LA ELECTROQUÍMICA: CUANDO EL PASADO ERA PRESENTE

J.M. Costa
Departament de Química Física. Facultat de Química. Universitat de Barcelona. Diagonal, 647. 08028-Barcelona (España)

El pasado de la Electroquímica es singular, tanto por su complejo desarrollo como por la acumulación de conceptos teóricos y aplicaciones prácticas que comporta. La Electroquímica forma parte de las ciencias y como tal es fundamental recuperar su memoria histórica, en particular la correspondiente a la etapa inicial de su implantación en nuestro país.

Es evidente, la historia de la Electroquímica en España no ha llegado, ni de lejos, a adquirir el rango necesario para que la investigación en este ámbito sea cosa corriente. Atraer el interés de algunos precisa llamar la atención de muchos sobre nuestro pasado científico, con sus continuidades y rupturas.

En esta comunicación se presentan hechos, instituciones y personajes que han contribuido a la implantación y desarrollo inicial de la Electro-química en España. Se trata de rescatar las figuras que conforman un período irrepetible de la ciencia española. Hacer una selección razonable entre los más importantes no es tarea fácil, y se ha intentado resolver el problema de la forma menos subjetiva posible. Por otra parte, se ha impuesto el criterio de no nombrar aquellas personas que aun viven, excepto en aquellos casos en que, por necesidad ilustrativa del relato o por su excepcionalidad ha sido necesario vulnerar el criterio.

Más que una historia de la Electroquímica, se trata de unas notas sobre la historia de nuestra Electroquímica que esperamos sean válidas y de interés. Sirva ello para la confirmación de saberes y conocimientos y, con ello, la reafirmación de nuestra cultura.

LOS ORÍGENES

El origen de la electroquímica se suele situar a finales del siglo XVIII, con el descubrimiento de Luigi Galvani, que observó las sacudidas de las ancas de rama en contacto con dos hilos metálicos diferentes unidos entre sí. Este fenómeno fue interpretado por Alessandro Volta, al que debemos además el invento de la pila de su nombre.

Sin embargo, la institucionalización de la Electroquímica como ciencia corresponde a investigadores como Michael Faraday, John Daniell, Johann Hittorf. Les siguieron otros, entre los que cabe destacar a Svante Arrhenius, Walter Nernst, Jacobus van't Hoff, que supieron interpretar observaciones y sistematizar conceptos, conducentes al desarrollo de las teorías sobre las que descansa la electroquímica.

IMPLANTACIÓN EN ESPAÑA

Hasta el siglo XVIII, en España, los estudios de las Ciencias, sobre todo las Ciencias Naturales, ocupan un lugar secundario. La actividad científica fue prácticamente inexistente a pesar de coincidir este período con el Siglo de Oro. Ya en el siglo XVIII se empieza a considerar la necesidad de independizar los estudios de Ciencias como las Matemáticas o la Física Experimental. Entrado el siglo XIX, en los Planes de Estudios de 1807 se impulsan algunas disciplinas científicas, como la Química. Pero solo a partir de mediados del siglo XIX se puede constatar cierto interés por las ciencias, que se centra en unos pocos investigadores.

En los primeros años del siglo XX, la Electroquímica ya se imparte en diversos centros como asignatura independiente. Los temarios, además de los conceptos teóricos, incluían una serie de aspectos prácticos, como electrosiderurgia, electrometalurgia y de interés industrial. Corresponden a esta época las publicaciones de José Baltá de Cela, "Compendio de Electroquímica" (1907) y "Elementos de Electroquímica" (1927) y la de Antonio Rius, "Introducción a la Electroquímica" (1922). A partir de estos años, la Electroquímica experimenta un gran florecimiento, ocupando un lugar incuestionable entre las químicas.

.

CONSOLIDACIÓN

Ya en 1905 C. J. de Guillén presentó en la Academia de Ciencias de Barcelona una memoria sobre “la influencia de la electricidad en las industrias químicas y metalúrgicas”, donde quedan de manifiesto las posibilidades de la industria electroquímica. Cabe señalar las aportaciones Electroquímicas de un grupo que en Barcelona, a partir de 1924, lidera Emilio Jimeno, y que desarrolló interesantes trabajos sobre muy diversos temas electroquímicos, como un estudio sobre métodos electroquímicos de reproducción de microestructuras, interpretaciones electroquímicas del proceso de decapado, o la interpretación electroquímica del pickling. Algunos de estos trabajos fueron publicados en revistas de prestigio internacional. En el plan de estudios de la licenciatura en Química de

1934 de la entonces Universidad Autónoma de Barcelona figura la asignatura de Electroquímica, a cargo de José Ibarz.

En 1932 se inaugura en Madrid el Instituto Nacional de Física y Química, conocido por Rockefeller para los iniciados, y más tarde llamado Instituto de Química Física Rocasolano. El Instituto contó con un a sección de Electroquímica, dirigida por Julio de Guzmán Carrancio, desde 1932 hasta 1956. El trabajo de este grupo consistió principalmente en estudiar la sustitución del electrodo de platino por otros más asequibles, como la rejilla de cobre. También se ocupó de los métodos electrolíticos de análisis, de la técnica galvanimétrica, puso a punto las técnicas conductométricas aplicadas al análisis y desarrolló el llamado bielectrodo de gotas de mercurio y el bielectrodo de platino. Prácticamente todas estas contribuciones científicas fueron publicadas en los Anales de RSEQ.

El interés por la electroquímica continuó después de la Guerra Civil. La enseñanza de la electroquímica en las universidades quedó unida a la de la Química Física, dando lugar a la asignatura de "Química Física 2 y Electroquímica". En aquellos años, las cátedras universitarias tomaron el nombre de "Cátedra de Química Física 1 y 2 y Electro-química".

En Barcelona, se formó un grupo liderado por José Ibarz, con sus discípulos José Virgili, Sebastián Feliu, Pedro Miró, Antonio Díaz y entre los que yo me cuento. Feliu, unos años más tarde, impulsó en nuestro país la investigación electroquímica de los fenómenos de corrosión.

Madrid contó con dos grupos: El grupo del Rocasolano, dirigido por Antonio Rius, con colaboradores como Juan Llopis, investigador de reconocido prestigio internacional, Francisco Colom, antiguo presidente del nuestra Asociación, y el grupo de Ramón Portillo en la Facultad de Farmacia, entre cuyos discípulos cabe citar a Pablo Sanz.

En Murcia, Juan Sancho organizó un grupo con sus discípulos Agustín Arévalo, que posteriormente creó un potente grupo electroquímico en la Universidad de La Laguna, Antonio Serna y Vicente Almagro, entre otros.

Hasta la primera mitad del pasado siglo, la electroquímica se consideraba como una parte de la termodinámica, pero en estos años se comienza a investigar ciertos aspectos cinéticos explicados en muchos procesos dinámicos de los electrodos.

A partir de los años 70 del pasado siglo surgen en España numerosos grupos de investigación. En la actualidad la investigación electroquímica cubre prácticamente toda la geografía española. Basta ver la lista de socios del Grupo de Electroquímica de la RSEQ. Ello pone de manifiesto que se trata de un campo de investigación y trabajo en plena actividad, con proyección. ¿Se podrá continuar este desarrollo en el futuro? Es imposible preverlo, aunque todo parece indicar que sí.

LA INDUSTRIA ELECTROQUÍMICA

Los grandes logros de la Electroquímica, acumulados durante años, culminan en su utilización práctica. La industria electroquímica se desarrollo a partir de la aplicabilidad de los procesos electro-químicos. Representa el conjunto de actividades por medio de las cuales un gran número de materias orgánicas e inorgánicas se transforman en productos intermedios o finales aptos para el consumo.

En 1897, la Sociedad Electro-Química se instaló en Flix (Tarragona) para la fabricación del cloro y de la sosa cáustica y sus productos derivados. En 1935 la firma Solvay puso en marcha unas unidades de electrólisis en su fábrica de Torrelavega (Santander) para la producción de cloro y sosa cáustica.

En los años 60, el grupo Solvay diversificó sus actividades electroquímicas en Torrelavega y en 1972 inauguró en Martorell (Barcelona) un gran complejo industrial, incluida una electrólisis con la mayor capacidad de producción de España.

OTRAS APLICACIONES

Ciertos métodos electroquímicos se han usado para control o para el estudio de procesos donde tiene lugar una reacción de transferencia de carga. Por ejemplo, en la corrosión de los metales, cuyo desarrollo se produce a través de un proceso electroquímico, y también en la corrosión a altas temperaturas, que transcurre mediante reacciones químicas, donde las transferencias de materia y de carga son objeto de estudio de la electroquímica del estado sólido. Determinados conceptos y procesos electroquímicos han sido empleados en el campo de la energía, con el diseño y fabricación de las pilas, los acumuladores o las pilas de combustible. La electroquímica se viene aplicando en la protección ambiental, con métodos electroquímicos de recuperación de metales o purificación de efluentes industriales.

NOTAS SOBRE LA HISTORIA DE LA ELECTROQUÍMICA EN EL EDIFICIO ROCKEFELLER.

Francisco Colom Polo
Instituto de Química Física "Rocasolano"

Según los datos recogidos, los primeros trabajos científicos españoles en el campo de la Electroquímica, independientes de la Universidad, nacieron a raíz de la creación de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en 1907. Entre sus primeras actividades, en 1910, la Junta creó el Laboratorio de Investigaciones Físicas, debido a los notables trabajos desarrollados en este campo por D. Blas Cabrera y Felipe en la Universidad, y junto a otros Centros Oficiales anteriormente existentes (Laboratorio de Investigaciones Biológicas de D. Santiago Ramón y Cajal, Jardín Botánico, Museo de Antropología, etc.) fundó el Instituto Nacional de Ciencias Físico-Naturales, sancionado por el Real de Decreto en Mayo de este año.

Este Instituto junto con el Centro de Estudios Históricos, poco antes inaugurado, permitió a la Junta de Ampliación iniciar los proyectos de investigación tan fuertemente necesitados y urgidos en España. Con esta tarea se completaba la labor de ampliación de estudios en el extranjero iniciada en 1900.

El Laboratorio de Investigaciones Físicas se organizó en cuatro Secciones, una de las cuales correspondía a "Electricidad" y dentro de la cual se llevaron a cabo los primeros trabajos de electroquímica, dedicados, principalmente y en su mayoría, a Electroanálisis, bajo la dirección de D. Julio Guzmán Carrancio. Hay que señalar que estos primeros años se dedicaron especialmente a la formación de becarios y personal investigador que debían ocupar posteriormente plazas en la enseñanza y laboratorios y despertar vocaciones científicas en las nuevas generaciones.

Los primeros resultados experimentales notables se obtuvieron en el bienio 1914-15 y originaron la publicación de nueve trabajos bajo la autoría de D. Julio Guzmán y colaboradores. Estos estudios se centraban en la sustitución de los análisis químicos por los electrométricos, más rápidos y cómodos, para la determinación con fines comerciales, de iones metálicos de disoluciones de minerales y aleaciones. Un problema inicial fue la sustitución de los cátodos de Pt, material muy caro, por otro menos costoso, lo cual se consiguió en 1915 con el uso de la universal rejilla de cobre. La solución del problema respecto al ánodo se logró en 1929 con hilos de acero inoxidable. La aplicación de este método a diversas disoluciones, ácidas o cianuradas, de diferentes iones metálicos motivó la publicación en los Anales de la Sociedad Española de Física y Química (inaugurados en 1903) de numerosos trabajos sobres este tema, muchos de ellos en colaboración con el Departamento de Análisis Químico de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central.

En 1932 se inauguró el edificio Rockefeller, donación de la Fundación del mismo nombre al Estado español, con el fin de que se creara un Centro Científico Nacional de Investigación, y se albergara en dicho edificio. La Junta de Ampliación destinó el Laboratorio de Investigaciones Físicas y un nuevo Instituto Nacional de Física y Química que sustituía al antiguo de Ciencias Físico-Naturales, a los nuevos locales. La Sección de Electroquímica del nuevo Instituto con sus modernos laboratorios y un nuevo aflujo de colaboradores (Drs. Rancaño, Sarabia y otros) cobró mayor impulso con la aplicación de nuevas técnicas galvanostáticas para la determinación cuantitativa de diversos metales, conductometrías con muchas innovaciones experimentales, etc., lo que permitió a este grupo de electroanalíticos atacar lo que en estos años se llamaban "Nuevos Métodos electrolíticos de Análisis". El éxito premió sus esfuerzos, de modo que en el IX Congreso Internacional de Química Pura y Aplicada, celebrado en Madrid en 1934, se presentaron seis trabajos de alto nivel que fueron muy comentados por los asistentes. Este Congreso fue organizado por D. Enrique Moles, Vicepresidente de la IUPAC. Durante los años treinta, la Sección de Electroquímica publicó 29 trabajos en su mayoría en los Anales de la Sociedad de Física y Química, y en diversas revistas extranjeras. Su investigación desarrolló el uso de los electrodos de gotas de mercurio, de bielectrodos de platino, la mejora de las técnicas galvanostáticas y una atención preferente a métodos de despolarización del electrodo. De la calidad de los resultados y de la sorprendente atención prodigada a las comunicaciones en español dan prueba las citas de D. Julio Guzmán y su equipo en 14 referencias del libro publicado en alemán por F. Böttger *"Physikalische Methoden der Chemische Analyse"* (Leipzig, 1936).

Tras la Guerra Civil, el Instituto Nacional de Física y Química sufrió una completa reorganización. En 1939, se creó el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y en 1946, la antigua Sección de Electroquímica se amplió a Instituto de Química Física "Rocasolano", en honor de D. Antonio Gregorio Rocasolano, Catedrático de Coloidoquímica de la Universidad de Zaragoza, fallecido en 1941. Al crearse el Instituto, el Profesor D. Antonio Ríus Miró se hizo cargo de la Dirección del mismo y de su Sección de Electroquímica. En esta nueva etapa, la actividad investigadora se dedicó más a la Electroquímica propiamente dicha, y la Electroanalítica quedó arrinconada hasta su abandono definitivo en 1956. Los nuevos proyectos llevaron a un incremento de la plantilla de investigadores con la intención de enviar a

algunos de ellos a ampliar estudios en el extranjero. Así los electroquímicos D. Juan Llopis Marí y D. José Calleja Carrete ingresaron en el Departamento de Química Física de la Universidad de Cambridge, incorporándose en las líneas de investigación *"Físico-Química de Internases Electrificadas"* y *"Corrosión"*, respectivamente.

Tras el regreso de estos investigadores al Instituto, los estudios de Electroquímica experimentaron un fuerte impulso y expansión. La Sección de Electroquímica ha estado en activo desde entonces hasta la actualidad y aunque su curso ha sido continuo, su camino ha sido muy irregular, en función de la inconstante ayuda económica que aporta el presupuesto del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Como ha ocurrido con la investigación en todas las Universidades españolas, su curso ha sufrido una serie de altibajos, con más bajos prolongados que picos, en consecuencia con las carestías temporales de la adquisición de material y falta de becas para estudiantes. A pesar de todo ello, se puede apreciar en general que la Electroquímica española ha crecido notablemente y está rindiendo excelentes resultados. Trataré de resumir la aportación del Instituto de Química Física a este campo, en sus líneas y logros, durante los últimos cincuenta años.

Entre los primeros trabajos, durante los años 1945-56, se destacó un estudio detallado de la teoría y técnica de la polarografía de vena de mercurio y su aplicación al Electroanálisis. La vena de mercurio poseía propiedades muy similares al electrodo de gotas con la ventaja de una mayor superficie y con ello la posibilidad de usar mayores intensidades de corriente. Al mismo tiempo, se evitaban las curvas dentadas de la polarografía convencional y permitía el uso de electrodos de referencia eludiendo las cubetas anódicas de mercurio. Por último, la instrumentación era más sencilla y económica que la utilizada en la polarografía de gotas. El tratamiento matemático de las curvas polarográficas del electrodo de vena demostró que seguían ecuaciones similares a las obtenidas por Heyrovsky-Ilkovic para los electrodos de gotas de mercurio, tanto en el caso de capas de difusión cilíndricas como esféricas de iones. Estos resultados se comprobaron experimentalmente mediante el análisis de cationes, aniones e iones complejos, especialmente metales del grupo del platino, y se extendió a disoluciones de compuestos orgánicos. Una gran desventaja en este tipo de polarografía surgía de que exigía el uso de grandes cantidades de mercurio, con los inconvenientes de su manejo y peligrosidad tóxica.

El desarrollo de esta línea de trabajo por los Profesores Ríus, Llopis y A. Marín se prolongó hasta 1962 y dio lugar a la presentación de varias Tesis Doctorales y la publicación de diversas comunicaciones científicas. Algunos de los nuevos Doctores prosiguieron dedicados a la investigación (J. J. Royuela, C.E.N.I.M.).

Simultáneamente, se siguió otra línea de trabajo que comprendía la oxidación anódica de aniones, con y sin formación de persales y perácidos, y la producción de agua oxigenada, un tema predilecto del Profesor Ríus. Todos estos procesos presentan un gran interés industrial, de modo que se estudió la cinética de los mismos, la determinación de los productos de reacción, el comportamiento electroquímico de tales productos y las condiciones experimentales óptimas de su realización.

La observación de que en estos procesos anódicos interviene fundamentalmente la adsorción de oxígeno sobre el electrodo y la sobretensión de su descarga, llevó al D. Llopis a dirigir una serie de investigaciones sobre la corrosión y pasivación del platino, la sobretensión de descarga de halogenuros, el comportamiento electroquímico de metales del grupo del hierro (Dr. M. Serra, *International Nickel Co*), la aplicación de radiotrazadores, especialmente el azufre, a la adsorción electródica y a la electrocristalización. Por otro lado, se inició en 1951 con el Dr. Colom, la aplicación de corrientes alternas a la corrosión de metales nobles e inertes. El refinamiento y transformación de este método reveló que la superposición de una corriente alterna de frecuencia variable y pequeña amplitud a un proceso electródico permite tratar la interfase como una impedancia eléctrica. Desglosada ésta en sus componentes, capacidades y resistencias, como equivalentes a capas de adsorción y corrientes electrónicas, el método rendía gran información sobre el mecanismo y cinética del proceso electródico. La técnica se aplicó con gran éxito al estudio de los sistemas redox halógenos/halogenuros y ferroso/férrico. Toda esta intensa actividad investigadora del Departamento de Electroquímica se tradujo en la publicación de numerosas comunicaciones en revistas extranjeras y en ella participaron los Dres. Colom, I. M. Tordesillas y L. Arizmendi, que se incorporaron en los años 50 en la plantilla científica del Instituto. La difusión de estos trabajos y un creciente contacto con investigadores extranjeros, motivaron al Comité Internacional de Termodinámica y Cinética Electroquímica (CITCE), posteriormente convertido en la Sociedad Internacional de Electroquímica (ISE) y formada por electroquímicos de rango internacional, a proponer la convocatoria de la VII Reunión del Comité en Madrid. La celebración de esta Reunión en el Instituto de Química Física en 1956 fue un éxito y originó la visita de los Dres. Colom y Tordesillas a los laboratorios del Dr. Bockris en Filadelfia y Profesor Piontelli en Milán.

La ampliación de las relaciones científicas del Departamento llevó a la firma de un contrato con la

European Office, Air Research and Development Command, U.S.A.F para llevar a cabo un proyecto sobre "Kinetics of the Sulphuration of Metallic Surfaces" que cubrió el periodo 1957-60.

Continuando los estudios de corrosión de metales nobles, la Fundación Juan March, concedió una ayuda a la investigación para el proyecto *"Corrosión electroquímica de los metales del grupo del platino"* en 1963.

Con la vuelta de Estados Unidos en 1959, el Dr. Colom inició un nuevo campo relativo a la electroquímica de sales fundidas, en el que a partir de disoluciones iónicas de eutécticos fundidos, se estudió el beneficio electrolítico de metales de difícil o imposible obtención en medios acuosos. Al mismo tiempo, se investigaron algunos fenómenos de corrosión en fundidos salinos de algunos metales y aleaciones de cierta importancia, como intercambiadores de calor en los reactores nucleares. Entre sus doctorandos figuraban D. Antonio Bódalo, Universidad de Murcia y Mª Ángeles de la Plaza, UNED. Entretanto, la Dra. Tordesillas iniciaba su línea de trabajo con la aplicación de nuevas técnicas electroquímicas del electrodo de disco rotatorio y anillo-disco a la indagación de los procesos de reducción de aniones y oxidación de compuestos orgánicos de interés energético, tales como la hidrazina en las pilas de combustión.

La envergadura del trabajo y la importancia de los resultados que sucesivamente se iban publicando sobre la electroquímica de los metales nobles indujeron a la editorial Marcel Dekker (Nueva York) a proponer al grupo de los Dres. Llopis, Colom y Tordesillas participar en la redacción del capítulo dedicado a los metales del grupo del platino en la publicación colectiva de la *"Encyclopedia of Electrochemistry of the Elements"* que se publicó en 1976. Desgraciadamente el Dr. Llopis murió en 1972, en plena madurez científica, con gran desolación de sus colaboradores y de su entorno científico.

El capítulo proyectado fue terminado por el resto del equipo, al cual ayudó el Prof. L. Victori (Escuela Química de Sarriá), que en esas fechas había leído su Tesis Doctoral sobre el paladio, en la recogida y redacción de datos electroquímicos sobre este metal.

En los años sesenta y setenta se incorporaron en el Departamento los investigadores Doña Mª Sánchez-Cruz y D. Claudio Gutiérrez, que a tenor de los nuevos horizontes que se abrían en el campo de la electroquímica y las nuevas técnicas que se utilizaban (voltimetrías cíclicas, barridos de potencial, análisis espectroscópicos, de superficies electródicas, etc.) iniciaron nuevas líneas de investigación que algunas de ellas aún prosiguen en la actualidad.

En Electrocatálisis, la Dra. Sánchez-Cruz realizó un excelente trabajo sobre adsorción, oxidación y reducción de compuestos orgánicos sobre metales nobles, especialmente sobre el iridio y la influencia de sus óxidos superficiales sobre estos procesos. Entre sus doctorandos T. Fernández Otero (Universidad Politécnica de Cartagena) y S. Ureta (Universidad de Santiago de Chile).

En otra línea, el Dr. N. Valverde estudió aspectos de la Electroquímica del Estado Sólido en relación con los sensores de oxígeno y la nueva formación de pilas secas.

El Dr. Gutiérrez, junto con el Dr. P. Salvador, trabajó en este periodo, sobre electroquímica de óxidos semiconductores como un paso a la Fotoquímica, con el lejano objetivo del aprovechamiento de la energía solar, y como ánodos de descomposición del agua. Por último, se profundizó en el estudio del comportamiento electroquímico de los metales del grupo del platino, la investigación de las capas superficiales oxidadas de estos metales, los cuales, aunque no alcanzan más que el espesor de unas monocapas de oxígeno, son determinantes en las propiedades anticorrosivas y catalíticas de este grupo.

Al celebrarse el cincuentenario del edificio Rockefeller en 1982, se realizó un balance de la producción científica llevada a cabo en el campo de la Electroquímica durante los 40 años del Instituto, el cual se cuantificó en el siguiente resumen:

Publicación de más de doscientas comunicaciones científicas, una tercera parte de las cuales había aparecido en las más prestigiosas revistas extranjeras de esta especialidad. Dirección de unas cincuenta Tesis Doctorales, junto a numerosos trabajos de licenciatura relativos a la mencionada disciplina y presentación de más de cuarenta comunicaciones en congresos internacionales.

En los últimos veinte años del siglo XX, la actividad científica del Departamento de Electroquímica no ha decaído, como se detalla en la siguiente relación. A parte de la asistencia habitual de los diversos miembros del Departamento a las reuniones bienales de la Real Sociedad de Química, en1985 tuvo lugar, por invitación de la Sociedad Internacional de Electroquímica (ISE), el 36º Congreso de la Sociedad en la Universidad de Salamanca bajo la Presidencia y organización de D. Francisco Colom y la ayuda del Departamento de Química Analítica de la Universidad y la colaboración de su catedrático D. Jesús Hernández. La reunión fue un éxito científico (¡y económico!), donde se presentaron comunicaciones de todos los grupos electroquímicos de las distintas universidades españolas y otros centros de investigación, con buena participación y nivel científico.

En el mismo año, el Dr. Colom fue invitado a participar en la publicación colectiva del libro "*Standart Potencials in Aqueous Solutions"*. Eds. A. J. Bard, R. Parsons and J. Jordán. Marcel Dekker Inc. New York and Basel. 1985, con la redacción de los capítulos

correspondientes a los seis metales del grupo del platino. En esta década se continuó con la oxidación electródica de estos metales, investigando preferentemente la formación anódica y propiedades electrocatalíticas de los óxidos superficiales de los metales menos nobles del grupo, rutenio y osmio. De los estudiantes de este equipo surgieron los profesores Javier Peinado (Escuela de Conservación y Restauración de Bienes Culturales) y Mª José González Tejera (Facultad de Ciencias Químicas. Madrid).

En Electrocatálisis, la Dra. Sánchez Cruz terminó su contrato con la empresa Técnicas Reunidas S.A., sobre el estudio electrocatalítico del depósito de zinc y su electrocristalización, en disoluciones de clororos. A su vez, continuó con la investigación de la oxi-reducción electródica del iridio y de las propiedades catalíticas de las capas anódicas sobre la oxidación y reducción de algunos compuestos orgánicos (alcoholes). Al mismo tiempo realizó con éxito un trabajo de bioelectroquímica sobre el comportamiento de algunos viológenos sobre electrodos de carbono vítrico modificado, en colaboración con el Dr. V. Fernández, del Instituto de Catálisis del CSIC. La actividad incansable de la Dra. Sánchez Cruz solo cesó con su jubilación en 1995.

Aún más infatigable fue la labor del Dr. Gutiérrez en este periodo de fin de siglo. Durante la década de los años ochenta publicó más de 20 comunicaciones del efecto sobre óxidos semiconductores sobre la Fotodescomposición del agua en colaboración con otros investigadores de la especialidad, nacionales y extranjeros. Al mismo tiempo se dedicó al estudio de la técnica espectroscópica de reflectancia por potencial modulado, la cual aplicó con pleno éxito al análisis de los óxidos superficiales anódicos de los metales del grupo del hierro y del platino.

Insistiendo en este tema, el Dr. Gutiérrez junto con el Dr. C. Melendres editaron el libro colectivo "S*pectroscopic and Diffraction Techniques in Interfacial Electrochemistry*" Kluver. 1990, en donde participó con el capítulo "*Study of anodic oxides by UV-Visible potential modulated reflectance spetroscopy*".

A partir de esta fecha, el Dr. Gutiérrez ha abandonado casi completamente su trabajo sobre semiconductores y ha concentrado mayormente su labor sobre la aplicación de espectroscopías de diversas frecuencias, con potencial modulado y diferencial, a los distintos fenómenos de adsorción, oxidación y reducción de CO, CO_2, y compuestos orgánicos sobre superficies electródicas de poli- y monocristales de metales, con la colaboración del joven investigador A. Cuesta. Rondando estos problemas, últimamente ha participado en el Vol. 28 de la serie "*Modern Aspects of Electrochemistry*", Bockris, J. O'M; White, RE; Conway B.E., Plenum Press. N.Y. EE.UU. (1996) con el Capítulo 2 "*Potencial-Modulated Reflectance Spectroscopy studies of the electronic transitions of chemisorbed carbon monoxide*".

La labor del departamento de electroquímica sigue en plena actividad en el presente siglo, bajo la dirección del Prof. Gutiérrez y la participación de los investigadores A. Cuesta, A. Couto, A. Rincón, el Titulado Técnico Especializado Mª Carmen Pérez Bécares y la Becaria del F.P.I. Ana López Cudero.

Una visión del panorama electroquímico nacional, revela un perfil de nivel desigual con abundantes y altos picos que pueden codearse con las cordilleras internacionales y otras cimas más modestas, que si son cuidadosa y amorosamente cultivados por los responsables económicos nacionales, tanto del Estado como privados, auguran brillantes y exitosas escaladas. De ello dan fe el ascenso del Prof. J. Feliu Martínez de la Universidad de Alicante, a la Vicepresidencia del ISE y la concesión por la citada sociedad del premio de "Joven Investigador" al Profesor R. Rodríguez Amaro de la Universidad de Córdoba.