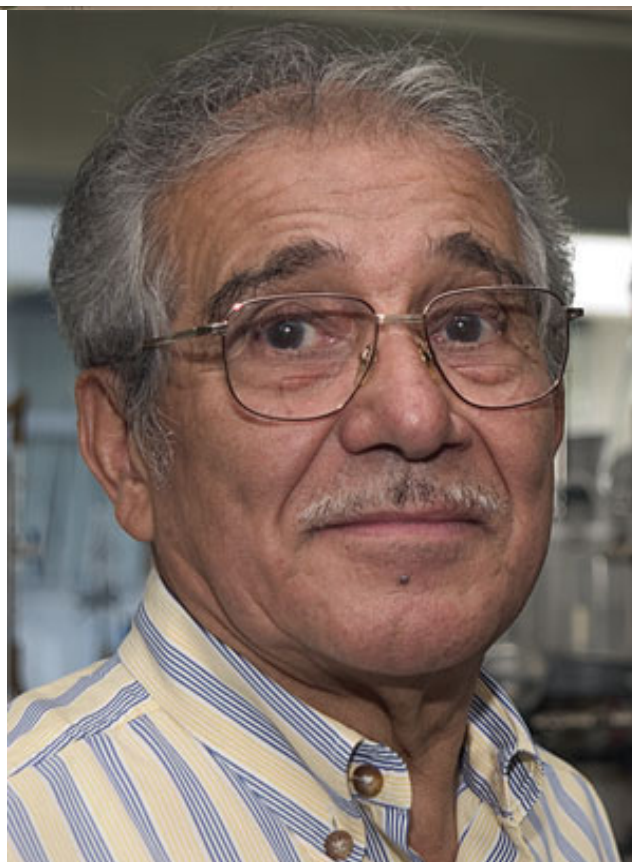




BOLETÍN *de la* SOCIEDAD
QUÍMICA
de MÉXICO

MAYO- DICIEMBRE, 2012

Bol. Soc. Quím. Méx, 2012, V6, N2 y 3



Bol. Soc. Quím. Méx, 2012, V6, N y 3
ISSN 1870-1809
México, D.F.

www.bsqm.org.mx

BOLETÍN *de la* SOCIEDAD
QUÍMICA
de MÉXICO

(Bol. Soc. Quím. Méx.)

C o n t e n i d o

Volumen 6, Núm. 2, 3

La vida del Dr. José Iriarte Guzmán y su participación en los inicios de la investigación en Química Orgánica en México

Alba Iriarte y Sofía Liberman 37-43

Dr. Tirso Ríos Castillo, un pionero

Gabriel Cuevas 44-45

Letter in Memory of Tirso Ríos (1930-2012)

Nikolaus H. Fisher 46

Índice de volumen 47

Índice de autores 48

La vida del Dr. José Iriarte Guzmán y su participación en los inicios de la investigación en Química Orgánica en México

Alba Iriarte y Sofia Liberman

División del Sistema de Universidad Abierta. Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3004, Edificio C, número 34. Coyoacán 04510, México, D.F. albairiarte@yahoo.com

Resumen. Es nuestra intención describir a través de datos biográficos de la vida del Dr. José Iriarte Guzmán, algunos pasajes de la historia de la investigación en Química Orgánica en México. Considerado uno de los precursores de esta disciplina en el país, fue uno de los primeros alumnos que colaboraron con el Dr. Antonio Madinaveitia al fundarse el *Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Formó parte importante del equipo de investigadores de los laboratorios *Syntex*, que realizó la síntesis de la cortisona y otros derivados de la progesterona utilizando el barbasco como materia prima. Gracias a esta investigación en ese laboratorio se sintetizaron los primeros anovulatorios y antiinflamatorios esteroidales y se dieron las primeras relaciones formales entre la universidad y la industria. Este trabajo es una mirada retrospectiva a los eventos que forjaron el desarrollo e institucionalización de la Química Orgánica en México, que fueron pilares en la carrera y trascendencia del Dr. José Iriarte Guzmán.

Abstract. It's our purpose to describe through Dr. Jose Iriarte Guzmán's biographical events, some important passages within the history and development of research in Organic Chemistry in México. Considered one of the pioneers in this discipline in the country, he was one of the first students that collaborated with Dr. Antonio Madinaveitia at the foundation of the Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. He was an important member of the research group at *Syntex Laboratories*, known for the synthesis of cortisone and other derivatives of progesterone using barbasco as raw material. Due to this research the first anovulatory and steroidal anti-inflammatory components were created at *Syntex* and this was the first formal relationship between university and a chemical company. industry. This paper is a retrospective account of the events that forged the development and institutionalization of the research in Organic Chemistry in Mexico, which were pillars in the career and transcendence of Dr. José Iriarte Guzmán.

Introducción

El Dr. José Iriarte Guzmán (1921-2005), fue uno de los primeros científicos mexicanos que se dedicaron a la investigación en Química Orgánica. Fue uno de los primeros alumnos becarios que colaboraron con el Dr. Antonio Madinaveitia al fundarse el Instituto de Química de la UNAM en 1941, formó parte del equipo de investigadores de este Instituto que trabajaron simultáneamente en los laboratorios *Syntex* en el campo de los esteroides con los doctores George Rosenkranz y Carl Djerassi. Como miembro del equipo de investigadores de los laboratorios *Syntex S.A.* participó en la realización de la síntesis de la cortisona, y otros derivados de la progesterona utilizando la planta del barbasco como materia prima. En este mismo laboratorio se llevó a cabo la síntesis de la 19-noretindrona, que permitió la fabricación de los primeros anovulatorios esteroidales. Asimismo, fue profesor en la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Politécnico Nacional, autor de más de 41 publicaciones en el área de productos naturales y síntesis de compuestos orgánicos con actividad farmacológica; dirigió aproximadamente 37 tesis desde 1947 hasta su jubilación en 1982 y registró un número considerable de patentes americanas. En 1979 recibió de manos del presidente José López Portillo, el Premio Nacional de Química 'Andrés Manuel del Río' correspondiente al año 1978 que otorga la Sociedad Química de México así como el Premio Nacional de Química y Ciencias Farmacéuticas que otorga el Poder Ejecutivo Federal [1].



Fig. 1. El Dr. José Iriarte recibe el Premio Nacional de Química 'Andrés Manuel del Río' de la Sociedad Química de México de manos del Presidente José López Portillo [1].

Este estudio se ubica dentro del campo de la Psicología de la Ciencia. Hemos elegido el método psicobiográfico que es una herramienta que permite un análisis, desde el punto de vista del individuo, de una serie de eventos históricos y cómo éstos son interpretados. La psicohistoria es el estudio de las

¹ Este trabajo constituye parte del desarrollo de la tesis de licenciatura de Alba Iriarte en la Facultad de Psicología, financiada por el proyecto PAPIME-PE304612. DGAPA. UNAM.

motivaciones psicológicas y de desarrollo que subyacen a ciertos acontecimientos históricos [2]. Aun cuando la psicohistoria surgió como método de investigación utilizando la teoría psicoanalítica y la psicobiografía, hoy en día consideramos válido utilizar este método usando otras teorías modernas de la Psicología, dirigiéndonos más hacia la explicación de la relación entre las personas, los eventos y datos biográficos en el contexto histórico social. En este caso se trata de la vida de un científico de relevancia para el desarrollo de un área específica del conocimiento científico describiendo el contexto de los descubrimientos. Desde nuestro punto de vista es fundamental preguntarnos sobre los *porqués* de los aspectos psicológicos de los individuos para entender un poco más sobre los *qués* de los sucesos históricos [3, 4]. En este caso particular consideramos que la formación de un grupo de investigadores comprometidos fue parte esencial de los logros innovadores en ese momento de la historia de la investigación en Química Orgánica.

Participación en Investigación en el campo de la Química Orgánica y su relación con la industria en México

En la década de 1930-1940 empieza a florecer la investigación en Química Orgánica en México con la formación de instituciones de educación superior como el Instituto Politécnico Nacional, de docencia e investigación como el Instituto de Química de la UNAM y también inicia en México la industria química que realizaba proyectos de investigación, como los laboratorios Syntex. Es en este contexto en el que ubicamos la vida de este científico.

Referirse a José Iriarte Guzmán significa hablar de su participación en la historia de la ciencia y de México, es hablar del presidente Lázaro Cárdenas y su plan educativo sexenal, el cual contemplaba la educación para estudiantes de escasos recursos por medio de la creación de las escuelas para hijos de trabajadores e instituciones de educación superior, como el Instituto Politécnico Nacional. Hablar de José Iriarte Guzmán es hablar de las consecuencias de la guerra civil española y el exilio obligado de eminentes químicos españoles emigrados a México, como el Dr. Antonio Madinaveitia, y José y Francisco Giral, de la creación del Instituto de Química y la formación de los primeros investigadores mexicanos en Química Orgánica. Hablar de José Iriarte es hablar de la incipiente industria de esteroides en México en las décadas 1940-50 y su aportación en los proyectos de Syntex de los primeros anovulatorios y antiinflamatorios esteroidales, de las primeras relaciones entre la Industria y las instituciones educativas con el propósito de modificar un viejo problema que impedía en todo el mundo el desarrollo del talento científico; los químicos graduados de las universidades no adquieren suficiente experiencia industrial si no hay industria química, y no puede haber industria si faltan químicos industriales bien preparados.

Mencionar a José Iriarte es también hablar de vínculos de apego entre científicos en los que la pertenencia al grupo no

era únicamente por el trabajo, es hablar de las relaciones de amistad y camaradería que existía entre los primeros investigadores mexicanos en Química Orgánica: Alberto Sandoval, Jesús Romo Armería, José F. Herrán Arellano, Octavio Mancera Echeverría, Humberto Estrada Ocampo (el Toluco) y Humberto Flores (el Chato). Sin dejar de mencionar a Barbarín Arreguín Lozano y Carlos Casas Campillo, entre otros eminentes investigadores. Este era un grupo cohesivo y único en su estructura ya que eran innovadores en un contexto esencialmente académico relacionado estrechamente por primera vez con la industria.

En general, la colaboración entre el Instituto de Química y Syntex se desarrolló en torno a la síntesis de sustancias específicas, la producción de esteroides, sus posibles usos y aplicaciones terapéuticas y el análisis de acción de los esteroides combinados con otros compuestos químicos [5].

Datos biográficos

José Iriarte Guzmán nace en Morelia, Michoacán, el 28 de mayo de 1921, segundo hijo de la segunda familia de Don Enrique Iriarte Aguilar, maestro rural y profesor de música, quien en esa época, tocaba el órgano en la catedral de Morelia, y de Josefina Guzmán Vigíl. Cursa sus estudios elementales en su ciudad natal en una *Escuela Federal Tipo* de 1928 a 1934. Su educación secundaria la realiza en el colegio de San Nicolás de Hidalgo hoy Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1935-1937). Ahí conoce al Dr. Enrique Arreguín Vélez, Rector en ese entonces de dicha institución, quien le aconseja trasladarse a la ciudad de México para cumplir su sueño de estudiar Química. [6, 7].

A la edad de 16 años (1937) queda huérfano de padre y madre, por lo que al año siguiente se traslada a la Ciudad de México, ingresando al *Internado Mixto de Bachillerato para hijos de trabajadores* de Coyoacán D.F., el cual era parte del proyecto educativo del presidente Lázaro Cárdenas, donde les proporcionaban a los estudiantes, alojamiento y alimentos, además de su educación. Permanece ahí durante los años 1938-1939. De esa época, se cuenta la anécdota de que en una ocasión sus compañeros pretendían faltar a clases, la mayoría estaban dispuestos a no entrar, pero José Iriarte enfrenta a todos armado con un lápiz con la punta bien afilada... ningún alumno faltó a clases en esa ocasión [7]. José Iriarte frecuentemente se mostraba muy agradecido con el presidente Cárdenas por haberle dado la posibilidad de continuar con su educación y es así como lo mencionó en su discurso cuando le otorgaron los premios; Nacional de Química y Ciencias Farmacéuticas y el premio 'Andrés Manuel del Río' en 1979, correspondiente a 1978 (*op. cit.*).

En 1940 ingresa a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, institución también creada durante el sexenio de Lázaro Cárdenas, y cuyo objetivo fundamental consistía en formar alumnos con un sólido nivel teórico, amplia capacidad para aplicar sus conocimientos, y una tendencia hacia la investigación y el autodidactismo

[8]. Cuando cursaba el primer año de la carrera de Químico Biólogo en esta institución escribió una carta al Presidente de la Casa de España.² Pocos días más tarde Alfonso Reyes le comunica que se le concedía una beca de \$100.00 mensuales [9], siendo así José Iriarte el primer alumno del Instituto de Química becado por El Colegio de México a partir de enero de 1941.

La guerra civil española, fue otro de los eventos de la historia que indirectamente dieron lugar al inicio de la investigación química en México, con el arribo a nuestro país como exiliados, de químicos españoles de alto nivel como lo fueron El Dr. Antonio Madinaveitia y José y Francisco Giral. El Dr. Antonio Madinaveitia, junto con el Dr. Francisco Orozco quien era director de la entonces Escuela de Ciencias Químicas (ahora Facultad de Química) de la UNAM, y con ayuda de la fundación Rockefeller y la Casa de España, fundaron el instituto de Química de la UNAM en 1941 [10]. Con la creación del Instituto de Química, se inició una importante etapa del desarrollo de investigación química México. El primer director fue el Dr. Fernando Orozco y el Dr. Madinaveitia fungía como jefe de Investigación [11, 12]. Se invitaron alumnos que habían terminado con buen éxito sus estudios, interesados en dedicarse a la investigación y a trabajar como ayudantes del doctor Madinaveitia. El Dr. Madinaveitia siempre tuvo como prioridad el aprendizaje de sus alumnos. Sobre este tema decía: “*es el contacto continuo con los alumnos en el laboratorio lo que forma a los científicos*” [13].

Fue la beca otorgada por el Colegio de México (antes la Casa de España), lo que hizo que José Iriarte se pusiera en contacto con el Dr. Antonio Madinaveitia, con quien trabajó a partir de enero de 1941, a pesar de no estar formalmente inscrito en ese momento como alumno de la UNAM, ya que aún estudiaba en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Su relación con el Dr. Madinaveitia y la UNAM se formalizó en 1942 cuando se inscribió en la Facultad de Química. De esta forma, los primeros alumnos del Dr. Madinaveitia fueron: Alberto Sandoval, José Herrán, Octavio Mancera Echeverría, Humberto Flores (el Chato Flores), Jesús Romo Armería, Humberto Estrada Ocampo (el Toluco) y José Iriarte (el Faquir). Este era un grupo de alumnos muy especial por su compromiso con la investigación, su atmósfera amistosa y su cohesión como grupo enfocado en una tarea común.

El Dr. Alfonso Romo de Vivar, quien ingresó al Instituto de Química como estudiante unos años después, recuerda a esta primera generación de estudiantes y los describe como se indica a continuación: *a Alberto Sandoval se le recuerda como un líder, José Herrán era bromista, Octavio Mancera demasiado serio, Jesús Romo Armería tenía muy buena memoria y era un buen conversador y a José Iriarte lo recuerda como una persona muy trabajadora y como gran conversador* [14].

² Fragmento de la carta [9]: “soy estudiante pobre que vive de ideales. Mi aspiración constante es llegar a ser un estudiante química. Por desgracia, la realización de un ideal no es igualmente fácil para todos y, en mi caso, carezco en absoluto de los medios materiales que deban concurrir en toda síntesis,” y pedía una ayuda para continuar sus estudios.

José Iriarte estaba interesado en estudiar químicamente los árboles de pino de Michoacán, su tierra natal, así que en 1944 con la tesis “Contribución al estudio de la esencia de trementina de algunas especies de pinos de México”, dirigida por el Dr. Antonio Madinaveitia, obtiene el título de Químico, expedido por la Universidad Nacional Autónoma de México (Figuras 2a y 2b). En ese mismo año José Iriarte parte a los Estados Unidos para realizar estudios de posgrado en Química Orgánica en el Iowa State College, en Ames, Iowa, donde trabaja bajo la dirección del Dr. Henry Gilman, considerando uno de los precursores de la Química Organometálica, durante los años 1944-46 [15]. En 1946 regresa a México y se incorpora al Instituto de Química como Investigador, puesto que ocupa hasta el año de 1955 cuando el Instituto de Química inicia actividades en la torre de ciencias en Ciudad Universitaria.

En 1947 José Iriarte continúa su formación como uno de los primeros alumnos graduados de la recién iniciada Escuela de Graduados integrada por diversos Institutos de la UNAM, donde el Instituto de Química fue la dependencia universitaria que se encargó de impartir los cursos y administrar los programas de Doctorado en Ciencias Químicas entre 1945 y 1965. Los cursos de carácter avanzado conducían directamente al doctorado [16]. Asimismo inicia su carrera como docente, actividad que ejerce en diversas escuelas del Instituto Politécnico Nacional hasta a 1958 y posteriormente en la UNAM. A partir de 1949 ingresa y forma parte del grupo dedicado a la investigación en esteroides en Syntex, empresa recientemente formada para este propósito.

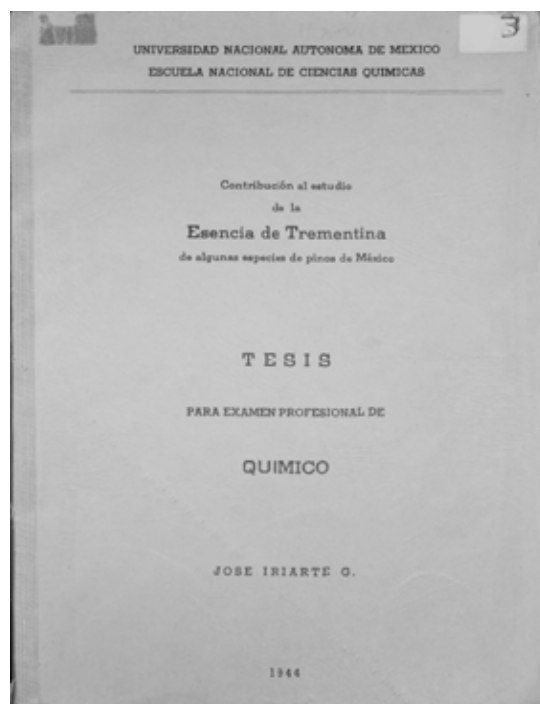


Fig. 2a. Portada de la tesis de el Dr. José Iriarte.



Fig. 2b. Título de Químico de José Iriarte otorgado por la Universidad Nacional Autónoma de México.

La relación Industria-UNAM

Los laboratorios Syntex. S.A., empresa fundada en 1944, dedicada principalmente a la producción de esteroides, contrató en 1945 al Dr. George Rosenkranz, doctorado en el Instituto Tecnológico Federal de Suiza (Eidgenössischen Technischen Hochschule, ETH) en Zürich, que había emigrado a Cuba. Con Rosenkranz y su grupo de investigación empiezan cinco décadas de investigación en Syntex, compañía que llegó a ser una gran corporación a nivel mundial.

Después de restablecer la producción de progesterona, a partir de 1946 y en un período de 5 años, Rosenkranz logró la producción sintética a partir de la diosgenina, de los 4 tipos principales de hormonas esteroides (andrógenos, estrógenos, progestágenos y corticoides) producidas por el organismo [17].

Es importante subrayar que la formación del equipo de investigación de Syntex se logró gracias a la colaboración con los investigadores del Instituto de Química de la UNAM. Entre ellos Jesús Romo, Octavio Mancera, Alberto Sandoval y José Iriarte, que ingresaron a este grupo en diferentes momentos.

Para continuar con su investigación el Dr. Rosenkranz contrató al Dr. Esteban Kaufman quien se había formado también en el ETH en Zürich, y se había exiliado también a Cuba, haciéndose cargo de la producción. También fueron contratados Juan Pataki y J. Norimbersky. Así, para 1949 Syntex en

México ya tenía un grupo altamente calificado de científicos y había desplazado a todas las compañías europeas y estadounidenses en la producción de hormonas esteroides.

El siguiente objetivo del Dr. Rosenkranz fue sintetizar estrógenos u hormonas femeninas, especialmente la estrona y el estradiol. Durante ese año, se incorporaron a su grupo una serie de nuevos investigadores: el Dr. Carl Djerassi, quien se doctoró en Química en la Universidad de Wiconsin y había trabajado durante cuatro años sintetizando el mismo tipo de productos. También solicitó la cooperación de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que en el Instituto de Química se realizaran investigaciones en el campo de los esteroides y se crearon grupos de investigación en colaboración con esta dependencia [11]. Así, ingresaron al equipo de trabajo de Syntex investigadores como Jesús Romo Armería, Octavio Mancera Echeverría y José Iriarte Guzmán. Como parte del programa de cooperación algunos estudiantes del Instituto de Química realizaron su tesis de licenciatura en Syntex.

En 1949, el grupo de investigación de George Rosenkranz coordinado por Carl Djerassi para trabajar en el tema de síntesis de estrona, estradiol y cortisona quedó integrado por los investigadores mexicanos Jesús Romo Armería, Octavio Mancera, Juan Berlín, José Iriarte, Carlos Casas Campillo y los estudiantes Luis E. Miramontes, que entró a hacer tesis con Carl Djerassi y Enrique Batres, como tesista de Octavio Mancera, quien se había doctorado en Oxford con Sir Robert Robinson trabajando en la síntesis de la penicilina [17, 18].

Alberto Sandoval, Jesús Romo Armería, Octavio Mancera, y José Iriarte (Fig. 3), continuaban trabajando simultáneamente como investigadores en el Instituto de Química, donde acudían por las tardes a dirigir tesis después de concluir su jornada laboral en Syntex, dedicando también los fines de semana a esta actividad. Durante toda su vida José Iriarte trabajó arduamente, incluyendo fines de semana sin descanso, salía casi a diario a las 2 o 3 de la mañana, por lo que sus alumnos y compañeros investigadores y del Instituto de Química lo apodaban 'el Faquir' [16].

Una anécdota al respecto es el día 28 de junio de 1950, que pidió permiso para llegar tarde al laboratorio ya que ese día



Fig. 3. José Iriarte Guzmán (derecha) trabajando en su laboratorio en Syntex con sus colegas, al centro, Jesús Romo Armería.

contrajo matrimonio con Ninfa Vivar Balderrama, sin embargo, aunque le otorgaron el permiso, no faltó al laboratorio, a donde llegó tarde fue a la ceremonia matrimonial [14]. Los seis hijos de este matrimonio asistieron a la UNAM y dos de ellos aún trabajan e imparten cursos en la misma institución.

La Cortisona y la primera generación de anovulatorios

Con la integración del grupo de investigación de Syntex coordinado por Rosenkranz y Djerassi se inició una importante etapa en el desarrollo de la química de esteroides. En 1949, con el aprovechamiento de la dioscórea, conocida como barbasco (*Dioscorea composita*), se produce un nuevo acontecimiento que modifica sustancialmente la producción de hormonas esteroides y coloca a Syntex en una posición importante en el mercado mundial. Esta especie endémica tenía varias ventajas sobre la ‘cabeza de negro’ (*Dioscorea mexicana*), que originalmente había usado Russell E. Marker, pues producía mayor cantidad de diosgenina y estaba ampliamente distribuido en el sureste de la República Mexicana. En ese entonces las empresas farmacéuticas intentaban producir cortisona a través de un método químico y no de un bioquímico. Una de las propuestas para producir este corticoide fue la del grupo de investigación de Syntex. Los doctores Rosenkranz y Djerassi organizaron equipos de trabajo y nombraron coordinadores de grupo, entre los que se encontraban Howard J. Ringold, Jesús Romo, Juan Pataki, Octavio Mancera, Enrique Batres, Alexander Nussbaum y José Iriarte, con la colaboración Gilbert Stork, profesor asistente en Harvard quien se incorporó como consultor de la empresa [18, 19].

En agosto de 1951 publicaron la síntesis de cortisona [20]. El reporte de investigación enviado al *Journal of the American Chemical Society* fue muy importante porque se reconoció el crédito científico de Syntex como una institución de vanguardia, ya que estaba fechada antes que los trabajos publicados por los grupos de Harvard y Woodward. Por otra parte, algunas revistas estadounidenses como *Harper's Magazine*, *Newsweek* y *Life* incrementaron el reconocimiento científico al grupo de investigadores conformado en México. La revista *Life*, por su parte, presentó una fotografía con el equipo de investigación de Syntex que le dió la vuelta al mundo. De esta manera Syntex se convirtió en una empresa farmacéutica con prestigio científico internacional [17, 21]. De similar relieve son los fundamentales trabajos realizados en aquella época por José Iriarte y Carlos Casas Campillo [17, 22, 23].

El efecto anovulatorio de los estrógenos se conocía desde 1940, pero no se había pensado utilizarlos para regular la fertilidad. Respecto a los progestágenos, su actividad anovulatoria fue deducida posteriormente por el Dr. Gregory Pincus y otros investigadores, por su efecto inhibitor de la ovulación durante el embarazo. Pero la posibilidad de su empleo para regular la fertilidad no se vislumbró hasta que en el laboratorio de George Rosenkranz y Carl Djerassi, sintetizaron un poderoso progestágeno, la 19-noretindrona que podía administrarse vía

oral. [17, 21]. Otro anovulatorio sintetizado por Syntex en esa época fue el acetato de clormadinona.

Programa de tesis profesionales

Otra importante contribución del Dr. Rosenkranz y Syntex fue modificar un viejo problema que impedía en todo el mundo el desarrollo del talento científico; los químicos graduados de las universidades no adquirían suficiente experiencia industrial si no hay industria química, y no puede haber industria si faltan químicos industriales bien preparados. Para resolver esto, los dirigentes de Syntex establecieron relaciones con la Universidad Nacional Autónoma de México, con el Instituto Politécnico Nacional y otras instituciones para que estudiantes interesados pudieran trabajar y desarrollar sus tesis en este campo. La compañía colaboró en la preparación técnica de los estudiantes en procesos industriales e investigación mediante un doble programa: Primero un programa de investigación mediante la realización de tesis profesionales y de posgrado desarrolladas en la empresa, lo que permitiría los estudiantes adquirir conocimientos teóricos y experiencia real en los procesos industriales. Y segundo, de esta forma los científicos en Syntex colaborarían activamente en el progreso de la investigación en esta disciplina en las instituciones académicas involucradas.

Los Doctores Octavio Mancera, Jesús Romo Armería y José Iriarte fueron de los primeros en participar en este programa ya que en ese tiempo eran investigadores en Syntex y en el Instituto de Química simultáneamente, y de esta forma empezaron a formar nuevas generaciones de químicos orgánicos. A partir de entonces, José Iriarte dirigió aproximadamente dos tesis profesionales por año hasta 1982, año en que se jubiló.

El desarrollo de compuestos antiinflamatorios

Entre 1957 y 1960, Syntex preparó un gran número de nuevos corticoides antiinflamatorios, muchos de los cuales contienen uno o más átomos de Flúor o de Cloro, ya que estos elementos aumentan la potencia del compuesto, amplían sus aplicaciones terapéuticas y reducen en parte sus efectos secundarios. El Dr. Iriarte participó activamente en la generación de varios de estos primeros compuestos esteroides con propiedades antiinflamatorias tales como el acetato de cloroprednisona y el acetónido de fluocinolona, conocido comercialmente como *Synalar*. Cuando el gobierno formó la empresa Proquívemex que controló la comercialización del barbasco, subieron los costos y bajó su producción, por lo que Syntex buscó otras alternativas de materias primas para sus productos, desviando su investigación hacia la producción de antiinflamatorios no estereoidales como el Naproxeno sódico y el Ketorolaco Trometamina. José Iriarte continuó toda su vida laboral como investigador en Syntex participando con el Dr. Muchowsky en este último proyecto [26], entre muchos otros, habiendo publicado aproximadamente 40 trabajos de investigación y participando en diversas patentes americanas.

En 1962 viaja a Zúrich para continuar su preparación de doctorado en el Instituto Tecnológico Federal de Suiza (ETH) en Zúrich. Durante su estancia en esta ciudad trabajó en el laboratorio de Química orgánica con los doctores Kurt Schaffner y Oscar Jeger, con quienes publica varios trabajos sobre reacciones fotoquímicas en esteroides [26-28].

A partir de 1973 ocupó el cargo de director asociado de la División de Investigación de Syntex hasta 1982 en que se jubila. Después continuó trabajando como consultor en la misma compañía hasta diciembre de 1986 [24]. En enero de 1987 escribió una carta al Dr. Arthur F. Kluge comunicándole su decisión de no comenzar un nuevo proyecto ya que presentaba los primeros síntomas de la enfermedad de Parkinson y responsablemente, prefería no empezar, en vez de dejar un trabajo inconcluso o lo que podría ser peor, realizarlo de una forma insatisfactoria [15].

Durante los 39 años que trabajó en Syntex Corporation, no perdió su relación con la UNAM. Fue profesor de Química Orgánica, director de tesis profesionales, sinodal en exámenes profesionales y de 1975 a 1979 fue miembro de la Comisión Dictaminadora del Instituto de Química de la UNAM.

Después de jubilarse continúa su actividad intelectual en casa, dedicándose a la lectura de autores como Johann W. Goethe y Friedrich Schiller en diferentes idiomas perfeccionando así el idioma inglés y alemán que ya dominaba, y aprendiendo por la lectura, y de manera autodidacta el francés y el ruso. Su amistad con algunos investigadores de aquella época continuó hasta los últimos días de su vida (Figura 5). Acostumbraba también comprar libros antiguos de matemáticas, para resolver sus ejercicios y problemas. Fallece a la edad de 84 años en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, víctima de la enfermedad de Parkinson el 20 de diciembre de 2005.

Corolario

Nuestro interés ha sido relacionar la historia de la Investigación en Química Orgánica en México con el desarrollo profesional del Dr. José Iriarte, quien consideraba su crecimiento profesio-



Fig. 5. Barbarín Arreguín y José Iriarte en su casa en Coyoacán (Foto: Guillermo Delgado).

sional paralelo a su crecimiento personal. El compromiso del Dr. José Iriarte Guzmán y de sus colegas contemporáneos con el estudio y la investigación, con la dedicación a la formación de nuevos investigadores y su participación en la institucionalización de esta disciplina son reconocidos internacionalmente. Los resultados son una muestra de la grandeza que se puede alcanzar mediante el esfuerzo y entusiasmo individual y colectivo, aunados a la consolidación de una relación académica con la industria.

Agradecimientos

Agradecemos la valiosa colaboración del Dr. Barbarín Arreguín Lozano, el Dr. Alfonso Romo de Vivar, el Dr. Guillermo Delgado Lamas y el Dr. Sergio A. Ferriño Elias. Asimismo se agradece el apoyo de DGAPA-UNAM a través del proyecto PAPIIME-PE304612 cuya responsable es la Dra. Sofia Liberman.

Referencias

1. Premios Nacionales de Química y Ciencias Farmacéuticas. *Revista de la Sociedad de Química de México*. Vol. 24. N° 1. Enero-Febrero de 1980.
2. Schultz, W., T. *Handbook of psychobiography*. Oxford: Oxford University Press. 2005.
3. Binion, R. *Introducción a la psichistoria*. Fondo de Cultura Económica. México. 1986.
4. Galindo S. J. A. La influencia del presbiterianismo en la postura de B.F. Skinner sobre el problema del determinismo comportamental. Facultad de Psicología. UNAM. 2009. Tesis Doctoral.
5. Kleiche-Dray, M., Casas-Guerrero, R. La institucionalización de un campo científico: el caso de la química en México en el siglo. *Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*. 2008, 14,(28), 47-73.
6. Comunicación personal del Dr. Barbarín Arreguín. Instituto de Química UNAM. Abril, 2012.
7. Comunicación personal de José Iriarte.
8. Monteón, H. El Instituto Politécnico Nacional: Proyecto educativo revolucionario del Cardenismo. Resumen de la investigación sobre Historia del Politécnico realizada en el Proyecto de Estudios Sociales, Tecnológicos y Científicos del Instituto



Fig. 4. José Iriarte con algunos miembros del grupo de Investigación de Syntex. El segundo de izquierda a derecha es Albert Bowers, el tercero es José Iriarte.

- Politécnico Nacional (PESTyC IPN). *Revista de Educación Superior*. ANUIES. 1986, V. 58 (2), abril-junio. http://www.anui.es.mx/servicios/p_anui/es/publicaciones/revsup/res058/info058.htm accesado en January, 2012.
- Enríquez, A. *Exilio español y Ciencia Mexicana*. El Colegio de México. UNAM. México. 2000.
 - Delgado, G. A matter of chronology. *Chemical and Engineering News*. American Chemical Society. 2000. Volume 78, Issue 16. April 17. (p. 6)
 - Sandoval, A.; Walls, F. Cinco lustros de existencia del Instituto de Química. *Boletín del Instituto de Química de la UNAM*. 1965, vol. 17, p. 83-90.
 - Arreguín, B. En los 30, de provincia al Ph.D. *Forjadores de la Ciencia en la UNAM. Ciclo de conferencias "mi vida en la ciencia"*. México. UNAM. 2003. http://www.cic-ctic.unam.mx/cic/mas_cic/publicaciones/publicaciones_forjadores.cfm
 - Garriz, A. (Coord.). *Aportaciones e integración de los vascos a la sociedad mexicana en los siglos XIX-XX*. México: UNAM. Instituto de Investigaciones Históricas, Centro Vasco Euskal Extea, Ministerio de Cultura del Gobierno Vasco. 2008. pp 401.
 - Entrevista personal con el Dr. Alfonso Romo de Vivar. Instituto de Química. UNAM. Abril 2012.
 - Documentos Archivo personal José Iriarte Guzmán.
 - Mateos J. L.; Garriz, A. Historia del posgrado en química de la UNAM. *Bol. Soc. Quím. Méx.* **2009**, 3, 32-37.
 - Laboratorios Syntex México: *Una corporación y una Molécula. Historia de la Investigación en Syntex*. Impresión de Litoarte. México, D.F. 1967.
 - Rosenkranz, G. From Ruzicka's terpenes in Zürich to Mexican steroids via Cuba, *Steroids* **1992**, 57, 409-418.
 - Olivares, L. Olivares, F. El origen de Syntex, una enseñanza histórica en el contexto de ciencia, tecnología y sociedad. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **2001**, 45, 93-96.
 - Rosenkranz, G.; Pataki, J.; Djerassi, C. Steroids. XXV. Synthesis of cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 4055-4056.
 - Djerassi, C. Steroid research at Syntex: "the pill" and cortisone. *Steroids* **1992**, 57, 631-641.
 - Iriarte, J.; Rosenkranz, G.; Sondheimer, F. A synthesis of Androsterone. *J. Org. Chem.*, **1955**, 20, 542-545.
 - Djerassi, C.; Rosenkranz, G.; Iriarte, J.; Berlin, J.; Romo, J. Steroids. XII. Aromatization Experiments in the Progesterone Series. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 1523.
 - Muchowski, J. M.; Unger, S. H.; Ackrell, J.; Cheung, P.; Cooper, G. F.; Cook, J.; Gallegra, P.; Halpern, O.; Koehler, R.; Kluge, A. F.; Van Horn, A. R.; Antonio, Y.; Carpio, H.; Franco, F.; Galeazzi, E.; Garcia, I.; Greenhouse, R.; Guzmán, A.; Iriarte, J.; Leon, A.; Peña, A.; Pérez, V.; Valdéz, D.; Ackerman, N.; Ballaron, S. A.; Krishna Murthy, D. V.; Rovito, J. R.; Tomolonis, A. J.; Young, J. M.; Rooks II, W. H. Synthesis, antiinflammatory and analgesic activity of 5-*aroyl*-1,2-dihydro-3H-pyrrolo [1,2-*a*] pyrrole-1-carboxylic acids and related compounds. *J. Med. Chem.* **1985**, 28, 1037-1049.
 - Iriarte, J.; Hill, J.; Schaffner, K.; Jeger, O. On the photochemical Decarbonylation of a Homoallylic Congugated Aldehyde. *Proc. Chem. Soc.* **1963**, 114.
 - Iriarte, J.; Schaffner, K.; Jeger, O. Photochemische Reaktionen. 22. Mitteilung, U, V, Bestrahlung von 11-Oxo-Steroiden III. Zur Beeinflussung der (11----> 19) Cycliation durch Sterische Factoren. *Helv. Chim. Acta* **1963**, 46, 1599.
 - Iriarte, J.; Schaffner, K.; Jeger, O. Photochemische Reaktionen. 28. Mitteilung. 3, 20-Di-Athylendioxy-11-Oxo-C_{Nor}_5_Pregnan. *Helv. Chim. Acta* **1964**, 47, 1255.
 - Iriarte, J.; Schaffner, K.; Jeger, O. Photochemische Reaktionen. 32. Mitteilung. U. V. Bestrahlung von Gesättigten un β , γ -Ungesättigten, Homollylich Konjugertien Steroidaldehyden. *Helv. Chim. Acta* **1966**, 49, 292.

Dr. Tirso Ríos Castillo, un pionero

Gabriel Cuevas

Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria. Coyoacán 04510. México, D.F.

Doctor. Alfonso Romo de Vivar Romo, Dr. Barbarín Arregín Lozano, Dr. Leovigildo Quijano, miembros del Personal Académico del Instituto, estimadas Angela y Luciana y familiares del Dr. Tirso Ríos Castillo, bienvenidos al Instituto de Química; queridos estudiantes, señoras, señores, amigos todos.

Hoy, con mucha pena, lo debo confesar, me corresponde iniciar una reunión a la que jamás hubiera deseado convocar. El homenaje póstumo de uno de los Investigadores eméritos de nuestro Instituto, el Prof. Tirso Ríos Castillo, quien describió por primera vez un sesterterpeno, un terpeno con 25 átomos de carbono, quien inició el estudio de los insectos en México y que también fue pionero en el estudio de los productos naturales marinos, además de mantenerse presente en el trabajo de los productos naturales de origen vegetal.

Que rápido se puede resumir el trabajo de toda una vida, cuán efímera es y cuán difícil resulta, en ese corto lapso de tiempo, generar contribuciones relevantes que permitan distinguir una verdadera contribución sobre otras, tal vez menos notorias, y en este sentido es menester el comprender la importancia de la descendencia científica que se logra sólo con la formación de quienes fueron inicialmente estudiantes y que con el paso del tiempo se tornan en colegas, amigos y cómplices. Parte de ese legado está aquí. Leovigildo Quijano y José Calderón, son parte de él.

La sensibilidad artística del Dr. Ríos tuvo mucho que ver con su contribución científica más importante desde mi particular punto de vista. Dado su gusto por la pintura, tenía un especial interés por las sustancias coloridas, así que cuando notó que el insecto *Ceroplastes albolineatus*, que crece en el *Senecio praecox* (conocido popularmente como palo loco) contenía un pigmento de color rojo, este interés lo llevó a estudiarlo. La hembra de este insecto genera una cera de color blanco con la que se cubre para protegerse de la desecación. El insecto produce una antraquinona, el compuesto de color rojo que fue parte central de su tesis doctoral. Inicialmente denominada 1-metil, 2-carboxi, 3,6,7,8-tetrahidroxi-antraquinona, su estructura fue finalmente establecida como 1-metil, 2-carboxi-3,7,8,9-tetrahidroxi-antraquinona, esto es, la estructura final requirió del cambio de posición de un hidroxilo. Esto es notable dado que el primer equipo de Resonancia Magnética Nuclear llegó a México en 1962, y antes de este hecho, la determinación de una estructura podía tomar mucho tiempo,

muchísimo, como es el caso de la perezona, que fue descrita inicialmente en 1852 y su estructura se determinó hasta 1965, curiosamente, gracias a esta técnica.

Su tesis doctoral es muy interesante, está escrita en dos partes, en la primera trata el “Aislamiento y Determinación de la Estructura de un nuevo Pigmento Antraquinóide, ácido ceroalbolínico” y en la segunda trata la “Estereoquímica del 1-lanceol y la síntesis de su racemato”, y sus resultados se publicaron en *Chemistry and Industry* **1955**, 1520; *J. Am. Chem. Soc.* **1956**, 78, 3783, y *Tetrahedron* **1966**, 22, 1507.

Seguramente en la mente del Dr. Tirso Ríos pasó la idea de que este pigmento podría competir en el mercado con el rojo carmín, la sal de aluminio del ácido carmínico que es producido por una especie de cochinilla, denominada *Dactylopius coccus* que crece en el nopal. De cualquier manera, los estudios sobre la estructura de esta quinona generaron un subproducto nada despreciable, una cantidad importante de cera que fue objeto de estudio.

Tirso Ríos y Fernando Colunga son coautores de un artículo publicado en 1965 en la revista *Chemistry and Industry* **1965**, 1184. Al estudiar algunos derivados la cera original se advirtió con sorpresa que producían la rotación de la luz polarizada al introducirse en el polarímetro. Un estudio cuidadoso de los extractos llevó a describir dos compuestos, el ceroplastol I y el ácido ceroplastérico, los primeros sesterterpenos. Estos compuestos completaban el esquema biogénico de Leopoldo Ruzicka, según el cual los terpenos se construyen a partir de unidades de 5 átomos de carbono. Hasta antes de esta aportación, se conocían los terpenos de 5 hasta 30 átomos con excepción de los de 25.

Con esto se iniciaba el estudio de la química de los compuestos generados por insectos en México, que, por razones que desconozco, no tuvo un desarrollo similar al que han tenido las plantas.

No es motivo de este homenaje el establecer cómo es que estos compuestos llegaron a manos de Ian Harrison, Shuyen Harrison, Yoichi Litaka e Ichiro Watanabe, pero es el momento de dejar claramente establecido que las muestras que se utilizaron para obtener las estructuras empleando la difracción de rayos X se originaron en el laboratorio de Tirso Ríos, y que no fue informado de su traslado a los laboratorios Syntex, en donde, como decía su eslogan, “todo lo hacemos en México”. Muestras, que me parece, nunca fueron adecuadamente

agradecidas, pero que por fortuna, es el momento en el que la historia puede ser aclarada.

En palabras del Dr. Federico García, investigador del Instituto de Química, con la idea de que debía ser impulsada la colaboración entre las naciones, el Dr. Sandoval, entonces director del Instituto, presentó al Dr. Tirso Ríos a Shuyen Harrison, una química de origen chino interesada en realizar una estancia de investigación en México, para iniciar el estudio de la cera que se había acumulado en el curso de las investigaciones tendientes a determinar la estructura de la antraquinona. Ella preparó algunos derivados que se solían emplear para intentar determinar estructuras moleculares como la 2,4-dinitro fenilhidrazina derivada de un grupo cetónico y el *p*-bromo benzoato derivado de un alcohol. También se efectuaban reacciones de ozonólisis y degradaciones de diversos tipos. Sin que su tutor estuviera enterado, la joven estudiante sustrajo del laboratorio varios compuestos cristalinos derivados del Ceroplastol para llevarlos a su esposo en Syntex, Ian T. Harrison coautor del artículo publicado inicialmente en *The Journal of the American Chemical Society* que da filiación a Shuyen Harrison en Syntex Research Palo Alto, California (*J. Am. Chem. Soc.* **1968**, *90*, 1092-1093). El grupo del Dr. Tirso Ríos se ubicaba en los pisos once y doce de la antigua Torre de Ciencias. El Dr. Federico García, entonces estudiante en el grupo del Dr. Tirso Ríos trabajaba en el piso 11 en el mismo laboratorio que Shuyen. Él se percató de la existencia de varios compuestos cristalinos y le hizo saber a su mentor su existencia, pues el Dr. Ríos realizaba su trabajo de investigación en el piso 12. Este interrogó a la estudiante y al darse cuenta de su poca lealtad, la despidió. Lamentablemente los compuestos ya habían sido sustraídos. La publicación ya descrita y la que apareció en *Acta Crystallographica* (Iitaka Y.; Watanabe, I.; Harrison, I.T.; Harrison, S. *Acta Cryst.* **1969**, *B25*, 1299-1310) en el que se reporta la estructura cristalina del *p*-bromobenzoato del Ceroplastol I

prueban esto, y por supuesto, no hay crédito ni al Dr. Tirso ni al Instituto, aunque si se cita el trabajo de 1965 en *Chemistry and Industry*, en el que se describe por primera vez un sesterterpeno.

La trayectoria de Tirso Ríos fue bien conocida y reconocida por la Universidad en la que se formó y de lo que estaba orgulloso. La formación de investigadores, los estudios de la *Montanoa tomentosa*, esa que decía “había preservado muchas honras coloniales”, el estudio de algas y esponjas, etc., le hicieron merecedor del Premio Universidad Nacional, que compartió con el Dr. Leovigildo Quijano, caso único de la relación Maestro-Alumno y del máximo reconocimiento que brinda la universidad, el emeritazgo.

Tirso Ríos es el Fundador de la *Revista Latinoamericana de Química*, y de *Folium*, un espléndido instrumento de divulgación científica, autor de un centenar de trabajos científicos, y casi un centenar de estudiantes formados incluyendo licenciados, maestros y doctores.

Quiero agradecer a los Dres. Leovigildo Quijano y Alfonso Romo de Vivar la iniciativa para organizar este evento académico. La presencia de su familia, Gracias Sras. Angela y Luciana, y a quienes nos dirán algo sobre él y sobre la ciencia que tanto le importaba. Colegas, alumnos de segunda y tercera generación, etc.

Finalmente quiero recordar aquel procedimiento que el Dr. Tirso Ríos indicaba cuando hablaba de los venenos de batracios, tal vez poco científico pero útil, y que permitía distinguir a las ranas de los sapos que decía así: las ranas son bonitas y los sapos feos, o esa historia formidable en la que narra el gesto heroico del Dr. Leovigildo Quijano cuando intentó recuperar una de las banderas mexicanas exhibida en el Palacio Nacional de los Inválidos en París, y que fue tomada por el ejército francés en alguno de los campos de batalla en México. A este Tirso ocurrenciente e ingenioso lo estamos extrañando. Muchas gracias.

Letter in Memory of Tirso Ríos (1930-2012)

Nikolaus H. Fisher

Professor Emeritus of the Department of Chemistry, Louisiana State University (LSU) in Baton Rouge, Louisiana. USA.

Dear Angela, Luciana and Family, dear Faculty and Students of the Instituto de Química, dear guests:

I acknowledge the invitation to participate in this gathering to honor the life of Dr. Tirso Rios Castillo, and to write this letter.

First let me introduce myself to the younger members of the audience. My name is Nikolaus H. Fischer, but my family and friends call me Klaus. Everybody at UNAM knows me as Klaus. I am Professor Emeritus of the Department of Chemistry, Louisiana State University (LSU) in Baton Rouge, Louisiana. There I served on the Faculty from 1967 to 1999, teaching organic chemistry and doing research in natural products chemistry. After my retirement from LSU, I was Chairman of the Department of Pharmacognosy at The University of Mississippi (Ole Miss) in Oxford, MS for about four years. I am now retired since the end of 2003, and my wife Helga and I live in Denton Texas, where we are close to our children and grandchildren.

My acquaintance with the Instituto de Química, UNAM, goes back into the 1970s and I have many good memories spending time with the Faculty and students of the Instituto as well as the Facultad de Química. Very close scientific and personal relationships developed between our group at LSU and the Faculty at the Instituto de Química at UNAM. From these scientific and personal interactions, lifetime friendships developed over the years. These I very much cherish. My past frequent visits to Mexico left me with very fond memories. I have stated frequently, that Mexico is my second home.

I learned early about Tirso Rios and his colleagues at UNAM, when his student, Dr. Leovigildo Quijano, joined my research group at LSU in 1978. Leo was a great mentor for my undergraduate and graduate students at LSU. So Tirso's legacy as a scientist and mentor is not only restricted to UNAM and Mexico, but also across the borders of your country. My former students received the chemical knowledge and laboratory techniques, which were handed down from Tirso to Leo to them. Others carried this knowledge back to their home countries all over world: to North and South America, Europe, Africa and Asia. This is the beauty of science: it knows no borders! And Tirso strongly believed in it.

During my frequent visits to Mexico, I had the opportunity to learn about Tirso as a person. It was his great desire to bring scientists from all of Latinamerica together, and strengthen and consolidate the field of Natural Products in these countries. I

vividly remember the First and Second Congress of the "Academia Latinoamericana de Fitoquímica" in March of 1986 and 1988, respectively. It gave me the opportunity to meet, besides my colleagues from Mexico, scientists from other countries in Latinamerica. The Third Congress of the Academy was in October 1993 at the Instituto Tecnológico de Celaya, where I not only learned about the active scientific life, but also the beautiful cultural traditions of the different regions of Mexico.

Tirso was a man of broad interests. Besides science, in general, and natural products chemistry, in particular, he appreciated the Arts and enjoyed a close friendship with the painter Vidal, whose Poster for the First Congress of the "Academia Latinoamericana de Fitoquímica" has a dominant place in our house and I look at it every day. Tirso was also a generous friend and host. I remember one visit at UNAM with my wife Helga, being together with Tirso, his daughter Louisiana and Leo Quijano. In spite of the language difficulties (I know I should have learned Spanish!), it was a highly enjoyable and entertaining event with interesting storytelling and many laughs.

As a guest and speaker at the 50° Anniversary of the Instituto de Química in 1991, upon the invitation of the late Dr. Fernando Walls, I learned about the history of the Instituto and the great scientists that worked there, Tirso being one of them. A man of great scientific vision and accomplishment, Dr. Rios had high scientific standards, which he set for himself and his students.

My greatest honor as a scientist is without doubt the introduction as a Corresponding Member of the Mexican Academy of Sciences in May of 1998. I am convinced that Tirso, who was a member of the Academy, supported my nomination, and I am still today very thankful for this great honor.

In conclusion, my wife Helga and I would like to join today's celebration of Tirso's Life and his accomplishments as a scientist, mentor and friend, in making funds available for two hard- working, deserving students in the field of natural products at the Instituto de Química, selected by members of the Faculty of the Instituto de Química.

This is in Honor and the Memory of Dr. Tirso Rios Castillo!

All our best wishes to Tirso's family and all the members of this audience.

Yours, Helga and Klaus Fischer

Boletín de la Sociedad Química de México

Índice de Autores, Volumen 6, 2012

ABulbulian, S.	15	Liberman, S.	37
Cuevas, G.	36, 44	Malo Tamayo, J. M.	1
Fisher, N. H.	46	Mateos, J. L.	33
Galindo, D.	27	Ramírez Reyes, J. L.	1
Galindo, S.	27	Rivero Espejel, I. A.	15
Godínez Reséndiz, R.	8	Uruchurtu Chavarín, J.	1
Iriarte, A.	37		

Boletín de la Sociedad Química de México

Índice de Volumen 6, 2012

Aplicación de un método electroquímico rápido para evaluar sistemas de recubrimiento con pigmento inhibidor <i>José Luis Ramírez Reyes, José María Malo Tamayo y Jorge Uruchurtu Chavarín</i>	1-7	Presentación del libro <i>Química, Universo, Tierra y Vida</i> , de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011 <i>Gabriel Cuevas</i>	36-37
Los primeros medicamentos químicos en México (1917-1940) <i>Rogelio Godínez Reséndiz</i>	8-14	La vida del Dr. José Iriarte Guzmán y su participación en los inicios de la investigación en Química Orgánica en México <i>Alba Iriarte y Sofía Liberman</i>	37-43
PHistoria de la investigación de la radioactividad en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares <i>Silvia Bulbulian e Ignacio A. Rivero Espejel</i>	15-26	Dr. Tirso Ríos Castillo, un pionero <i>Gabriel Cuevas</i>	44-45
El periplo de un documento novo hispano de Química del siglo XVIII <i>Salvador Galindo y Diego Galindo</i>	27-32	Letter in Memory of Tirso Ríos (1930-2012) <i>Nikolaus H. Fisher</i>	46
Comentarios sobre el libro <i>Química, Universo, Tierra y Vida</i> , de Alfonso Romo de Vivar y Guillermo Delgado. Fondo de Cultura Económica. 2011 <i>José Luis Mateos</i>	33-35		