



Ingeniería química: una breve reseña

Chemical engineering: a brief overview

Apolinar Picado , Rodolfo Espinosa *

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)
Avenida Universitaria, Managua 11127, Nicaragua
E-mail: rodolfo.espinoza@fiq.uni.edu.ni

(*recibido/received: 04-Mayo-2020; aceptado/accepted: 26-Febrero-2021*)

RESUMEN

Este artículo explora los orígenes de la Ingeniería Química. Se trata principalmente del surgimiento del concepto de Ingeniería Química, el reconocimiento del campo como una disciplina independiente y su desarrollo inicial. Si bien la concepción de Ingeniería Química tiene lugar en Gran Bretaña, la disciplina se desarrolló fundamentalmente en los Estados Unidos, donde pronto tomó la forma en que la conocemos hoy. Dos décadas después de la concepción, la nueva disciplina encontró su espacio en universidades latinoamericanas (Chile, Argentina). La disciplina y profesión se desarrolló a medida que la propia industria crecía rápidamente, en respuesta a una demanda creciente de la sociedad por los productos de la industria química. Se consolidó la creación de la Ingeniería Química como programa académico y se ofertó en muchos países, tanto en aquellos con tradición en educación en el área, como en otros en donde el programa fue una novedad.

Palabra claves: Ingeniería Química; Programa; Latinoamérica; Nicaragua

ABSTRACT

This article explores the origins of Chemical Engineering. It deals mostly with the emergence of the Chemical Engineering concept, the recognition of the field as an independent discipline, and its initial development. Although the conception of Chemical Engineering takes place in Great Britain, the discipline developed primarily in the United States, where it soon took the form in which we know it today. Two decades after its conception, the new discipline found its place in Latin American universities (Chile, Argentina). The discipline and profession developed as the industry itself grew rapidly, in response to a growing demand from society for the products of the chemical industry. The creation of Chemical Engineering as an academic programme was consolidated and was offered in many countries, both in those with a tradition in education in the area, and in others where the programme was a novelty.

Keywords: Chemical Engineering; Programme; Latin America; Nicaragua

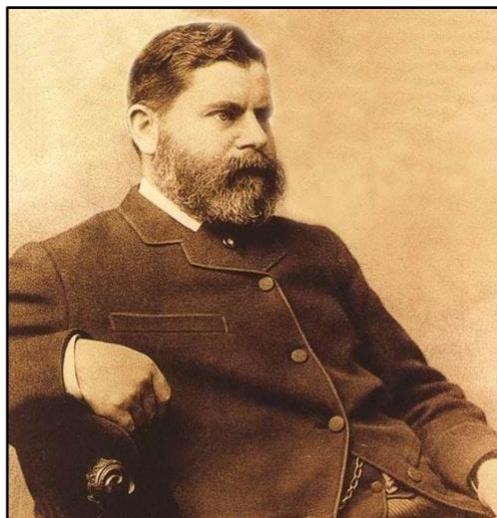
* Autor para la correspondencia

1. INGENIERÍA QUÍMICA

La antigüedad de la Ingeniería data del año 1700 en que aparecen en Gran Bretaña los primeros Ingenieros Civiles, organizados en Sociedad hacia el 1750 con aquella clásica división de Ingenieros Reales o Militares e Ingenieros Civiles. Las diversas ramas que emanaron de esta Ingeniería fueron el fruto de la creación de las especialidades, consecuente con el progreso creciente de la Ciencia. La Ingeniería Mecánica, emerge después de la invención de la máquina a vapor con la consiguiente transición de las industrias caseras al sistema de fábricas manufactureras. El Ingeniero Metalúrgico encuadró su profesión cuando el acero suplantó al hierro pudelado y forjado. Como una consecuencia de los descubrimientos de Faraday, Henry y Edison surge la necesidad de erigir la Ingeniería Eléctrica. La urgencia en la explotación adecuada de notables riquezas mineras crea el Ingeniero en Minas. No podía ser menos con la Ingeniería Química (Rouzaut, 1940).

A finales del siglo XIX, se advirtió la necesidad de contar con un nuevo profesional que llevara a cabo las funciones que, hasta entonces, habían correspondido a profesionales de las otras ingenierías, es decir, el diseño y operación de plantas en las que se aplicaban procesos de transformación física y química de materias primas. De esta manera, se empezó a acuñar el término **Ingeniero Químico** para denominar un profesional hipotético que satisficiera las necesidades que el medio industrial y, específicamente, la industria química planteaban.

El origen del término **Ingeniero Químico** se sitúa en Inglaterra, en 1880, para calificar a ciertos individuos con vasta experiencia en el manejo de plantas químicas, quienes eran químicos con instinto de ingenieros e ingenieros mecánicos con habilidades para la química. En ese año, George Edward Davis (1850-1907), Inspector Industrial, comenzó a promover la formación de una Asociación de Ingenieros Químicos en Gran Bretaña la cual, debido a las presiones de las universidades y de otros círculos académicos e industriales, no tuvo éxito.



George E. Davis

Entre enero y marzo de 1888, Davis sintetizó sus experiencias en la industria química en una serie de doce seminarios que realizó en la *Manchester Technical School* (1883-1917). Estos seminarios son considerados el primer curso de Ingeniería Química y explica las operaciones individuales que tienen lugar en un proceso, las cuales fueron posteriormente denominadas operaciones unitarias por Arthur D. Little en 1915. En estos seminarios, Davis indicó que los principios subyacentes a la práctica de la química industrial eran reducidos en número y que una formación eficaz de los profesionales encargados de la misma debía de reposar sobre la enseñanza de estos principios en lugar de profundizar en el detalle de cada industria específica (Reed, 2020, Cohen, 1996).

Los seminarios se publicaron por entregas en el “*Chemical Trade Journal*” entre mayo de 1888 y marzo de 1890 y posteriormente se publicarían completos en 1901 con el título de “*A Handbook of Chemical Engineering*” (Reed, 2020). La segunda edición de este manual data tan solo de 1904 y en ella Davis comenta: aunque el Ingeniero Químico debe poseer un conocimiento casi perfecto de la química aplicada, no se debe olvidar que su misión fundamental es la de adecuar, construir y mantener una serie de equipos para la realización de ciertas operaciones industriales (Davis, 1904). En su libro, Davis considera también la importancia de efectuar los diseños de equipos industriales partiendo de los datos obtenidos a escala

más reducida y trata en detalle algunos procesos unitarios. Por estas razones, George E. Davis es considerado el padre de la Ingeniería Química.

El surgimiento y desarrollo de la Ingeniería Química han sido objeto de diversas investigaciones documentales (van Antwerpen, 1980; Donnelly, 1988; Cohen, 1996; Perkins, 2003; Wankat y Peppas, 2011); sin embargo, todas reconocen a George E. Davis como el promotor de esta disciplina. Definitivamente, el concepto fue promovido por Davis e incluso trató no solo de fundar una sociedad, sino que fue el primer en dejar registros del análisis más temprano de la Ingeniería Química.

Con fines referenciales, el nacimiento académico de la Ingeniería Química se podría situar en 1884, en Gran Bretaña. El *City and Guilds of London Institute* publicó un programa preliminar en agosto de 1884 que enfatizaba que los estudiantes que estudiaran química también obtendrían “un conocimiento de las partes de ingeniería que probablemente les resulte más útil”. El curso y el diploma se titulaban “Ingeniería Química”. No hay un registro formal de cómo se eligió ese título. El curso estaba a cargo del profesor Henry Edward Armstrong. El programa completo del *City and Guilds of London Institute*, publicado posteriormente en 1885, reforzó el énfasis ingenieril del curso: “el curso está organizado para adaptarse a los requisitos de quienes ingresarán a obras donde un conocimiento de los principios, y el uso, de maquinaria, la resistencia de los materiales, la construcción de edificios, etc., es de la mayor importancia”.

El programa del curso para 1885 muestra que el primer año incluía clases de matemáticas, física, química, ingeniería y alemán. En el segundo año, matemáticas, química e ingeniería, pero con más tiempo al trabajo de laboratorio en química e ingeniería. En el tercer año, los candidatos para el diploma en Ingeniería Química debían realizar más química analítica y aplicada, así como dedicar atención a los métodos físicos-químicos de investigación. Esto continuó a lo largo su existencia, aunque el título de Ingeniería Química se abandonó en 1888-1889 (Donnelly, 1988; Cohen, 1996).

En 1875, Edmund James Mills decidió tomar la posición de profesor de química en la *Anderson's University*, renombrada en 1887 como *Glasgow and West of Scotland Technical College*. Durante su estadía, el profesor Mills desarrolló un curso de Ingeniería Química. El curso (1887) de diploma de tres años incluía 24 conferencias que cubrían la construcción y uso de plantas químicas. Es interesante notar que la *Society of Chemical Industry* tenía una rama muy fuerte en Glasgow y Mills era un miembro activo (Perkins, 2003).

THE "YOUNG" CHAIR OF
TECHNICAL CHEMISTRY.

PROFESSOR EDMUND J. MILLS, D.Sc., F.R.S.
Assistant—WILLIAM RAIRD.

YOUNG LABORATORY BUILDINGS.

This Chair has for its object the instruction of Students in Chemistry as applied to the various branches of industry in Chemical and other works.

Fee for the Course—£1 11.

Chemical Engineering.—A course of twenty-four Lectures will be delivered on Wednesdays and Thursdays, at Three p.m., commencing on October 3rd. They will deal mainly with the construction and use of chemical plant, and will comprise the following among other subjects:—

1. Gaseous, liquid, and solid fuel: the conditions and mode of their application. Raising and carrying steam. Preparing water for chemical operations.
2. Open steam, steam coils, and steam jacketed plant.
3. Refrigerators.
4. Open evaporators and their efficiency. Closed evaporators. Stills of various kinds, including stills for fractional distillation.
5. Modes of employing an air-current.
6. Stirring and mixing machinery. Grinding. Squeezing. Crushing.
7. Precipitation. Floating. Washing. Filtering.
8. Sublimation.
9. The materials to be used in the construction of plant to hold chemical liquids of different kinds and at varied temperatures and pressures.
10. Manipulation of large volumes of gas. Apparatus employed in the generation, heating, cooling, scrubbing, and filtration of gases. Impregnation of gases with vapours. Governors.
11. Tanks, cisterns, vats, and tuns.

The Lectures will, as far as possible, be illustrated. The following industries will be referred to:—Distillation of tar and liquor and obtaining other products. Brewing. Spirit manufacture. Gas manufacture. Aerated waters. Pigments. Soap. Paraffin oils, scale, and candles. Purification, boiling and storage of vegetable and animal oils. Alkali manufacture.

Fee for the Course—£1 11.

Plan de estudios (1888-1889)

También en 1888, el *Boston Tech* (1861-1916), posteriormente renombrado *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), organizó y anunció formalmente el primer curso de Ingeniería Química en los Estados Unidos, llamado Curso X - Ingeniería Química. El profesor Lewis Mills Norton estuvo a cargo de la organización (van Antwerpen, 1980).

El Curso X - Ingeniería Química era esencialmente Ingeniería Mecánica con algunos cursos de Química Industrial. El Curso X fue diseñado para satisfacer las necesidades de los estudiantes que desearan una enseñanza formal de Ingeniería Mecánica y simultáneamente dedicar parte de su tiempo al estudio de la aplicación de la Química a las artes de la Ingeniería especialmente con aquellos problemas que se relacionan con el uso y manufactura de productos químicos.



Curso X en 1903

El plan de estudios del Curso X incluía construcción de engranaje de dientes, mecanismo de maquinaria de molino, válvula de corredera, movimiento de enlace, etc. La química era analítica: elementos de la química orgánica, química industrial: clase y laboratorio, química aplicada, termoquímica y química aplicada que incluía una tesis.

Llamada entonces Ingeniería Química, hoy en día es reconocible como Química Industrial y quizás (tenga en cuenta el quizás) fue una combinación de las técnicas europeas de un Químico que trabaja con un Ingeniero Mecánico en el diseño de una planta (van Antwerpen, 1980).

En 1891, el Departamento de Química del MIT otorgó siete títulos de Licenciatura en Ingeniería Química, los primeros de su tipo que se otorgan en cualquier lugar.

Varios otros cursos de Ingeniería Química se establecieron en los Estados Unidos antes del fin del siglo XIX (Universidad de Pensilvania 1892, Universidad de Tulane 1894, Universidad de Michigan 1898, Universidad de Tufts 1898). Da la casualidad de que todos estos cursos se establecieron en los Departamentos de Química, aunque más tarde, también surgieron cursos de otras disciplinas existentes.

Desde el punto de vista técnico, el curso organizado en 1884 por el profesor Armstrong ha sido discutido en detalle por Tailby (1982), quien llegó a la conclusión de que el curso no era Ingeniería Química, sino una mezcla de Ingeniería Mecánica y Química. Esta conclusión podría aplicarse a muchos de los primeros cursos, incluido el famoso Curso X organizado por el profesor Norton en el MIT.

A pesar de que la concepción de Ingeniería Química tiene lugar en Gran Bretaña, la disciplina se desarrolló fundamentalmente en los Estados Unidos, donde tomó pronto la forma en la que hoy la conocemos. La fundación en 1908 del *American Institute of Chemical Engineers* (AIChE) contribuyó de forma decisiva al desarrollo de esta.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se desarrolló para la Ingeniería Química un periodo de crecimiento sustancial en lo académico y en lo industrial. Se consolidó la creación de la Ingeniería Química como programa académico y se ofertó en muchos países, tanto en aquellos con tradición en educación en el área, como en otros en donde el programa fue una novedad.

La incorporación de los procesos biológicos en el desarrollo de numerosos procesos de manufactura de productos químicos aunado a las necesidades de la industria farmacéutica y la de alimentos abrieron nuevas fronteras al Ingeniero Químico. Además, la inestabilidad tanto energética como del mercado de materias primas, originó la necesidad de generación de productos de alta tecnología menos dependientes de las fuentes de energía y de los costos de la materia prima. Todo esto ha diversificado la Ingeniería Química hacia áreas emergentes como la Ingeniería Bioquímica, la Biotecnología, la Bioingeniería, la

Biorefinación, los Biomateriales, entre otras, incorporando a los planes de estudio los conocimientos fundamentales de los procesos biológicos, a través de la Bioquímica y cursos relacionados (Mazzarri *et al.*, 2012).

2. INGENIERÍA QUÍMICA EN LATINOAMERICA

En los albores del siglo XX no había en toda Latinoamérica un programa que abordara las aplicaciones de la química a la producción industrial. Aunque en algunos países presentaban importantes actividades mineras, metalúrgicas, forestales, agropecuarias, producción de alimentos, bebidas, textiles, curtiembres y diversas manufacturas, éstos carecían de profesionales con formación científico-técnica capaces de aprovechar a cabalidad los recursos naturales.

El esfuerzo de crear universidades en Latinoamérica que estarían orientadas a avanzar en las áreas del saber y del quehacer, resultó en incorporar un área profesional tan específica, tan técnica e innovadora para su época, como la Ingeniería Química. El programa de Ingeniería Química en Latinoamérica está ligada a los orígenes mismos de la Universidad de Concepción, Chile y la Universidad Nacional del Litoral, Argentina.

El programa de Ingeniería Química en Chile está ligado con la creación de la Universidad de Concepción (UdeC), cuando el 17 de enero de 1919, el Comité Ejecutivo Pro Universidad decidió incorporar el programa de Química Industrial, como uno de los cuatro con que se iniciaría la nueva Universidad. De esta manera, en 1923, se titulan los primeros cuatro Ingenieros Químicos Industriales de Chile y Latinoamérica (Zaror, 2009).

El programa de Ingeniería Química en Argentina está ligado con la creación de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), creada por Ley Nacional (10.861) el 17 de octubre de 1919, y nace en el contexto del movimiento reformista que en 1918 proclamó al país y a toda Latinoamérica sus ideas de comunidad universitaria libre y abierta, políticamente autónoma y aseguradora del carácter estatal de la enseñanza universitaria (Davie, 1987).

La Ingeniería Química toma forma más o menos definitiva en Estados Unidos recién en 1908 y en Gran Bretaña inicia su actividad en 1911, es decir que cuando se crean los programas de Ingeniería Química en Chile y Argentina aun estaba relativamente en sus comienzos en países de los más industriales del mundo, por lo que no fue el fruto de la improvisación, sino el concepto integral, completo, de la formación de un profesional con conocimientos de Ingeniería Química que perfectamente armonizados tendrían su máximo rendimiento en la práctica fabril.

El programa de Ingeniería Química llega a México en 1925 cuando por intervención de Don Estanislao Ramírez, egresado del MIT, se introdujo el estudio de la Ingeniería Química en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y, posteriormente en 1945, de la de Ingeniería Química Industrial en el Instituto Politécnico Nacional (IPN); fue el primer profesor y el formador de los primeros maestros de Ingeniería Química. Por estas razones se lo considera el fundador de la Ingeniería Química en México (Uribe-Ramírez, 2013).

Por su parte, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) incluía en 1943 como una de sus profesiones fundacionales la de Ingeniero Industrial Químico. Posteriormente en 1955 se creó la de Ingeniero Químico Administrador (ITESM, 2020).

En Brasil, el 12 de marzo de 1920 se crea el curso de Química Industrial y Agrícola en la Escuela Superior de Agricultura y Veterinaria (ESAMV) por medio del decreto No. 14.120, sustentado en el inciso III del artículo 28 de la Ley No. 3.391 de 5 de enero el mismo año. Este curso fue la base de la creación de la

Escuela Nacional de Química (ENQ) en 1933 por medio del decreto 23.016 del 28 de julio. La estructura del nuevo curso de Ingeniería Química fue aprobada en 1946 y la primera clase comenzó en 1952 (da Silva *et al.*, 2006).

En 1938, la Facultad de Ingeniería Química se fundó en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia, siendo la primera en el país. Los primeros cuatro Ingenieros Químicos se graduaron en diciembre de 1942. Inicialmente, se dio una fuerte orientación hacia la Química Industrial, según la visión europea, que hizo cuestionarse a algunos si ya pudiese denominarse a estos graduados como Ingenieros Químicos (Riveros-Rojas *et al.*, 1999).

El 10 de octubre de 1947, se fundaba la Universidad de Oriente, primer centro de educación superior de la región oriental de Cuba y a la vez se inicia los estudios de cinco programas entre los cuales se encontraba el programa de Ingeniería Química Industrial, comenzando así los estudios de Ingeniería Química en ese país. Actualmente este programa gradúa Ingenieros sobre la base de un Plan de Estudios Nacional, diseñado por la Comisión Nacional de Carrera (Hing-Cortón, 2017).

3. INGENIERÍA QUÍMICA EN NICARAGUA

En Nicaragua, el programa fue fundado por el Dr. Jaime Downing Urtecho en el 1970 en la Universidad Centroamericana (UCA), a su vez fundada en 1960. Dado que el mercado laboral requería de un Ingeniero Químico que a la vez hiciera de Administrador, se estableció como un programa mixto llamado Ingeniería Industrial Química, basado en el programa de Ingeniero Químico Administrador existente en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). De esta manera el graduado se podía desempeñar como gerente de producción en una planta pequeña como la mayoría de las existentes en Nicaragua en esa época (Downing, 1993).

En el año 1980, el programa de Ingeniería Industrial Química era administrado por la Escuela de Ingeniería Industrial Química de la Facultad de Ingeniería, UCA, y contaba con cinco planes de estudio, todos de turno diurno y duración diez semestres. Aunque dichos planes contenían diferente cantidad de asignaturas, la mayoría de ellas eran comunes y correspondían a asignaturas clásicas de la Ingeniería Química. Adicionalmente, tenían en común dos o tres asignaturas que abordaban temas relacionados con la Ingeniería Industrial. El Trabajo de Diploma era la única forma de culminación de estudios.

Para 1982 luego de realizar un estudio de entorno y una transformación curricular, se crea el programa de Ingeniería Química, con planes de estudio 82 diurno (diez semestres) y nocturno (doce semestres). El nuevo programa conservó todas las asignaturas específicas de Ingeniería Química, ya impartidas en Ingeniería Industrial Química; pero se retiró las asignaturas relacionadas con Ingeniería Industrial. Al realizarse este cambio de plan también se realizó el cambio de nombre a Escuela de Ingeniería Química.

El Gobierno de la República de Nicaragua a través del Consejo Nacional de Educación Superior (CNES) funda en 1983 la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), para unificar en una sola institución la enseñanza de las ingenierías y la arquitectura que se encontraban en la UCA y en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua).

En 1985, la Escuela de Ingeniería Química proveniente de la UCA fue adscrita a la nueva Facultad de Tecnología de la Industria de la UNI. En 1990 se realiza una reorganización de toda la estructura académica de la universidad. Como parte de esto, la Escuela de Ingeniería Química es ascendida a Facultad de Ingeniería Química, absorbiendo el departamento de Química, previamente administrado por la Dirección de Ciencias Básicas.

Con respecto a los procesos de transformación o mejoramiento del diseño curricular del programa, desde la fundación de la UNI hasta el año 1986, el programa contó con cinco planes de estudio: tres planes diurnos (83, 84-85 y 86) y dos nocturnos (83-85 y 86). Todos los planes diurnos requerían diez semestres de estudios y realizar un Trabajo de Diploma. En cambio, los planes nocturnos eran de 12 y 13 semestres, respectivamente. Sin embargo, no requerían de Trabajo de Diploma. Esta diferenciación se continuó aplicando hasta 1996. Estos cinco planes tenían en común cerca del 90 % de las asignaturas y eran correspondientes con los contenidos para Ingeniería Química ya existentes en el plan de estudios 1982 diurno proveniente de la UCA.

En 1986 se lleva a cabo una transformación curricular de la cual surgen los planes 87 diurno (10 semestres) y 87 nocturno (13 semestres); vigentes entre 1987 y 1991. Estos planes presentaron cambios sustanciales, que incluyeron la introducción de temas (o bien asignaturas asociadas a la Ingeniería Química), no considerados anteriormente.

En 1991, basado en los planes 87 se realizó la unificación de tres parejas de asignaturas; lo cual dio paso a los llamados Planes de Transición 92-94 diurno y nocturno. Nuevamente, en 1994 se realizó otra reducción del número de asignaturas, con lo que se implementó los planes conocidos como 94-96 diurno y nocturno. A pesar de la reducción de asignaturas, todos estos planes tenían igual duración que sus predecesores de 1987: diez y trece semestres, respectivamente.

A partir de 1995, la UNI estableció un nuevo proceso de transformación curricular para todos sus programas, resultando para la Ingeniería Química los planes 1997 diurno (diez semestres) y nocturno (doce semestres), actualmente en vigencia.

Estos planes 1997 presentan diferencias significativas respecto a los previos. Entre las primeras es que, independiente del turno de estudios, se debe cursar el mismo número de asignaturas (53) y se debe cumplir con una de las siguientes formas de culminación de estudios: trabajo monográfico; examen de grado; prácticas profesionales o curso de graduación (esta última eliminada en 2014). También se cambió del sistema llamado de bloques al sistema de créditos, con lo cual se flexibilizó la administración del plan de estudios.

Desde 2006 al presente el plan 1997 ha tenido diversas mejoras, la última realizada en 2015 y en la cual se elaboró el vigente “Diseño Curricular del Programa de Ingeniería Química, Mejora y Actualización 2016”.

El programa de Ingeniería Química ha sido acreditado por ocho años por la Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura y de Ingeniería (ACAAI): en un primer período por tres años, del 1 de septiembre de 2012 al 31 de agosto de 2015; y en un segundo período por cinco años, del 1 de septiembre de 2015 al 31 de agosto de 2020. Actualmente, se está trabajando para la reacreditación por un nuevo período de cinco años (máximo otorgado por ACAAI).

4. CONCLUSIONES

Los primeros pioneros de la Ingeniería Química en las dos últimas décadas del siglo XIX estaban preocupados por establecer una nueva profesión para apoyar las necesidades de un rápido crecimiento de la industria química. En ese período, la educación existente y la formación basada en la Química y/o la Ingeniería Mecánica no satisfacía completamente los requisitos industriales, lo cual condujo al desarrollo de esta nueva profesión y posteriormente a una disciplina académica independiente. La disciplina y profesión se desarrolló a medida que la propia industria crecía rápidamente, en respuesta a una demanda creciente de la sociedad por los productos de la industria química.

Esta necesidad de contar con profesionales con formación científico-técnica, capaces de aprovechar a cabalidad los recursos en la industria química, fue reconocida en algunos países latinoamericanos, en especial Chile y Argentina. De esta forma, la Ingeniería Química nació como programa académico conjuntamente con universidades nacionales. Esto produjo una evolución de la industria química en estos países que requería del ejercicio de este profesional. En el caso de Nicaragua, la creación del programa también tuvo raíces similares.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses con respecto a la publicación de este artículo.

REFERENCIAS

Cohen, C. (1996). The early history of chemical engineering: a reassessment. *The British Journal for the History of Science*, 29 (2), 171-194. ISSN 1474-001X. doi: [10.1017/S000708740003421X](https://doi.org/10.1017/S000708740003421X)

da Silva, A.P.; dos Santos, N.P., & Afonso, J.C. (2006). A criação do curso de engenharia química na escola nacional de química da universidade do Brasil. *Química Nova*, 29 (4), 881-888. ISSN 0100-4042. doi: [10.1590/S0100-40422006000400044](https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000400044)

Davie, A.G. (1987). La facultad de ingeniería química de la Universidad Nacional del Litoral. *Revista Universidad*, 98-99-100, 365-389. URL: <https://hdl.handle.net/11185/5093>

Davis, G.E. (1904). *A Handbook of Chemical Engineering*, 2nd Ed. Davis Bros. Ltd.: Manchester, England.

Donnelly, J.F. (1988). Chemical engineering in England, 1880-1922. *Annals of Science*, 45 (6), 555-590. ISSN 1464-505X. doi: [10.1080/00033798800200391](https://doi.org/10.1080/00033798800200391)

Downing, J. (1993). La ingeniería química: pasado, presente y futuro. *Nexo*, Año VII, No. 17, pp. 3-5. ISSN 1818-6742.

Hing-Cortón, R. (2017). 70 aniversario de la Universidad de Oriente y de la carrera de ingeniería química. *Tecnología Química*, 37 (2), 349-351. ISSN 2224-6185.

ITESM (2020). *Departamento de Ingeniería Química del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey*. URL: https://www.mty.itesm.mx/dia/deptos/iq/1_3.htm

Mazzarri, C.A., Mármol, Z., & de Puertas, A.S. (2012). Ingeniería química: historia y evolución. *Revista Tecnocientífica URU*, (2), 51-59.

Perkins, J.D. (2003). Chemical engineering - the first 100 years, in: Darton, R.C., Prince, R.G.H., & Wood, D.G. (Eds.), *Chemical Engineering: Visions of the World*, Amsterdam, 11-40. doi: [10.1016/B978-044451309-0/50083-X](https://doi.org/10.1016/B978-044451309-0/50083-X)

Reed, P. (2020). George E. Davis (1850-1907): Transition from consultant chemist to consultant chemical engineer in a period of economic pressure. *AMBIX*, 67 (3), 252-270. doi: [10.1080/00026980.2020.1794674](https://doi.org/10.1080/00026980.2020.1794674)

Riveros-Rojas, M.E., Mora, A.M., Becerra, O.A.M., & Peña, E R U. (1999). Antecedentes, aparición y ejercicio profesional de la ingeniería química en Colombia. *Ingeniería e Investigación*, (44), 8-18. ISSN 0120-5609. doi: [10.15446/inginvestig.v0n44.21086](https://doi.org/10.15446/inginvestig.v0n44.21086)

Rouzaut, R. (1940). La ingeniería química. *Revista Universidad*, 6 segunda parte, 93-108. URL: <http://hdl.handle.net/11185/3140>

Tailby, S.R. (1982). Early chemical engineering education in London and Scotland, in: W.F. Furter (Ed.), *A Century of Chemical Engineering*, Plenum Press, New York, USA, 65-126.

Uribe-Ramírez, A.R. (2013). Reseña, Historia de la Ingeniería Química. *Revista Naturaleza y Tecnológica*, (1), 1-3. ISSN 2007-672X.

van Antwerpen, F.J. (1980). The origins of chemical engineering, in: W.F. Furter (Ed.), *History of Chemical Engineering*, American Chemical Society, Washington D.C., 1-14. doi: [10.1021/ba-1980-0190.ch001](https://doi.org/10.1021/ba-1980-0190.ch001)

Wankat, P., & Peppas, N.A. (2011). 100 years of chemical engineering at Purdue University, 1911-2011. Purdue University: Indiana, USA.

Zaror, C. (2009). Los albores de la ingeniería química en la Universidad de Concepción. *Revista de Ingeniería UDEC*, (1), 9-15. ISSN 0717-744X.