

## Jesús Romo Armería. Una vida ejemplar en la investigación química<sup>1</sup>

Felipe León Olivares

Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 1 "Gabino Barreda". Universidad Nacional Autónoma de México.

Email: felipeleon@correo.unam.mx

### Introducción

El estudio sobre la trayectoria académica de un científico implica, fundamentalmente, acercarse a su producción intelectual, pero también al entorno social que permitió la generación de su obra científica, así como a la metodología que utilizó para realizar sus estudios y la manera en que los concibió. Para ello, es necesario identificar los mecanismos de su construcción y situar al autor en el contexto social e histórico de su producción científica. Por otra parte, la producción intelectual de un científico también depende de la complejidad de la estructura de la sociedad, de sus necesidades y sus instituciones [1]. La historia de los sujetos se entretreje con la de sus coetáneos y el resultado individual se inscribe en una red cuyos elementos que dependen estrechamente unos de otros y cuya combinación dinámica forma la historia de un proceso determinado [2]. El estudio de la historia de vida de científicos, a través de su producción académica, sus memorias, sus cuadernos de notas, su correspondencia y entrevistas con familiares, amigos, compañeros, alumnos y pares, entre otros, permite acercarnos a la creatividad humana y a descifrar sus características personales.

El estudio biográfico es una alternativa para estudiar la producción científica desde la interrelación del científico y su entorno social. Sin embargo, la reunión de elementos biográficos, de manuscritos inéditos y de correspondencia, no constituye la trayectoria académica de un científico; por ello, es necesario construir una interpretación dirigida a unificar los diferentes aspectos de su vida y a efectuar el análisis de su obra, de sus aportes e influencia [3]. Las historias de las vidas de algunos científicos convergen con sus coetáneos, pero sólo pueden narrarse al entretreer los hilos de varias trayectorias académicas o historias de vida [4]. Una alternativa para desarrollar el trabajo biográfico es construir un archivo oral mediante entrevistas. Éstas, desde luego, deben realizarse al mayor número posible de personas que hayan tenido relación con el científico. El entrevistado puede ser un familiar, un amigo, un colega, un alumno. Es probable que cada entrevista-

tado tenga una imagen diferente del científico y no puede ser de otra manera porque cada quien lo verá desde una posición diferente. En fin, todo archivo, incluido el oral, exige determinar el punto de vista de lo que se expresa; esto es, no basta saber lo que dice el documento, sino también determinar desde qué lugar lo dice y qué interés tiene por resaltar un aspecto del sujeto que se estudia [5]. Por otra parte, es importante analizar los espacios sociales donde desarrollan sus actividades profesionales, como es el caso de los científicos. Las comunidades científicas son agrupaciones sociales formadas fundamentalmente por investigadores, cuya función principal es la producción de nuevos conocimientos. El concepto de comunidad científica implica reflexionar sobre sus componentes, desde los científicos hasta el impacto de sus investigaciones en la vida social, las relaciones entre los científicos y la sociedad [6]. La práctica científica institucionalizada conforma y consolida estructuras; genera comunidades científicas con valores socioculturales específicos que corresponden a sus condiciones históricas. Desde una perspectiva sociológica, se considera a la ciencia y a la actividad científica como procesos sociales. De esta manera, la actividad científica representa un conjunto determinado de procesos de producción de conocimientos bajo una estructura teórica que define a la disciplina y bajo determinadas condiciones históricas [7].

Puede considerarse que el inicio de la institucionalización de la investigación científica en México es una práctica que surge durante los años treinta en la Universidad Nacional con muchas dificultades, debido en parte al incipiente desarrollo industrial y a la dependencia de la economía mexicana. Durante el proceso de industrialización del país, siempre se importó la tecnología y los bienes de capital que, en muchas ocasiones, requerían insumos que no se producían en México; incluso se importó asistencia técnica. De esta manera, se ha configurado no sólo una dependencia financiera, sino también científica y tecnológica [8].

Entre los programas de institucionalización de la investigación científica de la UNAM, en la década de los cuarenta del siglo XX, se incluye a la comunidad científica del Instituto de Química (IQ). Los primeros investigadores, formados en el Instituto entre 1941 y 1953, son considerados pioneros en conformar una comunidad dirigida a la producción de conocimiento científico, en formar a los nuevos investigadores y en realizar actividades de difusión en las ciencias químicas [9].

De los pioneros de la investigación científica del Instituto de Química de la UNAM, destaca Jesús Romo Armería. El análisis de su trayectoria académica surgió ante la pertinencia de construir una imagen del proceso histórico de la inves-

<sup>1</sup> Nota editorial. Esta contribución constituye una versión abreviada de la tesis doctoral del autor, intitulada: Jesús Romo Armería: Pionero de la Investigación Química en México», presentada en el Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. Se incluye en el presente fascículo del *Bol. Soc. Quím. Méx.* en ocasión del trigésimo aniversario del fallecimiento del doctor Jesús Romo Armería (1922-1977).

tigación química en México y destacar las aportaciones de científicos mexicanos. La investigación se inició con preguntas generales; por ejemplo, ¿en qué época estudió?, ¿cómo y dónde se formó?, ¿cómo se interesó por la Química?, ¿cómo se incorporó a la investigación química? y ¿cuáles fueron sus aportaciones científicas?. La investigación se inició en los archivos, en las publicaciones científicas y en el planteamiento de preguntas a sus compañeros, alumnos y a las personas que lo conocieron.

## El Instituto de Ciencias de Aguascalientes

Jesús Romo Armería nació en la ciudad de Aguascalientes en 1922, donde realizó los estudios relacionados con su educación primaria, secundaria y preparatoria. Desde sus primeros años manifestó gran interés por la cultura; sin embargo, fue en el Instituto de Ciencias de Aguascalientes (ICA) donde empieza a interesarse por el estudio de los fenómenos de la naturaleza y, particularmente, por los fenómenos químicos (Foto 1). Romo inició su primer año de educación secundaria en el ICA en 1936. Fue un alumno poco destacado. En el primer año sus calificaciones más altas las obtuvo en Ciencias Biológicas, que era un curso de Botánica donde obtuvo 10 y en Francés. En Artes Manuales obtuvo 9, pero en su curso de Matemáticas sólo alcanzó 6. En el siguiente año de la secundaria su aprovechamiento disminuyó al grado de obtener las calificaciones mínimas aprobatorias en Física, Civismo, Juegos y Deportes, aunque en Ciencias Biológicas, Álgebra, Geografía Universal y Artes Manuales obtuvo 9 [10]. Quizá influyeron sus inquietudes de joven y la falta de recursos económicos, que en algún momento se agudizó hasta el grado de trabajar en los talleres de los Ferrocarriles Nacionales; muy probable uno de sus maestros del ICA lo haya orientado para ingresar a dicho trabajo. Jesús Romo llegó a contar que perteneció al Sindicato de Ferrocarrileros y eso lo llenaba de orgullo. Decía: “son cosas que se le meten a uno de muchacho” [11]. En el último año de secundaria sus calificaciones mejoraron en Historia Universal, Literatura Española y Matemáticas, materias en las que obtuvo 10. En Historia de México y Química obtuvo 9. De esta manera terminó su secundaria en 1938, a los dieciséis años, etapa en que empezó a mostrar su dedicación y gusto por el estudio. En el bachillerato Jesús Romo optó por el área de Ciencias Físico-Químicas.

El ICA, en la década de los treinta, era una institución con renombre. Tenía profesores que habían egresado de la Universidad Nacional de México. Así, en la cátedra de Química Orgánica se encontraba el maestro Efraín Cobar Lazo, Químico Farmacéutico egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (ENCQ) y Fernando Topete del Valle, quien estudió Medicina en la Escuela Nacional de Medicina; los maestros Salvador Martínez y Martín del Campo estudiaron Químico Farmacéutico en Ciencias Químicas, pero su cátedra era Biología; las clases de Matemáticas estaban a cargo de los ingenieros civiles Darío Cruz, Blas E. Romo y Carlos Romero, egresados de la Escuela Nacional de

Ingeniería; la cátedra de Historia era impartida por Alejandro Topete del Valle [12].

Alfonso Pérez Romo, compañero de Jesús Romo durante el bachillerato en el ICA, recuerda que al llegar a la Escuela Nacional de Medicina en México alguno de sus profesores le preguntó dónde había nacido. Cuando él respondió que en Aguascalientes, su profesor le dijo “deberás estudiar mucho, ya que tus paisanos han sido buenos estudiantes” [13]. Otros estudiantes posteriores a Jesús Romo, como Alfonso Bernal, Alfonso Romo de Vivar, Tomás Martínez y Elvira Santos, que estudiaron en la ENCQ, comentaron que quizá los profesores del ICA influyeron para el éxito profesional de muchos de ellos. Tanto para Bernal como para Romo de Vivar y Martínez, el maestro que se distinguió en la clase de Química fue Efraín Cobar Lazo, quien nació en Guatemala, cursó los estudios básicos en su ciudad natal y su formación profesional la realizó en la Universidad Nacional. Radicó hasta sus últimos días en Aguascalientes, siempre inspiró seguridad y gusto por su clase de Química en la que solía trabajar con el *Manual de química elemental*, de Ignacio Puig; el *Manual de química moderna*, de P. E. Vitoria; y para *Química Orgánica*, el libro de Marcelino García-Junco que lleva el mismo nombre que la asignatura. Acostumbraba explicar sus clases a través de actividades experimentales [14]. El gabinete de química era uno de los más equipados, con respecto al de Física o al de Biología. El material y equipo había sido traído de Francia con presupuesto del gobierno federal y del estado de Aguascalientes. El laboratorio tenía balanzas y el material clásico de un laboratorio de química, entre los que se encontraban mecheros Bunsen, vasos de precipitados, tubos de vidrio y probetas. Los reactivos químicos no podían faltar: sosa, cal, ácido sulfúrico y ácido muriático, entre otros. El profesor Efraín Cobar Lazo realizaba sus prácticas con destreza y uno de los alumnos más sobresalientes en este ambiente escolar fue Jesús Romo Armería, quien cursó la preparatoria en el Instituto de Ciencias de Aguascalientes durante 1939 y 1940.



Foto 1. El Instituto de Ciencias de Aguascalientes (Archivo Municipal del Estado de Aguascalientes).

Al principio del bachillerato en Ciencias Físico-Químicas sus calificaciones más altas fueron en Aritmética y Álgebra, Geometría y Trigonometría y en Química Inorgánica; para el segundo y último año de bachillerato obtuvo nuevamente las calificaciones más altas en Química Orgánica y en sus cursos de Francés y Alemán. Fue en esta etapa académica cuando el joven Jesús Romo empezó a mostrar las cualidades de una persona con una capacidad intelectual distinguida y con especial dedicación al estudio. Indudablemente, su interés fue la Química; Alfonso Romo de Vivar cuenta que durante las clases en el bachillerato solía explicar las fórmulas de las sustancias químicas junto a su profesor Efraín Cobar al frente del salón. Además cautivaba a sus compañeros mostrando algunos experimentos. Durante su último año escolar en el ICA le asignaron la función de preparador de química. El cargo se lo encomendaban a estudiantes destacados que mostraban disposición por el trabajo [15]. Álvaro de León Botello, un condiscípulo del ICA, recuerda que Jesús Romo “fue un estudiante dedicado al estudio, introvertido, nunca habló de fiestas o de bailes con los compañeros, su mundo fue la ciencia y la lectura”. Narra que un día de clase llevaba entre su brazo el libro *Los cazadores de microbios*, de Paul de Kruif [16]; él le preguntó ¿de qué trata tu libro? Jesús dijo que es un libro que explica algunos descubrimientos microbiológicos, como es el caso de Pasteur, quien descubrió el agente patógeno de la rabia y tras su investigación desarrolló la vacuna que lo combate. Álvaro siguió preguntando, ¿Pasteur fue un médico? ¡No! fue un químico que trabajó en su laboratorio bajo su microscopio identificando microorganismos patógenos que matan no sólo a los animales, sino también a los humanos. Así fue Jesús Romo en su bachillerato, un estudiante dedicado al estudio [17]. Seguramente estas lecturas sirvieron de motivación a Jesús Romo en su gusto por el estudio de la Química.

Alfonso Pérez Romo, también condiscípulo del bachillerato, recuerda una anécdota de él como estudiante. “Sucedió en una actividad experimental sugerida por el profesor Cobar, conocida como *Serpiente de Faraón*. Jesús Romo realizó el experimento, pero al mezclar los reactivos de nitrato mercurioso, sulfocianuro de potasio y ácido nítrico, le explotó la mezcla de reacción hasta el grado de mostrar sangre en la cara y en las manos. De inmediato lo auxiliamos, lo llevamos al lavabo donde se limpió con abundante agua; al momento nos indicó que sentía unos vidrios en una de sus manos, por lo que le buscamos los rastros de vidrios hasta que logramos quitarlos; también limpiamos la mesa de trabajo y trajimos ropa de su casa para que se cambiara. Cuando llegamos a su casa y su madre se enteró, se mostró preocupada, aunque sin pasar a mayores. A pesar de lo sucedido, Jesús Romo no abandonó su disposición al trabajo experimental” [13]. Este accidente de laboratorio fue el causante de las cicatrices de su mano izquierda. En la clase de Historia, el maestro Alejandro Topete admiraba las lecciones que comentaba Jesús Romo Armería, su destreza para relatar los acontecimientos históricos, razón por la cual el profesor lo mantuviera en el programa de becas desde la secundaria. Cuenta su familia que era una persona con afición a varias disciplinas. En todos los ámbitos “era una

persona que le gustaba conocer”, comentó uno de sus primos. Leía con una fluidez extraordinaria obras literarias e históricas. En su juventud leyó casi completa la *Historia Universal*, de César Cantú, que heredó de su abuelo Carlos Romo. Le gustaba contar episodios históricos y todo aquel que lo trató gozó con sus interesantes narraciones. Cuando tuvo oportunidad realizó algunos viajes, pero no tanto por mera distracción sino por el afán de ver sitios con algún interés histórico, arquitectónico o natural. También se sentía fascinado por las lenguas y le divertía aprender poemas, cuentos, frases, lo mismo en español que en francés o náhuatl. En Aguascalientes tomó por su cuenta cursos de alemán con el profesor Ludwig Reoter y Mocer Meühlhäusler. Su profesor Ludwig era una persona muy conocida que atendía un negocio comercial, del cual era dueño. La clase la daba en forma desinteresada como colaboración al ICA y, también, por su interés en dar a conocer su lengua natal; en esta época difícilmente había en la ciudad de Aguascalientes alguna otra persona capacitada para esa función. En la biblioteca familiar de Jesús Romo había un libro que atestigua su interés por este idioma: *Grosse Deutschen* —una colección de biografías de grandes alemanes que comienza con Alberto Durero y termina con Adolfo Hitler— un obsequio del consulado alemán en 1938 por haber obtenido las calificaciones más altas de su grupo. En esa época, la década de los treinta, el alemán se enseñaba en la preparatoria como materia opcional [18].

El ICA a finales de los años treinta era una escuela relativamente pequeña, con una población que no excedía quinientos alumnos entre secundaria y bachillerato. Jesús Romo era conocido en la institución por su gran capacidad intelectual. Una de las costumbres entre los alumnos del ICA de diferentes niveles, era vender sus libros a sus compañeros de menor grado. Recuerda Carlos Romero que “cuando yo iba en tercero de secundaria, Jesús Romo estaba por terminar su preparatoria. Él me vendió el libro de *Aritmética* de Jorge Went. Siempre con el entusiasmo de compartir ideas de cómo estudiar, Jesús Romo comentó en una plática de pasillo que “en los timbres postales se aprende Geografía”. Quizá en la preparatoria le nació el gusto por la filatelia, aumentado por el interés de investigar el lugar geográfico en relación a la estampilla, actividad que conservó toda su vida [19]. En su época de bachiller Jesús Romo acostumbraba visitar a sus primos segundos Ignacio Romo Armería y Roberto Turnbull Armería. La razón de sus visitas, sin lugar a dudas, era estudiar Química, Matemáticas, Geografía o lo que se les ocurriera. La idea era repasar las lecciones y estar al día en lo que solicitaban los maestros. Las tardes de estudio las recreaban con un poco de música, pues a los padres de Ignacio, Josefina Armería y Blas E. Romo, les gustaba tocar el violín y el piano, pero además tenían el gusto por los idiomas [20]. Seguramente Jesús Romo satisfizo sus inquietudes científicas con los maestros del Instituto de Ciencias, quienes tuvieron que influir en su futura vocación y total dedicación al estudio. El Instituto de Ciencias a lo largo de su historia despertó en gran medida el interés de sus egresados para continuar sus estudios profesionales fuera de la ciudad, ya que a mediados de siglo XX Aguascalientes

no contaba con una institución de educación superior. Por lo tanto, había que trasladarse a la Ciudad de México, a Guadalajara o a Monterrey, que prometían un futuro más halagador en aspectos educativos. La generación de 1939-1940 del ICA fue de dieciocho alumnos, de los cuales algunos optaron por la Escuela Nacional de Ciencias Químicas. Tal fue el caso de Jesús Romo y Armandina de León; Alfonso Pérez y Ramiro Ornelas se decidieron por la Escuela Nacional de Medicina, junto con otros nueve alumnos. Óscar L. Ibarra y Víctor M. Loera optaron por la Escuela Nacional de Ingeniería y el resto se dispersó por otras escuelas de la misma área [13] (Foto 2).

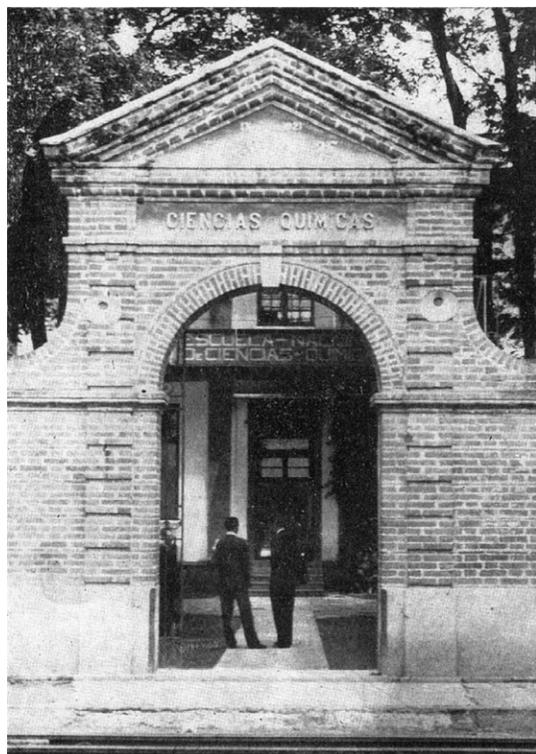
### El traslado a la Ciudad de México

Jesús Romo manifestó su interés en continuar sus estudios en la Ciudad de México, al terminar sus estudios de preparatoria en 1940, así como su gusto por estudiar alguna carrera de Química, ya que su encuentro con el laboratorio de química como preparador al lado de su profesor Efraín Cobar había sido decisivo y en su clase de Química había encontrado la lógica para escribir fórmulas y reacciones con tanta facilidad que pensó que su futuro profesional podría estar en el estudio de los procesos químicos. Su madre le hizo saber la situación que le esperaba fuera de Aguascalientes, sin recursos económicos. Al parecer la toma de decisión fue rápida; por lo tanto, Jesús Romo hizo patente su compromiso de mantener su tenacidad en el estudio. Pasaron algunos días y hubo la necesidad de contabilizar los ahorros para emprender la mudanza. De hecho, tuvieron que vender la vivienda de Aguascalientes, que sirvió de apoyo económico para los primeros años de su estancia en México. El viaje a la Ciudad de México fue en ferrocarril. Los primeros días en México fueron difíciles, los ahorros que traían de Aguascalientes apenas les alcanzaban para atender las necesidades más elementales, por lo que su madre, un poco enferma, tuvo que trabajar. En estas condiciones, Jesús Romo Armería, un estudiante becario del Instituto de Ciencias de Aguascalientes, buscaría su futuro en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (ENCQ) de la UNAM. Indudablemente sabía que el otorgamiento de las becas era debido a la dedicación y aprovechamiento académico; por lo tanto, su compromiso personal era mantener el mismo ritmo de trabajo para contar con cierto apoyo económico. Antes de llegar Jesús Romo a la Ciudad de México, se construyó el perfil profesional de las distintas especialidades de la Química, proceso que abarcó los primeros veinte años de vida de la Escuela de Química de la UNAM. En este período se conformaron las profesiones de Ingeniero Químico, Químico, Químico Farmacéutico Biólogo y Ensayador Metalurgista. Los egresados se incorporaron a las industrias petrolera, del azúcar, metalúrgica, de productos químicos y farmacéuticos, del papel, de hilados y tejidos, de fermentaciones y otras, donde realizaron diferentes labores de manufactura, proceso, control de calidad y administración. El escaso desarrollo industrial del país propició que la escuela formara a químicos con un débil perfil profesional. Por esto, en 1935, cuando el doctor



**Foto 2.** La generación 1939-1940 del bachillerato en Ciencias Físico-Químicas del Instituto de Ciencias de Aguascalientes. Jesús Romo en sexto lugar de la segunda fila de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. El Rector, doctor Rafael Macías Peña, en medio de la tercera fila y en tercer lugar, Alfonso Pérez en la cuarta fila (Archivo personal Alfonso Pérez Romo [13]).

Fernando Orozco asumió la dirección de la ENCQ, impulsó la formación de un nuevo profesional de la Química. Fernando Orozco (1899-1978) se graduó como Químico Industrial en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional de México. En 1925 se doctoró con la asesoría de W. Strecker, en el Instituto de Química de la Universidad de Marburg, Alemania, donde realizó la investigación “Determinación cuantitativa de Rubidio y Cesio” para obtener el grado de doctor. Él afirmó que la enseñanza de la Química no era el aprendizaje de un oficio, sino una actividad de naturaleza intelectual basada en el método científico. Es por esto que llevó a cabo la transformación de los entonces denominados talleres de oficios en laboratorios de enseñanza científica, así como la modificación de los planes de estudio de las carreras que ofrecía la Escuela de Química. En este proceso participaron destacados maestros como Marcelino García Junco, Alfonso Romero, Praxedis de la Peña, Fernando González, Francisco Díaz Lombardo, Rodolfo S. Palomares, Estanislao Ramírez, Alberto Urbina, Manuel Lombera, Alfonso Graf, Rafael Illescas, Manuel Noriega, Francisco Lisci y Manuel Dondé. Algunos de ellos doctorados en Europa y en Estados Unidos; otros formados en la ENCQ. Todos ellos fortalecieron la vida académica de la escuela durante el periodo 1935-1942 y consolidaron la enseñanza de la Química como una disciplina científica [21].



**Foto 3.** La Escuela Nacional de Ciencias Químicas (ENCQ) en Tacuba, 1941 (Orozco, 1941).

Al finalizar la década de los treinta se dieron varios acontecimientos relevantes en el ámbito político, económico y educativo. El primero fue la nacionalización de la industria petrolera en 1938, época en que se vinculó la educación con la industria nacional; en segundo lugar, la llegada de los exiliados españoles en 1939 a consecuencia de la derrota de la República española. El gobierno cardenista los recibió en la “La Casa de España” [22], con la finalidad de apoyar a los intelectuales españoles para que continuaran sus labores académicas. Entre el grupo de exiliados se encontraban algunos investigadores químicos, entre ellos, Modesto Bargalló, José Giral, Francisco Giral, Ignacio Bolívar y Antonio Madinaveitia, así como otros científicos humanistas. Antonio Madinaveitia Tabuyo (1890-1974) llegó a México con “verdaderos deseos de rendir todo lo que pueda en el servicio de ese país, bien sea por mi labor directa, o ayudando a formar a los jóvenes mexicanos que han de poner después su esfuerzo al servicio de su patria” [23], y poder continuar con sus estudios científicos en la Universidad Nacional. Él se formó en Zürich; en Berlín estudió con el químico Richard Willstätter, premio Nobel en 1915. Madinaveitia fue catedrático en la Facultad de Farmacia de las Universidades de Granada y Madrid y director de la Sección de Química Orgánica del Instituto Nacional de Física y Química de Madrid [24]. En México el doctor Madinaveitia colaboró en la fundación del Instituto de Química de la UNAM (en 1941) y en la formación de los primeros investigadores científicos, así como en el diseño y organización de la planta industrial de la empresa Sosa

Texcoco. Los fundadores del Instituto, los doctores Fernando Orozco (su primer director) y Antonio Madinaveitia, dieron muestra de su gran visión de la investigación científica para el desarrollo industrial del país. Fue en este ambiente universitario que Jesús Romo ingresó, a la edad de dieciocho años, a la Escuela Nacional de Ciencias Químicas en Tacuba, en 1941.

### La Escuela Nacional de Ciencias Químicas

Cuando Jesús Romo llegó a la Ciudad de México con su madre, Guadalupe Romo, en diciembre de 1940, tenía en mente estudiar la carrera de Químico Industrial, pero al saber que esta carrera no existía en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (Foto 3), revisó los planes de estudio de las carreras que ofrecía la escuela, entre las que se encontraban la de Químico, Ingeniería Química, Ensayador Metalurgista y la de Químico Farmacéutico Biólogo. Quizá el gusto por el estudio de la naturaleza lo llevó a elegir la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo. Entre los ciento dieciocho estudiantes que solicitaron inscripción en la Escuela de Química en 1940 se encontraban José Iriarte, de Morelia, Ma. Luisa Giral, de España y Narciso Bassols, del Distrito Federal. En 1941 la matrícula bajó y solamente fueron cincuenta y nueve alumnos, entre los que se encontraban Elva Cedano, de Chihuahua; Jesús Romo, de Aguascalientes y Humberto J. Flores Beltrán del Río, del Distrito Federal [25].

### La Licenciatura

Jesús Romo inició los cursos de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo de la ENCQ en enero de 1941. Entre las asignaturas del primer año se encontraba la de Análisis Cualitativo, la cual cursó con Francisco Díaz Lombardo. En la asignatura, Romo destacó por su interés en el trabajo experimental que tenía como objetivo la identificación de sustancias. En el segundo año escolar las asignaturas correspondientes fueron Análisis Cuantitativo, Físico-Química y Química Orgánica Acíclica, entre otras. Esta última la cursó con los profesores Manuel Lombera y su ayudante, Humberto Estrada. La cátedra estuvo apoyada por una serie de actividades experimentales que consistían en la identificación de carbono, hidrógeno, azufre, nitrógeno y halógenos; la síntesis del eteno, yoduro de etilo; así como algunos métodos de purificación de sustancias orgánicas como el éter etílico y prácticas de identificación de grupos funcionales. Por ejemplo, en la práctica de la síntesis de la urea se hacen reaccionar 5 g de cianuro de sodio (NaCN), 5 g de sosa cáustica (NaOH) y 5.3 g de permanganato de potasio (KMnO<sub>4</sub>) disueltos en 85 mL de agua. La reacción se realiza en un matraz Erlenmeyer a 60 °C hasta la formación de un precipitado que se forma después de 2 h. El exceso de KMnO<sub>4</sub> se elimina con sulfito de sodio (NaHSO<sub>3</sub>). Para extraer el producto, se filtra en un embudo Büchner el óxido formado, el precipitado obtenido se lava con agua des-

tilada y después se disuelve con 20 g de sulfato de amonio, la disolución formada se coloca en una cápsula de porcelana y se evapora a sequedad en baño María con ligera agitación. El precipitado formado se coloca en un matraz Erlenmeyer y se recrystaliza en metanol. Finalmente el producto se seca en el embudo Büchner para proceder a identificarlo a través de sus propiedades físicas [26].

Los profesores reconocieron el interés de Jesús Romo por las materias y su destreza en la realización de las prácticas. Sus calificaciones de segundo año fueron de diez y solamente dos nueves. Con respecto a la asignatura de Análisis Cuantitativo, la cursó con Fernando Orozco, quien utilizaba apuntes en su cátedra. Más tarde, en 1944, los editó en un libro: *Análisis Químico Cuantitativo*, que sería un clásico de muchas generaciones [27]. Al finalizar los cursos tanto el profesor Humberto Estrada como Fernando Orozco, coincidirían en invitar a Jesús Romo a realizar alguna actividad experimental bajo la asesoría de Antonio Madinaveitia en el Instituto de Química. De esta manera, Jesús Romo cursaba sus materias de la carrera por la mañana y atendía sus prácticas experimentales por la tarde en el Instituto de Química. Antonio Madinaveitia, al reconocer la dedicación y talento de Jesús Romo y percibir sus limitaciones económicas, le comentó sobre su situación al doctor Orozco y al licenciado Daniel Cosío Villegas, director de El Colegio de México, razón por la que este último le envió una carta al doctor Fernando Orozco indicando que convenía apoyar económicamente al joven estudiante. De esta manera, le fue otorgada una beca de 150 pesos mensuales, situación que sirvió para que no interrumpiera su ritmo de trabajo tanto en la Escuela como en el Instituto [28]. Para el tercer año de la carrera, las asignaturas que cursó fueron Química Orgánica Cíclica y Química Inorgánica. Nuevamente sus calificaciones fueron satisfactorias; en la primera obtuvo la calificación máxima, pero no sólo fue la calificación, también sobresalió en las actividades experimentales. A su profesor Alfonso Graf, siempre le manifestó su gran interés por esta especialidad. Entre las materias del último año de la licenciatura destacaron Farmacia Química Orgánica y Bioquímica. Así fueron los años de estudiante de licenciatura de Jesús Romo, quien se dedicó de tiempo completo al trabajo, tanto en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas como en el Instituto de Química, aunado al apoyo de su madre. Su etapa como estudiante coincidió con momentos fortuitos. Uno de ellos fue la fundación del Instituto de Química en Tacuba en 1941 y el otro fue la fundación de Syntex en 1944, empresa farmacéutica que se dedicó a producir hormonas esteroideas (Foto 4).

## Los primeros trabajos de investigación

Desde 1943 Jesús Romo realizó un intenso trabajo académico para acreditar las asignaturas de la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo; así como un esfuerzo por las tardes al trabajo del Instituto de Química por interés propio, bajo la asesoría de Antonio Madinaveitia. Una de las primeras líneas de investigación que surgieron en el instituto, fue la síntesis orgánica, de la que fue pionero Jesús Romo con su investigación "Reversibilidad de la condensación benzoínica". Uno de los antecedentes de la reacción es que se lleva a cabo en disolución alcohólica con KCN a ebullición. Para hacer esto, Jesús Romo calentó a reflujo furoína con benzaldehído y KCN en alcohol, así obtuvo benzofuroína y en algunos casos benzofinas mixtas [29], trabajo que apareció registrado en el *Chemical Abstracts*. El interés de Jesús Romo por el tema radicó en la semejanza que tiene con la condensación del formaldehído para dar azúcares, reacción base del proceso de la asimilación en las plantas. Jesús Romo, al igual que sus compañeros Alberto Sandoval, Octavio Mancera y José Iriarte, acudía el fin de semana al Instituto de Química para llevar a cabo algunos experimentos que le permitieran concretar un estudio formal bajo la asesoría de sus maestros. Estas fueron sus primeras experiencias en la investigación, previo a su trabajo de tesis de licenciatura. Como estudiante universitario se distinguió por su dedicación, siendo evidente su prioridad la superación académica. Prefirió dedicar su tiempo para estudiar y experimentar, que asistir a las típicas marimbadas que se llevaban a cabo los jueves en la escuela. Pero eso no hizo de él una persona huraña, convivió bastante con sus colegas de estudios y de trabajo.



**Foto 4.** La generación 1941-1944 de la carrera de QFB de la ENCQ de la UNAM. Jesús Romo, el séptimo de la primera fila de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha. En sexto lugar de la cuarta fila el director el Quím. Ricardo Caturegli (Christlieb, 1944).

Dejó el recuerdo de ser una persona afable y de agradable conversación culta [11]. Al terminar su carrera en 1944, al igual que otros compañeros tuvo que decidir quién le dirigiera su trabajo de tesis. Jesús Romo se quedaría en el Instituto de Química bajo la dirección de Antonio Madinaveitia, quien convencido de la importancia de los productos naturales y sus posibles aplicaciones en la industria, le asignó el tema “Análisis químico de productos de fermentación del maguey”, tema que les interesó a ambos porque el maguey tiene una vida de ocho años, tiempo en el que desarrolla su bohordo floral (o quiste), además de tener un rápido crecimiento. El maguey manso (*Agave atrovirens*) es una de las plantas de mayor tradición en México. Se cultiva con el fin de obtener aguamiel para preparar el pulque, una bebida tradicional mexicana. En la fermentación del aguamiel intervienen diversas levaduras y bacterias. Solamente una parte del azúcar es convertida en alcohol debido a que, en colaboración con *Sacharomyces*, se desarrolla una levadura del género *Torula* que consume azúcar sin producir alcohol, esta última es la que produce la mayor parte de la turbidez del pulque y hace que esta bebida esté constituida, en parte, por una suspensión rica en vitaminas. Jesús Romo demostró cuantitativamente que sólo una parte de los azúcares del aguamiel se transforma en alcohol en el pulque. De esta manera, el pulque procedente de un aguamiel que contenía 12.5 g de azúcar, después de la inversión ácida, contiene 3 por ciento de alcohol, mientras que si este aguamiel se esteriliza y se siembra después con levadura, se obtiene un líquido alcohólico con una riqueza de 6.6%. Al entrar en las cámaras donde se efectúa la fermentación del aguamiel, se percibe un olor interno a manzanas, que es acetato de amilo. Esta bebida, que suele tener una riqueza alcohólica entre 2.5 y 3.5%, tiene un contenido en alcoholes superiores del orden de 1.5 g por litro del alcohol etílico producido. Jesús Romo también determinó la cantidad de acetaldehído y de glicerina que acompañan al alcohol en el pulque, encontrando en cada litro de alcohol 0.065 g de acetaldehído y 38.3 g de glicerina. En la fermentación del pulque se desarrollan microorganismos capaces de consumir glicerina. Los líquidos azucarados de estos agaves se utilizan para obtener por fermentación y destilación licores como el mezcal y el tequila. La principal variedad que se emplea es *Agave erecta*. En la planta se suprime la yema floral para que continúe acumulando líquidos azucarados. Posteriormente se deja madurar en el campo otros dos años, para cortar la planta y, después de suprimir los extremos de las hojas, tostar el cogollo para facilitar la destrucción de las células, hasta exprimir el zumo, que es el que se hace fermentar con levadura de cerveza para obtener un líquido alcohólico que se destila. El mezcal tiene un olor típico por su alto contenido de acetaldehído. Los análisis de Romo demostraron que tanto el pulque como el mezcal son ricos en productos secundarios como alcoholes superiores, aldehídos y glicerina. Tal vez el metabolismo intenso de la levadura se debe a la acción de las hormonas vegetales de crecimiento que contiene el aguamiel, destinadas al rápido desarrollo del péndulo floral. Por su parte, las hormonas favorecen el desarrollo de la levadura y la fermentación del aguamiel; que se efectúa en

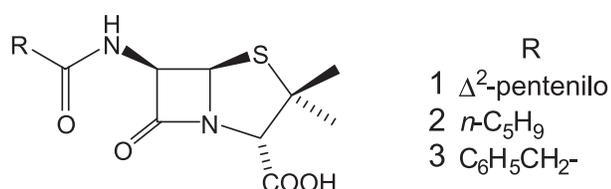
menos tiempo de lo que tarda en fermentar un caldo sintético puesto en las mismas condiciones. Esta propiedad puede ser interesante para emplear el aguamiel como caldo de cultivo en casos en los que se busque un rápido desarrollo de microorganismos [30].

El jurado del examen profesional de Jesús Romo estuvo integrado de la siguiente manera: como presidente, Fernando Orozco, de Análisis Cuantitativo; como vocales, Francisco García, de Farmacia Galénica, José Suárez, de Bioquímica y Francisco Ugalde, un profesor interino. El examen profesional se realizó el 31 de julio de 1945 en el Salón de Actos de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas. Los miembros del jurado declararon aprobarlo por unanimidad y otorgarle mención honorífica en virtud de los resultados de la prueba oral y escrita, junto con su trayectoria escolar [31].

Cuando terminó la licenciatura y tras mostrar ser un alumno con una gran capacidad y dedicación al trabajo, fue contratado como ayudante “B” de investigador en el Instituto de Química bajo la coordinación de los doctores Antonio Madinaveitia y Fernando Orozco, a partir del 1° de agosto de 1945, fecha en que inició de manera formal su carrera como investigador [31]. En éste mismo año se inició la publicación del *Boletín del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Así, en el primer número aparecen los trabajos: “Yacimientos de Salmuera”, “Hidrogenación Catalítica”, “Polimerización del Antraceno” y “Las Bebidas Fermentadas” este último de Jesús Romo, entre otros trabajos realizados en el IQ bajo la coordinación de Fernando Orozco y Antonio Madinaveitia [32]. En aquella época los salarios eran modestos, la figura académica de investigador científico estaba en gestación, situación que les obligaba a realizar otras actividades laborales. Algunos estudiantes con amplio dominio sobre la Química, ejercían la docencia como una forma de apoyarse económicamente, sin que esto implicara un descuido en sus estudios y sus trabajos de investigación. De esta manera, Jesús Romo inició su labor docente en la Escuela de Homeopatía ubicada en Peralvillo, donde impartió la clase de Química en 1945 [18]. Posteriormente colaboró en la Escuela Nacional Preparatoria, como preparador de Química Orgánica al lado de los profesores Humberto Estrada, Alberto Sellerier y Héctor Murillo quienes, estos dos últimos, compartían su gusto por la Química con sus amenas pláticas sobre sus actividades profesionales en PEMEX. Por aquellos días, los profesores se ocupaban de la instalación de una planta de tetraetilo de plomo. Generalmente las labores de docencia las realizaban en las primeras horas del día, enseguida se trasladaban a la industria, y por la tarde y noche al Instituto de Química.

Por otra parte, es probable que Octavio Mancera, el químico mexicano que realizó su doctorado de Oxford entre 1943 y 1946, al lado de Robert Robinson, con el tema de la síntesis de la penicilina y sus derivados; estuviese en contacto con Alberto Sandoval y Fernando Orozco, ya que al terminar la Segunda Guerra Mundial, era un producto con demanda comercial a nivel mundial, razón por la que invitaron a Jesús Romo a realizar una revisión sobre la química de la penicilina. Jesús Romo fundamentó su revisión bibliográfica en los

trabajos del “Committee on Medical Research Council” de Washington y el “Medical Research Council” de Londres hasta 1944. Existen varios antibióticos incluidos dentro de la clase penicilina y todos tienen una fórmula empírica  $C_9H_{11}O_4SN_2R$ . En la penicilina F, conocida en Inglaterra como penicilina I, el sustituyente alfa al carbonilo de la lactama es  $\Delta^2$ -pentenilo (**1**); en la dihidro-penicilina F, este sustituyente es *n*-amilo (**2**). En la penicilina G (nombrada así en EUA, pero en Inglaterra llamada penicilina II), es bencilo (**3**) [33]. En 1943 se tenía claro que la penicilina preparada en Estados Unidos era diferente de la obtenida en Inglaterra. Se demostró que la primera tenía una cadena lateral bencílica (**3**, penicilina G), mientras que la segunda tenía por cadena lateral un grupo  $\Delta^2$ -pentenilo (**1**). Fue hasta la década de los cincuenta que el químico estadounidense John Sheehan sintetizó la penicilina [34].



Otro de los temas que se estudiaron en el Instituto de Química, fue la adición catalítica de hidrógeno a dobles enlaces. Generalmente, la técnica en el laboratorio consistía en agitar en atmósfera de hidrógeno la disolución del producto a experimentar en presencia de un catalizador. El equipo para hidrogenar consiste en una bomba Parr para alta presión y temperatura; en el procedimiento se utiliza como catalizador níquel Raney o cromito de cobre. Para conocer el mecanismo de la hidrogenación de las quinonas de cuatro núcleos condensados, Jesús Romo realizó un estudio que inicia con la preparación de la 1,2-benzantraquinona y para su hidrogenación utilizó como catalizador níquel Raney e identificó los productos a través de la preparación de algunos derivados [35].

Dentro de las actividades culturales efectuadas por la Sociedad Científica de la ENCQ en 1946, hubo unos ciclos de conferencias. El primer ciclo se llevó a cabo en mayo con la ponencia de Humberto Estrada sobre “Fotosíntesis” y la de José Iriarte con “Química de la tiroxina”. El segundo ciclo de conferencias se realizó en junio con las siguientes ponencias: Helmut Mole expuso: “El arcano en la elaboración de las porcelanas europeas”; José F. Herrán “Ceras”; Jesús Romo “Constitución química de la penicilina” y Rafael Illescas “Clasificación de los elementos” [36].

Al transcurrir el primer lustro de vida del IQ se fue conformando la primera comunidad científica de químicos dedicados a la investigación. En tanto, de manera simultánea, se daba el proceso de institucionalización de la investigación científica en la UNAM, con investigadores que en algunos casos trabajaban en otras instituciones, como Fernando Orozco, que asesoraba a los Laboratorios Grossman y Jesús Romo, que trabajó en Parke-Davis en 1946 [37]. La empresa se dedicaba a fabricar jabones, pero ahí le fue imposible realizar trabajo de investigación como lo hacía por las tardes en

el IQ, así que dejó la empresa. Por otra parte, Elva Cedano compañera de la ENCQ, quien trabajaba en los Laboratorios Syntex, le comentó a Jesús Romo que era muy probable que le agradara el trabajo en esteroides y le sugirió que se entrevistara con George Rosenkranz, director de investigación de la citada firma farmacéutica. Fue así que Jesús Romo se acercó a los Laboratorios Syntex. Rosenkranz contrató al joven Jesús Romo, quien ingresó a la empresa en 1947. Al percatarse de las exigencias teóricas que implicaba la investigación en Syntex decidió llenar su solicitud de ingreso a la Escuela de Graduados de la UNAM, donde le preguntaron cuáles eran las razones por las que deseaba una educación especializada y para qué actividad se estaba preparando. Él contestó: “Para dedicarme después de adquirir los conocimientos necesarios a la investigación y la enseñanza”. Con este interés ingresó al doctorado y, de manera paralela, continuó trabajando en Syntex. Jesús Romo ingresó a la Escuela de Graduados en la especialidad de Química en 1947, ahí cursó Química Orgánica e Inorgánica con sus laboratorios y obtuvo la máxima calificación. Su tema de tesis doctoral fue “Hidrogenación catalítica de la 1,2-Benzantraquinona-9, 10. Algunos derivados de la 2-Hidroxinaftoquinona 1, 4”, que ya fue reseñado arriba [38]. Jesús Romo realizó su examen ante el jurado integrado por Fernando Orozco, Héctor Calzado, Alberto Sandoval y Octavio Mancera como suplente, todos ellos colaboradores del Instituto de Química, excepto Héctor Calzado, quien se graduó en la Universidad Luis Maximiliano, de Múnich, Alemania. Jesús Romo realizó su examen de grado el 9 de septiembre de 1949 y fue aprobado por unanimidad de votos y con mención honorífica.

Para 1949, el Instituto de Química tenía como colaboradores de Fernando Orozco a los químicos Alberto Sandoval, José Iriarte, Octavio Mancera, Jesús Romo, Humberto Flores, Humberto Estrada y José F. Herrán, quienes tenían nombramientos de investigadores científicos, y fueron los primeros investigadores en recibir alumnos como tesis de la ENCQ, que más tarde serían los herederos de su tradición científica. De esta manera, para los primeros estudiantes que se incorporaron al IQ como investigadores, su posgrado fue un determinante educativo que les permitió adquirir la fortaleza académica como futuros investigadores independientes. Por otra parte, también, les permitió consolidarse como investigadores en la iniciativa privada y combinar ambas actividades, la académica y la industria; tal fue el caso de los químicos Jesús Romo, Octavio Mancera y José Iriarte, quienes incursionaron en la investigación en la industria de los esteroides en los Laboratorios Syntex.

### La investigación en Syntex

Por su importancia biológica y su complejidad química, uno de los temas de investigación en boga, tanto en Europa como en Estados Unidos de los años treinta del siglo XX fue la síntesis de hormonas esteroides. Entre las empresas estadounidenses interesadas figuraban las compañías farmacéuticas Upjohn y



Foto 5. El grupo de investigación de Syntex 1948. De izquierda a derecha: Andrés Landa, Jesús Romo, Amparo Barba, Jesús Corona, George Rosenkranz, A. Olalde, Elva Cedano, Juan Berlín, J. Norymberski (Archivo personal Celia Peña, 2004).

Parke-Davis. Esta última fomentó una extensa investigación a través de un programa de becas en la química de los esteroides. Así fue que el químico Russell E. Marker, de la Universidad Estatal de Pennsylvania, realizara un intenso trabajo en las selvas tropicales de México. Marker logró desarrollar el método de producción de progesterona, utilizando como materia prima vegetal la “cabeza de negro” (*Dioscorea mexicana*) y luego el “barbasco” (*D. composita*), una especie endémica de México [39]. De esta manera se interesó en producir hormonas sintéticas a escala industrial, al lado de la empresa farmacéutica Parke-Davis, que inicialmente le había financiado la investigación. No obstante, Parke-Davis le negó dicha propuesta, situación que lo hizo trasladarse nuevamente a México. En 1943 Russell E. Marker<sup>2</sup> se presentó con Lehmann y Somlo en los Laboratorios Hormona de la Ciudad de México, con el objetivo de asociarse para producir progesterona y sus derivados a escala industrial. Al año siguiente, Somlo y Lehmann persuadieron a Marker para formar una empresa a la que llamaron Syntex [40].

Después de producir aproximadamente 30 kg de progesterona e incidir de manera notable en el mercado mundial, Marker y Somlo tuvieron desacuerdos. Finalmente, Marker abandonó a Syntex en agosto de 1944 y como ni Somlo ni Lehmann conocían el método de Marker, la producción de progesterona se detuvo. Enseguida los directivos contrataron a George Rosenkranz, un químico húngaro especializado en esteroides, que logró reestablecer la producción e incidir en el mercado mundial [41]. Al poco tiempo George Rosenkranz

conformó un grupo de investigadores de vanguardia internacional. En el grupo destacaron Carl Djerassi, el grupo de asesores como Gilbert Stork, y los investigadores Jesús Romo, Octavio Mancera, José Iriarte, Luis Miramontes y Enrique Batres, del Instituto de Química de la UNAM; todos ellos consolidaron una empresa farmacéutica de vanguardia a nivel mundial. Los primeros años de los Laboratorios Syntex fueron de improvisación y de altos riesgos. La jornada de trabajo era desde las 8:00 am hasta las 10:00 pm. La demanda de los productos hizo que la empresa creciera de manera acelerada. Así, por ejemplo, en la azotea de los Laboratorios Hormona se construyeron habitaciones que sirvieron de laboratorios de investigación y en la planta baja estaba el departamento de producción y el departamento analítico o de microanálisis. Solamente la progesterona se hacía con equipo más o menos

industrial, la producción era alrededor de 50 kg por año. Los demás productos se procesaban en matraces de bola de 5 y hasta 12 L como fue el caso de la testosterona, segundo producto fabricado por Rosenkranz. Los responsables del laboratorio de microanálisis eran Amparo Barba, Francisca Revaque y Ann Rochmann (Foto 5). En esos años los químicos como Jesús Romo o Andrés Landa laboraron en las mismas condiciones de riesgo en seguridad industrial. Por ejemplo, en varios procesos se usaba benceno. Para su purificación, este disolvente se agitaba con ácido sulfúrico concentrado, se lavaba con agua y se secaba con sulfato de sodio y posteriormente con sodio metálico. El frasco de 50 L se llevaba en carritos por la calle, al departamento de síntesis orgánica, donde había una prensa que hilaba sodio metálico ahí mismo. A un lado de la puerta se cortaba el sodio y se ponía en la prensa; ya hilado se recibía en el frasco de benceno y si se producía una chispa, se apagaba con las manos. La puerta era la única salida del área donde trabajaban alrededor de siete personas. La única mejora que se implementó, fue transportar los frascos dentro de una tina grande. Posteriormente acordaron traer el sodio hilado en un frasco con poco benceno y ya en Syntex agregarlo al frasco de 50 L. Un día, en el departamento de producción ocurrió un fuerte incendio provocado por benceno y electricidad estática. Tras el accidente se tomaron medidas de seguridad como colocar extinguidores en varios lugares estratégicos, mantas contra incendio y regaderas de seguridad.

En el laboratorio donde trabajaban Andrés Landa, Elva Cedano y Celia Peña, en ocasiones se destilaban disolventes. Un día, al meter un frasco de 50 L con benceno y sodio hilado al baño de vapor, se rompió el frasco, lo que ocasionó un fuerte incendio. Andrés Landa corrió a traer el extinguidor y lo descargó, pero fue imposible apagar el incendio hasta

<sup>2</sup> Nota Editorial: Una biografía de Russell E. Marker ha sido publicada previamente. Lehmann, P. A.; Bolívar, A.; Quintero, R. *Rev. Soc. Quím. Méx.* 1970, 14, 133-144.

que las llamas consumieron el techo del laboratorio. Lo único que hizo Landa fue sacar de abajo de las mesas latas de 20 L de alcohol, acetona, éter y benceno. La gente del laboratorio adyacente, entre ellos Jesús Romo (Foto 6), auxilió a Landa sacando más latas de disolventes del área de siniestro. Al pasar los días, tanto a Landa como a Romo les llegó un cheque de 50 pesos de parte de Somlo, por su valentía en sacar las latas de disolventes durante el accidente. Posteriormente, la administración reconstruyó el laboratorio y a sugerencia de Landa, se hizo una pieza en la azotea, retirada de los laboratorios, dedicada a almacenar los disolventes [42].

En la primavera de 1949, cuando se consolidaban los métodos y rendimientos de preparación de las hormonas sexuales, el objetivo era producir estrógenos u hormonas femeninas, especialmente producir la estrona y el estradiol. Para esto Rosenkranz amplió su programa de investigación contratando a diferentes investigadores con experiencia en el campo de las hormonas esteroideas, entre ellos, a Carl Djerassi, que se había doctorado en la Universidad de Wisconsin y trabajaba en Ciba. A través de una beca de la propia universidad, Djerassi se doctoró con una investigación sobre transformaciones químicas de los esteroides; su asesor fue el Dr. Wilds, quien había sintetizado la equilenina, una hormona estrogénica hallada en la orina de las yeguas. Posteriormente regresó a Ciba, donde un colega suyo, Martin Rubin, de Schering, le propuso ocupar la vacante de director adjunto de investigación en Syntex, en la Ciudad de México. Después de visitar Syntex quedó sorprendido de las instalaciones y la presencia de George Rosenkranz, quien le propuso coordinar un grupo de investigación con el tema de síntesis de estrógenos, así como de la cortisona. Fue así que Carl Djerassi aceptó trabajar en la compañía. Al año siguiente asumía el cargo de director de las operaciones técnicas y científicas de la empresa [43]. En esa época la vida en el IQ era de intenso trabajo; era común encontrar a Carl Djerassi en Tacuba para supervisar los trabajos de investigación. Los investigadores y los alumnos acostumbraban guardar las aguas madres de los productos finales de las síntesis de esteroides que realizaban; cuando se aproximaba el cumpleaños de Djerassi o de Rosenkranz, se disponían a cristalizar y el producto final lucía como cristales blancos, que colocaban en un matraz Erlenmeyer con un moño; finalmente, era el obsequio de cumpleaños al festejado en turno. Algunos estudiantes, como el químico Armando Manjarrez, solían comentar a cuánto equivaldría en dólares un matraz de aquellos, en el sentido de que eran productos de exportación [44].



Foto 6. Jesús Romo en los laboratorios Syntex, 1948 (Archivo personal Amparo Barba, 2005).

### La investigación en ascenso

Mientras se fue conformando el grupo de investigadores en Syntex bajo la coordinación de George Rosenkranz, quienes figuraron en la primera etapa fueron Kaufmann, Romo, Pataki, Djerassi, Mancera, Batres, Iriarte y Miramontes. Al finalizar la década de los cuarenta algunos investigadores como Andrés Landa se incorporaron a labores de producción y otros se enfocaron a otros departamentos de instrumentación, ya que el micro analítico, a cargo de Amparo Barba, desapareció por la incorporación de la espectroscopía. La dedicación y creatividad de Jesús Romo en el trabajo experimental, hizo que Rosenkranz lo mantuviera en labores de investigación. En 1949 aparecieron los primeros trabajos en que Jesús Romo colabora como coautor en la preparación de éteres tienoles de  $\Delta^4$ -3-ceto esteroides como el 3-( $\beta$ -hidroxi-etil) éter tienol de la  $\Delta^4$ -androstan-3,17-diona; así como la conversión de los éteres tienoles a los derivados de la testosterona [45]. Al siguiente año realizaron el trabajo de la síntesis de hormonas estrogénicas a partir de la testosterona, la hormona masculina más importante. En México se sintetizaba a partir de la diosgenina, mientras que en Europa se realizaba a partir de fuentes animales cuyo rendimiento era muy bajo, por ejemplo: para aislar 10 mg de testosterona se necesitaban 100 kg de tejido de testículo de toro, lo que era incosteable. Por otra parte, el estradiol, la hormona sexual femenina más potente biológicamente, era utilizada con fines clínicos como un producto que se obtenía de la reducción de la estrona. Si bien ésta fue la primera hormona aislada y fue el primer producto comercial obtenido de la orina de mujeres embarazadas,

en aquella época para aislar estrona se necesitaban alrededor de 2000 litros de orina de yegua preñada, lo que resultaba incosteable [46]. En este contexto, las compañías dedicadas a productos hormonales se interesaron en la producción sintética de estrógenos.

La síntesis total de estrona resultaba de interés comercial, sin embargo, el problema era complejo porque la estrona es uno de dieciséis esteroisómeros posibles. Los investigadores de Syntex propusieron una síntesis parcial partiendo de una sustancia andrógena llamada  $\Delta^{1-4}$ -androstadien-3,17-diona [47]. Este método resultó de importancia industrial, aunque la hormona con mayor demanda era el estradiol. Otro de los trabajos más sobresalientes de los Laboratorios Syntex fue "la síntesis parcial de estrógenos naturales". El procedimiento fue semejante al de la síntesis de la estrona [48], se obtuvo el intermediario acetato de  $\Delta^{1-4,6}$ -androstatrien-3-ona, hasta obtener la 17-dihidroequilenina, que por reducción se transforma en equilenina [49]. Si bien en la época de preparación de derivados estrogénicos había un responsable de los aspectos endocrinológicos, los riesgos de seguridad se manifestaron. Hubo casos de ayudantes de investigadores que tuvieron problemas metabólicos por la exposición a estos compuestos, hasta entonces desconocidos. A uno de ellos le creció el busto al grado de que fue necesaria una intervención quirúrgica; otra asistente empezó adelgazar y falleció presumiblemente por trabajar con tetracloruro de carbono, un disolvente que finalmente se dejó de utilizar; otro caso fue cuando se prepararon derivados de la testosterona, pues a una trabajadora le salió bigote y su voz era muy gruesa [50]. Los casos anteriores muestran que los riesgos de toxicidad siempre estuvieron latentes y se llevaron a cabo las acciones para corregirlos.

En Syntex hubo una biblioteca especializada en esteroides. Ahí se realizaban las discusiones entre los investigadores que planeaban los trabajos de investigación. Inicialmente Rosenkranz dirigió las investigaciones, pero más tarde Djerassi, Kaufmann, Pataki y algunos investigadores del IQ como Romo, Mancera, Batres e Iriarte, que lograron un nivel teórico en la química de los esteroides al igual que los investigadores extranjeros, intervenían en las discusiones e informes de las actividades experimentales. Por ejemplo, para explicar las posibles estructuras de los productos anteriores, plantearon algunas hipótesis a través de los estudios sobre mecanismos de reacción. Así, en la transposición dienona-fenol, que procede en diferentes direcciones debido a la presencia o ausencia de un doble enlace conjugado en el anillo A, como en el caso de la  $\Delta^{1-4,6}$ -androstatrien-3-ona, la reacción se lleva a cabo por medio de una catálisis ácida [51]. En otros estudios plantearon la formación de los metil-estrógenos, a través de la transposición dienona-fenol, seguida de una hidrogenación, procedimiento del que se obtenían como productos el 1- metil estradiol y la 1-metil estrona [52].

En los primeros años de la década de los cincuenta, Jesús Romo aparece como autor principal en algunos estudios de la química de los esteroides. Entre las innovaciones en las que colaboró, está, por ejemplo, un método diferente para la aromatización del anillo A, aplicada a los compuestos de la serie

del colesterol [53-55]. Otros estudios consistieron en utilizar reactivos como el bencil-mercaptano con  $\Delta^4$ -3-ceto esteroides, para obtener compuestos como el 16-benciltioéter de la progesterona o el 3-sulfóxido del benciltioéter de la progesterona [56]. Otros esteroides con grupos carbonilo no conjugados en C-3, C-17 y C-20 reaccionan con  $\beta$ -mercaptoetanol para formar etilhemitiocetales cíclicos [57]. Los estudios sobre el comportamiento de la diosgenina frente a algunos agentes oxidantes se realizaron a derivados de la criptogenina para comparar rendimientos y una posible aplicación como intermediarios [58]. En investigaciones sobre compuestos que pudieran ser utilizados como intermediarios se sintetizó el  $\Delta^{2,4,6}$ -22-isoestirostatrieno [59].

Al iniciar la década de los cincuenta, el grupo de investigación de Syntex era reconocido internacionalmente por la producción científica reportada en revistas como el *Journal of the American Chemical Society*, en donde participaron Jesús Romo, Enrique Batres, Luis E. Miramontes, Octavio Mancera, José Iriarte, M. Romero, Héctor Martínez, Alberto Sandoval, Humberto Estrada, José F. Herrán, Humberto Flores, entre otros químicos del IQ y del IPN; así como los contratados desde el extranjero como Juan Pataki, F. Neuman, Gilbert Stork, J. Howard, J. Ringold y Franz Sondheimer.

CONTRIBUTION No. 13 FROM THE SYNTEX RESEARCH LABORATORIES

## STEROIDS IX

DIENONE-PHENOL REARRANGEMENT IN THE CHOLESTEROL SERIES

By

J. ROMO, CARL DJERASSI and G. ROSENKRANZ

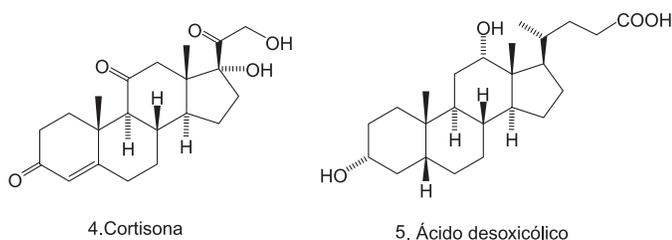


Research Laboratories  
Laguna de Mayran 413  
Mexico 17. D. F.

**Fig. 1.** Anuncio de la publicación del grupo de investigación de los Laboratorios Syntex de 1950 [52] (Archivo personal Amparo Barba, 2005).

## Las hormonas adrenocorticales

Las glándulas suprarrenales son órganos vitales que se encuentran sobre los extremos superiores de los riñones [60]. Mientras que las hormonas sexuales controlan el sistema reproductor, los corticoesteroides mantienen vivo al individuo porque entre sus funciones está mantener el equilibrio entre el sodio, el agua y el potasio e intervenir en el metabolismo de hidratos de carbono, grasas y proteínas. Entre los corticoides naturales más importantes se encuentran la desoxicorticosterona, que participa en el metabolismo mineral y se utiliza en terapéutica como acetato y la aldosterona que también participa en el metabolismo mineral. No obstante, la cortisona (**4**), que es la sustancia más activa en el metabolismo de hidratos de carbono y proteínas, es la hormona esteroide que ha alcanzado más notoriedad porque fue la primera en ser administrada con éxito contra los síntomas de la artritis reumatoide, acontecimiento que conmovió a la comunidad médica en 1949. La introducción del oxígeno en 11 fue el mayor problema para la síntesis de la hormona, porque ninguna de las materias primas disponibles tenía el oxígeno en esa posición y no se conocía ningún método de producción, a excepción del largo y costoso proceso a partir de la bilis de buey. Los investigadores y exploradores botánicos recorrieron África y otros lugares, en busca de una planta que tuviera suficiente cantidad de tal sustancia, pero fue inútil.



El descubrimiento de las hormonas secretadas por la corteza de las cápsulas suprarrenales se debió al interés por explicar algunos acontecimientos registrados entre 1927 y 1930. Uno de ellos fue que un grupo de médicos estadounidenses encontraron que la administración de extractos de corteza de glándulas suprarrenales de res a perros o gatos adrenalectomizados prolongaba el periodo de supervivencia de los animales tratados y los experimentos demostraron la presencia de una o más hormonas. De manera semejante, cuando a los pilotos se les suministraba preparaciones de glándulas, soportaban grandes alturas; razón por la que el gobierno de Estados Unidos creó un Comité de Investigación Médica el cual subsidió a algunos grupos de investigación de las universidades que estudiaron el compuesto E de Kendall o cortisona (**4**), ya que el gobierno de Estados Unidos necesitaba cantidades suficientes de esta sustancia para sus investigaciones bélicas [61].

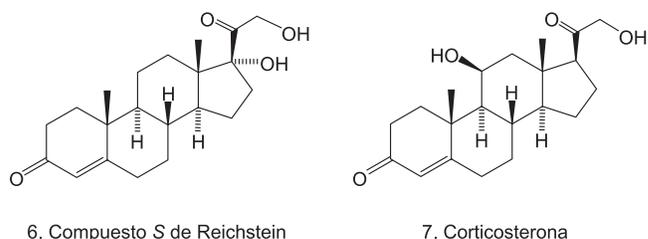
## Las dificultades de la síntesis orgánica

En 1946, Lewis H. Sarett, de los laboratorios Merck, sintetizó la cortisona a partir del ácido desoxicólico (**5**), un ácido biliar.

La dificultad química consistió básicamente en cambiar el oxígeno de la posición 12 a la 11, la degradación de la cadena del ácido biliar al grupo dihidroxicetona y la introducción de la cetona  $\alpha$ ,  $\beta$ -insaturada en el anillo A. El proceso consta de 40 pasos y tardó dos años para conseguirlo; sin embargo, el rendimiento fue de 0.15%, insuficiente para estudiar sus propiedades. De esta manera, Sarett realizó la síntesis industrial más grande en la historia de la Química Orgánica [62]. Por otra parte, en 1949 los doctores Edward C. Kendall y Philip Hench, de la Clínica Mayo de Estados Unidos, descubrieron las propiedades antiinflamatorias de la cortisona, que aliviaba notablemente los síntomas de la artritis reumatoide [63]. Esto condujo a ciertos centros de investigación a entrar en competencia por encontrar un método de producción industrial que abasteciera el mercado de antiinflamatorios.

Por su parte, el doctor Percy Julian, en su laboratorio de Estados Unidos, desarrolló en 1949 un método de producción del compuesto S de Reichstein (**6**, 17 $\alpha$ -hidroxi-11-desoxicorticosterona), el cual está presente en las glándulas suprarrenales. El compuesto tuvo su demanda como intermediario, hasta el grado de que algunas compañías como Syntex compraron el proceso y se preparó a partir de la diosgenina del barbasco con el método de Marker.

En 1950 el único productor de la cortisona era la empresa farmacéutica Merck y su fuente era la bilis de buey; sin embargo, sus rendimientos eran muy bajos. De inmediato se hizo evidente que dicha materia prima no satisfacía la demanda, por ende, era urgente encontrar otra sustancia como punto de partida. La cortisona tenía que producirse en grandes cantidades y en forma económica para que pudiera competir en el mercado mundial, por ello, las compañías intensificaron sus investigaciones en busca de mejores materias primas y métodos de producción, ya que su costo alcanzaba los 200 dólares el gramo [40]. La presencia de un oxígeno en C-11 en cortisona e hidrocortisona, es esencial para las aplicaciones terapéuticas. Sin embargo, la introducción de oxígeno en el C-11 se lograba a través de métodos complicados y costosos. La alternativa a esta problema fue a través de conversiones microbiológicas. En 1949 Oscar Hechter, de la Fundación Worcest de Biología Experimental, desarrolló un método llamado de "perfusión glandular", que consiste en hacer pasar a presión una solución de desoxicorticosterona, de progesterona o del compuesto S de Reichstein (**6**) sobre la glándula suprarrenal fresca. El resultado de este procedimiento es la transformación de las sustancias empleadas en hormonas adrenales; por ejemplo, la desoxicorticosterona se transforma en corticosterona. De esta manera, el oxígeno en cuestión pudo colocarse bioquímicamente en el C-11 al igual que la cadena lateral; sólo hacía falta un oxígeno en C-17 (fig. 12).



Syntex reprodujo la técnica anterior con el compuesto *S* de Reichstein, transformándolo en hidrocortisona (**8**), la cual difiere de la cortisona en el C<sub>11</sub>, que presenta un oxhidrilo en vez de un carbonilo [64].

## La síntesis de la cortisona

Las empresas farmacéuticas intentaban producir cortisona a través de un método químico y no de un bioquímico. Varias propuestas surgieron, una de ellas fue la del grupo de investigación de Syntex. En esta etapa, el departamento de investigación estaba coordinado por los doctores Rosenkranz y Djerassi; éstos a su vez organizaron equipos de trabajo y nombraron líderes de grupo, entre los que se encontraban Howard J. Ringold, Jesús Romo, Juan Pataki, Octavio Mancera, Enrique Batres, Alexander Nussbaum y José Iriarte. En el caso de Jesús Romo, siempre prefirió tener un equipo de una o dos personas como colaboradores [65]. El grupo en general ensayó dos técnicas, la primera a partir de la diosgenina, que fue la primera síntesis a partir de una materia prima vegetal. Jesús Romo se convirtió para el trabajo experimental, en el colaborador de mayor confianza de Rosenkranz por su extrema dedicación y habilidad en las operaciones de purificación, montaje de equipo y, por supuesto, por la conceptualización teórica de las actividades experimentales [66]. Cuando Syntex emprendió la investigación sobre la síntesis de la cortisona, Djerassi convenció a los directivos para contratar como consultor de la empresa a Gilbert Stork, un profesor asistente en Harvard y compañero suyo en la Universidad de Wisconsin. Otro asesor externo fue Robert B. Woodward, profesor de Química Orgánica en la Universidad de Harvard. Si bien el proceso que se estaba desarrollando en Syntex era diferente, para Djerassi era importante tener consultores radicados en Estados Unidos porque las publicaciones llegaban a México demasiado retrasadas y las comunicaciones telefónicas eran deficientes; por consiguiente, era necesario tener una persona que estuviera al tanto de las publicaciones periódicas. Especialmente, debía estar enterado de los trabajos de los doctores Robert B. Woodward, Seymour Bernstein y Louis Fieser, de la Universidad de Harvard, quienes intentaban sintetizar la cortisona. Durante su estancia en México, se programaban discusiones de los proyectos de síntesis y se analizaban las problemáticas experimentales. La función de los consultores externos era mantener las discusiones teóricas de frontera en el campo de los esteroides [67]. Todo esto se planeó con el objetivo de que Syntex mantuviera la vanguardia tecnológica en los procesos industriales de hormonas esteroidales y, por lo tanto, el control del mercado.

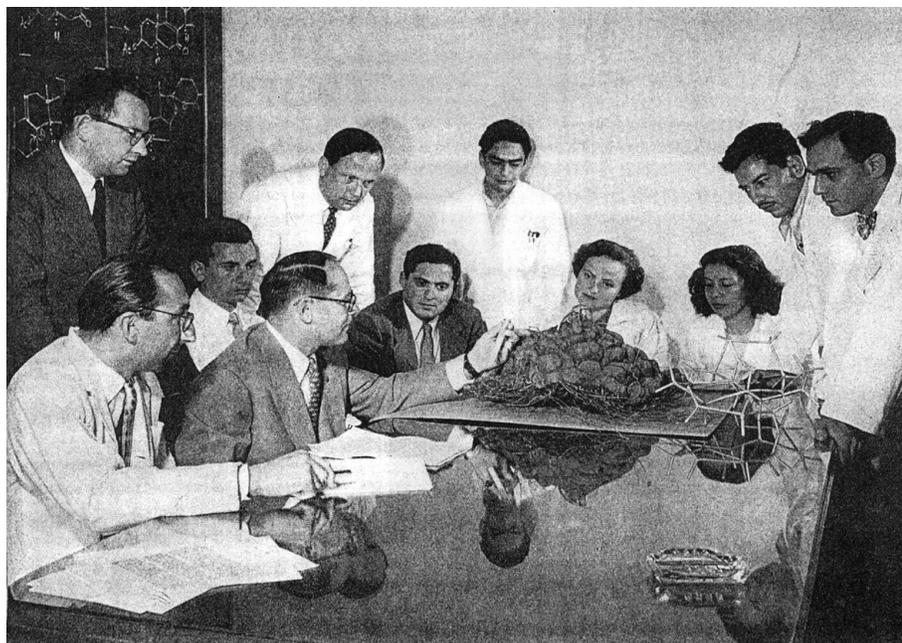
La materia prima de la síntesis fue la diosgenina. Desde el inicio se trató de introducir el grupo cetónico en posición 11, pero como no se puede efectuar directamente por medio de agentes oxidantes, fue necesaria la formación previa de algún agrupamiento que permitiera la oxidación posterior, para continuar el largo camino de la síntesis [68-75].

El éxito experimental de la síntesis de la cortisona llevó al grupo de investigación de Syntex a obtener el reconocimiento

científico de la comunidad académica internacional. Por su parte, Jesús Romo se consolidó como un reconocido químico experimental. Para George Rosenkranz “Jesús Romo fue su mejor alumno del Instituto de Química de la UNAM, 100 por ciento formado en México” [41]. Siempre fue una persona de mucha seriedad para su dedicación al trabajo experimental, al grado de que llegaba por la noche a laborar a Syntex. Su preocupación por el trabajo de laboratorio también hizo que por las tardes y parte de la noche, asistiera al Instituto de Química en Tacuba. Generalmente salía después de las 10 de la noche del Instituto y cotidianamente asistía al Instituto los sábados, al igual que José Iriarte. En estos años uno de sus amigos de mayor confianza fue precisamente José Iriarte, compañero en Syntex y por las tardes en el IQ en Tacuba; los dos fueron químicos experimentales notables. Ocasionalmente discutían sobre cuestiones religiosas. Una noche José Iriarte le preguntó a Jesús Romo “¡Oye Chucho! ¿los ángeles tienen alas?”; Jesús Romo le contestó: “¿tú ves a los átomos o a las moléculas?, no, ¿verdad? Son representaciones imaginarias a manera de modelos que permiten explicar algunas propiedades de la materia, —los ángeles son imaginarios—”. Y es que José Iriarte fue una persona agnóstica, al igual que Humberto Estrada, en contraste a Jesús Romo, quien siempre mostró afecto a sus convicciones religiosas ante sus colegas científicos. Varios de los alumnos del Instituto, entre ellos Armando Manjarrez, Alfonso Romo de Vivar y Fernando Walls, aprendían de estas discusiones, que eran a veces mejores que una clase de pizarrón [76].

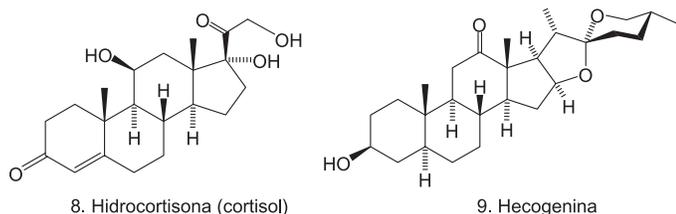
En agosto de 1951 aparecieron varias comunicaciones en el *Journal of the American Chemical Society*, donde se describían diferentes métodos sobre la síntesis de la cortisona. Por ejemplo el de Syntex [77], el de Fieser [78] y el de Woodward [79] (estos últimos de la Universidad de Harvard); la comunicación enviada al *J. Am. Chem. Soc.* consolidó el crédito científico de Syntex, ya que estaba fechada antes que los grupos de Harvard. Por otra parte, algunas reseñas publicadas en revistas estadounidenses como *Harper's Magazine*, *Newsweek* y *Life* incrementaron el reconocimiento científico al grupo de investigadores conformado en México. *Life* presentó una fotografía con el equipo de investigación de Syntex, donde Rosenkranz muestra un tubo de ensayo con la sustancia sintetizada. Sobre la mesa se encuentran los tubérculos del barbasco, de donde se aísla la diosgenina y, al lado, el modelo estructural de la cortisona [80] (Foto 7).

En septiembre de 1951 la UNAM celebró el IV Centenario de su fundación y se llevó a cabo el Congreso Científico Mexicano, con el objetivo de dar a conocer el desarrollo de las ciencias en México durante la primera parte del siglo XX. En la sección de Química, grupos de investigación como los de Syntex y del Instituto de Química presentaron algunas ponencias; una de ellas fue la de Jesús Romo con el tema de la cortisona. El IPN participó con Modesto Bargalló y la ENCQ con Pablo H. Hope, entre otros [81]. Meses después, Syntex envió al *J. Am. Chem. Soc.* una comunicación donde describía una síntesis parcial de la cortisona a partir de la hecogenina (**9**) [82]. Esta sapogenina se extraía del sisal (*Agave sisalana*), una



**Foto 7.** El grupo de investigación de *Syntex*. De pie, de izquierda a derecha: Gilbert Stork, Juan Berlín, Octavio Mancera, Jesús Romo y Alexander L. Nussbaum. Sentados, Juan Pataki, Enrique Batres, George Rosenkranz, Carl Djerassi, Rosa Yashin y Mercedes Velasco (Foto cortesía de Carl Djerassi).

especie de agaveácea; dicho esteroide había sido aislado por Marker en 1943 [83,84]. Su estructura era diferente de la diosgenina, con un carbonilo en C-12.



Sin embargo, la compañía mexicana no explotó el procedimiento porque apareció una alternativa mediante un método microbiológico descubierto en los laboratorios Upjohn que resultaba más rentable. La técnica microbiológica de Upjohn fue desarrollada por Peterson utilizando el moho *Rhizopus arrhizus*, el cual transforma la progesterona a  $11\alpha$ -hidroxiprogesterona, con la consabida incorporación de un oxígeno en C-11, que era el gran problema a resolver. Este proceso fue conocido como *oxidación fermentativa*. Posteriormente se comprobó que el hongo *R. nigricans* podía realizar mejor esta transformación [85]. Cabe mencionar que Syntex aprovechó la síntesis de un intermediario en la producción de progesterona y de los corticoides (corticosteroides), la pregnenolona en forma de acetato, para ser utilizada como antiinflamatorio en vez de la cortisona, aprovechando su menor precio. La venta de este fármaco para el tratamiento de la artritis alcanzó la cifra de más de dos millones de dólares en 1950 [62]. Sin embargo, la remisión de la artritis por el acetato de pregnenolona resultó más bien

aparente, porque en este proceso intervinieron aspectos psicosomáticos. Esto provocó que se volviera la vista hacia la cortisona. Así, en 1951, Upjohn realizó un pedido a Syntex de diez toneladas de progesterona con un costo de 1.75 dólares por gramo, aunque la venta para aquella empresa se pactó en 0.48 dólares por gramo. El plazo para la entrega fue a doce meses. A Upjohn le resultaban tan rentables dichas operaciones para producir cortisona por el proceso bioquímico de oxidación fermentativa, que una vez más, la compañía antes mencionada hizo otro pedido a Syntex, ahora de una tonelada de progesterona, a 0.5 dólares por gramo, para producir la cortisona a un precio de 3.5 dólares por gramo. Otra gran venta de progesterona realizada por Syntex, fue para el gobierno de Estados Unidos, a través de su departamento de Salud Pública, a un precio de 30 dólares por gramo [86].

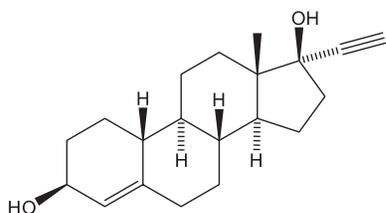
En 1953 Rosenkranz y sus colaboradores publicaron una reseña de sus investigaciones de corticosteroides en

*Recent Progress in Hormona Research* de Nueva York. La reseña consistió en una revisión bibliográfica de la producción científica en corticosteroides, de los diferentes grupos de investigación de la Universidad de Harvard, de la empresa Merck y la de Syntex en México, en la que resaltaron los diferentes procesos químicos de cada grupo de investigación para obtener sus intermediarios de esteroides 16-oxigenados y transformarlos en cortisona, desde su materia prima [87]. Por otra parte, había otro proyecto de investigación al que Syntex no le había dado la atención adecuada; se trataba de los compuestos 19-nor y lo coordinaba Carl Djerassi, y su colaborador más cercano fue Luis E. Miramontes. El proyecto resultó ser el compuesto de la primera especialidad farmacéutica desarrollada en Syntex.

## Los 19 nor-esteroides

En los primeros años de la década de los cincuenta del siglo XX, los laboratorios Syntex sintetizaban el principio activo de los primeros antioyulvatorios. Los estudios de procesos químicos de hormonas esteroidales estaban en su apogeo a principios de los años 50. La producción de hormonas no sólo permitió la atención de algunos problemas ginecológicos, sino también revolucionó la vida sexual de la humanidad. Uno de los principales grupos derivados de las hormonas esteroidales son los compuestos 19-nor-esteroides, que se caracterizan por la ausencia del grupo metilo en el carbono 10 en la estructura general del ciclopentano-perhidro-fenantreno. Para sintetizar estos compuestos se utilizó como intermediario la diosgenina.

En el proceso para extraer la diosgenina y su transformación química hasta la 16-dehidropregnenolona, se obtienen tres intermediarios: la oxima, el epóxido y la pregnenolona. Del primero es de donde se obtienen los 19-nor-esteroides por síntesis química. La expansión de Syntex en el mercado de las hormonas requirió la ampliación de sus instalaciones, así que acudieron al Instituto de Química para fortalecer la investigación científica. Se trataba no sólo de atender los procesos productivos sino de generar nuevos procesos científico-técnicos que mantuvieran a Syntex como líder en el campo de la producción de esteroides. La producción científica de la cooperación Syntex-Instituto de Química fue fructífera; entre los trabajos que se desarrollaron de manera conjunta se encuentra la síntesis de cetonas  $\alpha$ ,  $\beta$ -insaturadas como 16-metil- $\Delta^{16}$ -20 cetonas [88]. Syntex había logrado integrar un excelente grupo de investigadores coordinados por Rosenkranz y Djerassi, situación que les permitió atender diversos proyectos de investigación. De manera paralela, se planteó desarrollar un programa adicional, que fue la síntesis de los 19-nor-esteroides. El proyecto estuvo coordinado por Carl Djerassi y Luis E. Miramontes. En esta investigación Luis E. Miramontes logró la síntesis de la 19-nor-progesterona, una potente hormona progestacional [89]. Con base en esta metodología experimental, sintetizaron compuestos con mayor potencia progestacional como la 19-nor-17 $\alpha$ -etiniltestosterona, conocida comercialmente como noretisterona o noretindrona (fig. 16).



10. 19-nor-17 $\alpha$ -etiniltestosterona (noretindrona).

La sustancia fue bioevaluada en Wisconsin y el resultado fue que era muy activa como hormona progestacional. Esta sustancia llegaría a ser el ingrediente progestacional activo de casi la mitad de los anticonceptivos empleados en el mundo. El compuesto está registrado por la patente USA 2744122 y se encuentra en el Salón Nacional de la Fama de Inventores de Akron, Ohio, Estados Unidos. El compuesto constituyó el primer anticonceptivo oral obtenido por síntesis química [90]. Fue así que la investigación química brindó métodos para el control de la natalidad; no sólo eso, este descubrimiento generó cambios a nivel mundial en varios sectores sociales, así como profundos y graves cuestionamientos morales. Después de que sintetizaron la noretindrona (10), la compañía proporcionó esta sustancia a diversos investigadores, entre ellos Roy Hertz, de los Institutos de Sanidad, Gregory Pincus, de la Fundación Worcester y A. Lipschutz, de Chile, para realizar investigaciones clínicas y biológicas, las cuales apenas se iniciaban en México [43]. Por su parte, Djerassi expuso los resultados de la actividad biológica de la noretisterona en la División Química

Médica de la Sociedad Americana de Química, en 1952. Ante los éxitos de Syntex, los productores de esteroides en Europa y Estados Unidos se vieron obligados a abandonar sus propios procesos y usar las materias primas mexicanas, o bien, comprar las hormonas terminadas provenientes de México. Esto provocó una fuerte competencia entre los productores de hormonas. El arma principal de Syntex fue la diosgenina extraída del barbasco, que era abundante y barata.

## El auge de los laboratorios Syntex

En 1952 los Laboratorios Syntex mantenían el control tecnológico de la industria de los esteroides obtenidos a partir del barbasco. Syntex construyó una planta en Orizaba, Veracruz, para producir progesterona. Así, las instalaciones de Laguna de Mayrán, en la colonia Anáhuac, se transformaron en laboratorios adicionales de investigación. Las principales instalaciones de investigación de Syntex se trasladaron a Molino de Bezares, en la Ciudad de México, a la salida a Toluca. Los directivos de la empresa tenían claro que los 19-nor-esteroides eran un campo de investigación que debía atenderse para estar en la competencia del mercado farmacéutico, razón por la que le ofrecieron a Jesús Romo participar en el proyecto de los antioyulatorios, con el acuerdo de que él podía seleccionar a sus colaboradores. Sin embargo, por razones relacionadas con sus convicciones religiosas, no aceptó la oferta y siguió colaborando con Syntex bajo la dirección de Rosenkranz. Por su parte, Luis E. Miramontes ocupó el cargo de Subdirector de la División de Desarrollo de la empresa. Al inaugurarse las instalaciones de Molino de Bezares, en junio de 1952, las presiones internas estaban latentes. Por una parte, el grupo de Rosenkranz y la directiva de Syntex y, por la otra, el grupo disidente. El Presidente de la República, Licenciado Miguel Alemán, asistió a la inauguración del nuevo centro de investigación, donde el personal científico y técnico firmó una carta de agradecimiento al mandatario por el apoyo que estaba brindando a la empresa, sin que firmara Luis E. Miramontes, quizá porque la empresa estaba en poder de empresarios extranjeros nacionalizados mexicanos y la dirección de la investigación la tenían los químicos extranjeros; así como por la disparidad de salarios que tenían los investigadores contratados en el extranjero con respecto a los mexicanos, ya que los empresarios debieron ofrecer mejores salarios en relación al país de origen de los investigadores, para que fuera motivante la oferta de trasladarse a México. Luis E. Miramontes también manifestó su inconformidad al decir que “no era posible que solamente le otorgaran una regalía de 10 dólares por la síntesis de la noretindrona”. Para Jesús Romo, la situación ética con sus principios religiosos fue difícil y comentó “cuando se hace una investigación debe uno tener mucho cuidado en su aplicación, no sea que se arrepienta uno más tarde” [91].

En 1952 Syntex era una empresa con prestigio internacional. El grupo se había consolidado como parte de las acciones estratégicas para crear un nicho de investigación con todas las características de alta eficiencia. Para lograrlo se había reali-

zado un gran esfuerzo e inversión financiera; se importaron investigadores para lograr la síntesis de la cortisona. Por otra parte, los investigadores mexicanos estaban al nivel de poder tomar decisiones en la dirección de las investigaciones. Se habían integrado otros investigadores extranjeros de renombre como Alexander Zaffaroni, formado como bioquímico en la Universidad de Rochester, quien se encargó del Departamento de Biología en Syntex; así como Franz Sondheimer, un químico británico que trabajaba en la Universidad de Harvard. Consolidado industrialmente el método microbiológico de la introducción del oxígeno al anillo C, el grupo de investigadores de Syntex utilizó el procedimiento de Upjohn para la obtención de la cortisona a partir de diosgenina a través de un método de diez pasos [92]. La investigación científica en Syntex continuaba en ascenso. El doctor Jesús Romo seguía apareciendo como autor en algunas publicaciones, como por ejemplo, en la síntesis de los intermediarios alo-pregnano-3 $\beta$ ,11 $\alpha$ -diol-20-ona y alo-pregnano-3 $\beta$ ,11 $\alpha$ -diol-20-ona para la síntesis de 17 $\alpha$ -hidroxicorticosterona [93], la 11 $\alpha$ -hidroxi-progesterona [94], el alopregnano-3 $\beta$ ,11 $\alpha$ ,20 $\beta$ -triol para mejorar la síntesis de la cortisona [95]. Dentro del programa de preparación de 11-epímeros, sintetizaron  $\Delta^4$ -pregnan-11 $\alpha$ , 17 $\alpha$ , 21 triol-3, 20 diona, que fue el compuesto F de Kendall, uno de los principales productos que secretan las glándulas adrenales.

Para Jesús Romo y sus compañeros del IQ, formar parte del grupo de investigación de alta productividad científica de Syntex y colaborar con investigadores formados en el extranjero, los mantuvo en contacto con la comunidad internacional de investigadores en la química de los esteroides. Una ventaja para el proceso de formación de algunos investigadores fueron las relaciones de Carl Djerassi en Estados Unidos. Fue así que Enrique Batres realizó una estancia en la Universidad de Wayne al lado del grupo de Djerassi, en 1952; Miguel A. Romero hizo su doctorado en la Universidad de Harvard con Louis F. Fieser y J. Lepe en la Universidad Northwestern, bajo la asesoría del doctor V. Georgian. Finalmente se había logrado el reconocimiento científico de los investigadores mexicanos, a través de las publicaciones internacionales como la revista *J. Am. Chem. Soc.*, donde aparecieron numerosos trabajos en coautoría con investigaciones realizadas en Syntex. Cuando los investigadores del IQ continuaron sus trabajos de investigación de manera independiente con sus alumnos, ya tenían el reconocimiento y prestigio de ser miembros de la comunidad científica de Syntex, al lado de Rosenkranz, Djerassi, Stork y Sondheimer, entre otros investigadores.

## Los últimos años del Instituto de Química en Tacuba

Entre 1947 y 1953 Jesús Romo trabajó por la mañana en Syntex y por las tardes en el Instituto de Química. Entre los colaboradores de Fernando Orozco se encontraban Alberto Sandoval, José Iriarte, Octavio Mancera, Jesús Romo, Humberto Flores, Humberto Estrada y José F. Herrán, quienes tenían nombramientos de investigadores científicos. También

en estos años Madinaveitia empezó a mostrar síntomas propios de su edad, por lo cual dejó de asistir al Instituto. Uno de los enfoques más importantes de los primeros estudiantes que se graduaron en el posgrado del IQ, fue la dirección de tesis de licenciatura y de posgrado. Como asesor de tesis de licenciatura en los primeros años de la década de los cincuenta, Jesús Romo dirigió ocho de las 12 tesis que se realizaron en esta primera etapa del IQ en Tacuba. De esta manera, se caracterizó por ser un investigador productivo y con total dedicación a la investigación, tanto en el IQ como en Syntex. El Instituto de Química en 1953 contó con 16 investigadores, aunque solamente Alberto Sandoval, José F. Herrán, Fernando Walls, José Luis Mateos, Armando Manjarrez, Ma. Cristina Pérez-Amador, Pascual Aguinaco y Jesús Reynoso lo eran de tiempo completo. Además, había ayudantes que dedicaban su trabajo de manera altruista, simplemente por tener la oportunidad de realizar sus tesis en el Instituto, ya que para Alberto Sandoval era una prioridad contar con los mejores alumnos de la ENCQ como tesis. Cada fin de año escolar, Alberto Sandoval, acompañado de un par de investigadores, acostumbraba dar una plática sobre los trabajos de investigación del IQ para atraer a los alumnos, quienes generalmente debían entrevistarse con él y con el posible investigador que les dirigiría la tesis, aunque también hubo alumnos que se acercaban por interés propio o por recomendación de algún maestro de la ENCQ.

Alfonso Romo de Vivar, tras terminar su licenciatura, trabajó en el ingenio azucarero de Los Mochis, Sinaloa, en su fábrica de alcohol. Decidió acercarse al Instituto para hacer su tesis, porque algunos de sus compañeros de generación la estaban elaborando ahí. Fue así que José Luis Mateos y Pascual Aguinaco lo presentaron con Jesús Romo, quien resultó ser su paisano porque los dos nacieron en Aguascalientes. Le dijo que él estaba dispuesto a dirigir su tesis pero, como no era tan fácil ser admitido en el Instituto, le aconsejó primero hablar con José F. Herrán, también originario de Aguascalientes e hijo del pintor Saturnino Herrán. Efectivamente, después de conversar y bromear en relación al lugar de nacimiento, Herrán lo envió con Alberto Sandoval, quien le dijo que si no había inconveniente en que lo recibiera Jesús Romo, podía quedarse en el Instituto mediante una serie de requisitos. El primer estudio que desarrolló Romo de Vivar bajo la dirección de Jesús Romo fue en el campo de los esteroides y consistió en preparar nuevos productos sulfurados para después tratarlos con níquel Raney, en un proceso llamado desulfuración y que se utilizaba en la síntesis de hormonas sexuales [96]. De esta manera Alfonso Romo de Vivar, al igual que Isaac Lerner, León Maya y Javier Padilla, realizaron su trabajo de tesis en Tacuba. Por su parte, los investigadores Jesús Romo, Luis Miramontes, Octavio Mancera, José Iriarte y Humberto Flores, que colaboraban de tiempo parcial en el IQ, también eran responsables, al igual que Humberto Estrada y José F. Herrán, de impartir los cursos del Doctorado en Ciencias que dependía de la Escuela de Graduados. El Instituto de Química mantenía dos líneas principales de investigación: el aislamiento y determinación de estructuras de los productos naturales obtenidos a partir de vegetales, y la química de los esteroides, por su vinculación

con Syntex. También el IQ participó en el grupo internacional que trabajó en la elucidación de las estructuras de los nuevos compuestos aislados de las cactáceas del continente americano. El grupo estuvo coordinado por Carl Djerassi, y además de cactáceas estudió la *Rauwolfia heterophylla* de la que aisló reserpina [97] (Foto 8).

El IQ tuvo programas de intercambio académico con universidades reconocidas. En 1953 visitó al Instituto el doctor Lazlo Zechmeister, del Instituto Tecnológico de California; Herbert C. Brown, de Purdue; Luis F. Fieser y Gilbert Stork, de Harvard; Saul Winstein, de la Universidad de California en Los Ángeles; Hedvall, de Suecia; C. Stevens de Wayne y A. White de Columbia. Todos ellos impartieron cursos y conferencias sobre temas diversos. Finalmente, la vida académica del IQ en su primera etapa en Tacuba, favoreció intercambios de temas de actualidad. Estas acciones fortalecieron el reconocimiento internacional de la primera comunidad científica de investigadores químicos, formados en el IQ.

Con la construcción de Ciudad Universitaria, en 1954, vendría otra etapa de la investigación científica y nuevas oportunidades para varios investigadores que se desarrollaban en la industria y en la Universidad; por lo tanto, deberían decidir su futuro laboral, pero ¿cuál fue la decisión de investigadores como Jesús Romo, Luis E. Miramontes, Octavio Mancera y José Iriarte, que trabajaron tanto en la industria como en la

Universidad?, de ellos sólo Jesús Romo decidió dedicar tiempo completo a la Universidad.

El Instituto de Química fue un pequeño nicho en el que se cultivó la investigación en la materia; el personal académico y los recursos eran escasos, pero no la pasión con la que desplegaron su trabajo los pioneros de la química en México. En los primeros años de la década de los cincuenta se había conformado la primera comunidad científica en el campo de la Química, aunque sólo cuatro investigadores se habían doctorado en la Escuela de Graduados de la UNAM. El primero en hacerlo fue Alberto Sandoval, con un trabajo de investigación realizado en el Tecnológico de California. Los siguientes fueron Humberto Estrada y Jesús Romo, con investigaciones realizadas en el propio Instituto de Química, bajo la asesoría de Antonio Madinaveitia y Fernando Orozco, en la etapa de Tacuba. El cuarto fue José F. Herrán, con una investigación realizada bajo la dirección del grupo de investigación de Syntex. Estos cuatro investigadores serían los responsables de impartir los cursos del programa doctoral de la Escuela de Graduados, para las siguientes generaciones de estudiantes del IQ, desde 1952 hasta 1964. Mientras, en el Pedregal de San Ángel ya estaba en proceso la construcción de las nuevas instalaciones de Ciudad Universitaria. A menudo, los doctores Alberto Sandoval, José F. Herrán y Humberto Estrada viajaban a CU para supervisar los avances de las nuevas

instalaciones. Algunos de sus alumnos tesis de licenciatura, como Alfonso Romo de Vivar, Fernando Walls, Javier Padilla y Armando Manjarrez, acompañaban a Alberto Sandoval para realizar trabajos extras y adelantar el traslado a las nuevas instalaciones. Consciente Alberto Sandoval de la responsabilidad que implicaba la planeación de los nuevos laboratorios del instituto, y gracias a su buena relación con Harry M. Miller, director de la Fundación Rockefeller, a quien conoció durante su estancia en el Instituto Tecnológico de California, consiguió apoyos económicos para la compra de equipos de investigación como una centrífuga, aparatos de infrarrojo, de ultravioleta y mobiliario; además, una subvención que sirvió para organizar los laboratorios en los tres pisos de la Torre de Ciencias que le corresponderían al Instituto de Química, en coordinación con el Rector en turno, doctor Nabor Carrillo [98].

El equipamiento del Instituto en la década de los cincuenta fue un reto continuo, al grado de que sus integrantes colaboraban en cualquier actividad para adquirir material. Por ejemplo, en aquella época hubo una empresa de nombre Hoffman-Pinther & Bosworth, SA



**Foto 8.** Investigadores del Instituto de Química, 1953, Tacuba. Abajo de izquierda a derecha: León Maya, Isaac Lerner, Jesús Reynoso, José Luis Mateos, Jesús Romo, Fernando Walls, José Iriarte y Alfonso Romo de Vivar. En medio: Nemorio Reynoso, Cristina Pérez-Amador, Pascual Aguinaco y José F. Herrán. Atrás. Visitante, Armando Manjarrez, Javier Padilla, Catalina Vélez, Ana Villanueva, Harry Miller y Octavio Mancera (agachado) [96].

que vendía aparatos y reactivos para laboratorios químicos e industriales; sus oficinas estaban en la calle Artículo 123, en el centro de la ciudad. El dueño de la empresa, el señor Purple, le informó telefónicamente a Alberto Sandoval que su empresa se había incendiado y que iba a rematar el material que quedara útil, y como el Instituto era uno de sus mejores clientes, le hacía saber la noticia. Alberto Sandoval informó a algunos alumnos del IQ que lo acompañaran al siguiente día a recolectar material de laboratorio en la casa Hoffman que se había incendiado. Al llegar con el señor Purple, les dijo: “tanto el material de vidrio como los sólidos que se puedan identificar, se los voy a dar a la mitad de precio; el papel filtro, las mangueras y los líquidos se los voy a regalar; y del equipo que sirva, hay que tratar el precio”. Los alumnos del Instituto como Armando Manjarrez, Fernando Walls y José Luis Mateos se dieron a la tarea de buscar entre los escombros, materiales que fueran útiles. Todo lo que encontraron fue de gran utilidad, desde el material de vidrio hasta el papel filtro, tanto húmedo como sucio. El primer día que llevaron el material al Instituto en Tacuba, lo acomodaron en las mesas, pero al segundo día ya no cabía nada. Uno de los alumnos le propuso a Alberto Sandoval que se lo llevaran a la Torre de Ciencias de una vez, él respondió: “deja pensarlo”; otro de ellos le dijo: “no podremos estar en dos lugares al mismo tiempo”. Finalmente, Alberto Sandoval aceptó y al día siguiente todos empezaron a tomar sus cosas, pero Alfonso Romo de Vivar les dijo: “no puedo suspender mi trabajo, Jesús Romo me lo encargó”; uno de ellos le contestó: “no te preocupes Romito, en la CU podrás continuar tu trabajo inmediatamente”. Sin discutir más, Sandoval le indicó que subiera su columna de cromatografía al camión. Fue así que investigadores y alumnos se trasladaron el 2 de febrero de 1953 a la Ciudad Universitaria. Al llegar, se encontraron a los investigadores del Instituto de Física, que estaban organizando su instrumentación y equipos [76]. Al construir Ciudad Universitaria, en 1954, vendría una oportunidad para varios investigadores que laboraban tanto en la industria como en la Universidad. Por lo tanto, investigadores como Jesús Romo, Octavio Mancera, José Iriarte y Luis E. Miramontes, que trabajaban en Syntex, debían decidir qué rumbo seguir. Al respecto, la posición de Alberto Sandoval fue clara, les indicó que era necesario que decidieran entre la Universidad o la industria y que no había posibilidad de que trabajaran en ambos lados, ya que la Universidad ofrecía plazas de tiempo completo de investigador científico. Octavio Mancera y José Iriarte renunciaron al Instituto y continuaron de tiempo parcial en alguna dirección de tesis, ya que toda su trayectoria profesional la dedicaron a Syntex. Luis E. Miramontes decidió incorporarse a la dirección científica de la empresa farmacéutica Productos Esteroidales, SA (PESA) y como investigadores lo hicieron Humberto Flores y Pascual Aguinaco, entre otros. Jesús Romo optó por el Instituto de Química.

Al separar físicamente el Instituto de Química de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y trasladarse a Ciudad Universitaria, se restringió la vinculación de la investigación y la docencia entre el Instituto y la Escuela de Química. Los

pioneros, por su parte, al haber logrado reconocimiento científico a través de las publicaciones, serían los encargados de ocupar las plazas de investigadores de tiempo completo en la Universidad, para dirigir los proyectos de investigación de manera independiente. También se vieron apoyados por Syntex para realizar investigación de soporte en la química de los esteroides. Así, el Instituto de Química fue creciendo y adquiriendo importancia. Durante el periodo de 1951 a 1954 se consolidó la Química y la investigación científica en la Universidad, propiciada por la creación de Ciudad Universitaria, que hizo posible a los científicos dedicarse de tiempo completo a sus labores de investigación, así como consolidar la figura académica de investigador científico.

Al Instituto de Química se le asignaron 3 niveles en la Torre de Ciencias, del piso 11 al 13. En el décimo primero se ubicaba la dirección, bajo la coordinación de Alberto Sandoval, que incluía un pequeño laboratorio, exclusivo del director, más otros dos: uno de Productos Naturales y otro de Química Orgánica. En uno de ellos laboraba Alberto Sandoval con su colaboradora, la química Noemí Monroy y su alumno, el químico Fernando Walls, como ayudante de investigador. En el laboratorio de Química Orgánica se encontraba Humberto Estrada y algunos alumnos, entre ellos Armando Manjarrez como ayudante de investigador; también estaba el químico Humberto Flores Beltrán del Río, con su alumno Tirso Ríos. En el mismo nivel se encontraba la biblioteca, a cargo de Catalina Vélez, que era un lugar pequeño y tranquilo que invitaba a leer; desde la parte oriente, donde se encontraba el acervo, se dominaba parte del Valle de México y al fondo se podían observar los volcanes (Foto 9).

En el piso décimo segundo había tres laboratorios: en el primero se encontraba el laboratorio de Bioquímica, coordinado por Barbarín Arreguín, graduado en el Tecnológico de California, en Pasadena, quien ingresó al IQ en 1954 [99], el segundo laboratorio era de Química Orgánica, a cargo de José F. Herrán, con su colaboradora Cristina Pérez-Amador y su alumno, el químico Javier Padilla, como ayudantes de investigador; y en el tercer laboratorio, otro más de Química Orgánica, se encontraba Jesús Romo con su alumno, el químico Alfonso Romo de Vivar, como ayudante de investigador. También en este laboratorio se encontraba un investigador visitante, Herbert C. Brown, químico inglés que había emigrado a Estados Unidos [100]<sup>3</sup>.

Finalmente, en el piso décimo tercero se encontraban los talleres de soplado de vidrio, el torno y la maquinaria de carpintería, para que los investigadores diseñaran o realizaran alguna adaptación a sus equipos. Alberto Sandoval, sin lugar a dudas, fue una persona con gran visión en la organización de la investigación; logró que en este piso hubiera una estancia con los servicios de hospedaje y una pequeña cocina, para que los investigadores visitantes estuvieran ahí, sin la necesidad de perder tiempo en el traslado. En esta época vendrían

<sup>3</sup> *Nota Editorial*: Herbert C. Brown (1912-2004) recibió el Premio Nobel de Química en 1979 junto con Georg Wittig (1897-1987).



**Foto 9.** Investigadores y directores del Instituto de Química de la UNAM. De pie de izquierda a derecha. Los doctores Jesús Romo, Fernando Walls y José Luis Mateos. Sentados de izquierda a derecha Fernando Orozco, director del IQ en la etapa de Tacuba y Alberto Sandoval, director del IQ en la etapa de la Torre de Ciencias (Foto publicada en el *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* Sandoval, 1965).

tiempos difíciles para Jesús Romo con la muerte de su madre, Guadalupe Romo; a los pocos días, se trasladó a vivir con el Ing. Carlos Romero, compañero y amigo de Aguascalientes. Recuerda Carlos Romero que “un domingo visitamos la zona arqueológica de San Juan Teotihuacan, ya que Jesús Romo gustaba de la lectura de la Historia de México. Su situación familiar no la pudo contener, al grado que cuando llegaba al IQ en CU, le daba por azotar la puerta y sus alumnos, al percatarse de su problemática, trabajaban sin opinar nada. Al pasar algunos meses, contrajo matrimonio con la QFB. Elva Cedano, compañera de los Laboratorios Syntex, quien trabajó en el área de producción hasta 1954. Posteriormente renunció a los Laboratorios Syntex y decidió dedicarse a su familia. Este acontecimiento haría que Jesús Romo fuera más estable emocionalmente, ya que siempre se mostró reservado y dedicado al trabajo de laboratorio. Sus primeros años de vida familiar residió en la calle de Plan de Ayala en el Casco de Santo Tomás, cerca de Laguna de Mayrán, en la colonia Anáhuac, donde también estaban los laboratorios Syntex, así como de Tacuba, donde estaba el Instituto de Química. Para 1958 nacería su primer hijo, Miguel; a los tres años nació Pablo y en 1964, Luis. Durante los años sesenta, la familia Romo Cedano se trasladó

a vivir a la colonia Campestre Churubusco, cerca de Ciudad Universitaria [101].

La experiencia adquirida en Syntex como investigador le permitía a Jesús Romo trabajar dos o tres temas de manera simultánea. Bajo estas circunstancias, participó en los trabajos desarrollados dentro del Grupo Internacional de Investigación de las Cactáceas del Continente Americano. Algunos de los trabajos realizados fueron el estudio de los alcaloides de la corteza del árbol mexicano *Garrya laurifolia* mejor conocido como “Cuauchichic” del que aislaron el compuesto cuauchichicina, un alcaloide diterpenoide [102]. También se estudiaron las semillas del árbol mexicano zapote blanco (*Casimiroa edulis*), en el que identificaron los compuestos 9-hydroxi-4-metoxifuran[3,2-g]benzopyran-7-ona, entre otros [103].

Al finalizar la década de los cincuenta, algunos investigadores como Jesús Romo, que mantenía su colaboración con el grupo de Syntex encabezado por Rosenkranz, dirigían en paralelo sus investigaciones en la Universidad con sus alumnos de licenciatura o de doctorado. No obstante que el químico aguascalentense se separó de Syntex, aunque se mantuvo como colaborador, el tema de investigación que continuó trabajando fueron los esteroides. Así, al llegar a la Torre de Ciencias, el tema era materia prima en abundancia para desarrollar investigaciones con sus alumnos en Ciudad Universitaria. Una de las primeras investigaciones de manera independiente fue la síntesis del diacetato de  $11\alpha$ -hidroxidiosgenina, ya que este compuesto conduce a derivados del pregnano que se pueden transformar en diferentes hormonas [104], así como la síntesis de algunos derivados de dihidroxiacetona [105]. Uno de sus colaboradores más cercanos fue el químico Alfonso Romo de Vivar, quien realizó estudios sobre la síntesis de compuestos  $16\alpha,17\alpha$ -dihidroxi esteroides, que consistió en acetilar los grupos  $17\alpha$ -hidroxi con agentes reductores, reactivos acetoxilantes y básicos [106], la transformación que se realiza se muestra en la Fig. 2.

A mediados de los sesenta, algunos investigadores como S. Eardley y colaboradores de los Laboratorios de investigación Glaxo, comentaron la transformación Romo-Romo de Vivar [107]. El trabajo de la síntesis de compuestos  $16\alpha,17\alpha$ -dihidroxi esteroides permite ilustrar la elaboración de los informes de investigación de esos años. Por ejemplo, las estructuras las hacían con una plantilla para dibujar los hexanos y el pentano, los metilos, carboxilos y oxhidrilos, los escribían a mano; como último paso, el editor los transcribía para la edición final. A continuación se muestra en la Fig. 3 una copia de la síntesis descrita líneas arriba.

Otros estudios sobre el tema fueron la transformación de Favorskii en la serie del pregnano y la síntesis del acetato de desoxicorticosterona [108].

Carl Djerassi jugó un papel importante en la conexión de investigadores de la Universidad de Wayne, en Detroit, Estados Unidos, hacia Syntex. Un ejemplo de estas conexiones académicas fue Pierre Crabbé, nacido en Bélgica, con estudios de doctorado en Química Orgánica de la Ecole Normale Supérieure en París. Crabbé realizó una estancia posdoctoral con Djerassi en la Universidad de Wayne. Djerassi incorporó a Crabbé como director de investigaciones de los Laboratorios

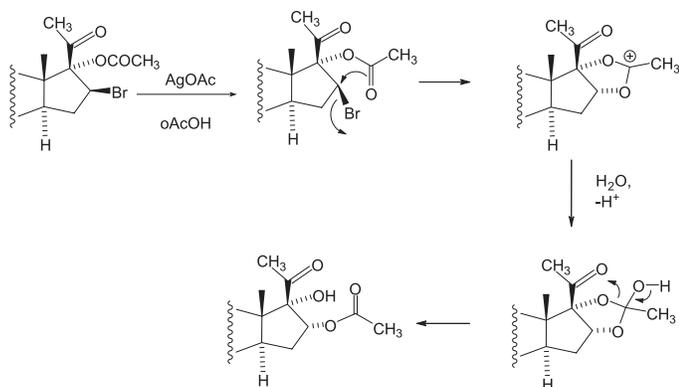


Fig. 2. Síntesis de compuestos 16 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -dihidroxi esteroides.

El apoyo material y económico que recibió el Instituto de Química por parte de Syntex durante los últimos años de la década de los cincuenta y primeros años de los sesenta, fue importante para desarrollar investigación en trabajos vinculados con el tema de los esteroides. Considerando que los Laboratorios Syntex fueron absorbidos en 1956 por el grupo Ogden Corporation, una empresa transnacional estadounidense, un día apareció una nota en un periódico informando que el IQ recibía apoyo económico de una transnacional y subrayaba la circunstancia de trabajar por un ingreso extra. El tema se discutió en la Academia de la Investigación Científica que estaba en la Torre de Ciencias, la sesión fue polémica, por lo que Alberto Sandoval decidió disminuir las relaciones académicas del IQ con Syntex. Algunos estudiantes resintieron esta situación y expresaron “entre envidias y traiciones es la historia de este país” [76].

Comenta Alfonso Romo de Vivar: ...“la jornada diaria de trabajo durante el doctorado comenzaba con clases a las ocho de la mañana; después se trabajaba en el laboratorio y en los tiempos libres se hacían las prácticas correspondientes a las clases. Normalmente se tomaba una hora, de dos a tres de la tarde, para ir a comer al club central, que estaba situado junto a la Facultad de Arquitectura; de regreso se trabajaba hasta las 8.00 pm. Generalmente la labor cotidiana era amenizada con interesantes pláticas, principalmente de historia, que conducía Jesús Romo. Con frecuencia se comentaba algún libro de actualidad, a cuya lectura inducía José F. Herrán. Para terminar la semana, los sábados sólo se trabajaba medio día” [96]. Se sabe que en algunos momentos de descanso Jesús Romo llevaba al laboratorio algún libro del padre jesuita Pierre Teilhard de Chardin, que comentaba con Ernesto Domínguez, lo que provocaba asombro entre los otros investigadores [111], como Humberto Estrada. En los años siguientes, algunas de las personas más cercanas a Jesús Romo fueron el estudiante de doctorado Ernesto Domínguez quien tenía la carrera eclesiástica, y Alfonso Romo de Vivar quien es de Aguascalientes y su colaborador en el Instituto (Foto 10).

(Contribución del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México)

ALGUNOS EXPERIMENTOS EN LA SERIE DE LOS 16 $\beta$ -BROMO-17 $\alpha$ -ACETOXI-20-CETO ESTEROIDES. SÍNTESIS DE 16 ALFA, 17 ALFA DIHIDROXI ESTEROIDES Y COMPUESTOS RELACIONADOS.

Por J. Romo y A. Romo de Vivar.

Las bromhidrinas que se obtienen por apertura de los 16 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -epóxidos-20-cetona esteroidales, son intermedias en la síntesis de los 17 $\alpha$ -hidroxi esteroides desarrollada por Julian<sup>(1)</sup>, que procede mediante la eliminación del átomo de bromo con níquel Raney o utilizando la modificación de Kendall<sup>(2)</sup>, por hidrogenación, en presencia de un catalizador de paladio. También se conoce la fácil eliminación de ácido bromhídrico con regeneración de los 16 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -epóxidos, producida por la acción de las bases débiles. Nosotros hemos estudiado el comportamiento de las bromhidrinas con el oxhidrilo 17 $\alpha$  acetilado, frente a agentes reductores, acetoxilantes y básicos. La acetilación del oxhidrilo 17 $\alpha$ -del acetato de 16 $\beta$  bromo  $\Delta^5$ pregnen 3 $\beta$ , 17 $\alpha$ -diol-20-ona (I), que se encuentra fuertemente impedido, se efectuó siguiendo un procedimiento similar al descrito por Turner<sup>(3)</sup>, obteniéndose el diacetato (II).

(1) P. L. Julian, E. W. Meyer, W. J. Karpelos I, Ryden, Journal of the Am. Chem. Soc. 71, 3574 (1949); 72, 5145 (1950)

(2) F. B. Colton, W. R. Nes, D. A. van Dorp, H. L. Mason y E. C. Kendall, J. Biol. Chem., 194, 235 (1952)

(3) R. B. Turner, Journal of the Am. Chem. Soc. 75, 3489 (1954)

<p>I R = Ac, R' = Br (B)</p> <p>II R = Ac, R' = Br (B)</p> <p>III R = Ac, R' = AcO (B)</p> <p>IV R = H, R' = AcO (a)</p> <p>V R = Ac, R' = AcO (a)</p>	
--	--

Este producto cuando se refluxa con polvo de zinc en etanol elimina el radical acetoxilo y el bromo, formándose el acetato de  $\Delta^5$ pregnenadiol 20-ona (VI). Las bases relativamente fuertes como el carbonato de potasio, elimina el radical acetilo y el bromo de la acetil bromhidrina (II), regenerando el epóxido (VIIa).

VII a, R = H  
b, R = Ac.

VIII

IX a, R = H, R' = H  
b, R = Ac, R' = H  
c, R = H, R' = Hc  
d, R = H, R' = Hc

Fig. 3. Manuscrito del trabajo de la síntesis de compuestos 16 $\beta$ ,17 $\alpha$ -dihidroxi esteroides (Archivo personal Alfonso Romo de Vivar, 2005).

Syntex. Dentro de los trabajos en colaboración de Syntex y el Instituto de Química sobresalen los trabajos del grupo de Romo y de Crabbé, que consistieron en la síntesis y estereoquímica de esteroides sustituidos en 16 de la serie de pregnano e isopregnano [109], así como el estudio sobre la estereoquímica de los productos de hidrólisis alcalina de la 16 $\alpha$ -ciano- $\Delta^5$ pregnen-3 $\beta$ -ol-20-ona [110].

### La química de los productos naturales orgánicos

En México, el uso de plantas para diversos propósitos tiene amplio reconocimiento. Se tiene registrado un número aproximado de 3000 especies botánicas con propiedades medicinales que son utilizadas por la población para el tratamiento de diversos padecimientos. Considerando la riqueza y la variedad de la flora mexicana usada tradicionalmente, el porcentaje de especies estudiadas desde un punto de vista fitoquímico es bajo y aún es menor el número de especies que incluyen estudios biológicos. La tradición en su uso y la demanda de productos vegetales utilizados por la industria farmacéutica en la elaboración de nuevos productos medicinales, ha conducido a reconocer que la investigación en esta área es de gran importancia. De esta manera, corresponde a la Química caracterizar los principios activos de las plantas, para proporcionar las bases de estudios posteriores. Una de las líneas de investi-

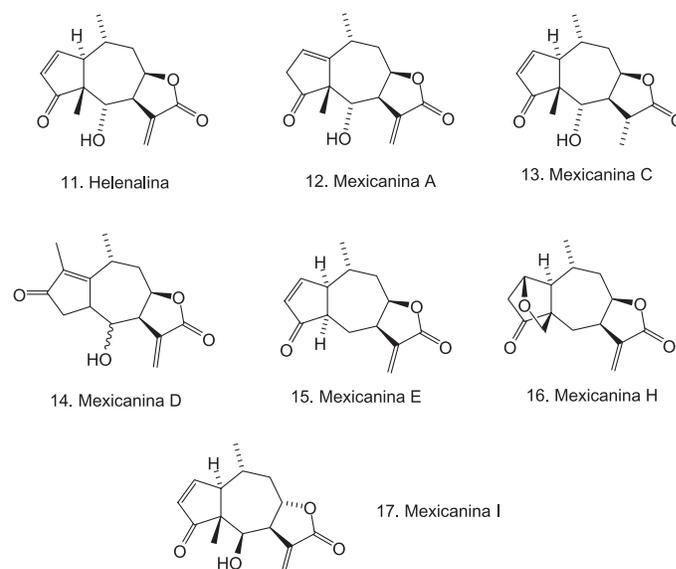


**Foto 10.** Investigadores del Instituto de Química en 1967. De pie, de izquierda a derecha, Barbarín Arreguín, Alfonso Romo de Vivar, Armando Manjarrez, Othón Chao, Tirso Ríos, Jacobo Gómez Lara, Federico García. Sentados de izquierda a derecha, Humberto Estrada, Jesús Romo, Alberto Sandoval, el rector Ing. Javier Barros Sierra, Fernando Walls y Raúl Cetina (Foto publicada en *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* Sandoval, 1968).

gación en Química de los Productos Naturales que coordinó Jesús Romo en colaboración con Alfonso Romo de Vivar, fue el estudio de las lactonas sesquiterpénicas. A principios de la década de los sesenta se iniciaron los estudios en lactonas sesquiterpénicas, motivados por las propiedades de la planta conocida como chapuz o rosilla de Puebla (*Helenium mexicanum*), que pertenece a la familia de las compuestas. Esta planta se encuentra ampliamente distribuida en América del Norte, en donde existen numerosos géneros y especies, algunas de las cuales han sido estudiadas y de las que se han aislado lactonas sesquiterpénicas con esqueleto del guayano. También se realizaron estudios que contribuyeron al esclarecimiento de algunas estructuras [112]. El chapuz es una planta herbácea que florece de junio a octubre, crece en varios estados de la República; la planta tiene un sabor amargo, que es transmitido a la leche que dan las vacas que pastan en lugares donde crece. Esta planta también es estornutatoria y con propiedades insecticidas. La colecta del vegetal se realizó en Tepexpan, Estado de México, donde colectaron de 20 a 30 kg de material en cada una de las etapas de su ciclo vital. Se trabajó con la planta tierna, antes de florecer, en plena floración y cuando había producido semilla; en todos los casos, la planta aún fresca se picaba, lo que inmediatamente provocaba estornudos y ardor de ojos. Al estudiar al *H. mexicanum*, se aislaron la helenanina (**11**) y otras seis sustancias relacionadas, a las que se dio el nombre de mexicaninas por provenir de la especie *mexicanum* y se las distinguió con las letras A (**12**), B, C (**13**), D (**14**), E (**15**), H (**16**) e I (**17**) [113]. La helenanina (**11**) resultó ser un constituyente importante de la planta, ya que tiene sabor amargo y es estornutatoria. Tanto la

helenanina como la mexicanina E (**15**), se encuentran en todas las fases de desarrollo de la planta. Las lactonas aisladas del chapuz pertenecen a tres grupos de lactonas con 14, 15 y 17 átomos de carbono. El primero de estos grupos, comprende a las mexicaninas E y F, que contienen tres átomos de oxígeno. El grupo más numeroso es el de las lactonas con 15 átomos de carbono y cuatro de oxígeno y está formado por la helenanina y las mexicaninas A, C, D y H. El tercer grupo de lactonas, con diecisiete átomos de carbono y cinco oxígenos, comprende a las mexicaninas B y G. Desde el punto de vista químico el problema fue interesante, pues no se había establecido con seguridad la estructura y menos aún la estereoquímica de ninguna de estas sustancias. En esta discusión trabajó el grupo de investigación de Jesús Romo, del Instituto de Química de la UNAM, el de Derek H. Barton, del Colegio Imperial de Londres; el de Werner Herz, de la Universidad de Florida; George Büchi, del Instituto Tecnológico de Massachussets y F. Sorm, de Praga.

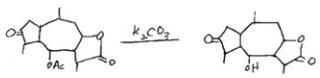
La helenanina se ha aislado de diferentes especies de *Helenium*, al ser la sustancia más característica de las especies de este género. La estructura de la helenanina (**11**) se estableció en 1963 [114], en un trabajo en conjunto entre los grupos de investigación de la Universidad de Florida y el del IQ, quienes establecieron de manera correcta las estructuras de toda la serie de lactonas sesquiterpénicas obtenidas del género *Helenium*. La Fig. 4 muestra una parte de la bitácora del trabajo experimental de Alfonso Romo de Vivar sobre la helenanina.



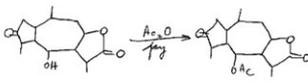
79

(helenanina obtenida por saponificación de acetil  
de helenanina)

35 - mg de helenanina se saponificaron con  
30mg de  $K_2CO_3$  en 30 ml de agua la sust en  $40^\circ C$   $H_2O$   
se dejó 1 hora a temp amb se diluyó con agua se  
extrajo con  $CHCl_3$  se lavó con  $NaOH$  al 2%  
se obtuvieron 20mg Pf= 174-175  
fue idéntico con observación de dióxido lact III por IR y Pfrnt  
(antes)



400 mg de helenanina se disolvieron en 30 ml  
de metanol, y se saponificaron con 400mg de  $K_2CO_3$  en  
ml  $H_2O$ , 1 hora a reflujo, se añaden con  $H_2O$ ,  
se evaporó el disolvente, se diluyó con  $CHCl_3$ , se lavó  
con  $H_2SO_4$  amb y se cristalizó de benceno - heptano  
se obtuvieron 100 mg Pf= 168-70  
no da depresión en Pfrnt con dióxido lactone III  
y lo IR se idéntico

Reacetilación: 

50 mg de producto obtenido en la saponificación de acetil  
de helenanina se reacetiló cuando 5  
gotas de piridina y 5 gotas de  $Ac_2O$  luego al vapor  
(se diluyó con agua hasta turbidez, más tarde cubrió al producto y se filtró  
se obtuvieron 40 mg de acetil con Pf= 119-120 y se filtró  
no da depresión en Pfrnt con acetil de dióxido lactone III

Fig. 4. Página de la bitácora de trabajo de Alfonso Romo de Vivar, donde describe algunos ensayos químicos de la helenanina (Archivo personal Alfonso Romo de Vivar, 2005).

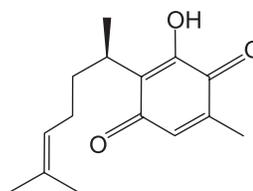
La helenanina posee propiedades citotóxicas, lo que indujo a estudiar su acción como agente antitumoral. Se prepararon numerosos derivados de la helenanina y se llegó a la conclusión es necesaria la presencia del grupo funcional  $\alpha$ -metileno- $\gamma$ -lactona, así como de la cetona  $\alpha,\beta$  insaturada para la bioactividad. Hasta la fecha se les han encontrado diferentes propiedades para las lactonas sesquiterpénicas: son antiinflamatorios, cardiotónicos, insecticidas, tienen efecto sobre el músculo cardíaco algunos derivados son inhibitorios de plaquetas humanas [115]. También es relevante la discusión referente a la biogénesis de las lactonas sesquiterpénicas [116].

Cuando Jesús Romo estuvo estudiando las mexicaninas al inicio de la década de los sesenta, el investigador Raúl Cetina, que trabajaba en el Instituto de Física en rayos X, visitaba a los investigadores del IQ. Un día algún investigador del IQ le preguntó en qué consistía su trabajo sobre rayos X, él respondió, “esta metodología permite elucidar la estructura de cualquier sustancia cristalina; mientras ustedes se tardan años para llegar a una estructura, con esta técnica se hará en días”. Sin dudar, Jesús Romo tomó un cristal de una mexicanina y se lo entregó al químico Cetina; pasaron los días y uno de los ayudantes del responsable del laboratorio de rayos X, entregó los resultados de la sustancia, explicando que la muestra era sacarosa. Al escuchar la respuesta, Jesús Romo expresó: “no los quiero ver

por mi laboratorio”. Finalmente, el químico Raúl Cetina fue invitado a participar, primero como estudiante de doctorado y después como investigador del IQ [44].

Otro de los temas que se estudiaron en el laboratorio de Jesús Romo, que ha constituido una importante línea de investigación [117], fue el aislamiento de la perezona y el estudio de sus transformaciones, cuyo antecedente data del doctor Leopoldo Río de la Loza, quien en 1852 aisló una sustancia que llamó ácido pipitzahico [118].

El químico Pedro Joseph-Nathan cursó la materia optativa de Fitoquímica que impartía Francisco Giral en la ENCQ en CU; en su curso tenía una práctica sobre el aislamiento de la perezona. Un buen día, los resultados de la práctica de Pedro Joseph fueron diferentes a los que indicaba su instructivo, puesto que obtuvo unos cristales blancos y no anaranjados. Esto bastó para que Pedro Joseph le preguntara a Jesús Romo por qué no retomaban el tema, ya que los resultados eran totalmente diferentes a los reportados en los textos [119]. El estudio estructural de la perezona (18) de la especie vegetal *Perezia cuernavacana* [120], incluyó el análisis por espectroscopía de RMN, con lo que determinaron que la estructura reportada en las décadas de los treinta y los cuarenta del siglo XX eran incorrectos, también realizaron otros estudios de derivados de la perezona con diazometano, la síntesis total [121], y estudios sobre su comportamiento químico [122]. También se sabía que cuando la perezona se calienta, la sustancia anaranjada original se transforma en un compuesto cristalino blanco, al que se llamó pipitzol; sin embargo, en 1965 se logró separar este material en 2 compuestos, a los que se les llamó  $\alpha$ -pipitzol y  $\beta$ -pipitzol [123]. Cabe mencionar que las investigaciones en otras especies vegetales del mismo género, han contribuido a la línea de investigación de la perezona.



18. Perezona

En sus actividades de investigador, Jesús Romo siempre continuó formando estudiantes; en 1962 uno de sus alumnos de doctorado fue Pedro Joseph Nathan, que en 1966 se trasladó al entonces llamado Departamento de Química e Ingeniería Química del Cinvestav-IPN. Otro alumno fue Francisco Sánchez Viesca, quien desarrolló el trabajo doctoral “La estructura de la estafiatina, una nueva lactona sesquiterpénica aislada de la *Artemisia mexicana*” [124]. Cada investigador tuvo su propia personalidad; Jesús Romo “fue una persona dedicada al trabajo experimental, con muchas habilidades y una total vocación hacia la química experimental”. José F. Herrán “fue persona que sabía motivar a los alumnos hacia el trabajo: nos decía: muchacho, ¡qué cristales tan hermosos! vamos a identificarlos”. Todos ellos demostraban seguridad en el trabajo, transmitían su gusto por la investigación [125]. José F. Herrán se caracterizó por tener un gran acercamiento con la



**Foto 11.** De derecha a izquierda. Los doctores Jacobo Gómez Lara, Federico García, la química Yolanda Castells, Jesús Romo, el director de la Facultad de Química de Mérida y el Ing. José Antonio Mestas. Durante el Congreso de Química en la ciudad de Nuevo León, Monterrey, el 4 de abril de 1967 (Archivo personal Yolanda Castells, 2004).

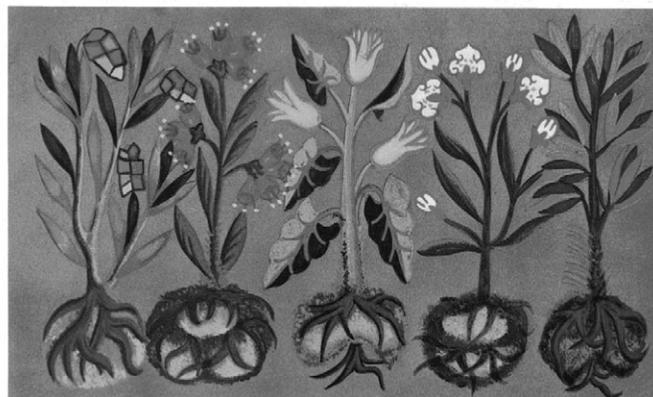
gente, tenía un lenguaje que se acercaba al del alumno, lo cual hacía que éste se interesara por las cosas que él decía [126]. La labor de investigación de Jesús Romo continuó principalmente en la química de Productos Naturales, aunque sin descuidar el tema de los esteroides en Syntex. También se desempeñó como docente en la asignatura de Química Orgánica en la ENCQ y en la Escuela de Graduados de la UNAM. Cuando iba a dar su cátedra de Química Orgánica a la ENCQ, los alumnos lo esperaban con entusiasmo; fue un profesor puntual y formal, acostumbró el traje, acompañado de su seriedad y timidez. Generalmente no llevaba apuntes o libros; solía llevar una agenda con los nombres de sus alumnos, de la cual seleccionaba un nombre al azar para que le explicara, antes de que él impartiera su cátedra, la clase anterior, los alumnos decían que era un profesor “duro”, es decir, exigente; la exposición la consideraba como una calificación del curso. Generalmente hacía sus notas en el pizarrón explicando las reacciones con algunos mecanismos. Por ejemplo la reacción de Perkin, que es una reacción para aldehídos aromáticos utilizada para sintetizar ácidos no saturados en  $\alpha$  o  $\beta$  a través de la forma enólica del anhídrido. Escribía las reacciones según el nombre del investigador que las había descubierto, desde la reacción de Grignard y Diels-Alder hasta la de Oppenauer, entre otras. También explicaba en el salón de clases la práctica, para que sus ayudantes Fernando Walls y Francisco Sánchez Viesca la realizaran en el laboratorio con sus alumnos; el libro que recomendaba era el Fieser y Fieser de *Química orgánica* [127]. Jesús Romo también tuvo a su cargo la redacción del *Boletín del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*, en 1963 (Foto 11).

Para 1969 la comunidad científica nacional e internacional, reconocía la producción de Jesús Romo. Uno de los congresos más relevantes de la época fue el VI

*programa general y resúmenes*

VI SYMPOSIUM INTERNACIONAL SOBRE LA QUÍMICA DE LOS PRODUCTOS NATURALES (ESTEROIDES Y TERPENOS)

México, D. F. / 21 a 25 de abril / 1969



Vth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE CHEMISTRY OF NATURAL PRODUCTS (STERIODS AND TERPENES)

Mexico City / April 21st - 25th / 1969

*general program and abstracts*

**Fig. 5.** Portada del Programa de VI Simposio Internacional sobre la Química de los Productos Naturales (Esteroides y Terpenos), organizado por la Sociedad Química de México y la IUPAC en 1969.

Symposium Internacional sobre la Química de los Productos Naturales (Esteroides y Terpenos), organizado por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y la Sociedad Química de México. El programa del Symposium incluyó a destacadas personalidades del ámbito científico, entre ellos a Derek H. R. Barton, del Imperial College de Londres; R. Deghenghi, de los Laboratories Ayerst; C. Djerassi, de la Universidad de Stanford; O. Jeger, de la Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) de Zurich; T.A. Geissmann, de la Universidad de California; S.M. Kupchan, de la Universidad de Wisconsin; Jesús Romo, del Instituto de Química de la UNAM; K. Scriber, del Institute of Plant Biochemistry de Berlin; F. Sorm Czechoslovak, de la Academy of Science de Praga y K. Takeda Shionogi, de los Laboratorios de Investigación de Osaka, Japón (Fig. 5).

La conferencia plenaria inaugural fue la de Jesús Romo y consistió en los estudios recientes sobre sesquiterpenos, en especial los guayanólidos aislados de varias especies de plantas. Entre las estructuras aisladas se encuentran la matricarina, la klotzchina y la canescina, entre otros compuestos. Otros investigadores del IQ también presentaron sus trabajos a manera de ponencias, entre ellos Alfonso Romo de Vivar, con el tema Aislamiento y estructura de Linarina, un nuevo pseudo-guayanólido. Otros expositores fueron Pedro A. Lehmann, del Departamento de Química e Ingeniería Química del Cinvestav; Francisco Giral, del Departamento de Química Farmacéutica de la Facultad de Química de la UNAM y Carlos Casas

Campillo, de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN [44,128].

Durante el Congreso Russell E. Marker recibió un homenaje por su trayectoria científica. Desde 1949 cuando publicó su último trabajo sobre botogenina como fuente para la elaboración de cortisona, Marker había desaparecido para la comunidad científica. Numerosas personas habían intentado encontrarlo, algunas con la esperanza de hacerlo volver al estudio de los esteroides; otras con la de obtener alguna una entrevista para satisfacer la insaciable curiosidad de las personas cuyas vidas han sido afectadas con sus descubrimientos. Ninguna tuvo éxito y Marker se volvió leyenda. Marker fue invitado después de una intensa búsqueda por parte de Pedro A. Lehmann, quien logró localizar al genial químico que industrializó el barbasco. Para localizarlo se valió de cartas cruzadas, telegramas y hasta del FBI; finalmente lo encontraron en Filadelfia, pero les dijo “sí, voy a México, pero ni sí, quiera una pregunta”. Durante el evento Pedro A. Lehmann, ofreció un discurso de su trayectoria científica [129].

Uno de los reconocimientos importantes que recibió Jesús Romo por parte de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), fue su ingreso como Miembro Titular del Comité de la División de Química Orgánica (III), al igual que J. Sandler, presidente de la Asociación Mexicana de Tecnología de Alimentos. La Sociedad Química de México, miembro de la IUPAC, respaldó oficialmente los nombramientos [130]. La siguiente década sería de nuevos roles en la trayectoria académica de Jesús Romo, pues se incrementaron sus reconocimientos científicos, así como sus actividades de difusión y gestión científica, como fue la dirección del Instituto de Química de la UNAM.

## La Dirección del Instituto de Química

En 1970, Alberto Sandoval cumplía dieciocho años al frente de la dirección del Instituto y por reglamento, a la Junta de Gobierno de la Universidad le correspondía designar a un nuevo director. La terna nombrada por el Rector Pablo González Casanova estaba conformada por José Luis Mateos, Jesús Romo y Alfonso Romo de Vivar. Todos ellos formados académicamente en el Instituto de Química, egresados de la Escuela de Graduados de la UNAM y profundos conocedores del Instituto. La experiencia de Jesús Romo como investigador, le daba cierta posición de jerarquía académica sobre los demás investigadores [131-132]. La decisión de la Junta de Gobierno se inclinó hacia Jesús Romo y el 14 mayo de 1971 fue nombrado oficialmente director del Instituto de Química de la Universidad [133-134]. Al recibir su nombramiento, fueron llegando saludos y felicitaciones, uno de ellos fue el de Álvaro de León Botello, un excompañero del Instituto de Ciencias de Aguascalientes que le expresó: “sabemos que es una inmensa responsabilidad la que se te acaba de encomendar, pero conociendo tu capacidad, tu constancia y tu completa dedicación para las causas nobles, de antemano puedo afirmar

que tu estancia en ese puesto será de mucho beneficio a la institución” [135].

Durante su gestión, Jesús Romo dedicaba la mañana para asuntos de la dirección y la tarde a su trabajo de investigación; en un momento expresó a uno de sus colegas: “la dirección es una distracción necesaria”. El asunto de las limitaciones en las tareas administrativas no se manifestó mientras no hubo un problema mayor por resolver, pero en esas fechas cambió la función de la Torre de Ciencias, para convertirla en un edificio dedicado a las humanidades, hoy en día conocida como la Torre de Humanidades II; los Institutos de ciencias se iban a trasladar a otras áreas de la Universidad. Jesús Romo mantuvo su actividad experimental y se dedicó al trabajo de laboratorio durante toda su trayectoria académica. Una de sus preocupaciones fue la difusión del trabajo de los químicos latinoamericanos, razón por la que fue el fundador de una publicación donde se daban a conocer los trabajos de Latinoamérica, al igual que de otras partes del mundo. Su posición era que el trabajo de varios grupos de investigación del IQ se encontraba a nivel internacional y que sus aportaciones científicas debían conocerse por una comunidad más amplia que la local, no solamente en el *Boletín del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*. Estas preocupaciones las manifestó a su grupo de trabajo y juntos decidieron crear la *Revista Latinoamericana de Química*.

## La Revista Latinoamericana de Química

Un día Jesús Romo comentó a sus colaboradores Tirso Ríos, Lydia Rodríguez y Alfonso Romo de Vivar, que era necesario proyectar la investigación del Instituto de Química a nivel internacional, a través de una revista con mayor alcance, para mostrar que en México había investigadores capaces de competir en el campo de la investigación científica. También, durante el viaje que realizó a la reunión de la Sociedad Fotoquímica de Norteamérica en Tucson, en 1969 [136], acompañado de sus colegas, Alfonso Romo de Vivar y Jorge A. Domínguez, Jesús Romo comentó que era necesario proyectar la investigación que hacían a través de una publicación con mayor rigor científico. Al pasar los meses y madurar la idea de fundar una revista, Jesús Romo sugirió que la publicación agrupara a la comunidad científica latinoamericana; por su parte, Tirso Ríos respondió, “la idea no es mala, pero es necesario contar con un comité que le dé prestigio a la revista”. Tiempo después y por sugerencia de Jesús Romo, Tirso Ríos viajó a América del Sur a contactar algunos investigadores para colaborar en la revista como articulistas y posibles árbitros, ya que la idea era hacerlo lo más serio posible, por lo tanto, se requería de investigadores reconocidos que formaran un consejo editorial y así darle jerarquía académica a la revista ante la comunidad científica internacional. El primer número de la *Revista Latinoamericana de Química* fue publicado en 1970 (Fig. 6). De los trabajos en conjunto entre la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela y el IQ de la UNAM, destaca “El estudio de los componentes de *Solanum torvum*”; “Momentos dipolares II. Helenanina”,



Fig. 6. Encabezado de la portada de la *Revista Latinoamericana de Química* [137].

del grupo de Jesús Romo; “Catalytic hydrogen transfer of 5-methyl-5, 8-dihydronaphthalene-1,4-diol and of 5, 8-dihydronaphthalene-1, 4-diol”, de Correa y Frago; “La síntesis del diacetato de 2(2',3'-epoxi- 1-propil) 6-metoxi hidroquinona y de 2-alil-6-metoxi-1,4-benzoquinona”, de Federico García y Raymundo Cruz; así como el artículo “Insectos comestibles mexicanos (*Atizies taxcoensis*)”, de José Calderón y Tirso Ríos; entre otros, aparecieron en la nueva publicación [137].

## Reconocimientos

Uno de los primeros reconocimientos nacionales que recibió el doctor Jesús Romo Armería fue precisamente el Premio Nacional de Química Andrés Manuel del Río, otorgado por la Sociedad Química de México. Este premio, instituido en 1964, se otorga a las personas que se han distinguido en el ámbito de la investigación, la docencia, el desarrollo tecnológico y el desarrollo industrial en las ciencias químicas. El doctor Romo fue el recipiario de la segunda edición de este Premio, en 1965.

En 1971 fue distinguido con el Premio Nacional de Ciencias y Artes. La ceremonia de entrega del Premio, por parte del presidente Luis Echeverría, congregó a más de 500 personas en un desayuno de trabajo en el Museo Nacional de Antropología e Historia. Estuvieron presentes integrantes del gabinete y miembros de la comunidad artística y científica del país. En las mesas se distribuyó a los secretarios de estado en compañía de académicos o artistas, con el objeto de propiciar la interacción entre intelectuales y políticos. El Secretario de Educación en turno, Víctor Bravo Ahuja, expresó en su discurso: “La cultura es expresión natural de la inteligencia y el producto, a la vez, de la asimilación colectiva del trabajo intelectual, artístico y científico. Supone, igualmente, que el depositario del beneficio cultural es el hombre: el hombre en todos los sentidos de la palabra, el hombre genérico y el hombre individual, el hombre esencial y el hombre empíricamente dado en circunstancias de lugar y tiempo”. Inmediatamente después afirmó que “una característica del trabajador intelec-

tual es el ejercicio de la inteligencia, que este ejercicio, gracias a la práctica de su capacidad de disenso, de crítica, que es también característica de la tarea intelectual, lo lleva lógicamente a formular soluciones nuevas, originales, a los grandes problemas del país”. Por su parte, el presidente Luis Echeverría reflexionó sobre los problemas nacionales, destacó “la carencia de escuelas, analfabetismo, empobrecimiento del campo, tierras sin repartir, falta de independencia económica debido a una fallida industrialización. [Por lo tanto] para el gobierno, para las instituciones de cultura, para los ciudadanos, para los jóvenes, no queda otro camino que el de estimular la tarea creadora en la cultura, en la economía, en la educación, dentro de un ambiente social que preserve las libertades que, en muchas partes del mundo, por los sistemas autoritarios de uno u otro signo ideológico, se han visto socavadas. Que el viejo humanismo mexicano sea preservado y que la dignidad del hombre, en México, salga adelante ante las pruebas del presente y del porvenir inmediato y mediano” [138].

En su discurso de recepción del Premio. Jesús Romo expresó: “Recibir el Premio Nacional de Ciencias significa para mí un nuevo aliciente que deseo compartir con todos mis colegas. Seguramente, sin su colaboración no habría obtenido esta excepcional distinción que ahora acepto con sincera humildad en nombre de todos ellos. Es una circunstancia feliz e inmerecida de mi parte, el hecho de que se me otorgue en compañía de personas tan distinguidas como el licenciado don Daniel Cosío Villegas y don Gabriel Figueroa. La mayor parte de mis actividades en la investigación y en la docencia han transcurrido dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México; con ella estoy en deuda de gratitud, porque mi formación profesional y académica se ha realizado dentro de sus aulas y laboratorios, primero en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y posteriormente en el Instituto de Química [...]. La investigación efectuada por grupos es la manera más usual de trabajar en varias disciplinas científicas y particularmente en la química; de este modo he llevado a cabo la mayor parte de mi trabajo y esta situación me ha permitido disfrutar de la compañía de colegas y alumnos, aunando nuestros esfuerzos en gran armonía y con la convicción de que no es necesario salir del laboratorio para experimentar una de las más grandes aventuras que nuestra época ofrece; allí se han verificado los acontecimientos más sobresalientes de nuestra propia odisea. Agradezco en esta ocasión la colaboración que ellos me han prestado. Me atrevo, señor presidente, a utilizar esta oportunidad para exponer y dar especial énfasis a algunas preocupaciones [...] Aunque sé muy bien que el factor económico es inseparable de los elementos sociales, políticos y culturales, y que ellos forman parte de un todo indivisible, debo hoy, en gracia a la brevedad, cargar el acento de estas palabras sobre la importancia que para el desarrollo del bienestar social y de la cultura tiene la investigación científica. Sin duda, uno de los problemas vitales de México es el que se refiere a la educación en un sentido más cabal. Saber leer y escribir no necesariamente supone la esencia de la educación, más bien son los instrumentos para adquirirla. Darle a la vida un contenido dinámico y optimista, despertar una honda e inquebranta-

ble decisión para el progreso, amar y cuidar lo nuestro, mantener raíces profundas en nuestro pasado y orientarnos en todas nuestras acciones cotidianas teniendo en cuenta la marcha de la historia, fomentar una mística en la superación, de la ayuda mutua, del trabajo en equipo; tales, creemos, deben ser las metas de una verdadera educación nacional. El hombre mexicano debe saber que es un hombre público y que su acción, por privada que parezca, está preñada de responsabilidades y resonancias colectivas” [139].

En agosto de 1972 fue su ingreso a El Colegio Nacional, donde impartió la conferencia “Origen y desarrollo de la investigación esteroideal en México” [140]. Después de su ingreso a El Colegio Nacional, Jesús Romo iniciaría una serie de actividades de difusión de sus temas de investigación en diferentes centros educativos, por ejemplo, asistió como conferencista plenario en el XI Congreso Latinoamericano de Química celebrado en Santiago de Chile. Así como a la Universidad de Oriente, en Cumaná, Venezuela, para impartir la conferencia “Sesquiterpenos y Diterpenos” y algunas otras ponencias. También recibió invitaciones del presidente Luis Echeverría como parte de su comitiva; fue así que asistió a una gira presidencial a Aguascalientes; sin embargo, a su regreso expresó: “Un investigador no tiene nada que hacer en una comitiva presidencial, sin que se reflexione sobre la educación superior en áreas científicas, para una posible toma de decisiones”. A partir de entonces no aceptó invitaciones similares.

La figura académica de Jesús Romo Armería es la de un intelectual consagrado a su trabajo. Sus investigaciones en la química de los esteroides y de los productos naturales le permitieron obtener los reconocimientos a los que puede aspirar en nuestro país un científico en el campo de la Química. En su existencia de 55 años generó una gran obra científica, debido, sin ninguna duda, a su dedicación y creatividad. Su intensa actividad lo condujo a publicar durante treinta y tres años más de ciento cincuenta trabajos científicos de alta calidad académica.

El 9 de octubre de 1972 Jesús Romo cumplió 50 años de vida y sus colegas decidieron organizar un evento académico en su honor. Pedro Joseph-Nathan, investigador del Cinvestav-IPN, comentó: “el evento fue un regalo de cumpleaños a la manera europea” [66]. El simposio se organizó en el auditorio del piso 14 de la Torre de Ciencias en Ciudad Universitaria y fue auspiciado por la Academia de la Investigación Científica y la Sociedad Química de México. El comité organizador estuvo formado por Pedro Joseph-Nathan, investigador del Cinvestav-IPN; Pierre Crabbé, director de investigación de Syntex y profesor de la FQ; José Luis Mateos, Presidente de la Academia de la Investigación Científica y Director de Investigación Científica del IMSS. La introducción al evento la realizó José F. Herrán y los trabajos fueron “Determinación de la estructura de la exostemina, una nueva 4-fenil-cumarina aislada de *Exostema caribaeum*”, de Francisco Sánchez; “Aislamiento y caracterización de algunos componentes terpenoides de *Helenianthus laciniatus*”, de Alfredo Ortega; “Síntesis y esteoquímica de algunos ácidos doisynólicos”, de José Iriarte; “Los terpenoides de *Mortonia gregii*”, de Alfonso Romo de

Vivar; “Interpretación de espectros de resonancia magnética nuclear, por simulación con computador electrónico”, de Pedro Joseph Nathan; “Nuevas reacciones de cetonas”, de Jorge Correa; “Una nueva síntesis estereoespecífica de olefinas a partir de halohidrinás”, de Ángel Guzmán; “Cianhidrinás protegidas en síntesis orgánica”, de Luis A. Maldonado; “El óxido de plata II como reactivo en química orgánica. Reacciones con aminas aromáticas y algunos otros compuestos”, de Fernando Walls; y “Litio-alquil cobre: un reactivo potente en síntesis orgánica”, de Pierre Crabbé [141]. Al finalizar el evento no se hicieron esperar algunas palabras de uno de sus discípulos, el sacerdote jesuita Ernesto Domínguez, Secretario General de la Universidad Iberoamericana [142]. Por su parte, Jesús Romo, con su sello de seriedad y respeto que lo caracterizó toda su vida, agradeció la organización del evento a la comunidad académica del IQ y a la gente que le acompañó durante el simposio. Sus colaboradores más cercanos, entre ellos Tirso Ríos, le preguntaron que si podían ir a comer a un lugar diferente a los comedores universitarios, ya que el acontecimiento lo merecía; Jesús Romo les agradeció su sugerencia, aunque como siempre prefirió ir a comer a su casa, “pero además tenía que supervisar el experimento de su laboratorio con uno de sus alumnos” y dijo que en otra ocasión aceptaría [131].

## Los últimos trabajos de investigación

Durante los primeros años de la década de los setenta, Jesús Romo mantuvo una intensa actividad académica; no solamente por la dirección del Instituto de Química y las actividades de El Colegio Nacional, sino también por el trabajo experimental que realizó con sus alumnos. Su intenso trabajo en el laboratorio lo llevó a sentir un cansancio anormal, aunado a frecuentes dolores de cabeza. Nunca imaginó que los diagnósticos médicos le sugirieran renunciar a la dirección del Instituto de Química el 31 de enero de 1975 y no poder afrontar el proyecto del traslado del IQ al Circuito de la Investigación Científica en los siguientes años. El diagnóstico exigía una operación de vesícula; para el año siguiente necesitó otra operación para extraerle un cálculo. Las últimas publicaciones de Jesús Romo fueron: “El estudio químico de la *Viguiera augustifolia* HBK Blake” [143], “Espectroscopía de masas de lactonas sesquiterpénicas de la serie de los pseudoguayanólidos” [144], que aparecieron en la *Revista Latinoamericana de Química* en 1976 y el artículo “Experimentos de oxidaciones en lactonas sesquiterpénicas”, publicado en el volumen 8 de 1977, dedicado a Jesús Romo Armería [145]. En septiembre de 1976, Jesús Romo Armería viajó a Quito, Ecuador, donde impartió una conferencia en el Congreso Latinoamericano de Química (Foto 12).

El Instituto de Química se trasladó a sus nuevas instalaciones durante el segundo trimestre de 1977. El laboratorio que le habían asignado a Jesús Romo fue el 2-8 en el segundo piso del edificio A, y lo compartiría con la doctora Lydia Rodríguez-Hahn (1932-1998). Sin embargo, fueron contadas las ocasiones en que logró visitar el nuevo edificio. Sus síntomas de enfermedad lo llevaron a una nueva operación, ya que



**Foto 12.** Los doctores Jesús Romo, Efraín Gómez y Pedro Joseph-Nathan en el Monumento a la Mitad del Mundo cerca de la ciudad de Quito, Ecuador en septiembre de 1976 (Archivo personal Pedro Joseph Nathan, 2006)

los médicos no tenían un diagnóstico preciso. Un mes después, el catorce de mayo de 1977, el cáncer hepático terminó con la vida de uno de los químicos más importantes de México durante el siglo XX.

### Homenajes póstumos

La noticia asombró a la comunidad científica de México; la *Gaceta* de la UNAM publicó: “Su vida fue corta, pero fructífera, plena en el trabajo que desarrolló durante 33 años. Un hombre que disfrutó ampliamente la búsqueda de la verdad por medio de la investigación que él realizó con tanto gusto y éxito” [146]. Por su parte, la comunidad científica latinoamericana, a través de Venancio Deulofeu de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, expresó: “Jesús Romo fue uno de los químicos latinoamericanos que han de quedar para siempre en la literatura química. Sus trabajos, [iniciados] con dificultad, fueron aumentando en complejidad y en extensión, hasta hacerlo un experto respetado en el campo de los productos naturales. Quienes tuvimos la oportunidad de tratarlo no podremos olvidar su amabilidad, su tranquilidad en las discusiones, sus deseos de que la Química progresara en nuestros países, para lo cual daba un ejemplo. Me imagino que para los colegas de México, la pérdida de un intelectual de su talla ha de ser muy sentida [47]”. Sucesivamente, la comunidad científica nacional fue manifestando el acontecimiento.

Tres meses después del fallecimiento de Jesús Romo, se celebró el XII Congreso Mexicano de Química Pura y Aplicada en la ciudad de Toluca, donde la Sociedad Química de México, a través de Federico García Jiménez, encargó una conferencia a Pedro Joseph Nathan en su memoria. En esa conferencia Joseph Nathan expresó: “La reciente e irreversible pérdida de uno de los más distinguidos químicos orgánicos

no sólo en México, sino en Latinoamérica, cataliza a quienes en vida lo apreciamos, a rendir un merecido homenaje a su memoria, por medio de un acto del tipo de los que a él agradaban. Me refiero concretamente a actos netamente científicos, ya que el doctor Romo supo siempre valorar el ingenio que supone y la labor intensa que se requiere, para desarrollar un trabajo científico; cotidianamente sintió en carne propia las inquietudes, zozobras y esperanzas del que intenta arrancar sus secretos a las moléculas. En esta ocasión, trataremos de apreciar precisamente el ingenio y la chispa que el doctor Romo mostró para el desarrollo de sus labores de investigación, a lo largo de casi siete lustros de actividad, de los que dan fe eterna aproximadamente ciento cincuenta publicaciones científicas de primera categoría, sobre muy diversos temas de química orgánica, que incluyen: la determinación de mecanismos de reacción; la síntesis química por primera vez en el mundo, de compuestos esteroidales que hicieron renacer la esperanza de vida de millones de habitantes en el planeta; el aislamiento y determinación estructural ingeniosa de una gran variedad de sustancias pertenecientes a la flora de México; y su concepción clara de los procesos biogénéticos para la formación de las lactonas sesquiterpénicas en el reino vegetal” [148].

La *Revista Latinoamericana de Química* publicó el estudio bibliométrico de Alfredo Buttenklepper, en relación con la productividad académica de Jesús Romo. El artículo describió: “La obra bibliográfica del Dr. Jesús Romo Armería se extiende de 1943 a 1977. En ese periodo se consiguió ubicar un total de 156 trabajos publicados [...] que representan un promedio de 4.59 trabajos por año. Este volumen adquiere la importancia relativa que le corresponde, si se toma en cuenta, por ejemplo, que Johnson publicó 358 trabajos, Pasteur: 172, Herschel: 151, Gay-Lussac: 134 y Darwin: 61, para citar sólo unos ejemplos destacados. [...] y si además se toma en cuenta que la productividad científica promedio para el investigador de los países desarrollados oscila entre 0.1 y 1.2 artículos por año y que la productividad de artículos de alta calidad de los químicos mexicanos actualmente es de 0.17 trabajos por año; así como que los químicos son los que tienen más alto índice de productividad de trabajos dentro de las diferentes disciplinas del conocimiento humano. En cuanto al impacto de la obra bibliográfica del Dr. Romo, puede decirse que dentro del periodo en que se cuenta con instrumentos para evaluar las citas que la bibliografía mundial hace a la obra de un autor (1961-), su obra alcanzó un total de 1141 citas. Es conveniente aclarar que el máximo número de citas de un trabajo se alcanza, en promedio, al tercer año de su publicación y que por ello, la importantísima obra del Dr. Romo en el campo de los esteroides ya había alcanzado su máximo número de citas cuando se inició la publicación del *Science Citation Index*. Aún a pesar de esto, sus 72 artículos publicados entre 1943 y 1960 alcanzan durante los 17 años comprendidos entre 1961 y 1977 un total de 527 citas, 93 por ciento de las cuales se deben a sus trabajos sobre esteroides y el resto a los referentes a reacciones orgánicas, productos naturales varios, alcaloides y lactonas sesquiterpénicas publicadas en esos años. El número total de citas capturadas desde 1961, arroja un promedio de 67 citas al año y el de

las recibidas por sus 84 trabajos publicados a partir de 1961, de 36 citas por año. Estos datos dan una idea de la importancia de los trabajos del Dr. Romo publicados entre 1943 y 1969. Para el primer valor se alcanza un promedio de 0.93 citas por artículo y por año y para el segundo uno de 0.45” [149].

El Instituto de Química, a través de su director, el doctor Raúl Cetina, rindió homenaje a Jesús Romo el 2 de febrero de 1978 [150]. El acto fue presidido por el Rector de la UNAM, Guillermo Soberón Acevedo, con la asistencia de la comunidad del Instituto, miembros de la Junta de Gobierno de la UNAM, la QFB. Elva Cedano Viuda de Romo, los doctores Agustín Ayala, Edmundo Flores, José F. Herrán, Francisco Fuel, George Rosenkranz, Prof. Enrique Olivares, Directores de Institutos, Escuelas y Facultades de la UNAM y Miembros de El Colegio Nacional. El maestro de ceremonias fue Barbarín Arreguín. La ceremonia constituyó un homenaje a Jesús Romo, con la participación de tres personajes que estuvieron íntimamente vinculados a su vida intelectual; el primero en hacer uso de la palabra fue George Rosenkranz, quien fue jefe, compañero y amigo en los laboratorios Syntex y que en su discurso expresó: “Este homenaje a la memoria de Chucho Romo, gran amigo y en un tiempo estrecho colaborador, es un acto que tiene para mí gran significación. Jesús Romo, como joven mexicano, representa lo más auténtico de nuestras tradiciones culturales. Como estudiante, como investigador y maestro, hizo realidad el simbolismo de la expresión “Por mi raza hablará el espíritu”, pero su obra misma demuestra que lo trascendente en el hombre es su universalidad [...] Quisiera recordar ahora algunos aspectos de nuestra convivencia en Syntex, con él como compañero y amigo. Para quienes convivimos con Jesús Romo en el trabajo, desde el más humilde trabajador hasta los directores de la empresa, el tratamiento de “Romito” surgió tan espontáneo como apropiado. Mezcla de ingenuidad y timidez, hacía brotar en su interlocutor una confianza inmediata, como entre viejos amigos. Nunca perdió aquel candor pueblerino que a todos cautivaba. Su risa franca tenía una frescura infantil y en su humor había una picardía de niño travieso. Era difícil comprender cómo aquella pequeña alma sencilla había alcanzado tal madurez intelectual. Quien recuerde al compañero, con seguridad habrá sentido aquel entusiasmo contagioso por el último punto de conocimiento aprendido o por el último hallazgo experimental, grande o pequeño. Cada día por el campo de la ciencia, plena de comunicación y de suspenso y adornada con apasionadas o pintorescas discusiones históricas, políticas o filosóficas. Quien recuerda al maestro habrá sentido su modestia, la sinceridad con que reconocía no saber algo y la paciencia y clara sencillez de sus enseñanzas; y quien recuerde al amigo, habrá sentido aquel respeto por lo íntimo del prójimo, mismo que él esperaba para sí, mezclado con una lealtad plena, independiente de las circunstancias de la vida. La vida de quien haya podido llamarse su amigo, su compañero o su discípulo, ha sido enriquecida con un tesoro espiritual imperecedero” [151].

La ceremonia continuó, el segundo orador fue José F. Herrán, compañero de investigación del IQ, con quien compartió su gran amistad y afinidad. Él expresó: “[Cuando] el

Dr. Fernando Orozco, en aquel entonces director de la Escuela [invitó a] cuatro o cinco jóvenes con interés en algo para ellos desconocido, como era la investigación, se iniciaron los trabajos del nuevo Instituto de Química. Fue de una manera tan modesta, que yo todavía recuerdo los cuatro o cinco volúmenes que constituían la llamada biblioteca, así como el escasísimo equipo, que en muchos casos resultaba ser el sobrante del material de desecho de la Escuela de Ciencias Químicas [...]. De entre todos nosotros se destaca singularmente un joven, proveniente de Aguascalientes, provincia mexicana con gran desarrollo cultural, que acompañado de su madre había venido a realizar estudios de Químico Farmacéutico Biólogo y había llamado desde el primer momento la atención de sus profesores por su clara inteligencia y su dedicación al estudio. Siendo aún estudiante, se inició en algunas tareas de investigación. Con el tiempo nos enteramos de manera indirecta, que subsistía penosamente, llegando a los extremos de carecer de luz eléctrica en su casa, por lo que pasaba las horas de la noche estudiando a la luz de una sola vela. Se le consiguió una modesta ayuda económica, cuyo monto no menciono porque refleja en su miserable pequeñez, el escaso apoyo que se daba a la investigación, situación que mucho ha cambiado en la actualidad. Sin embargo, aquel método espartano, resultó ser un sistema de selección natural para aquellas personas que realmente tenían vocación. Este sencillo y modesto joven era Jesús Romo Armería, que para muchos de nosotros fue durante años un compañero inapreciable, un hombre recto, con gran inteligencia y con una disposición especial para la creatividad necesaria para la investigación. Al pasar los años terminó su carrera y realizó su doctorado, presentando su examen de grado en 1949. Por esos años una empresa muy importante, los Laboratorios Syntex, se establecieron en México y fueron para nosotros un factor decisivo en nuestra formación académica. [...] Con el tiempo, el Dr. Romo regresó al Instituto de Química, en la moderna Ciudad Universitaria, a unas instalaciones como nunca habíamos soñado. Nuevos recursos en equipo, nuevos sueldos que permitían dedicarse mayor tiempo a la investigación. Al gozar de cierta tranquilidad económica, permitieron producir más y conseguir incrementar la enseñanza a otros jóvenes, que hoy son sin duda alguna, la continuación de aquel pequeño grupo que comenzó hace más de 25 años” [151].

Para cerrar la ceremonia, le correspondió a Alfonso Romo de Vivar expresar su sentir hacia la figura de Jesús Romo: “Agradezco la confianza que el Colegio del Personal Académico del Instituto de Química ha depositado en mí, al encargarme la difícil tarea de recordar la obra [...] y personalidad del Dr. Jesús Romo Armería. Difícil tarea por tratarse de un señor que desde el inicio de su carrera se colocó a la vanguardia de la ciencia y allí se mantuvo durante más de 30 años. [...] Los que tuvimos la fortuna de trabajar a su lado, no lo olvidaremos nunca, ¿cómo olvidar el gusto y entusiasmo contagioso que ponía en el trabajo diario? ¿cómo olvidar las amenas charlas que él encabezaba mientras se efectuaba una reacción? ¿cómo olvidar al maestro que no sólo enseñó ciencia, sino que además enseñó a disfrutarla y a amarla? Su entusiasmo motivó a muchos químicos de diversas genera-

ciones; no sólo a los que trabajamos a su lado en el laboratorio, no sólo a los que asistieron a sus clases, también a los que atendieron a sus conferencias y a los que platicaron con él. Hombres como él necesita México, hombres que no sólo saben crear ciencia, sino que saben enseñar a crearla, saben comunicar su entusiasmo a los que los rodean. En la actualidad en diversas universidades e industrias existen científicos formados por él. Muchos de sus alumnos y amigos estamos aquí reunidos, aunque desgraciadamente, a la gran mayoría no les ha sido posible tomar parte en este merecido homenaje al maestro; a muchos no se les pudo informar y muchos más no pudieron venir por vivir en lugares lejanos en diversas partes del mundo. De cualquier manera, estoy seguro que su pensamiento nos acompaña y acompañará siempre al profesor. El Dr. Romo dejó el laboratorio en mayo de 1977. En él trabajó incansablemente durante más de 30 años, en ocasiones más de 12 horas diarias, a veces domingos y días festivos; el tiempo que pasó en el laboratorio fue largo, largo, sí, pero estupendamente aprovechado para haber logrado tal producción; ahora el Dr. Romo descansa de la ciencia y del pensamiento, él sigue formando parte de la noosfera o esfera del conocimiento que cubre al mundo, como lo concibió Teilhard de Chardin, a quien él leyó con tanto agrado. El conocimiento generado por el Dr. Romo se encuentra en libros, revistas y patentes; se encuentra también en uso en laboratorios e industrias en diversas partes del mundo; en todos esos sitios se puede consultar y aprender la Química que él desarrolló. Señores científicos, estudiantes, profesores e industriales ¿desean consultar al Dr. Jesús Romo Armería? acudan al laboratorio, él los atenderá en la biblioteca del Instituto de Química, acudan con confianza que serán bien atendidos” [151].

Posteriormente, Guillermo Soberón Acevedo, Rector de la UNAM, descubrió la placa conmemorativa que dedicó la comunidad académica del Instituto de Química a la memoria de Jesús Romo. También la comunidad científica de la

Facultad de Química, coordinada por uno de sus discípulos, el doctor Gabriel Siade, promovió la colocación de una placa alusiva a Jesús Romo por su trayectoria académica en uno de los pasillos de la División de Estudios de Posgrado. En la década de los noventa la comunidad académica del IQ confirmó a su biblioteca el nombre de “Dr. Jesús Romo Armería” en homenaje a uno de sus más prominentes investigadores [152] (Foto 13). También, el propio IQ institucionalizó la “Cátedra Especial Jesús Romo Armería”. En su tierra natal, las autoridades del estado han asignado a una calle al sur de la ciudad, el nombre “Jesús Romo Armería”, en honor a uno de los más ilustres ciudadanos aguascalentenses.

A treinta años de la desaparición de Jesús Romo Armería y a casi ochenta y cinco años de su natalicio, es pertinente refrendar nuestro compromiso para continuar con el estudio de las trayectorias académicas de científicos mexicanos que han aportado su esfuerzo a la investigación, a los programas de cooperación entre la Universidad y la industria, así como a la conformación de las comunidades científicas.

## Referencias

1. Plejanov, J. *El papel del individuo en la sociedad*, México, Grijalbo, 1969.
2. De Certeau, M. “La operación histórica” en Le Goff, J. *Hacer la historia*, España, Laia, 1974.
3. Taton, R. “Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias”, en Lafuentes, A. y Saldaña, J. J. *Historia de la ciencia*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1987.
4. Carabarin, A. “Preliminares sobre la biografía”, en Aguirre, C.; Carabarin, A. *Tras la huella de personajes mexicanos*, México, Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades-BUAP, 2002.
5. Dosse, F. *Michel de Certeau*, México, Universidad Iberoamericana, 2003.
6. Casas, R. *El estado y la política de la ciencia en México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1985.
7. Pacheco, T. La institucionalización de la investigación científica, *Ciencia y Desarrollo*, 1987, 77, 45.
8. Wionczek, M. S. *Capital y tecnología en México y América Latina*, México, Porrúa, 1981.
9. León, F. Pioneros de la investigación científica del Instituto de Química de la UNAM, *Educación Química* 2006, 17, 335.
10. Archivo Histórico de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (AHUAA), Libro de actas, No. 7, años 1936-1939.
11. Romo de Vivar, A.; Romo, L. Jesús Romo Armería, en Bolívar, F. *Ciencia y tecnología en México en el siglo XX. Biografías de personajes ilustres*, México, vol. 1, Secretaría de Educación Pública/Academia Mexicana de Ciencias/Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República/Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2000, pp. 207-219.
12. Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes (AHEA), Fondo Educación, caja 11, expediente 165.
13. Pérez Romo, A., Comunicación personal, 2004.
14. AHUAA, Fondo Educación, caja 182, folios 1, 2 y 50.
15. Romo de Vivar, A., Comunicación personal, 2004.
16. De Kruif, P. *Los cazadores de microbios*. Buenos Aires. Claridad. 1938.
17. De León Botello, Á., Comunicación personal, 2004.
18. Bolívar, F. *Ciencia y tecnología en México en el siglo XX. Biografías de personajes ilustres*, México, vol. 1, Secretaría de



Foto 13. La biblioteca “Jesús Romo Armería” del Instituto de Química de la UNAM

- Educación Pública/Academia Mexicana de Ciencias/Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República/ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. **2000**.
19. Romero C., Comunicación personal, **2004**.
  20. Turnbull, R., Comunicación personal, **2004**.
  21. García, H. *Historia de una Facultad*, México, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, **1985**.
  22. Lida, C. E.; Matesanz, J. A. *El Colegio de México: Una hazaña cultural 1940-1962*, México, El Colegio de México, **1990**.
  23. Archivo Histórico de El Colegio de México, Fondo Antiguo (AHCM), caja 14.
  24. Para analizar el tema de los intelectuales españoles se puede consultar: Enríquez, A. **2000**; Giral, F. **1994**.
  25. AHUNAM, Fondo Ciencias Químicas, caja 13, expediente 243.
  26. Estrada, H. *Prácticas de química orgánica*, México, ECAL, **1944**.
  27. Orozco, F. *Análisis químico cuantitativo*, México, Imprenta Universitaria, **1944**.
  28. Enríquez, A. *Exilio español y ciencia mexicana*, México, El Colegio de México/Universidad Nacional Autónoma de México, **2000**.
  29. Romo, J. Reversibilidad de la condensación benzoínica, *Ciencia (México)* **1943**, 4, 216.
  30. Romo, J. Estudio químico de las bebidas fermentadas del maguey (Agave). *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1945**, 1, 67.
  31. Archivo Histórico de la Universidad Nacional Autónoma de México (AHUNAM, Expediente personal de Jesús Romo Armería, 89/131/7474.
  32. Orozco, F. *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1945**, 1, 1.
  33. Romo, J. Estructura química de la penicilina". *Química*, **1946**, IV, 4, 81.
  34. Brock, W. H. *Historia de la química*. Madrid, Alianza Editorial, **1992**.
  35. Romo, J. Benzantraquinona. *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1946**, 2.
  36. Krafft, F (ed.). *Boletín de la Sociedad Científica de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas*. México, UNAM, **1946**, 1, 1.
  37. Expediente personal de Jesús Romo.
  38. Romo, J. Hidrogenación catalítica de la 1,2-benzantraquinona-9,10 y algunos derivados de la 2-hidroxi naftoquinona 1,4, México, tesis de doctorado, Escuela de Graduados, UNAM, **1949**.
  39. Marker, E. R.; Turner, D. L.; Ulshofer, D. L. Sterols. CIV. Diosgenin from Certain American Plants. *J. Am. Chem. Soc.* **1940**, 62, 2542.
  40. *Una corporación y una molécula. Historia de la investigación en Syntex*, México, Impresión de Litoarte FF.DD de Cuernavaca 683, Laboratorios Syntex, **1967**.
  41. Rosenkranz, G. From Ruzicka's terpenes in Zürich to Mexican steroid via Cuba. *Steroids* **1992**, 57, 409-418.
  42. Peña, C., Comunicación personal, **2004**.
  43. Djerassi, C. *La píldora, los chimpancés pigmeos y el caballo de Degás*, México. Fondo de Cultura Económica, **1996**.
  44. Manjarrez, A. Comunicación personal, **2004**.
  45. Rosenkranz, G.; Kaufmann, S.; Romo, J. Steroids I. 3-thio-enol ethers of <sup>4</sup>-3-Keto Steroids. *J. Am. Chem. Soc.* **1949**, 71, 3689.
  46. Fieser, L. F.; Fieser, M. *Química orgánica superior*. México. Grijalbo, **1966**.
  47. Rosenkranz, G.; Djerassi, C.; Kaufmann, S.; Pataki, J.; Romo, J. Bromination of Certain Ketosteroids and a Partial Synthesis of Estradiol, Estrone and Equilenin, *Nature* **1950**, 165, 814.
  48. Kaufmann, S.; Pataki, J.; Rosenkranz, G.; Romo, J.; Djerassi, C. Steroids. VI. The Wohl-Ziegler Bromination of steroidal 1,4-Dien-3-ones. Partial Synthesis of  $\Delta^6$ -Dehydroestrone and Equilenin. *J. Am. Chem. Soc.* **1950**, 72, 4531.
  49. Djerassi, C.; Rosenkranz, G.; Romo, J.; Kaufmann, S.; Pataki, J. Steroids. VII. Contribution to the Bromination of  $\Delta^4$ -3-Ketosteroids and a New Partial Synthesis of Natural Estrogens. *J. Am. Chem. Soc.* **1950**, 72, 4534.
  50. Volkov, E. Comunicación personal, **2004**.
  51. Djerassi, C.; Rosenkranz, G.; Romo, J.; Pataki, J.; Kaufmann, S. Steroids. VIII. The Dienone-Phenol Rearrangement in the Steroid Series. Synthesis of a New Class of Estrogens. *J. Am. Chem. Soc.* **1950**, 72, 4540.
  52. Romo, J.; Djerassi, C.; Rosenkranz, G. Steroid. IX. The Dienone-phenol rearrangement in the cholesterol series. *J. Org. Chem.* **1950**, 15, 896.
  53. Romo, J.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. X. Aromatization experiments in the cholesterol series. *J. Org. Chem.* **1950**, 15, 1289.
  54. Rosenkranz, G.; Romo, J.; Berlin, J. Steroidal sapogenins. V.  $\Delta^{5,7}$ -22-isoprostadien-3 $\beta$ -ol. *J. Org. Chem.* **1950**, 16, 290.
  55. 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.
  56. Romo, J.; Romero, M.; Djerassi, C.; Rosenkranz, G. Steroids. XIII. Reactions of  $\alpha,\beta$ -Unsaturated Steroid Ketones with Benzilmercaptan. Thioenol Ether Formation and 1, 4-Addition. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 1528.
  57. Romo, J.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroidal sapogenins. VI. Cyclic Steroidal Hemithioketales. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 4961.
  58. Sandoval, A.; Romo, J.; Rosenkranz, G.; Kaufmann, S.; Djerassi, C. Steroidal sapogenins. IX. Oxidation of  $\Delta^{5,16,20(22)}$  furostatriene -3 $\beta$ -26-diol. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 3820.
  59. Romo, J.; Ringold, J. H.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroidal sapogenins. XIV.  $\Delta^{4,6}$ -22 isoprostadien-3 $\beta$ -ol and <sup>2,4,6</sup>-22-isoprostatriene. *J. Org. Chem.* **1951**, 16, 1873.
  60. Mason A. S. *Salud y hormonas*. Argentina, Editorial Universitaria de Buenos Aires, **1968**.
  61. Fieser, L. *The scientific method, a personal account of unusual projects in war and in peace*, New York, Reinhold Publishing Corporation, **1964**.
  62. Applezweig, N. *Steroid Drugs*. New York, McGraw-Hill, **1962**.
  63. Gereffi, G. *Industria farmacéutica y dependencia en el tercer mundo*. México, Fondo de Cultura Económica, **1986**.
  64. Applezweig, N, *op. cit.* **1962**.
  65. Batres, E. Comunicación personal, **2005**.
  66. Joseph-Nathan, P., Comunicación personal, **2005**.
  67. Djerassi, C. *Steroid made it possible*, American Chemical Society, Washington, **1990**.
  68. Rosenkranz, G.; Romo, J.; Berlin, J. Steroidal sapogenins. V.  $\Delta^{5,7}$ -22-isoprostadien-3 $\beta$ -ol. *J. Org. Chem.* **1950**, 16, 290.
  69. Djerassi, C.; Romo, J.; Rosenkranz, G. Steroidal Sapogenins. VIII. Synthesis of  $\Delta^{7,9(11)}$ -allopregnadien-3 $\beta$ -ol 20-one from diosgenin and from and  $\Delta^5$ -pregnen-3 $\beta$ -ol-20 one. *J. Org. Chem.* **1951**, 16, 754.
  70. Neuman, F.; Rosenkranz, G.; Romo, J.; Djerassi, C. Steroid XXI.  $\Delta^7$ -Androstene-3 $\beta$ ,17 $\beta$ -diol. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 5478.
  71. Rosenkranz, G.; Romo, J.; Batres, E.; Djerassi, C. Steroidal Sapogenins. VI. Synthesis of  $\Delta^7$ -22-Isoallospirosten -3 $\beta$ -ol and unsaturated analogs. *J. Org. Chem.* **1951**, 16, 298.
  72. Djerassi, C.; Mancera, O.; Stork, G.; Rosenkranz, G. Steroids. XXVIII. Introduction of the 11-Keto and 11 $\alpha$ -Hydroxy Groups Into Ring C Unsubstituted Steroids (part 2). *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 4496.
  73. Stork, G.; Romo, J.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. XXXI. Introduction of the 11-keto and 11 $\alpha$ -hydroxy groups into ring C unsubstituted steroids. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, 73, 3546.
  74. Rosenkranz, G.; Mancera, O.; Gatica, J.; Djerassi, C., Steroid. IV. A -Iodoketones. A method for the conversión of allosteroids into  $\Delta^4$ -3-ketosteroids. *J. Am. Chem. Soc.* **1950**. 72, 4077.

75. Rosenkranz, G. Comunicación personal, **2004**.
76. Manjarrez, A. Comunicación personal, **2004**.
77. Rosenkranz, G.; Pataki, J.; Djerassi, C. Steroids. XXV. Synthesis of cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 4055.
78. Heymann, H.; Fieser, L. Correlation of a synthetic steroid with an intermediate to cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 4054.
79. Woodward, R. B.; Sondheimer, F.; TAUB, D. The total synthesis of cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 4057.
80. *Life*. Cortisone from giant yam, **1951**, 75.
81. Caso, A. *Memoria del Congreso Científico Mexicano*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, **1953**.
82. Djerassi, C.; Ringold, J. H.; Rosenkranz, G. Steroidal saponinins. XV. Experiments in the Hecogenin Series (part 3) Conversion to Cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 5513.
83. Marker, R.; Wagner, R. B.; Paul, P.; Ulshafer, P. P. Sterols. CLXIX. Isolation and Structures of Thirteen New Steroidal Saponinins. New Sources for Known Saponinins. *J. Am. Chem. Soc.* **1943**, *65*, 1199.
84. Kirk, R. E.; Donald F. O. *Enciclopedia de tecnología química*. México, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, **1966**.
85. Peterson, H.; Murray, H. Microbiological oxygenation of steroids at carbon 11. *J. Am. Chem. Soc.* **1952**, *74*, 1871.
86. Applezweig, N. De Russell Marker a Gregory Pincus. La industria mexicana de los esteroides y el desarrollo de la moderna tecnología contraceptiva. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **1979**, *23*, 162.
87. Rosenkranz, G.; Sonheimer, F.; Mancera, O.; Pataki, J.; Ringold, J. H.; Romo, J.; Djerassi, C.; Stork, G. Chemistry and Biochemistry of adrenocorticosteroids. Synthesis of 11-oxygenated steroids from plant sources, en *Recent Progress in Hormona Research*, vol. III, Academic Press, New York, **1953**.
88. Sandoval, A.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. XVII. A Steroidal Cyclopropyl ketone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 2883.
89. Miramontes, L. E.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. XXII. The synthesis of 19-nor progesterone. *J. Am. Chem. Soc.* **1951**, *73*, 3540.
90. Djerassi, C.; Miramontes, L. E.; Rosenkranz, G.; Sonheimer, F. Synthesis of 19-nor-17- $\alpha$ -ethynyltestosterone and 19-nor-17- $\alpha$ -methyltestosterone, *J. Am. Chem. Soc.* **1954**, *76*, 4092.
91. Hidalgo, C. Comunicación personal, **2006**.
92. Mancera, O.; Zaffaroni, A.; Rubin, B. A.; Sondheimer, F. Steroid XXXVII. A ten step conversion of progesterone to cortisone. *J. Am. Chem. Soc.* **1952**, *74*, 3711.
93. Djerassi, C.; Batres, E.; Romo, J.; Rosenkranz, G. Steroidal saponinins. XXII. Steroids. XXXIV. Degradation of 11-Oxygenated Saponinins. Synthesis of Allopregnane -3 $\beta$ ,11 $\beta$ -diol-20-one and Allopregnane-3 $\beta$ ,11 $\alpha$ -diol-20-one. *J. Am. Chem. Soc.* **1952**, *74*, 3634.
94. Mancera, O.; Romo, J.; Sondheimer, F.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. XXXV. Synthesis of 11- $\alpha$ -Hydroxyprogesterone. *J. Org. Chem.* **1952**, *17*, 1066.
95. Romo, J.; Stork, G.; Rosenkranz, G.; Djerassi, C. Steroids. XXXI. Introduction of the 11-keto and 11 $\alpha$ -hydroxy groups into ring C Unsubstituted Steroids (part 4). Saturated 7,11-diones. *J. Am. Chem. Soc.* **1952**, *74*, 2918.
96. (a) Romo de Vivar, A. Familia Romo de Vivar: 345 años en Aguascalientes, 50 años en el Instituto de Química. Serie: Forjadores de la Ciencia en la UNAM. Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. **2003**. pp. 296-323. (b) Delgado, G. Editorial. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **2003**, *47*, 101-104.
97. Djerassi, C.; Godman, M.; Nussbaum, A. L.; Reynoso, J. Alkaloid Studies II. Isolation of Reserpine and Narcotine from *Rauwolfia heterophylla* Roem and Schult. *J. Am. Chem. Soc.* **1953**, *75*, 5447.
98. Carrillo, N. *Instituto de Química*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, **1959**.
99. Arreguín, B. En los 30, de provincia al Ph.D. Serie: Forjadores de la Ciencia en la UNAM. Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM. **2003**. pp. 340-361. Arreguín, B. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **2002**, *46*, 284-293.
100. Mateos, J. L. Comunicación personal, **2005**.
101. Romo, L. Comunicación personal, **2004**.
102. Djerassi, C.; Smith, C.R.; Figdor, S. K.; Herrán, J. F.; Romo, J. Alkaloid studies. VI. Cuauchichicine, a new diterpenoid alkaloid. *J. Am. Chem. Soc.* **1954**, *76*, 5889.
103. Kincl, F. A.; Romo, J.; Rosenkranz, G.; Sondheimer, F. The constituents of *Casimiroa edulis* et lex Llave. Part I. The seed. *J. Am. Chem. Soc.* **1956**, *78*, 4163.
104. Romo, J. Síntesis del diacetato de  $\Delta^5$ -22a-espirosten-3 $\beta$ -11 $\alpha$ -diol (Diacetato de 11- $\alpha$ -hidroxi diosgenina) y compuestos relacionados. *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1955**, *7*, 53.
105. Romo, J. Some derivatives of dihydroxyacetone. *J. Org. Chem.* **1956**, *21*, 1038.
106. Romo, J.; Romo de Vivar, A. Some experiments with 16 $\beta$ -Bromo-17 $\alpha$ -acetoxy-20-keto Steroids. Synthesis of 16 $\alpha$ ,17 $\alpha$ -Dihydroxy-steroids and Related Compounds, *J. Org. Chem.* **1956**, *21*, 902.
107. Eardley, S.; Graham, S.W.; Long, A.G.; Oughton, J. F. Compounds Related to the Steroid Hormones. Part XVII. Improved Method for making 16 $\alpha$ -Acetoxy-4,5 $\alpha$ -Dihydrocortisone 21 Acetate. *J. Org. Chem.* **1965**, 142.
108. Romo, J.; Rosenkranz, G.; Sondheimer, F. Steroids. LXXXVIII. A New Synthesis of Desoxycorticosterone Acetate and of 16-Dehydro-desoxicorticosterone Acetate, *J. Am. Chem. Soc.* **1957**, *79*, 5034.
109. Crabbé, P.; Guerrero, L. M.; Romo, J.; Sánchez, F. Synthesis and Stereochemistry of 16-substituted pregnenes and isopregnenes. *Tetrahedron*, **1963**, *19*, 2525.
110. Crabbé, P.; Romo, J.; Rodríguez, L. Stéréochimie de l'hydrolyse alcaline du groupe cyano en C-16 dans les séries de l'androstane, du pregnane et du 17-iso-pregnane, *Bull. Soc. Chim. France*, **1963**, 2675.
111. Sánchez Viesca, F. Comunicación personal, **2004**.
112. Büchi, G.; Rosenthal, D. Terpenes. VI. The structure of helenalin and isohelenalin, *J. Am. Chem. Soc.* **1956**, *78*, 3860.
113. Herz, W.; Romo de Vivar, A.; Romo, J.; Viswanathan, N. Constituents of Helenium Species XV. The Structure of Mexicanin C. Relative Stereochemistry of its congeners", *Tetrahedron* **1963**, *19*, 1359.
114. Herz, W.; Romo de Vivar, A.; Romo, J.; Viswanathan, N. 1963b, Constituents of Helenium Species XIII. The Structure of Helenalin and Mexicanin A, *J. Am. Chem. Soc.* **1963**, *85*, 19.
115. Jiménez, M. Búsqueda de aplicaciones para los productos naturales. *Folium* **1993**, *5*, 5.
116. Romo de Vivar, A.; Romo, J. Las lactonas de *Helenium mexicanum* H.B.K. *Ciencia* (México) **1961**, 33.
117. Joseph-Nathan, P.; Santillan, R. L. The chemistry of perezona and its consequences, en Atta-ur-Rahman, *Studies in natural products chemistry*, vol. 5, Structure Elucidation (Part B), Amsterdam, Elsevier, **1989**.
118. Noriega, M. *Escritos de Leopoldo Río de la Loza*. México, Imprenta de Ignacio Escalante, **1911**.
119. Giral, F.; Rojahn, C. A. *Productos químicos y farmacéuticos*. México, Atlante, **1947**.
120. Walls, F.; Salmón, M.; Padilla, J.; Joseph, P.; Romo, J. La estructura de la perezona, *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1965**, *17*, 3.
121. Cortés, E.; Salmón, M.; Walls, F. Síntesis total de perezona y de  $\alpha$  y  $\beta$ -pipitzoles, *Bol. Inst. Quím. Univ. Nac. Autón. Méx.* **1965**, *17*, 19.
122. Walls, F.; Padilla, J.; Joseph, P.; Giral, F.; Romo, J. Studies in perezona derivatives, Structure of the Pipitzols and Perezinone. *Tetrahedron* **1966**, *22*, 2387.

123. Walls, F.; Padilla, J.; Joseph, P.; Giral, F.; Romo, J. The structure of  $\alpha$  and  $\beta$ -piperidols, *Tetrahedron Lett.* **1965**, *21*, 1577. Delgado, G. Investigación sobre la Química de los Productos Naturales en el Instituto de Química de la UNAM. Estudios Iniciales y Química de Eremofilanos, Bisabolanos y Sesquiterpenos Relacionados. En: *Química de la Flora Mexicana. Investigaciones en el Instituto de Química de la UNAM*. Alfonso Romo de Vivar, Editor. **2006**. pp 1-38. Edición de la UNAM y de la *Sociedad Química de México*.
124. Sánchez Viesca, F. Comunicación personal, **2004**.
125. Sánchez, L. Comunicación personal, **2006**.
126. Flores, S. E. Comunicación personal, **2005**.
127. González, Ma del P. Comunicación personal, **2006**.
128. Kondratiev, V. N.; Cortina, G. VI. *Symposium internacional sobre la química de los productos Naturales (Esteroides y Terpenos)*, México. Sociedad de Química de México, **1969**.
129. Lehmann, P. A. 1969. Homenaje de la Sociedad Química de México al profesor Russell E. Marker. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **1969**, XIII, 2, 94.
130. Bolívar, J. I. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **1969**, X, 6, 254.
131. Ríos, T. Comunicación personal, **2005**.
132. Pérez-Amador, C. Comunicación personal, **2004**.
133. Periódico *El Día*. jueves 6 de mayo de **1971**, 9.
134. AHUNAM, expediente personal de Jesús Romo Armería, 89/131/7474.
135. Carta de Álvaro de León a Jesús Romo, Aguascalientes, México, mayo de **1971**.
136. Eight annual meeting and international symposium on phytochemistry and plant environment. The phytochemical Society of North America Tucson Arizona June 6-8 1968, paper No. 5. Alfonso Romo de Vivar; paper 11 Xorge, A. Domínguez; paper No. 18, Jesús Romo.
137. *Rev. Latinoam. Quím.* **1**, 1 (**1970**).
138. Díaz, V. *Premio Nacional de Ciencias y Artes (1945-1990)*, México, Secretaría de Educación Pública/Fondo de Cultura Económica, **1991**.
139. Haro, G. "Presentación del doctor Jesús Romo Armería en su conferencia inaugural en El Colegio Nacional", en *Memorias de El Colegio Nacional*, **1972**, *5*, 319.
140. Memoria de El Colegio Nacional, **1972**. <http://www.colegionacional.org.mx/SACSCMS/XStatic/colegionacional/template/content.aspx?se=vida&te=detallemiembro&mi=179>
141. Programa Simposio de Química Orgánica. 9 de octubre de **1972**.
142. Discurso de Ernesto Domínguez. 9 de octubre de **1972**.
143. Guerrero, C.; Santana, M.; Romo, J. Estudio químico de la *Viguiera augustifolia*. *Rev. Latinoam. Quím.* **1976**, *7*, 41.
144. Cortés, E.; Miranda, R.; Romo, J. Espectroscopía de masas de lactonas sesquiterpénicas de la serie de la pseudoguayanólidos. *Rev. Latinoam. Quím.* **1977**, *8*, 39.
145. Romo, J.; Rodríguez, L.; Vichido, C. Experimentos de oxidaciones en lactonas sesquiterpénicas. *Rev. Latinoam. Quím.* **1977**, *8*, 149.
146. Gaceta de la UNAM, **1977**.
147. Carta de Venancio Deulofeu a Pedro Joseph Nathan, mayo 27 de **1977**.
148. Joseph Nathan, P. Conferencia memorial, homenaje al doctor Jesús Romo Armería. *Rev. Soc. Quím. Méx.* **1977**, *21*, 4, 127.
149. Buttenklepper, A.; Maffey, L.; Delgado, H. Impacto mundial de la investigación en México. Estudio bibliométrico del Profr. Dr. Jesús Romo Armería. *Rev. Latinoam. Quím.* **1978**, *9*, 11.
150. Programa en Homenaje a Jesús Romo, Instituto de Química de la UNAM. **1978**.
151. Carrera, M. 1988, "Grandes maestros: Jesús Romo Armería", *Intercambio académico*, Dirección General de Intercambio Académico, Universidad Nacional Autónoma de México, **1988**, *4*, 23, 20.
152. Cuéllar, A. "Biblioteca Jesús Romo Armería". *Folium* **1998**, *20*, 4.