de Giral, Vitoria, Hauser y Madinaveitia en los primeros años del siglo xx.

vez a las Escuelas de Industrias de Santander y Alcoa (Expediente, legajo 6066). Obtenida la plaza de Santander comenzó a impartir las materias de Química en octubre de 1914, destinando una parte del programa a la realización de trabajos prácticos de laboratorio.

Definitivamente instalado realizó su tesis doctoral titulada «Contribución al conocimiento de la electrolisis con corriente alterna», bajo la dirección de Ángel del Campo y en donde Rius Miró estudió la electrolisis de algunos metales como aluminio, cobre o hierro. Tras superar múltiples inconvenientes de tipo material, finalmente la defendió en Madrid el 25 de noviembre de 1916 obteniendo premio extraordinario por unanimidad. Esto le animó a solicitar ante la Junta de Ampliación de Estudios (JAE) una pensión «... para estudiar prácticas de Electroquímica en Zurich» (Rius Miró, 1923). La pensión fue concedida en octubre de 1917, cambiando posteriormente su destino por el de la Escuela Politécnica de Dresde, en donde estuvo hasta diciembre de 1918. Se incorporó al equipo de trabajo que Max Erich Müller mantenía en la cátedra de Electroquímica y Química Física de la Escuela desde 1912. Discípulo de Foerster, la carrera de Müller estuvo marcada inicialmente por los intereses de su maestro,³ dedicándose posteriormente al estudio de las oxidaciones electro-líticas de diversas sustancias inorgánicas y orgánicas, como alcoholes, cetonas y aldehídos (Poggendorff, 1926: 883-884). Rius Miró realizó en Dresde un minucioso trabajo experimental (Rius Miró, 1945: 36) con la idea de encajar el fenómeno electrolítico dentro del esquema teórico defendido por Müller. Según éste esquema las transformaciones eran exclusivamente electroquímicas, bien por la acción directa del electrodo o por la presencia de algún ión intermedio. Esto último era difícil de interpretar en el caso de las electrolisis de compuestos orgánicos, donde «... casi ningún compuesto del carbono se ioniza de un modo evidente» (Rius Miró, 1945). El trabajo de Rius dio lugar a una publicación con Müller en los *Zeitschrift für Elektrochemie*, cuyo resumen fue publicado en *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* (Müller & Rius Miró, 1921 a y b). Durante su estancia en Alemania aprendió a trabajar intensamente y a preferir la experimentación cuidadosa sobre la especulación de tipo teórico, algo común a la mayor parte de químicos que acudieron a Alemania a realizar su formación posdoctoral (Palló, 2000: 369).

En septiembre de 1918 la JAE concedió a Rius Miró una rehabilitación de la pensión, lo cual le permitió ampliar su estancia en el Instituto de Química Inorgánica de Basilea, dirigido por Carl Fritz Rudolf Fichter. Este electroquímico suizo se había dedicado a la síntesis y estudio de las propiedades de diversos ácidos orgánicos (Poggendorff, 1926: 362-363). En la época en la que Rius llegó a su laboratorio comenzaba el estudio de la electrosíntesis de perácidos. Fichter representaba una corriente diferente a la de Müller de la escuela electroquímica europea, aquella que defendía que en los procesos electrolíticos se producían cambios químicos. Según esta idea, en el electrodo se generaban sustancias que posteriormente

3. Fritz Foerster fue, junto a su discípulo Müller, el gran teórico de la electrolisis de los cloruros alcalinos que tanta importancia tuvo para la primera industria electroquímica de finales del XIX y principios del XX (Caron, 1987: 257).

actuaban sobre otras que se encontraban disueltas, transformándolas en nuevas sustancias. El trabajo de Rius Miró durante los trece meses que duró su estancia en Basilea produjo una serie de artículos publicados en solitario (Rius Miró, 1920a) o conjuntamente con Fichter en la revista suiza *Helvetica Chimica Acta*.⁴ El primer grupo estuvo relacionado con los productos de la electrolisis (Rius Miró, 1918: 574; Fichter & Rius Miró, 1919), mientras que el segundo versó sobre la constitución del agua oxigenada y sus derivados (Rius Miró, 1919).

Terminada su pensión en enero de 1920, Rius se reincorporó a su plaza. Con ahínco y esfuerzo consiguió montar en Santander un laboratorio de Electroquímica digno (Rius Miró, 1945: 47), lo cual le permitió ampliar algunos de los trabajos que había comenzado en Dresde y Basilea. En uno de los artículos publicados en ese tiempo Rius Miró mostraba su adhesión a la escuela de Müller, apostando por el carácter electroquímico de los fenómenos producidos en los electrodos (Rius Miró, 1922a: 658). Finalmente las pocas posibilidades que la ciudad le ofrecía para construir una carrera científica le empujaron a abandonar la ciudad en agosto de 1922 y trasladarse a la Escuela de Industria de Zaragoza.

Zaragoza y su relación con la Facultad de Ciencias

Tras incorporarse a la Escuela de Industria, Rius Miró entró en contacto con el Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas, sito en la facultad de Ciencias y dirigido por Antonio de Gregorio Rocasolano. Desconocemos el motivo que llevó a ambos a colaborar, pero podemos intuirlo a partir de un artículo aparecido en 1920 en la revista *Ibérica*. En él encontramos las últimas investigaciones realizadas en el Laboratorio sobre la actividad catalítica de coloides, en especial la del «...electrosol de platino e hidrosol del paladio» (Conferencia, 1920: 354). Este tipo de determinaciones se enmarcaba dentro del trabajo que Rocasolano venía realizando sobre coloides, derivado de otros relacionados con la química del suelo. Para determinar el estado de envejecimiento de un coloide era necesario medir «...las variaciones de viscosidad, de carga eléctrica (...) que experimentan los coloides» (De Gregorio Rocasolano, 1921: 120). Creemos que la habilidad experimental de Rius Miró para medir magnitudes electroquímicas pudieron constituir el nexo de colaboración entre ambos personajes.

La creación del Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas fue el colofón de la actividad investigadora que Rocasolano había comenzado en 1897, cuando obtuvo el título de doctor. Tras una breve estancia en el Instituto Agronómico de París recaló en Zaragoza, tras su fugaz paso por la cátedra de Química General de la universidad de Barcelona. Tras unas modestas investigaciones iniciales sobre la fermentación alcohólica y el aprovechamiento del trigo,⁵ en

4. Todos ellos fueron traducidos y publicados posteriormente en *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* y en la *Revista de la Real Academia de las Ciencias de Madrid*.

5. Aprovechó los resultados obtenidos para solicitar varias patentes de invención. Desde el pan fosfatado o la manera de incorporar el fosfato a los bizcochos, hasta el aprovechamiento del «...gas carbónico producido en la fermentación alcohólica» (Patentes, 1895-1901).

1913 viajó de nuevo, esta vez pensionado por la JAE, al Instituto Agronómico de Paris donde estudió el problema de la fijación del nitrógeno en las plantas. En 1917 la universidad de Zaragoza propuso al gobierno de la nación una provisión de fondos para la creación de un laboratorio (Cebollada, 1988: 204), y una Real Orden de junio de 1918 le reconoció oficialmente, anejo a la cátedra de Química General (Inauguración, 1920: 322). El 9 de octubre de 1920 fue inaugurado en la planta baja y sótanos del edificio que conformaba las facultades de Ciencias y Medicina. Las instalaciones, con capacidad para doce alumnos, disponían de material adecuado para determinaciones ópticas y eléctricas necesarias en química coloidal y bioquímica. El propio Rocasolano aseguraba en 1923 haber creado con constancia y esfuerzo «...un centro de investigación, que en su especialidad puede considerarse como uno de los mejores de España» (De Gregorio Rocasolano, 1923: 128). Sin embargo apenas pudo mantener investigadores en nómina, limitándose la colaboración a la realización de la tesis doctoral.

La llegada a Zaragoza fue providencial para la carrera de Rius Miró. En diciembre de 1922 se publicaba un Real Decreto por el cual se modificaba sustancialmente los estudios de la licenciatura de Química. En estos nuevos estudios se incluía el estudio de la Electroquímica, ciñéndose este a «...los fundamentos de esta ciencia y su aplicación a los principales casos de obtención de cuerpos simples y compuestos por procedimientos electrolíticos y electro-térmicos» (Real Decreto, 1922: 1180). Ese mismo año Rius publicaba su *Introducción a la Electroquímica* (Rius Miró, 1922b), un manual en el que resumía sus conocimientos sobre la materia. Por entonces consideraba que la Electroquímica se ocupaba de «...la producción de electricidad por las reacciones químicas y de las reacciones químicas producidas por la electricidad» (Rius Miró, 1920b: 234). Estas dos circunstancias hicieron de Rius Miró el candidato ideal para impartir la nueva asignatura dentro de la facultad de Ciencias, ocupando el puesto de profesor agregado entre octubre de 1924 y diciembre de 1930 (Expediente, legajo 9136).

Durante este tiempo Rius Miró compaginó su trabajo entre la Escuela de Industria y la facultad de Ciencias, haciendo uso indistinto de ambos laboratorios. En su actividad docente defendía la necesidad del trabajo experimental, proponiendo que los alumnos «... aprendan... el oficio de químico, lo cual tampoco quiere decir que se hayan despreciado las numerosas ocasiones en las que el oficio y la ciencia van de la mano» (Rius Miró, 1930a: 8). Para él existía una clara distinción entre los conocimientos de índole teórico y los de orden práctico; estos últimos, que configuran el ser de la profesión de químico, sólo pueden ser adquiridos con la práctica diaria. Este trabajo debía cubrir básicamente cuatro objetivos: dos centrados en familiarizar a los alumnos con las sustancias químicas más importantes, desarrollando la habilidad manual que permitía adquirir el oficio de químico, «...es decir, el manejo de aparatos, la realización de las operaciones del laboratorio y los cálculos anejos». En tercer lugar era necesario crear en el alumno el hábito de la observación, y por último, desarrollar en ellos el espíritu de iniciativa. Renegaba del trabajo entendido como receta a

seguir al pie de la letra, de manera acrítica, para lo cual era necesario que «... los alumnos se vean obligados a buscar los datos necesarios en la literatura original, iniciándose pues en la investigación bibliográfica» (Rius Miró, 1927).

Los discípulos

A lo largo de los ocho años que Rius Miró vivió en Zaragoza dirigió cinco tesis doctorales y otras investigaciones en los laboratorios de la Escuela de Industria con otros cinco discípulos más. Teniendo en cuenta los medios de la época y la situación en la que se encontraban las facultades de Ciencias en provincias, Rius Miró consiguió aglutinar en torno suyo un destacado grupo de investigación, capaz de obtener resultados merecedores de aparecer en destacadas revistas de la época. Nos centraremos en el trabajo de los cinco doctorandos, todos ellos dedicados a la Electroquímica y relacionados directamente con temas que Rius Miró había desarrollado en Suiza y Alemania. Como ya hemos señalado, los resultados alcanzaron difusión a través de revistas españolas y algunas extranjeras como las *Transactions of the American Electrochemical Society*, *Journal of Electrochemical Society* o los *Zeitschrift für Electrochemie*, una prueba más de que en España ya se realizaba investigación química de calidad antes de la Guerra Civil.

De entre todos los discípulos destacamos el nombre de José María Albareda, dada la importancia que su figura alcanzó en la organización de la investigación española durante los primeros años del franquismo. Tras licenciarse como farmacéutico en Madrid (1922) y como químico en Zaragoza, defendió con éxito su tesis doctoral en 1928.⁶ Su trabajo con Rius Miró viene descrito en cuatro artículos publicados entre 1927 y 1929, donde resume los resultados obtenidos en la reducción anódica del agua oxigenada. La idea era seguir la descomposición desde el punto de vista electroquímico a partir de las curvas de densidad anódica frente al potencial del ánodo, pero al hacerlo encontró... con que el fenómeno se superpone [con] una descomposición catalítica, difícil de seguir» (Albareda Herrera, 1927a: 413). Para poder estudiar la descomposición catalítica Albareda utilizó el efecto que el platino producía en ausencia de corriente, y dado que la descomposición electrolítica era bien conocida y se podía controlar, el aumento de la velocidad de descomposición la achacó al proceso catalítico. Postuló la formación del óxido en la lámina de platino puesta en contacto con el agua oxigenada (Albareda Herrera, 1927b: 806), lo cual suponía admitir la validez de las ideas de Fichter sobre las de Müller. Otras conclusiones del trabajo fueron de índole analítica, algo que fue común a muchos de los trabajos realizados por los doctorandos de Rius Miró. Encontró que el electrodo podía ser utilizado como indicador para la realización de volumetrías ácido-base, aprovechándose de la «...relación entre la reacción del medio

6. Según Sánchez Ron, para realizar la tesis Albareda estuvo pensionado por la JAE en el Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas que regentaba Rocasolano (Sánchez Ron, 1999: 342). Sin embargo en la ficha que puede consultarse en el Archivo de la JAE (<http://archivojae.edaddeplata.org>; Consultado 2009/09/12), no hay constancia de tal hecho.

[ácido o básico] y el potencial, ...». Con las ideas de Albareda y utilizando antiguas conclusiones, Rius Miró preparó dos artículos para las revistas *Journal of Electrochemical Society* y *Zeitschrift für Electrochemie* (Rius Miró, 1928 y 1930b).

Vicenta Arnal Yarza fue una de las dos discípulas que Rius Miró tuvo en Zaragoza. Su trabajo doctoral dio lugar a un artículo publicado en 1928 en los *Transactions of the Electrochemical Society*, a dos extensos artículos publicados en 1930 en la revista *Universidad* y a otros dos publicados junto a su director en *Anales*. Al igual que había sucedido con Albareda y con su compañera Ángela García de la Puerta, Vicenta obtuvo por oposición una plaza de catedrática de Física y Química en un Instituto de Segunda Enseñanza.⁷ Al finalizar su tesis disfrutó de una pensión de la JAE para ampliar su formación electroquímica en Suiza (Formentín & Villegas, 1988: 60; López, 1999: 490). Su tesis «Sobre el electrodo de cloro» trataba de dilucidar una cuestión experimental: la neutralización del agua de cloro con hidróxido de sodio. Siguió el desarrollo de la reacción a partir de los valores del potencial de un electrodo de cloro enfrentado a otro que actuaba como patrón. Sus resultados alcanzaron una coincidencia notable con los obtenidos por Müller años antes, difiriendo de la interpretación electroquímica del proceso, ya que Vicenta presuponía la oxidación del cloruro en cloro. Como consecuencia del método electroquímico utilizado, Vicenta puso a punto un procedimiento rápido y fiable para analizar lejías comerciales, sin necesitar aparatos de gran precisión (Rius Miró & Arnal Yarza, 1933: 338).⁸ La determinación del pH y su relación con el potencial del electrodo de cloro permitió la determinación de la constante de acidez del ácido hipocloroso, lo cual implicaba «...calcular una constante físico-química y, por consiguiente, es necesario que en la determinación de las magnitudes...se alcance la precisión que podemos esperar de nuestros aparatos» (Arnal Yarza, 1930b: 640).

Ángela García de la Puerta, al igual que sucedió con su compañera Vicenta, trabajó como auxiliar temporal de la facultad de Ciencias durante el tiempo que duró su tesis doctoral (Relación, 1927: 1146). El título de la tesis de Ángela fue «Electrodos oxidantes», y como en otras ocasiones disponemos de dos detallados artículos publicados entre 1930 y 1931 en la revista *Universidad*. Encuadrado en el desarrollo del análisis potenciométrico, el trabajo de Ángela se centró en la determinación de variaciones del pH en el curso de una valoración ácido-base. El objetivo era salvar las limitaciones que presentaban los electrodos habituales para la medida del pH, para lo cual era necesario poder «...expresar cuantitativamente... las diferencias en el poder de oxidación, según que el oxidante se halle en disolución ácida o alcalina» (García de la Puerta, 1930: 1154). Encontró un método que le permitía simpli-

7. A diferencia de lo que ocurrió con Albareda, Ángela y Vicenta desarrollaron el resto de su vida profesional en distintos Institutos de Segunda Enseñanza.

8. En uno de los artículos señalaba que «...la operación no dura más de un cuarto de hora; la lejía puede emplearse a la concentración en la que se expende en el comercio y el material necesario está al alcance de cualquier laboratorio» (Arnal Yarza, 1930a: 377-379).

ficar el procedimiento de medida, basado en las determinaciones que Müller realizaba con electrodos de platino. El electrodo utilizado mantenía el principio de economía propio de los trabajos de Rius Miró. En un segundo artículo expuso los presupuestos teóricos manejados, destacando la importancia que concedió al electrón en los procesos de oxidación-reducción, lo cual no había sucedido con otros doctorandos (García de la Puerta, 1931: 159). Definía la reacción electroquímica como «...aquella en que intervengan electrones, es decir, a las que resulten de considerar al electrón como un elemento más». Estas transformaciones «...únicamente podrán tener lugar en los electrodos durante la electrolisis» (García de la Puerta, 1931: 210). Se declaraba seguidora de la doctrina de Leonor Michaelis, según la cual los potenciales de redoxidación eran aquellos que aparecen en «...un electrodo inatacable cuando se halla sumergido en una disolución del reductor en presencia del producto de su oxidación». Esto suponía rechazar la idea de Walther Nernst según la cual el potencial de un oxidante era debido a que «...estos producían oxígeno a una presión parcial distinta en cada oxidante».⁹

Los otros dos discípulos que realizaron la tesis doctoral con Rius Miró en Zaragoza fueron Nicanor Gálvez Morales y José María Gallart Sanz. El primero continuó en su tesis algunas ideas que Albareda dejó esbozadas, en especial la de si en la descomposición del agua oxigenada por una lámina de platino se producía la aparición o no de óxidos de platino (Gálvez Morales, 1927: 1063). Trataba de dilucidar si la teoría de formación de óxidos intermedios en el proceso de catálisis era cierta o no (Rius Miró & Gálvez Morales, 1933). Consiguió determinar el poder catalítico a partir de los potenciales de reducción de una lámina de platino sumergida en disoluciones de agua oxigenada, lo cual le permitió obtener la constante de velocidad de la reacción de descomposición. Los resultados de esta constante no fueron concluyentes, toda vez que sus valores quedaron «...siempre dentro de los límites de los errores experimentales».

La tesis de José María Gallart Sanz versó sobre la «Formación anódica de oxo-peróxidos». Al igual que otros discípulos publicó un extracto de su tesis en sendos artículos publicados por la revista *Universidad*. En el preámbulo descubrimos una nueva ampliación del trabajo que Rius desarrolló con Müller en Dresde, el que correspondía a la electrolisis de algunos compuestos orgánicos. En el eslabón de reacciones de oxidación sucesivas que se iban dando, Gallart destacaba la formación de derivados del peróxido de hidrógeno, y tal y como la bibliografía suponía «...además de los per y monoxoperoxoácidos intervienen otros cuerpos de potencial elevado» (Gallart Sanz, 1933a: 173). El objetivo era detectar la formación de esos otros cuerpos en el ánodo durante el desarrollo de la electrolisis, para lo cual electrolizó fosfato de potasio, los ácidos fosfórico, nítrico, perclórico, nitroso y sulfúrico, además de carbonatos y bicarbonatos. En sus conclusiones dice haber obtenido percueros

9. Ángela calculaba que el supuesto de Nernst implicaba utilizar presiones parciales de 10+22 atmósferas para el electrodo de cloro utilizado por su compañera Vicenta Arnal, lo cual resultaba a todas luces absurdo.

derivados de los ácidos electrolizados, a los que da una denominación genérica «OI» y que son «...análogos a los que F. Fichter obtiene con fluor y denomina VO» (Gallart Sanz, 1933b: 654).

El predominio de la experimentación

El trabajo experimental realizado en las tesis muestra los medios disponibles y el ingenio que tuvieron que desarrollar discípulos y maestro. La pretendida carencia material, que tantas veces ha sido invocada de manera injusta para explicar la ausencia de investigación en la universidad española, no fue obstáculo para que maestro y discípulos sacasen adelante un trabajo riguroso, y como hemos visto, digno de ser publicado en prestigiosas revistas de la disciplina. Rius rechazaba el hecho de que el español se limitaba a «...almacenar en su cerebro la ciencia que otros creaban, sin preocuparse de añadir, con su trabajo experimental, ni una sola línea» (Rius Miró, 1920b: 233). Esta ausencia de trabajo no era, en su opinión, por falta de medios sino que constituía una forma de entender la vida cultural, dando igual «...que el gobierno se afanase en crear laboratorios en los centros de enseñanza,¹⁰ porque los profesores preferirán dedicar las largas horas libres al cotilleo o a la política, en lugar de embrutecerse manejando los elementos que casi todos disponen en su cátedras». Para él existía una clara distinción entre los conocimientos de índole teórico y los de orden práctico; estos últimos, que configuran el ser de la profesión de químico, sólo pueden ser aprendidos con la práctica diaria dentro del laboratorio. Esto demuestra una vez más la importancia que en la formación del químico ha tenido el denominado conocimiento tácito (Holmes, 2004: xix).

Rius Miró trasladó a Zaragoza los métodos aprendidos y utilizados durante sus estancias en Dresde y Basilea. Su estancia en Dresde se vio marcada por la precariedad de medios que sufrió Alemania al final de la Primera Guerra Mundial. Este hecho agudizó su ingenio para preparar montajes experimentales que le permitiesen obtener resultados fiables y reproducibles. Para las principales determinaciones electroquímicas de la época era necesario disponer de galvanómetros y amperímetros precisos, lo cual no siempre era posible. La determinación de la intensidad, a falta de amperímetro, había que realizarla mediante el uso de voltímetros de gases o de plata, o mediante cubas electrolíticas. Cuando esto no era posible, se hacía indispensable medir la diferencia de potencial a los bordes de una resistencia variable cuyo valor era perfectamente conocido. Para la determinación de la fuerza electromotriz (o la diferencia de potencial de una pila o montaje), a falta de voltímetros se hacía necesario un elaborado procedimiento experimental que incluía la utilización de pilas patrón,

10. Del esfuerzo realizado en España para dotar a laboratorios de Universidades e Institutos de Segunda Enseñanza de un material adecuado para el trabajo en el laboratorio, se puede encontrar una muestra en el catálogo que la Comissió d'Instruments Científics (COMIC) desarrolla desde la Universidad de Valencia (<http://webonet.no-ip.com/comic/?q=es/node/22>, consultado 2009/11/8).

reóstatos o cajas de resistencias y electrómetros de Lippmann. Todo este tipo de determinaciones y métodos de medida las encontramos en las tesis realizadas por los discípulos de su etapa zaragozana, como cuando Albareda explica el método seguido para la medida de las densidades anódicas. Utilizó «... seis acumuladores, en serie, cuya corriente pasa por una resistencia tomada como potenciómetro para obtener voltajes distintos» (Albareda Herrera, 1929: 4). El circuito estaba formado por «...una resistencia conocida, la cuba electrolítica y un amperímetro para indicar aproximadamente la intensidad». Al carecer de un miliamperímetro preciso, «... mediremos la intensidad determinando las diferencias de potencial entre los extremos de una resistencia conocida. ... Mediremos su resistencia con el puente de Wheatson, ... Los potenciales se miden por el método de Poggendorf, con un acumulador, la caja de las décadas de Ostwald y el electrómetro capilar de Lippmann». Por último, el cálculo del potencial implicaba realizar «...una medida con la pila patrón, que es la pila normal de Weston de 1,0183 Voltios de fem, y la densidad anódica, dividiendo el potencial respectivo por 3,37 [resistencia patrón de níquel descrita] y por la superficie del ánodo». Esto hacía que la obtención de datos experimentales fuese un trabajo laborioso y complejo.

Conclusiones

A través del trabajo realizado por Rius Miró en los ocho años que permaneció en Zaragoza, hemos podido contemplar la investigación química desarrollada en una facultad de provincias de la tercera década del siglo xx. En contra de los tópicos que niegan la existencia de una investigación de calidad, la labor de maestro y discípulos muestra un trabajo experimental riguroso, que exprime al máximo los escasos medios materiales disponibles y suple con dedicación e ingenio las carencias. En algunos casos pudieron obtenerse resultados de indudable valor, merecedores de su publicación en revistas de referencia; en otros la falta de la debida precisión no permitió alcanzar una conclusión definitiva sobre el objetivo del estudio. Los temas, acorde con lo que se realizaba en Europa en esos momentos, fueron la continuación lógica de los comenzados por Rius Miró en su pensión. Al mismo tiempo transfirió a sus discípulos no sólo sus conocimientos teóricos o prácticos sobre la disciplina, sino también una predilección por el trabajo experimental sobre las disquisiciones de orden teórico, utilizando indistintamente las ideas de las dos principales escuelas de la época. En su búsqueda por promocionar social e industrialmente la disciplina, Rius Miró se preocupó por que encontrasen aplicaciones analíticas en todos sus estudios, como el que Vicenta Arnal encontró para la determinación de hipoclorito en lejías comerciales o el que Ángela de la Puerta puso a punto para la determinación del pH en medios oxidantes fuertes. Desconocemos si estos u otros métodos fueron aplicados finalmente en la industria zaragozana.

Bibliografía

ALBAREDA HERRERA, J. M. (1927a), «Estudios sobre la descomposición del agua oxigenada. Rendimiento de la reducción anódica», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **IV**, (2), 413-427.

ALBAREDA HERRERA, J. M. (1927b), «Estudios sobre la descomposición del H₂O₂. Naturaleza de algunos catalizadores», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **IV**, (3), 791-808.

ALBAREDA HERRERA, J. M. (1929), «La reducción anódica del agua oxigenada y sus derivados», *Revista de la Real Academia de Ciencias de Madrid*, **24**, 1-99.

ARNAL YARZA, G. V (1930a), «Estudio potenciométrico del ácido hipocloroso y de sus sales», *Universidad. Revista de vida y cultura universitaria*, **7**, 361-408.

ARNAL YARZA, G. V. (1930b), «Estudio potenciométrico del ácido hipocloroso y de sus sales (Conclusión)», *Universidad. Revista de vida y cultura universitaria*, **7**, 625-666.

CARON, M. (1987), *Les bases scientifiques de la naissance des industries électrochimiques*, Thèse de doctorat, Ecole Hautes Etudies des Sciences Sociales.

CEBOLLADA, J. L. (1988), «Antonio de Gregorio Rocasolano y la Escuela Química de Zaragoza», *Llull*, **11**, 189-216.

CONFERENCIA (1920), «Conferencia del doctor Rocasolano», *Ibérica*, **VII**, 354.

DE GREGORIO ROCASOLANO, A. (1921), «El problema de la vejez», *Ibérica*, **VIII**, 120-122.

DE GREGORIO ROCASOLANO, A. (1923), «Conseqüències fisiològiques i econòmiques que es dedueixen d'alguns de postres errors d'alimentació», *Revista del Centre de Lectura*, **4**, 127-132.

EXPEDIENTE de las oposiciones a las plazas de Química General, Electroquímica y Análisis Químico de las Escuelas Industriales de Santander y Alcoy, sección Educación, legajo 6066, AGA.

EXPEDIENTE de las oposiciones a las cátedras de Química General, Electroquímica y Análisis Quími-

co de las Escuelas de Industrias de Cádiz y Béjar, sección Educación, legajo 6067, AGA.

EXPEDIENTE de la oposición a las cátedras de Química Técnica de las universidades Central de Madrid y Oviedo (1934-1936), sección Educación, legajo 9136, AGA.

FICHTER, F.; RIUS MIRÓ, A. (1919) «Die elektrochemische Darstellung von Salzender perphosphorsäure un der Phosphomonopersäure». *Helvetica Chimica Acta*, **II**, 3-26.

FORMENTÍN, J.; VILLEGAS, M. J. (1988), «Aportación de algunos pensionados y científicos de la Junta para la Ampliación de Estudios». En: SÁNCHEZ RON, J. M. (ed.), *1907-1987. La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 80 años después* (vol. II), Madrid, CSIC, 47-80.

FRUTON, J. S. (2002), *Methods and Styles in the Development of Chemistry*, Philadelphia, American Philosophical Society.

GALLART SANZ, J. M. (1933a), «Formación anódica de oxoperóxidos», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **10**, 169-211.

GALLART SANZ, J. M. (1933b), «Formación anódica de oxoperóxidos (Conclusión)», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **10**, 609-656.

GÁLVEZ MORALES, N. (1927), «Descomposición catalítica del agua oxigenada provocada por una lámina de platino y estudio de algunas sustancias que actúan como venenos en dicha descomposición», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **4**, 1063-1112.

GARCÍA DE LA PUERTA, Á. (1930), «Contribución al estudio de los potenciales de oxidación (I)», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **7**, 1153-1203.

GARCÍA DE LA PUERTA, Á. (1931), «Contribución al estudio de los potenciales de oxidación (II)», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **8**, 157-226.

HOLMES, F. L. (2004), *Investigative Pathways. Patterns and Stages in the Careers of Experimental Scientist*, New Haven, Yale University Press.

INAUGURACIÓN (1920), «Inauguración del Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas de Zaragoza», *Ibérica*, **7**, (2), 322.

KORMOS BARKAN, D. (1999), *Walther Nernst and the Transition to Modern Physical Science*, New York, Cambridge University Press.

LÓPEZ MARTÍNEZ, J. D. (1999), *La enseñanza de la Física y Química en la educación secundaria en el primer tercio del siglo xx en España*, Tesis doctoral, Universidad de Murcia.

LUNDGREN, A. (2000), «Theory and Practice in Swedish Chemical Textbooks during the Nineteenth Century. Some Thoughts from a Bibliographical Survey». In: LUNDGREN, A.; BENSUAUDEVINCENT, B. (eds.), *Communicating Chemistry. Textbooks and Their Audiences, 1789-1939*, Canton, Science History Publications, 91-118.

MÜLLER, E.; RIUS, A. (1921 a), «Elektrolytische oxydation von methyl- und äthylalkohol in alkalischer lösung elektrolytische methanbildung», *Zeitschrift für Elektrochemie*, **27**, 54-57.

MÜLLER, E.; RIUS MIRÓ, A. (1921 b), «Dehidroxidación electrolítica de los alcoholes metílico y etílico», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **19**, 220-228.

NIETO-GALÁN, A. (2004), «Free Radicals in the European Periphery: 'Translating' Organic Chemistry from Zurich to Barcelona in the Early Twentieth Century», *British Journal of History of Science*, **37**, (2), 167-191.

PALLÓ, G. (2000), «Roles and Goals of Chemical Textbooks on the Periphery. The Hungarian case». EN: LUNDGREN, A.; BENSUAUDEVINCENT, B. (eds.), *Communicating Chemistry. Textbooks and Their Audiences, 1789-1939*, Canton, Science History Publications, 367-395.

PATENTES (1895-1901), Patentes número 18035, 18491, 25103, 25281, 28173 y 28204, Oficina Española de Patentes y Marcas, Archivo Histórico, (<http://historico.oepm.es/archivohistorico/default.asp>; Consultada 10 de octubre de 2008).

POGGENDORF, J. C. (1926), *Biographisch-Literarisches Handwörterbuch für Mathematik, Astronomie, Physik, Chemie und verwandte Wissenschaftsgebiete*, vol. V, Leipzig, Verlag Chemie.

REAL DECRETO del 20 de diciembre de 1922 por el que se establecen los estudios de Licenciatura de Ciencias, *Gaceta de Madrid*, 1178-1181.

RELACIÓN (1927), «Relación de personal en 30 de septiembre de 1927», *Universidad. Revista de cultura y vida universitaria*, **4**, 1143-1147.

RIUS MIRÓ, A. (1918), «Electrolisis del fosfato potásico», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **16**, 573-610.

RIUS MIRÓ, A. (1919), «Estudio histórico, crítico y experimental sobre la constitución del agua oxigenada y sus derivados», *Revista de la Real Academia de las Ciencias de Madrid*, **18**, 1-65.

RIUS, A. (1920a), «Sur la constitution de l'eau oxygénée», *Helvetica Chimica Acta*, **III**, 347-365.

RIUS MIRÓ, A. (1920b), «L'electroquímica», *Revista del Centre de Lectura*, **I**, (13), 233-236.

RIUS MIRÓ, A. (1922a), «Sobre la influencia del fluor en las oxidaciones electrolíticas», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **20**, 644-661.

RIUS MIRÓ, A. (1922b), *Introducción a la Electroquímica*, Madrid, Editorial Calpe.

RIUS MIRÓ, A. (1923), Hoja de servicio presentada al concurso-oposición a la cátedra de Química Inorgánica de la Universidad Central de Madrid (1923-1927), sección Educación, legajo 6975, AGA.

RIUS MIRÓ, A. (1927), «Memoria sobre el contenido, carácter y límites de la asignatura de Química Inorgánica, presentada al concurso-oposición de la plaza de Química Inorgánica de la Universidad Central de Madrid», sección Educación, legajo 6975, AGA.

RIUS MIRÓ, A. (1928), «The electrometric determination of peroxides of hydrogen and associated peracids», *Journal of Electrochemical Society*, **54**, 347.

RIUS MIRÓ, A. (1930a), *Curso Experimental de Química*, Reus, Imprenta de M. Roca.

RIUS MIRÓ, A. (1930b), «Über das Potential des Platinbleches und seine Katalytische Wirkung», *Zeitschrift für Electrochemie*, **36**.

RIUS MIRÓ, A.; ARNAL YARZA, V. (1933), «Estudio del potencial del electrodo de cloro y sus aplicaciones al análisis», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **31**, 325-347.

RIUS MIRÓ, A.; GÁLVEZ MORALES, N. (1933), «Actividad catalítica y potencial del catalizador», *Anales de la Sociedad Española de Física y Química*, **31**, 103-114.

RIUS MIRÓ, A. (1945), *Estado actual de la Electroquímica como ciencia. Discurso leído en el acto de su recepción en la Real Academia de las Ciencias, el 21 de noviembre de 1945*, Madrid, s.e.

SÁNCHEZ RON, J. M. (1999), *Cinzel, martillo y piedra. Historia de la Ciencia en España (siglos XIX y XX)*, Madrid, Taurus.

TOCA, A. (2007a), «Ingeniería Química en España: los orígenes (1850-1936) (I)», *Anales de Química*, **103**, (2), 47-53.

TOCA, A. (2007b), «Ingeniería Química en España: los orígenes (1850-1936) (II)», *Anales de Química*, **103**, (3), 59-66.