

# Génesis de la formación científica de Pedro Joseph-Nathan

Felipe León Olivares\*

## ABSTRACT (Pedro Joseph-Nathan and the origin of his scientific formation)

Pedro Joseph-Nathan is one of the most important scientists in Mexico. He is an expert in Nuclear Magnetic Resonance and Natural Products Chemistry, and he has published 430 specialized articles. Dr. Joseph-Nathan graduated in Chemistry and Chemical Engineering at the National School of Chemical Sciences (ENCQ by its acronym in Spanish), nowadays Chemistry Faculty at the UNAM, and he got his doctorate in Chemical Sciences in the Chemistry Faculty. The aim of this paper is to describe his academic career; particularly, his student stage, how he became interested in scientific research and his first years as investigator. This work also describes his first academic interests and scientific contributions in natural products chemistry.

**KEYWORDS:** Pedro Joseph-Nathan, Institute of Chemistry, Nuclear Magnetic Resonance, Cinvestav

## Introducción

La institucionalización de la investigación química en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) comenzó hace 72 años con la fundación del Instituto de Química de esta universidad (IQ-UNAM), en 1941. Las primeras líneas de investigación fueron la química de productos naturales y la síntesis orgánica (Orozco, 1945).

Durante el inicio de la vida académica de este Instituto, sobresale la formación del primer grupo generacional de investigadores químicos en México, entre ellos el doctor Jesús Romo Armería (1922-1977), así como el Programa de Vinculación con los Laboratorios de Investigación Syntex, en 1949 (León, 2006).

La investigación química en México durante la década de los años cincuenta del siglo XX estuvo inmersa en la cuarta revolución científica del campo de la química en el ámbito mundial por el desarrollo de la instrumentación (Chamizo, 2012), como fue el caso de la incorporación de la resonancia magnética nuclear (RMN) aplicada a la elucidación de estructuras orgánicas complejas. La técnica se desarrolló en las Universidades de Stanford y Harvard, Estados Unidos (a través de Felix Bloch y Edward M. Purcell, respectivamente (Geva, 2006)) y fue informada en 1946. En esa misma década se desarrollaron los primeros equipos Varian que trabajaban a 30 MHz. Al finalizar este decenio, la técnica de RMN se extendió a diferentes universidades de Estados Unidos y de Europa (Morris y Travis, 1995) con fines de elucidación estructural.

El IQ-UNAM, por su parte, en su programa de estancias posdoctorales, envió al doctor José Luis Mateos a la Universidad de California (UCLA) con el doctor Donald J. Cram, en 1957. Posteriormente, asistió al Tecnológico de California (CALTEC), en 1961, con el interés de estudiar la técnica de RMN. A su regreso al IQ-UNAM fue el responsable de instalar el primer equipo de RMN en México y de formar a los primeros investigadores en esa novedosa técnica (Díaz, 2002), como fue el caso de algunos estudiantes que realizaban sus trabajos en tesis de doctorado y licenciatura. Los estudiantes Javier Padilla, Pedro Joseph-Nathan y Eduardo Díaz cultivaron esta técnica desde su etapa de formación como becarios del IQ-UNAM. Sin duda, el estudio de sus trayectorias académicas, particularmente, la de Pedro Joseph-Nathan da muestra del proceso de formación de investigadores científicos en México, motivo de esta contribución.

## Aspectos sociales y culturales

Hace setenta años, cuando la humanidad se disponía a construir la paz después de la Segunda Guerra Mundial, la UNAM edificaba su infraestructura en investigación científica. La urgencia por apoyarse en la ciencia para impulsar el desarrollo económico y social de México condujo a la fundación del Instituto de Química, en 1941. En este contexto se inició el proceso de formación de los primeros investigadores en el campo de la química en México. Y es, en este mismo año, cuando el doctor George Joseph, doctor en Química Farmacéutica formado en la Universidad de Freiburg, Alemania, y Alice Nathan, concertista de piano, ambos de origen alemán, compartían la alegría por el nacimiento de Pedro Joseph-Nathan, quien nació en la ciudad de México, el 17 de septiembre de 1941. Sus padres, llegaron a la ciudad de México en 1939 para promover los productos de la empresa farmacéutica Sandoz (Morales, 2006, p. 82). Al poco tiempo nació Evelyn, hermana de Pedro.

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

Correo electrónico: felipeleon@unam.mx

Fecha de recepción: 14 de octubre de 2012.

Fecha de aceptación: 15 de marzo de 2013.

En sus primeros años fue educado en el seno de una familia alemana tradicional y, al poco tiempo, se fue familiarizando con la cultura mexicana. Al asistir a la escuela de educación preescolar, empezó su aprendizaje del español. Posteriormente, en 1948, Pedro Joseph-Nathan ingresó a la Escuela 12 de Octubre, en la Ciudad de México. En 1950, cuando la familia se trasladó a la ciudad de Puebla, ingresó a la Academia Militarizada Ignacio Zaragoza. Aquí concluyó sus estudios básicos y preparatorios (Morales, 2011, p. 39).

Al preguntarle al doctor Pedro Joseph-Nathan el origen por su gusto por la química, él comentaba: “Saber dónde nació mi gusto por la química es muy complejo, pero creo que hay dos posibilidades”.

Una de ellas se debe al ambiente familiar. Cuando la compañía Sandoz iniciaba sus actividades empresariales en México, algunos químicos europeos visitaron el país y a la familia Joseph-Nathan. Recuerda que en varias ocasiones en su casa estuvieron personalidades como Arthur Stoll (1887-1971), quien investigó los alcaloides del *ergot*, y Albert Hofmann (1906-2008), quien aisló los principios activos de los hongos mexicanos, en 1958; ambos fueron químicos farmacéuticos, egresados del Politécnico de Zurich (actual ETH), quienes trabajaron para la compañía Sandoz, en Basilea.

En los primeros años de los cuarenta la industria farmacéutica estaba en expansión, varias empresas hacían sus operaciones de inversión en Latinoamérica y era necesario enviar a algunos empresarios e investigadores para instalar sus filiales; un ejemplo de este tipo de inversión fue el de la empresa farmacéutica Sandoz, que se instaló en nuestro país en 1947. En los viajes a México se hicieron algunas visitas a la casa de la familia Joseph-Nathan y las pláticas de los adultos versaban sobre la química de los productos naturales (Joseph-Nathan, 2011). Quizá, para el joven Pedro Joseph-Nathan éstos fueron sus primeros contactos con la química de su especialidad, sin imaginar que en su vida profesional estaría dedicado a la misma temática.

Años más tarde, cuando cursó su bachillerato en la Academia Militarizada Ignacio Zaragoza en la ciudad de Puebla, comenzaba a vislumbrarse el segundo punto de influencia hacia la química. Al respecto, relata: “En el laboratorio de física invertí muchas de mis horas libres reparando instrumentación de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, como la balanza de torsión de Cavendish (1798), con la que se demuestra la Ley de Gravitación Universal (1687) de Isaac Newton” (Joseph-Nathan, 2008, p. 423). Más adelante, en su vida profesional el joven Pedro Joseph-Nathan estaría instalando y adaptando equipos de resonancia magnética nuclear y rayos X.

Al terminar sus estudios de preparatoria se trasladó a la Ciudad de México, con el interés de ingresar en la Escuela Nacional de Ciencias Químicas (ENCQ) de la UNAM.

## De Ciencias Químicas al Instituto de Química

Al llegar el aún joven Pedro Joseph-Nathan a la ENCQ de

Tacuba, en 1959, ésta estaba dirigida por el ingeniero químico Francisco Díaz Lombardo, quien se había formado en Alemania en 1921, como parte del grupo del Programa de Becarios de la Facultad de Ciencias Químicas.

Al ingresar Pedro Joseph-Nathan a la licenciatura de Química, ésta se cursaba en cuatro años. El año escolar constaba de seis materias, algunas de ellas eran Química inorgánica, Análisis químico cualitativo, Química orgánica acíclica, Análisis químico cuantitativo, Físicoquímica y Análisis químico industrial, por mencionar algunas (García, 1985). Desde el primer año el joven Joseph mostró su capacidad intelectual y, al año siguiente, ante su inquietud por el estudio de la química, se inscribió en los cursos correspondientes a la licenciatura en Ingeniería Química que se estudiaban en cinco años. Sin duda, su creatividad e interés por la química lo llevó a tomar esta decisión.

El inicio de la década de los sesenta fue de intensos cambios, uno de ellos el traslado de la ENCQ que duraría de 1957 a hasta 1962, a pesar de que Ciudad Universitaria (CU) se inauguraría en 1954. Pedro Joseph-Nathan solo cursó el primer año de la carrera en Tacuba y los siguientes años asistiría a CU. El propio doctor Pedro Joseph-Nathan ha expresado: “Fue una época de transición la que me tocó vivir...” No solo por ser un alumno de la Escuela de Tacuba y ser parte de las generaciones que se trasladaron a CU, sino porque también se gestaba la infraestructura del desarrollo científico del país, con la fundación del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN, en 1961. Esta institución estaría dedicada al desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como a la enseñanza en el nivel de posgrado en ciencias exactas y naturales, donde estaba incluida la Química (Joseph-Nathan, 2011). Su primer director, el doctor Arturo Rosenblueth (1900-1970), generó el ambiente propicio para el desarrollo de la práctica científica y para que el Cinvestav se convirtiera en uno de los centros de investigación con más producción científica. Por otra parte, la Rectoría de la UNAM la ocupaba el cardiólogo Ignacio Chávez, quien generó un gran impulso a la Universidad.

Bajo este contexto de cambios institucionales, en 1962, el joven estudiante Pedro Joseph-Nathan cursaba el último año de la carrera de Química y el penúltimo de Ingeniería Química, momento en que decidió cursar una materia optativa, Fitoquímica, que era impartida por el doctor Francisco Giral, exiliado español. A la vez, Pedro Joseph-Nathan sentía la necesidad de iniciar su trabajo de tesis de la carrera de Químico.

## El Instituto de Química

Al concluir los créditos de la primera licenciatura decidió ir al Instituto de Química que se encontraba en la Torre de Ciencias en Ciudad Universitaria. A principios de la década de los sesenta ya se habían consolidado los dos primeros grupos generacionales de investigadores; entre los pioneros destacaron los doctores Jesús Romo, Humberto Estrada, José F. Herrán y el director Alberto Sandoval. El segundo

grupo generacional, los herederos, estaba formado por los doctores Alfonso Romo de Vivar, José Luis Mateos, Armando Manjarrez, Fernando Walls, Javier Padilla, Raúl Cetina y Tirso Ríos, entre otros (León, 2006), todos ellos formados en la Escuela de Graduados de la UNAM y parte del grupo de investigadores del IQ-UNAM en la década de los sesenta.

Recuerda Joseph-Nathan que “en marzo de 1962 lo recibió Alberto Sandoval, a quien le expresó el deseo de hacer su tesis profesional, finalmente lo aceptaría de forma honoraria. Joseph-Nathan, no esperaba pago alguno, opción que ni si quiera se le había ocurrido. Él iba al Instituto por conocimientos, no para buscar empleo. Entonces, Alberto Sandoval, con el tono imperativo característico de su personalidad, le indicó que lo llevaría con el doctor Jesús Romo, el mejor y más exigente de los investigadores del instituto en aquel entonces (Joseph-Nathan, 2011). En efecto, como pronto se dio cuenta, se trataba de un científico de fama mundial por haber hecho, entre otras cosas, la primera síntesis de cortisona a partir de un producto natural. A mediados de ese mismo año, su director de tesis recibía el Premio de Ciencias, otorgado por la Academia de la Investigación Científica.

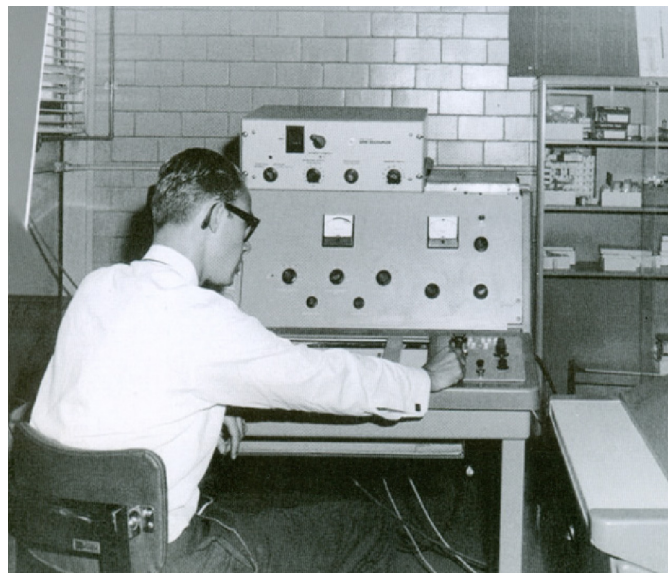
Durante la década de los sesenta, el doctor Jesús Romo, aún mantenía su trabajo de investigación en colaboración con el grupo de Syntex encabezado por George Rosenkranz y, de manera simultánea, dirigía sus investigaciones en el Instituto de Química, con alumnos de licenciatura o de doctorado. Para esta época, Jesús Romo había logrado el reconocimiento de la comunidad internacional tras publicar al lado del grupo de investigadores de Syntex. En esta etapa, el doctor Romo transitaba por el camino de la investigación independiente y la incorporación de nuevos investigadores, situación que le permitió trabajar diferentes temas de investigación tanto en la química de esteroides como en los productos naturales.

Al llegar al IQ-UNAM Pedro Joseph-Nathan, el Instituto contaba con el primer espectrofotómetro de resonancia magnética nuclear (RMN) comprado en México. Se trataba de un Varian A-60, que fue instalado en el piso 12 de la entonces denominada Torre de Ciencias de Ciudad Universitaria (hoy Torre II de Humanidades). También había un espectrofotómetro de infrarrojo de doble haz, Perkin Elmer modelo 21, un ultravioleta Beckmann DK-2, un cromatógrafo de gases Beckman GC-2 y un polarímetro, todos ellos equipos para el análisis estructural orgánico (Sandoval, 1965).

En este contexto, Pedro Joseph-Nathan inició su trabajo de tesis y sus primeros años de investigación en la licenciatura de Química al ritmo de trabajo teórico y experimental de su asesor el doctor Jesús Romo.

### Los primeros trabajos de investigación

Cuando Pedro Joseph-Nathan llegó al IQ-UNAM aprendió a trabajar en las labores de la química orgánica; su director de tesis, estudiaba la química de productos naturales, aislaba y



**Figura 1.** El doctor Pedro Joseph-Nathan trabajando en el equipo de RMN Varian A-60 del Instituto de Química de la UNAM, en 1965.

determinaba las estructuras de una gran variedad de moléculas; tales como diterpenos o triterpenos, alcaloides y realizaba transformaciones químicas de esteroides. El doctor Romo transmitía de manera natural sus conocimientos a sus discípulos, entre ellos al joven Joseph, quien paulatinamente se fue formando como investigador.

Pedro Joseph-Nathan se graduó de la licenciatura de Química en 1963, a la edad de 22 años, con el tema *Estereoquímica de pregnenos sustituidos en C-16. Síntesis de 16-ciano- $\Delta^5$ -pregnen-3- $\beta$ -ol, 20-ona* (Joseph-Nathan, 1963). Al siguiente año, se graduó de la licenciatura de Ingeniero Químico, con el tema de *Resonancia magnética nuclear y cromatografía de gases en la determinación de curvas de equilibrio vapor-líquido* (Joseph-Nathan, 1964), bajo la dirección de los doctores Raúl Cetina y Armando Manjarrez. Recuerda Pedro Joseph-Nathan que el 10 de julio de 1963 entregó a su padre, como regalo de cumpleaños, un ejemplar de su tesis de químico y el citatorio para el examen profesional, que sería 5 días después, de la otra carrera que había cursado sin su conocimiento (Joseph-Nathan, 2011).

En 1963 apareció su primera publicación: “Aromatin and Aromaticin, New sesquiterpene Lactones Isolated from *Helonium aromaticum*”, en la revista inglesa *Chemistry and Industry* (Romo, Joseph-Nathan y Martínez, 1963), publicación que daría la pauta a dieciséis artículos en su etapa formativa como investigador en el IQ-UNAM.

La publicación *Étude des composés d'hydrolyse du groupe cyano en C-16 dans les séries de L'androstane, du pregnane et du 17-isopregnane* (Romo et al., 1964) fue producto de su trabajo de tesis de licenciatura de químico, y muestra la vinculación con el grupo de investigadores de Syntex, en particular con el doctor Pierre Crabbé, quien era el jefe de investigación de dicha empresa farmacéutica.



El producto de su investigación de la licenciatura de Ingeniero Químico fue el trabajo *Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy and vapor-liquid phase chromatography for the determination of the vapor-liquid equilibria diagram* (Manjarez, Joseph-Nathan y Cetina, 1965), una de las primeras investigaciones de RMN que se aplicó para hacer análisis cuantitativos.

Otro de los temas que se iniciaron en el laboratorio del doctor Jesús Romo, y que abrió toda una línea de investigación por más de cuatro décadas, fue el aislamiento de la perezona, cuyo antecedente se debe al doctor Leopoldo Río de la Loza, quien en 1852 aisló una sustancia que llamó ácido pipitzahoico (Noriega, 1911).

Como ya se indicó, Pedro Joseph-Nathan cursó con el doctor Francisco Giral la materia optativa de Fitoquímica en sus últimos semestres; en donde tenía una práctica sobre el aislamiento de la perezona. Un buen día, los resultados de la práctica de Pedro Joseph-Nathan fueron diferentes de 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, pues los resultados eran totalmente diferentes de los informados en los textos, así que se llevó unos cristales del laboratorio de Giral al IQ-UNAM (Joseph-Nathan, 2011).

El estudio de la perezona de la especie vegetal *Perezia cuemavacana* comenzó con el análisis espectroscópico por RMN (Walls *et al.*, 1965a), con lo que determinaron que la estructura reportada en las décadas de los treinta y los cuarenta del siglo XX era incorrecta; también realizaron otros estudios de derivados de la perezona con diazometano, la síntesis total y estudios sobre su comportamiento químico. Asimismo se sabía que cuando la perezona se calienta en un tubo de ensayo con un cerillo, la sustancia anaranjada original se transforma en un compuesto cristalino blanco, al que se llamó pipitzol. Sin embargo, en 1965 se logró separar esta sustancia en dos compuestos, a los que se les llamó  $\alpha$ -pipitzol y  $\beta$ -pipitzol; la separación se realizó por cristalización fraccionada de la mezcla de benzoatos correspondientes (Walls *et al.*, 1965b).

En este ambiente científico el químico Joseph-Nathan inició sus estudios de doctorado en Ciencias Químicas, los que concluyó, con la tesis *Estudios en pseudoguayanólidos* (Joseph-Nathan, 1966).

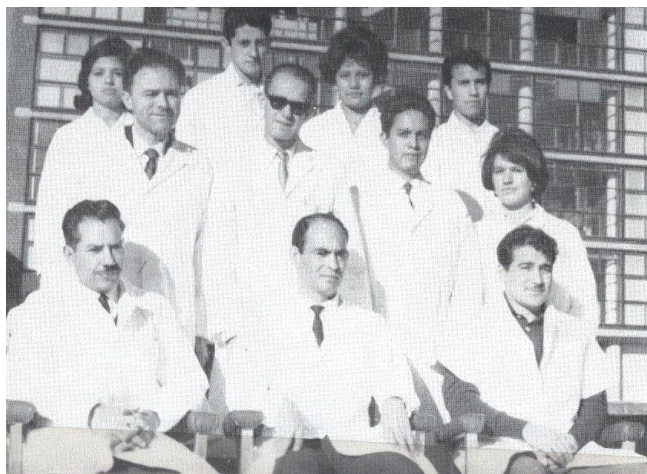
En 1965 la Escuela Nacional de Ciencias Química transitaba a Facultad de Química. En la primera, los estudios de doctorado eran coordinados por la Escuela de Graduados, en tanto que en la segunda los coordinaría la División de Estudios de Posgrado bajo la dirección del doctor José F. Herrán. Para 1966 se graduó el doctor Pedro Joseph, quien sería el segundo posgraduado en la FQ y el décimo octavo doctor en Química y formaría parte de la tercera generación de estudiantes doctorados en México en la UNAM (Estrada, 1983).

Durante los cursos del doctorado en marzo de 1965, Pedro Joseph recuerda la clase de Química Orgánica que

impartió su asesor de tesis, Jesús Romo. La temática de la clase reflejaba la química de los esteroides, línea de investigación que practicaban los Laboratorios de Investigación Syntex. Al inicio del curso explicaba la importancia de la diosgenina como intermediario para la síntesis de productos esteroidales como la progesterona, de importancia industrial. Posteriormente, al explicar las reacciones, lo hacía desde la diosgenina hasta algunas explicaciones de las reacciones como los rearrreglos dienona fenol, de Beckman, la reacción de Baeyer Villiger, etcétera.

Su formación como investigador científico la inició en el IQ-UNAM, con sus trabajos de tesis, bajo la asesoría de un investigador con una sólida formación científica, como lo fue Jesús Romo. Así fue que las extensas jornadas de trabajo en el laboratorio transcurrieron siempre escuchando e intercambiando ideas sobre mecanismos de reacción y la interpretación de espectros, además de amenas pláticas sobre historia, religión y música que frecuentemente ofrecía Jesús Romo, como en los tiempos de Tacuba. Precisamente es aquí donde Pedro Joseph, como estudiante, aprendió el gusto por la investigación científica a través de las labores propias del laboratorio, como las cromatografías y las constantes recristalizaciones para obtener una sustancia pura a la que se le pudiese determinar un espectro para su posible elucidación estructural.

Pedro Joseph-Nathan estuvo en el IQ durante 49 meses, de marzo de 1962 hasta 1966. Durante este periodo participó en diecisiete trabajos que se publicaron en revistas especializadas. Su dinamismo y capacidad intelectual le sirvieron de base para participar de manera brillante en el equipo de investigación de Jesús Romo. Sus características fueron muy semejantes a las de él: tenía Jesús Romo, y tiene Pedro Joseph-Nathan, la capacidad de trabajar de manera



**Figura 2.** El grupo de investigadores del IQ, de izquierda a derecha Jesús Romo, Alfonso Romo de Vivar y Tirso Ríos. De pie Eugene Batroeff y Pedro Joseph-Nathan, Miguel Ángel Flores y María del Socorro Figueroa. Tercera fila María de Jesús Esparza, Armando Cabrera, Rosario Villamar y Cecilio Álvarez, en la Torre de Ciencias en 1963 (Sandoval, 1965, p. 101).



**Figura 3.** El doctor Pedro Joseph en su laboratorio del Cinvestav del IPN.

simultánea en varios temas de investigación, situación que les permitía involucrar a varios tesisistas en sus trabajos de investigación y tener una alta producción científica.

José F. Herrán, en sus funciones como jefe de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Química, conversó con el doctor Arturo Rosenblueth, director del recién creado Cinvestav-IPN, en las reuniones del Instituto Nacional de Investigación Científica, antecedente del actual Conacyt. En la plática comentaron del pequeño grupo de investigadores del Departamento de Química e Ingeniería Química y de la necesidad de contratar personal. El doctor José F. Herrán le comentó de un alumno del IQ-UNAM con gran talento y dedicación, que podía ser útil en sus programas de investigación; se trataba del recientemente doctorado Pedro Joseph. De esta manera, José F. Herrán envió a Pedro Joseph a una entrevista con Arturo Rosenblueth, en mayo de 1966. De inmediato Pedro Joseph ingresó al Departamento de Química e Ingeniería Química del Cinvestav-IPN (Joseph, 2011), donde continuaría durante 47 años sus labores de investigación científica.

### Conclusiones

La trayectoria académica de Pedro Joseph-Nathan ha sido exitosa y su alta productividad científica con 430 publicaciones da muestra de su dedicación y capacidad en la investigación. Su labor académica le ha permitido formar medio centenar de estudiantes que ahora ocupan puestos importantes en la industria y en las universidades. Indudablemente, su vida laboral está llena de reconocimientos; uno de los más significativos fue el Premio Nacional de Ciencias y Artes, en 1991. De esta manera, se convirtió en el segundo químico orgánico en ser acreedor a dicho reconocimiento, después de Jesús Romo, con quien se inició en las tareas de la investigación científica. Pedro Joseph-Nathan es un investigador apreciado por la comunidad científica de México y Latinoamérica. Actualmente cuenta con una infraestructura de investigación científica, y junto a sus numerosos discípulos, es posible mencionar a los doctores Martha S. Morales y Carlos M. Cerda que comparten las vicisitudes de la investigación científica.

Hay que destacar que sus trabajos de tesis los realizó en el Instituto de Química bajo la dirección del doctor Jesús Romo, y el segundo trabajo de tesis, bajo la dirección de los doctores Raúl Cetina y Armando Manjarrez, este último dirigió la tesis de licenciatura del doctor Mario J. Molina. Inmerso en un ambiente científico se doctoró con el doctor Jesús Romo, Premio Nacional de Ciencias y Artes, en 1971. Cabe destacar que el doctor Joseph-Nathan es el único estudiante de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas, hoy Facultad de Química, en obtener tres grados académicos de la misma institución.

De manera semejante a su principal maestro, el doctor Jesús Romo Armería, formado 100% en México, prefirió formar recursos humanos en la Universidad que permanecer en la industria farmacéutica; su discípulo el doctor Pedro Joseph-Nathan, por su parte, es también 100% formado en México.

Más allá de su labor como referente científico, tiene la habilidad de reconocer las capacidades de las personas para saber orientar y encauzar a los estudiantes. De esta manera, la formación de jóvenes investigadores tanto mexicanos como latinoamericanos ha sido un sello que lo caracteriza. Sin duda, el grupo de investigación del doctor Joseph-Nathan es un ejemplo de cómo se debe planear la infraestructura de una comunidad científica de alta productividad académica.

### Bibliografía

- Chamizo, J. A., La imagen pública de la química, *Educación Química*, **22**(4), 320-331, 2011.
- Díaz, E., 40 Años de resonancia magnética nuclear en México, *Revista de la Sociedad Química de México*, **46**(3), 277-283, 2002.
- Estrada, H., *Historia de los Cursos de Posgrado*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1983.
- García, H., *Historia de una Facultad*. México: Facultad de Química-UNAM, 1985.
- Geva, T., Magnetic Resonance Imaging: Historical Perspective, *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, **8**, 573-580, 2006.
- Joseph-Nathan, P., El deuterio, mi pequeño y valioso ayudante para estudiar productos naturales. En: Paredes, O., Estrada, S. (coord.), *Aportaciones científicas mexicanas en el siglo XX*. México: Fondo de Cultura Económica, 2008.
- Joseph-Nathan, P., *Estereoquímica de pregnenos sustituidos en C-16. Síntesis de 16 $\beta$ -ciano  $\Delta^5$ -pregnen 3 $\beta$ -ol-20-ona*. (Tesis inédita de licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1963.
- Joseph-Nathan, P., *Resonancia Magnética Nuclear y Cromatografía de gases en la determinación de curvas de equilibrio vapor-líquido*. (Tesis inédita de licenciatura). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1964.
- Joseph-Nathan, P., *Estudios en pseudoguayanólidos*. (Tesis inédita de doctorado). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1966.

- Joseph-Nathan, P., Comunicación personal. México: Cinvestav-IPN, 2011.
- León, F., Pioneros de la investigación científica del Instituto de Química-UNAM, *Educación Química*, **17**(3), 335-342, 2006.
- León, F., Jesús Romo Armería: una vida ejemplar en la investigación química, *Boletín de la Sociedad Química de México*, **1**(3), 180-211, 2007.
- Manjarrez, A., Joseph-Nathan, P. y Cetina, R., Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy and Vapor-Liquid Phase Chromatography for the Determination of the Vapor-Liquid Equilibria Diagram, *Chem. and Ind.*, 81-82, 1965.
- Morales, M. S. y Cerda-García, C. M., Notas sobre la obra científica del doctor Pedro Joseph-Nathan en el Ámbito Latinoamericano, *J. Mex. Chem. Soc.*, **50**(3), 81-82, 2006.
- Morales, M. S., Pedro Joseph-Nathan, semblanza de un maestro, *Rev. Latinoamer. Quím.*, **38**, 7-8, 2011.
- Morris, P. J. T., Travis, A. S., The Role of Physical Instrumentation in Structural Organic Chemistry. In: Kriege J. and Dominique P., *Science in the Twentieth Century*. Estados Unidos: Harwood Academic Publishers, 1995.
- Noriega, M., *Escritos de Leopoldo Río de la Loza*. México: Imprenta de Ignacio Escalante, 1911.
- Orozco, Fernando, *Boletín del Instituto de Química de la UNAM*, **I**(1), 1945.
- Romo, J., Joseph-Nathan, P., Díaz, F., Aromatin and Aromaticin, New Sesquiterpene Lactones Isolated from *Helenium aromaticum*, *Chem. Ind.*, 1839, 1963.
- Romo, J., Rodríguez, L., Joseph-Nathan, P., Martínez, M. y Crabbé, P., Étude des composés d'hydrolyse du groupe cyano en C-16 dans les séries de l'androstane, du pregnane et du 17-isopregnane, *Bulletin de la Société Chimique de France*, N° 222, 1276-1287, 1964.
- Sandoval, A., *Boletín del Instituto de Química*, Vol. XVII, UNAM, México, 1965.
- Walls, F., Salmón, M., Padilla, P., Joseph-Nathan, P. y Romo, J., La estructura de la perezona, *Boletín del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México*, **XVII**, 3-15, 1965a.
- Walls, F., Padilla, J., Joseph-Nathan, P., Giral, F. y Romo, J., The Structures of  $\alpha$  and  $\beta$ -pimizols, *Tetrahedron Letters*, **21**, 1577-1582, 1965b.