

Antecedentes, Aparición y Ejercicio Profesional de la Ingeniería Química en Colombia

Marcelo Riveros Rojas* - Alberto Mayor Mora**-Oscar Armando Madiedo Becerra***
Edwin Ramiro Umaña Peña****

RESUMEN

La aparición de la Ingeniería Química como profesión en Colombia, a finales de la década del 30, fue el resultado del encuentro de dos tradiciones que venían desarrollándose, cada una por su lado, desde mucho tiempo atrás: la práctica y la académica. El ejercicio de la profesión siguió estas dos orientaciones, y hoy se puede hablar de un grupo de Ingenieros Químicos que ha realizado estudios de postgrado, más cercano a la tradición académica, y de otro grupo que no ha realizado estudios de postgrado, más cercano a la tradición práctica. La evolución de la carrera y su contribución al desarrollo social y económico del país dependerán de la mayor participación de uno u otro grupo y de la forma como se complementen en el futuro.

INTRODUCCIÓN

Los caracteres de la Ingeniería Química, como disciplina práctica y como disciplina profesional, se dieron en Colombia en forma muy distinta. La revisión histórica de la tradición práctica y de la aparición como profesión de esta carrera mostrará que aún hoy en día no se ha llegado a un ejercicio de la Ingeniería Química que combine adecuadamente estos dos aspectos, y que todavía se mantiene un límite muy marcado entre ellos.

I. ANTECEDENTES DE UNA TRADICIÓN ACADÉMICA.

A nivel mundial, la Ingeniería Química se consolidó con la aparición de las primeras Facultades de esta disciplina a finales del siglo pasado en Norteamérica. Ya desde hacía mucho tiempo atrás, en Alemania, Francia e Inglaterra se daba la aparición de los Químicos Industriales, pero no eran formados como profesionales sino como tecnólogos. En Colombia, la tradición académica se basaba en el intento de unos pocos, desde el siglo pasado, de establecer estudios formales de la química, lo cual sólo se dió hasta bien entrado el siglo XX.

A. ANTECEDENTES EN EL MUNDO.

El proceso de consolidación a nivel mundial de los estudios de Ingeniería Química se dió en el encuentro de una tradición práctica y una tradición científica, que llevaron a un mejor desarrollo tecnológico. Fue la química aplicada, que se enseñaba en las escuelas técnicas, la que dió gran apoyo a la naciente industria química a mediados del siglo XIX, y fue en Alemania donde se enseñó por primera vez la Química Industrial, que se diferenciaba de la enseñanza de la Química Pura en que la primera tomaba casos particulares de industrias químicas y estudiaba la secuencia de los procesos que permitían la transformación de materias primas en productos, es decir, estudiaba el proceso químico de transformación como una entidad en sí misma, pero no los principios de las operaciones individuales que constituían dichos procesos. Los Químicos Industriales dirigían plantas de transformación química pero no estaban capacitados para realizar el diseño de las mismas.

Con el tiempo, el avance en la investigación fue más profundo y se dió una diferenciación cada vez mayor entre la Química Pura y la Química Industrial, dedicándose la primera a la investigación para profundizar en el conocimiento base, y la rama aplicada al diseño de procesos a nivel industrial y, cuando trabajaba en conjunto con Ingeniería Mecánica y Civil, a la construcción de plantas.

A finales del siglo pasado, 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

*Ingeniero Químico, DIC, M.Sc. Profesor Asociado, Dpto. Ingeniería Química, Universidad Nacional de Colombia.

**Sociólogo. Profesor Asociado, Dpto. de Sociología. Universidad Nacional de Colombia.

***Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia.

****Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia.

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 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. Ese año, George E. Davis, 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. Davis situaba a la Ingeniería Química como el estudio particular de cada una de las operaciones que hacen parte de un proceso de transformación química, que permite una aplicación general de las mismas en contextos diferentes, conceptó que en 1915 Arthur D. Little, Profesor de Ingeniería Química del Massachusetts Institute of Technology, M.I.T., llamaría Operaciones Unitarias.

Finalmente, en 1888, el Profesor del M.I.T. Lewis Mills Norton diseñó el primer currículum de estudios llamado "Course X (Ten), Chemical Engineering", que conllevaba a obtener el título de Ingeniero Químico y que era esencialmente Ingeniería Mecánica con algunos cursos de Química Industrial. Por lo tanto, a pesar de que en Europa, particularmente en Alemania, se daban especialistas de características similares, pero con el título de Tecnólogos y Químicos Industriales, y egresados de institutos tecnológicos, la categoría profesional Ingeniería Química fue una innovación norteamericana que ha sido fundamental en el desarrollo económico de ese país en el siglo XX, a tal punto que muchos historiadores económicos la consideran la profesión clave en ese proceso.

Desde el surgimiento de la Ingeniería Química hasta hoy se pueden diferenciar tres etapas de desarrollo que fueron modelando el concepto actual de Ingeniería Química:

1. Una etapa de Química Industrial que se extendió hasta el año 1940 y corresponde a la interfase entre la Química Industrial y la Ingeniería Química propiamente dicha.

2. Una etapa de treinta años, desde 1920 hasta 1950, en la que se dieron los principales avances en Operaciones Unitarias y en las ciencias fundamentales de la Ingeniería Química, como la Físicoquímica Aplicada a los Balances de Materia y Energía, la Termodinámica y la Cinética Química, que se plasmaron en el libro "Principios de los Procesos Químicos" de Olaf A. Hougen y Kenneth Watson, en 1943.

3. Una última etapa en la que se hacen presentes las ciencias de la Ingeniería Química y que comenzó cerca de 1950 y no ha terminado, en la cual se han estudiado a profundidad cada una

de las Operaciones Unitarias, se ha profundizado en Ingeniería, Dinámica y Control de Procesos, Fenómenos de Transporte, Catálisis y Transferencia de Masa y Calor, entre otras, y se han estudiado nuevos campos, como la Biotecnología, los Materiales y la Simulación de Procesos.

B. ANTECEDENTES EN COLOMBIA.

Ya desde los días de la Expedición Botánica, en el siglo XVIII, algunos científicos llegados de otros países se habían interesado por la creación de escuelas para la enseñanza de las ciencias en el país. Se destacaron en este intento, que no tuvo eco, los científicos de renombre universal como Juan José D'Elhuyar y Alejandro Von Humboldt, quienes en sus viajes por nuestro país observaron con interés las formas de producción de algunos artículos de uso doméstico como la sal y la explotación y tratamiento de los elementos obtenidos en la minería. A las observaciones de estos dos científicos se sumaron las del Químico francés Jean Baptiste Boussingault, quien vino al país con la Misión Científica Francesa con el propósito de establecer una Escuela de Minas en Bogotá. Boussingault llegó a ser Presidente de la Academia Francesa de Ciencias y desde luego sus sugerencias, y las de los otros dos científicos, no fueron mas allá de quedar plasmadas en importantes tratados, donde no sólo describen los métodos de producción que encontraron en nuestro país, sino que se interesan por analizar sus aspectos positivos y negativos y en realizar sugerencias en las que, finalmente, concluían acerca de la conveniencia del establecimiento de una escuela de ciencias químicas en nuestro país, dada la abundancia de sus recursos naturales explotables.

Algunos colombianos residentes en el exterior buscaron, por su parte, cubrir la ausencia de estudios químicos con documentos que enviaban desde sus países de residencia y donde describían los últimos adelantos tecnológicos e invitaban a los industriales a interesarse por la aplicación de la ciencia en los procesos productivos de sus empresas. Tal es el caso de Don Eustacio Santamaría, quien en sus "Conversaciones", cuyos cuadernillos enviaba desde Francia y Alemania hacia 1860, invitaba no sólo a la aplicación racional de los conocimientos que por esos días se daban en Europa, sino a la profundización de estos estudios, para lo cual pedía colaboración al Gobierno.

Así mismo, la importación de manuales y textos especializados en sectores de la producción, del estilo de los empleados por los dueños de las ferrerías, como Jacobo Wiesner, Edmundo Corradine y Bernardo Daste, buscaba la aplicación de las ciencias a los métodos de producción. Entre los libros llegados al país, que sólo circulaban entre los dueños y técnicos de las ferrerías, se destacaban el "Treatise on Metallurgy of Iron" de B.H. Bahuerman y el "Traité Complet de Metallurgie" de J. Percy, que tenían una orientación

claramente ingenieril y promovían la aplicación de principios físicos y químicos en la solución de los problemas que se presentaban durante la producción del hierro. Indirectamente, estos textos ponían de manifiesto el establecimiento de tradiciones académicas en el país que contribuyeran a un mejor desarrollo de su industria, que en estos momentos sólo llegaba a un nivel artesanal.

Con la inauguración de la Escuela Nacional de Minas se dió el primer paso de un intento serio de establecer estudios químicos en Colombia, pues a los Ingenieros de Minas de esta institución se les dictaban cursos completos de química, tanto orgánica como inorgánica, vitales para su trabajo en la explotación de minas, lo cual se observa con claridad en los programas de estudios de 1912 y 1917. Como ya se mencionó previamente, los Ingenieros Civiles y de Minas de esta institución fueron quienes, en un principio, ejercieron los roles del Ingeniero Químico, mucho antes que este profesional apareciera en el país.

Sólo hasta la creación, en Bogotá, del Departamento de Química de la Universidad Nacional en 1936 se dió una orientación formal a estos estudios y se tomó no sólo como una materia complementaria sino como objeto de estudios a profundidad. En 1939 se crearon los estudios de Doctor en Ciencias Químicas y de Doctor Ingeniero Químico, pero estos últimos no se iniciaron aún. La diferenciación entre los primeros Químicos egresados de esta universidad y un Ingeniero Químico fué mínima y se dió la posibilidad de que los Químicos graduados pudieran continuar los estudios en Ingeniería Química, una vez éstos se iniciaran, cuando se dispusieran de las instalaciones de tipo semindustrial necesarias.

El primer programa de Química, concebido por el Profesor y Químico español Antonio García Banús, tenía una fuerte orientación hacia la química pura, pero no descuidaba aspectos de la química aplicada. Aún así, los primeros graduados debieron salir a ejercer labores de Ingenieros Químicos en la dirección técnica de las empresas químicas que nacían en el país, fundadas con apoyo del Instituto de Fomento Industrial, creado en 1940 para dar impulso a la incipiente industria nacional. Muchos de los Químicos que se graduaron en las primeras promociones cumplieron con éxito labores de Ingeniería Química en las empresas que empezaron a laborar, lo cual muestra claramente la aplicación de los conceptos de la escuela europea, en la formación de un Químico Industrial con fuertes bases en la ciencia pura.

Los primeros cuatro Ingenieros Químicos propiamente dichos, de los diez que iniciaron, se graduaron en Diciembre de 1942 en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, la cual había fundado en 1938 la Facultad de Ingeniería Química Industrial, la primera en el país. Los restantes seis

Ingenieros Químicos se graduaron posteriormente. Inicialmente, se dió una fuerte orientación hacia la Química Industrial, según la visión europea, que hizo cuestionarse a algunos si ya podría denominarse a estos graduados como Ingenieros Químicos.

En 1942 se fundó la Escuela de Ingeniería Química en la Universidad de Antioquia, cuyo pénsun de 1945 ya mostraba una inclinación hacia los conceptos norteamericanos de la Ingeniería Química. Así mismo, la iniciación de los estudios de Ingeniería Química en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá se dió en 1946 y su plan de estudios, reglamentado en 1948, ya involucraba los conceptos de Procesos Químicos y Operaciones Unitarias que caracterizan a un Ingeniero Químico. En la Universidad Industrial de Santander, la Facultad de Ingeniería Química inició labores en 1948, y su orientación inicial fue hacia la profundización en el estudio de la Química y la Química Industrial. En esta misma década iniciaron labores las Facultades de Ingeniería Química de la Universidad del Atlántico y de la Universidad del Valle.

Los primeros Ingenieros Químicos graduados de universidades colombianas salieron a ejercer su carrera en un medio que necesitaba urgentemente la presencia de este profesional. Es aquí donde se da la inserción del Ingeniero Químico en el medio productivo colombiano y su protagonismo concreto en el desarrollo industrial del país. Desde ese momento, la carrera ha evolucionado paulatinamente y el perfil del egresado ha cambiado, según los momentos político-económicos de la nación. A continuación, se hará una breve descripción de cómo se ha dado este proceso.

II. ANTECEDENTES DE UNA TRADICIÓN PRÁCTICA.

Los antecedentes prácticos de la Ingeniería Química en Colombia están relacionados principalmente con el impulso dado por la industria, que en su evolución normal requirió del aporte, cada vez mayor, de especialistas y profesionales. Fue necesario que estas personas por una parte, dieran solución a los problemas presentados en los procesos de producción y, por otra, contribuyeran eficazmente al crecimiento natural de algunas empresas, participando en los procesos de expansión y ampliación de sus capacidades productivas.

A. FORMACIÓN DE NÚCLEOS REGIONALES.

A finales del siglo XIX se empezó a presentar un cambio fundamental en la actividad industrial del país; en ese momento dicha actividad se adelantaba principalmente en talleres artesanales con predominio del trabajo manual. Con el desarrollo de los mercados regionales y el establecimiento de talleres mecanizados, se comenzó a traer técnicos e Ingenieros extranjeros para la instalación, funcionamiento y reparación

de los equipos y al mismo tiempo, se fueron formando otra clase de técnicos que se hicieron con la experiencia productiva misma; además, se dió la llegada de un número menor de colombianos que estudiaban en el exterior.

1. LA REGIÓN ANTIOQUEÑA.

En la Región Antioqueña la expansión cafetera permitió que se dieran nuevas divisiones del trabajo y el establecimiento de factorías semiartesanales, pequeñas industrias mecanizadas y establecimientos manufactureros que cubrían las necesidades de consumo de la población y las que se presentaban en la producción del café. Por otra parte, la minería del oro y la plata del siglo XIX posibilitó la venida al país de técnicos que llegaron a trabajar en empresas mineras, como “El Zancudo”, donde estuvieron técnicos alemanes, así como el regreso de algunos colombianos que estudiaron en el exterior, como el Químico Metalúrgico Vicente Restrepo y los Ingenieros de Minas y Químicos Tulio y Pedro Nel Ospina. Así mismo, algunas ferrerías trajeron Ingenieros y Químicos, como la de Samacá, donde llegó el Ingeniero Civil y Químico Thomas D. Brown, y la de Amagá, donde llegaron técnicos e Ingenieros ingleses y franceses, y que luego fue dirigida por Ingenieros de Minas colombianos, como el mismo Pedro Nel Ospina, Antonio J. Alvarez y Juan de la Cruz Posada. Los Ingenieros antioqueños de la Escuela Nacional de Minas, fundada en 1888, fueron fundamentales en el desarrollo de la minería del oro y la plata en esta región y posibilitaron el mejor ejercicio de las ciencias químicas en el desarrollo de estas actividades.

2. EL OCCIDENTE.

En esta región, el desarrollo a nivel industrial de los procesos de producción del azúcar trajo consigo la llegada de especialistas extranjeros. Se destacó notablemente el papel innovador del Ingenio La Manuelita, que fue el primero en ser accionado completamente a vapor y en el que se dió especialmente el tránsito de hacienda azucarera a ingenio, para lo cual fue necesaria la presencia del Técnico Azucarero británico Mr. D.C. Adamson y del Técnico Mecánico escocés Mr. Dalziel.

3. LA COSTA ATLÁNTICA.

La razón fundamental de la llegada de técnicos especialistas en esta región la ejercieron los astilleros y talleres de reparación de embarcaciones, tanto fluviales como marítimas. La presencia de Ingenieros Mecánicos norteamericanos y británicos fue importante para el montaje y reparación de las máquinas de vapor que movían las embarcaciones y a las que posteriormente se les fue dando otra clase de empleos, como el movimiento de maquinaria industrial. Igualmente, el incremento del comercio permitió el establecimiento de fábricas, fundadas por

comerciantes, para la producción de hielo, tejas, aceite vegetal, velas, jabones y desmotadoras de algodón, entre otras, lo cual trajo el arribo masivo de técnicos que participaron en el montaje y mantenimiento de la maquinaria y permitió que se formaran técnicos colombianos en la práctica, quienes fueron reemplazando a los extranjeros.

4. LA REGIÓN CENTRAL.

Es en la Región Central donde se encuentra el antecedente más próximo al Ingeniero Químico, cuando el alemán Leo Kopp construyó Bavaria, la primera cervecería a escala apreciable, con equipos y técnicos modernos. En 1891, se inauguró la fábrica, la cual tuvo que ser ampliada a más del doble de su producción tan solo cuatro años después; para ésto, el señor Kopp trajo al país Ingenieros, técnicos y, en especial, Maestros Cerveceros, entre los que se destaca el checoslovaco Rudolf Kohn, quien en 1903 fundó su propia cervecería, Germania, cuya labor, sin duda, es el antecedente más parecido a lo que es el ejercicio de la Ingeniería Química hoy en día.

B. CONSOLIDACIÓN DE LA FÁBRICA MODERNA.

La exigencia de nuevas fuentes de energía llevó a la sustitución, en algunos casos, del carbón y el vapor por la electricidad y el petróleo, que mejoraban los niveles de producción; ésto representaba un síntoma del cambio de mentalidad de algunos comerciantes que se convirtieron en industriales.

En la Región Antioqueña se fundaron, debido a la importación de maquinaria, los núcleos de lo que hoy es Coltejer y Fabricato, en algunos casos gracias a la asociación de Ingenieros con comerciantes. Se modernizaron algunos procesos, como la trilla del café, que permitió la acumulación de capital y dió paso a la formación del primer grupo importante de capitalistas industriales, quienes pasaron de exportadores de café bruto a trilladores y exportadores de café trillado, y más adelante a textiles.

Así mismo, en la Costa Atlántica algunos empresarios navieros y comerciantes pasaron a industriales, montando algunas fábricas de hielo y cerveza. En 1910, la Casa Comercial Evaristo Obregón fundó Tejidos Obregón; para lograrlo, Don Evaristo Obregón había enviado a sus hijos Rafael y Mauricio a estudiar Ingeniería Eléctrica y Mecánica a Inglaterra, lo cual revela claramente un cambio de mentalidad con el propósito de adiestramiento en conocimientos científicos y técnicos para emprender iniciativas empresariales, y no sólo intereses comerciales. Por otra parte, se dió el caso especial del ganadero Diego Martínez, quien había realizado algunos estudios geológicos con especialistas norteamericanos, que culminaron con la fundación de la Compañía de Petróleo de Cartagena en

1913, en asocio con ganaderos, comerciantes e industriales de la región. Para profundizar los estudios, se contrataron Ingenieros y Geólogos alemanes, ingleses y norteamericanos, pero a pesar de que se hizo el montaje de una refinera en Cartagena, con maquinaria y técnicos extranjeros, problemas con el Gobierno, que por esos días privaba a los colombianos del derecho a explotar minas ubicadas en territorio nacional, para dar vía libre a la inversión extranjera, impidieron llevar a feliz término la empresa.

En la Región Central, Bavaria continuó su crecimiento e incorporó adelantos tecnológicos como la tapa corona en 1916 y el intento de aclimatar las primeras semillas de lúpulo en el país, además de la ampliación de sus instalaciones en los años 1915, 1917, 1919 y 1923. Así mismo, en 1909 inició actividades la Fábrica de Cementos Samper, fundada en 1904, con molinos movidos por vapor y la calcinación en un horno vertical de botella que se cargaba por encima y se calentaba lentamente por debajo.

En la Región Antioqueña, en 1913 se había intentado la instalación de una fábrica de cemento, por iniciativa del Químico suizo Dr. Zürcher, Profesor de la Escuela Nacional de Minas, que se inauguró en 1916 bajo el nombre de Fábrica de Cemento de Leoncito y empleaba un horno similar al de la Fábrica de Cementos Samper, pero que fracasó debido al pobre estudio geológico que se hizo de los yacimientos, los cuales se agotaron poco tiempo después de haber iniciado operaciones la fábrica.

En esta etapa es evidente que se dió un cambio de mentalidad y que muchos comerciantes, al pasar a industriales, fueron conscientes de la necesidad de contratar especialistas para llevar a feliz término sus proyectos; por otra parte, se evidencia la necesidad de profesionales más completos que reúnan las capacidades para desarrollar integralmente proyectos como el de la Fábrica de Cemento de Leoncito, cuyo fracaso se debió a la carencia de un especialista que tuviera una visión más global del proceso a nivel industrial, y no sólo de factibilidad técnica como la del Químico.

C. DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA.

No es coincidencia que el desarrollo de vías de comunicación emprendido en 1923 bajo la presidencia del Ingeniero de Minas Pedro Nel Ospina, y que fue crucial para la ampliación e integración del mercado interno, se diera al tiempo que llegaron al país los primeros Ingenieros Químicos colombianos que estudiaron en el exterior.

Hasta el momento, las figuras más sobresalientes eran los Ingenieros de Minas de la Escuela Nacional de Minas, además de algunos técnicos empíricos quienes, gracias a la transmisión

de conocimientos por parte de algunos ingenieros y técnicos extranjeros, a la experiencia acumulada y a un interés por conocer y dominar los principios científicos de los procesos a través de algunos textos que circulaban por la época, se convirtieron en verdaderos maestros, llegando incluso a publicar manuales que se emplearon en la enseñanza académica, como fue el caso de Don Horacio M. Rodríguez con su serie "El Libro del Constructor", empleado en la Escuela Nacional de Minas como texto de enseñanza, y cuyos conocimientos lo calificaban como un ingeniero empírico.

En procesos como el de la cerveza, la presencia de un profesional con el perfil de un Ingeniero Químico era inevitable, lo cual se confirma en el hecho de que en 1925 la Cervecería Germania incorporara como gerente al Ingeniero Químico colombiano Guillermo Kohn Olaya, graduado de la Universidad Técnica de Berlín e hijo del Maestro Cervecerero checoslovaco Rudolf Kohn. Este cambio de mentalidad en el empresario, de incorporar en altos cargos administrativos a profesionales, no se dió solamente entre los extranjeros: el Ingeniero Químico Pedro R. Medina Mejía, graduado de la Universidad de New York en 1923, al regresar al país fue encargado de la gerencia de la empresa familiar Fábrica de Tejidos Monserrate, en Bogotá. Es importante destacar que la industria textilera era una de las más desarrolladas, especialmente desde la fundación de Fabricato en 1923 la cual, en un acontecimiento sin precedentes, desde sus inicios funcionó con alta tecnología, al introducir en Colombia el telar automático. Los dos Ingenieros Químicos fueron fundamentales en el establecimiento de los estudios químicos en el país: el Ingeniero Kohn como fundador y director del Laboratorio Químico Nacional durante largo tiempo, y el Ingeniero Medina como Profesor de Química en la Escuela de Agronomía de Bogotá; ellos representan, además, la introducción de las dos grandes corrientes de la Ingeniería Química a nivel mundial, la alemana y la norteamericana.

Por esta época se establecen en Barrancabermeja las empresas petroleras que trabajarían en enclave durante treinta años y que aprovecharían el rezago tecnológico del país para la explotación de sus recursos naturales, dejando una tradición técnica y científica muy limitada. En este caso, no se podría hablar de una transmisión de conocimientos por parte de los Ingenieros y técnicos extranjeros, ya que aquellos superaban la adquisición de habilidades empíricas y más bien involucraban niveles altos de investigación y desarrollo tecnológico, para los cuales el país carecía del nivel adecuado para su completa asimilación.

Así mismo, la década de 1920 a 1930 resultó fundamental para la configuración económica de la región del Valle del Cauca. La terminación del ferrocarril entre el puerto de Buenaventura y Cali, en 1915, permitió superar un gran obstáculo para el transporte del azúcar y de los insumos

requeridos en su producción. En esta época se dieron las condiciones internas de infraestructura básica para configurar plenamente un ingenio azucarero de transición, que posteriormente se transformara en la moderna empresa agroindustrial azucarera. En efecto, entre 1927 y 1929 se produjo una transformación del Ingenio La Manuelita y se llegó a una capacidad de molienda de 500 toneladas de caña en jornadas de 24 horas; los obreros lograron reducir el turno de trabajo de 12 a 8 horas. A finales de los 20, La Manuelita no era el único ingenio establecido en la región; ya en esta década se habían fundado, como empresas familiares, los Ingenios Providencia y Riopaila, que producían azúcar centrifugado. En estos ingenios, la instalación pasó de la condición de trapiche a la de fábrica, y de una estructura artesanal a una fabril.

D. EL IMPULSO DE LA DEPRESIÓN Y LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

La gran depresión mundial entre 1930 y 1933 redujo notablemente las importaciones y exportaciones del país, con lo que muchos empresarios se vieron obligados a modificar sus métodos de producción para mejorar sus rendimientos y seguir cumpliendo con el mercado interno, y a buscar la forma de producir las materias primas que ya no se podían importar. Ésto consolidó definitivamente la importancia de la ingeniería y del ingeniero como parte fundamental de la evolución industrial. No fueron pocas las empresas que recurrieron a este profesional para hacer exitosos sus proyectos, lo cual fue, en efecto, un factor que diferenció aún más los roles profesionales y que evidenció definitivamente la necesidad del Ingeniero Químico, especialmente en el desarrollo de la industria química.

La participación del ingeniero colombiano, en especial el Ingeniero Civil, el Ingeniero de Minas y el Ingeniero Industrial, fue notable en la creación de empresas como Cementos Argos, fundada por los Ingenieros de la Escuela Nacional de Minas Julián Cock Arango, José Arango Carrasquilla y Carlos Sevillano, y Cementos Diamante, fundada por el Ingeniero Civil José María Sáenz, además de tomar parte destacada en la ampliación de otras ya establecidas, como el Ingenio La Manuelita, durante la gerencia del Ingeniero Eléctrico Harold Eder.

No obstante lo anterior, la participación de ingenieros extranjeros en la puesta en marcha de estas empresas y en los procesos de ampliación no se interrumpió, y se destacó la masiva y fundamental participación de los Maestros Cerveceros alemanes en la expansión y consolidación del Consorcio de Cervecerías Bavaria. Al llegar la Segunda Guerra Mundial, y con ella la exigencia internacional de deportar los ciudadanos alemanes de nuestro país, la empresa se vio en la necesidad de preparar sus propios especialistas que se encargaran de las labores de administración de las plantas de producción,

realizadas hasta ese momento por los maestros alemanes, y que incluían desde supervisión técnica y control de calidad hasta manejo de personal y administración de recursos. El perfil de este profesional era, claramente, de las características del Ingeniero Químico, por lo cual muchos consideran la Escuela de Técnicos de Bavaria, fundada en 1941, como la “Primera Facultad de Ingeniería Química del País”.

Ya en 1932 el Ingeniero Químico Guillermo Kohn y el Químico Jorge Ancizar-Sordo habían fundado la empresa Industria Química S.A., dedicada a la explotación de las minas de blenda de zinc y azufre de los municipios de Junín y Gachalá (Cundinamarca) y que producía óxido de zinc, azufre refinado y otros productos minerales, utilizados en la elaboración de colores y pinturas.

Hacia finales de la década de 1930 surgieron los primeros planes de estudios de Química e Ingeniería Química en la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá y en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín; adicionalmente, la aparición de la Escuela de Técnicos de Bavaria muestra claramente el impulso que dió la industria para la aparición de la Ingeniería Química en Colombia, es decir, las necesidades puramente prácticas del ejercicio de esta carrera. Aún así, la aparición de los primeros planes de estudios representa la consolidación de una tradición académica, que también tiene antecedentes, y la incursión definitiva de las escuelas norteamericanas y europeas de esta disciplina que ya cumplía cincuenta años como carrera en el mundo.

III. PERFIL LABORAL DEL INGENIERO QUÍMICO COLOMBIANO

Con el surgimiento de las primeras Facultades de Ingeniería Química en Colombia se dió el encuentro de la tradición práctica y académica. Hasta el momento, la necesidad de la aparición de la Ingeniería Química la había orientado la tradición práctica, tal como sucedió a nivel mundial, y era de esperarse que, a partir del surgimiento de las Facultades, la tradición académica ayudara a consolidar el desarrollo industrial en Colombia, especialmente en un momento en que el Gobierno Nacional, por medio del IFI, decidió participar activamente en el proceso de industrialización colombiano.

Entonces, según lo sugiere William M. Evan en su artículo “Ingeniería”, la ingeniería determinará el grado de desarrollo de un país por medio de su contribución a la evolución industrial del mismo y se convertirá en factor determinante de la transformación social y económica. Por ésto, el perfil profesional de los ingenieros irá cambiando a medida que la ingeniería avanza, y lo llevará a niveles más altos de calidad académica, de desempeño laboral y de tipo de trabajo. Por otra parte, a medida que la ingeniería y la industrialización avancen,

aumenta paralelamente el número de especialidades dentro de la profesión. Esto lleva a que en los países menos industrializados la mayor parte de los ingenieros realicen las más diversas funciones de producción, mientras que en los más industrializados sea cada vez mayor el número de los que se dedican a la investigación.

Para conocer el perfil laboral del Ingeniero Químico colombiano y establecer cómo ha cambiado a través del tiempo, se realizó un análisis estadístico a las hojas de vida de 1.891 Ingenieros Químicos, (de un potencial aproximado de 6.500), graduados entre 1942 y 1990, en el que se diferenciaron aquellos quienes habían realizado estudios de posgrado, para ver su influencia en la vida laboral.

Los empleos se clasificaron en nueve categorías, según los parámetros establecidos por Evan:

- Técnico: Cuando el ingeniero ejerció cargos de producción, es decir, como ingeniero de planta.
- Ejecutivo: Cuando el ingeniero ejerció cargos gerenciales, administrativos de alto rango o de dirección de departamentos.
- Docente: Cuando el ingeniero ejerció como profesor de tiempo completo en instituciones de educación superior.
- Ventas: Cuando el ingeniero era representante de empresas que vendían sus productos y prestaba servicios de asesoría técnica en el empleo de esos productos.
- Empresario: Cuando el ingeniero estableció su propia empresa y se desempeñó como gerente de la misma por cuenta propia.
- Burócrata: Cuando el ingeniero ejerció, como asalariado, cargos no relacionados con la Ingeniería Química en instituciones estatales.
- Investigador: Cuando el ingeniero ejerció como investigador asalariado en empresas o instituciones públicas o privadas.
- Asesor: Cuando el ingeniero prestaba servicios especiales de información y consultoría a determinadas empresas.
- Político: Cuando el individuo ejerció, de tiempo completo, cargos públicos, como alcalde, concejal, representante, etc.

A. TRAYECTORIA PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS SIN ESTUDIOS DE POSGRADO.

De los 1891 ingenieros a quienes se les realizó el análisis, 1634 no cursaron estudios de posgrado, lo que corresponde al 86,4% de la muestra.

1. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES POR EMPLEOS.

En la Figura 1 se pueden ver las diversas categorías laborales en cada uno de los empleos que ocuparon los Ingenieros Químicos de la muestra, sin estudios de posgrado.

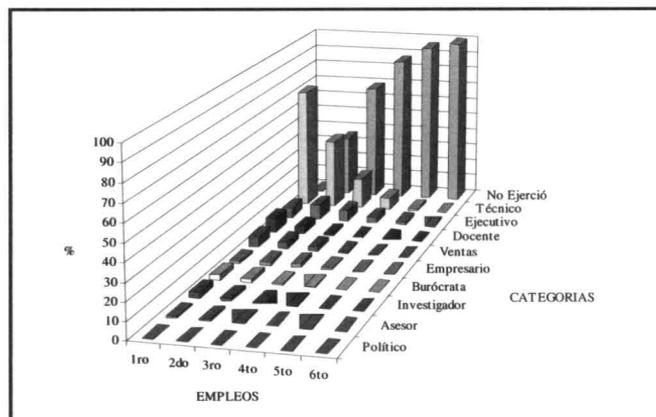


Figura 1. Distribución de categorías por empleos para ingenieros sin posgrado.

Se observa lo siguiente:

- La categoría Técnico fue la más visitada en cada uno de los empleos que se ejercieron, especialmente en el primero.
- De la muestra, casi el 70% de los ingenieros presentó un segundo empleo, y un poco más del 30% de los ingenieros presentó un tercer empleo. Tan sólo un 13% tuvo cuatro empleos o más en el momento de la encuesta.
- Cuando hubo cambio de empleo no fue muy notable el cambio de categoría, aunque a medida que se ejercieron más empleos la participación de la categoría Técnico disminuyó frente a la relativa presencia estable de la categoría Ejecutivo, especialmente en los tres primeros empleos.
- A partir del segundo empleo la categoría Docente no fue muy visitada.
- Desde el tercer empleo, la categoría Ventas no presentó un volumen destacado de visitas.
- La categoría Investigador, de importancia para el desarrollo de la Ingeniería Química, presentó visitas en los dos primeros empleos, aunque su participación fue mínima.

Para los Ingenieros Químicos que no realizaron estudios de posgrado, la preferencia por el ejercicio laboral como ingeniero de planta en el primer empleo es, al parecer, determinante para que se siga ejerciendo este cargo en los empleos posteriores.

2. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES EN LA VIDA PROFESIONAL.

La Figura 2 muestra la presencia de las categorías en tres etapas de la vida profesional: los primeros diez años, del año 10 al 19 y del año 20 al 29. Se empleó un indicador de estabilidad cuyos máximos valores señalan presencia por más tiempo y más estabilidad en la categoría y en la etapa respectiva, y los menores valores señalan presencia por menos tiempo y menos estabilidad.

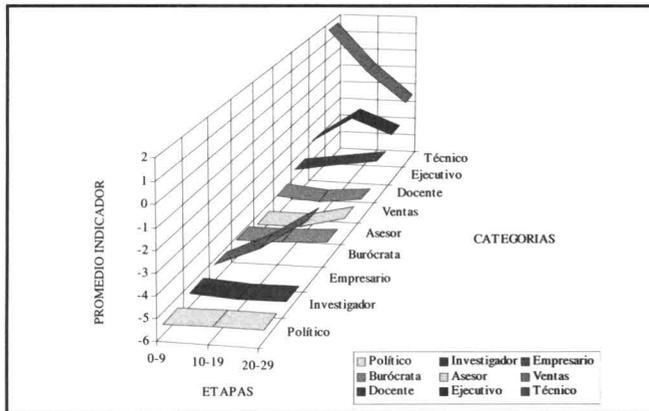


Figura 2. Distribución de las categorías por etapas de vida profesional para ingenieros sin posgrado.

Se observa lo siguiente:

- La presencia y el tiempo de permanencia en la categoría Técnico disminuyó a medida que aumentaban los años de ejercicio profesional.
- La categoría Ejecutivo aumentó su presencia y permanencia en los años 10 al 19 de ejercicio profesional, pero disminuyó en la siguiente etapa.
- La categoría Docente presentó un aumento moderado de presencia y permanencia en las tres etapas.
- La categoría Empresario aumentó notablemente su presencia y permanencia en las tres etapas, especialmente en la última.
- La categoría Asesor tuvo su aumento de presencia y permanencia en la última etapa, de los 20 a los 29 años de ejercicio profesional.
- Las categorías Burócrata y Ventas no tuvieron presencias prolongadas de tiempo.
- Las categorías Investigador y Político fueron las de menos presencia en las tres etapas.

Según se muestra en las Figuras 1 y 2, aunque en los diez primeros años de ejercicio profesional hay una fuerte tendencia a ocupar cargos como ingeniero de planta por períodos

prolongados de tiempo, y pueden presentarse cambios de empleo pero no de categoría de empleo, es en la etapa de los 10 a los 19 años cuando se da, especialmente, el cambio de empleo y de categoría de empleo; entonces, la participación en los cargos administrativos y de dirección se acentúa; posteriormente, en la etapa de los 20 a los 29 años, la inclinación al establecimiento de empresa propia, al ejercicio de la docencia o de asesorías de empresas, es lo que caracteriza a este grupo de ingenieros.

3. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES POR DÉCADAS.

La Figura 3 presenta la distribución de las categorías laborales en las décadas 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979 y 1980-1989.

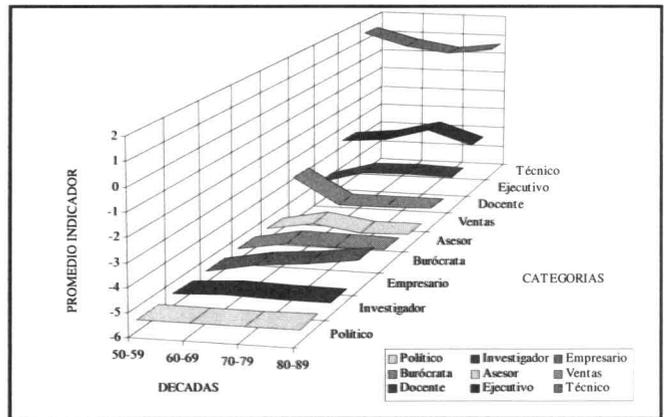


Figura 3. Distribución de las categorías por décadas para ingenieros sin posgrado.

Se observa que:

- La categoría Técnico fue la más visitada y la que presentó más tiempo de presencia en las cuatro décadas.
- La categoría Ejecutivo fue la segunda más visitada y tuvo su mayor participación en la década 1970-1979, que concuerda con el menor valor de la categoría Técnico.
- La categoría Docente mantuvo estable su presencia en las cuatro décadas, pero con niveles muy bajos de visitas.
- La categoría Ventas tuvo su mayor presencia y fue visitada por más tiempo en la década 1950-1959.
- La categoría Empresario tuvo presencia y permanencia ascendentes en las cuatro décadas.
- Las categorías Asesor, Burócrata, Investigador y Político fueron las menos frecuentadas en las cuatro décadas.

Los Ingenieros Químicos sin estudios de posgrado ejercieron su profesión, especialmente, en cargos de producción en las cuatro décadas estudiadas. Los cargos administrativos y de dirección también fueron ocupados por los ingenieros, aunque en bastante menor proporción. El número de ingenieros que establecieron su propia empresa y ejercieron independientes fue aumentando en cada década.

B. TRAYECTORIA PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS QUÍMICOS CON ESTUDIOS DE POSGRADO.

De los 1.891 ingenieros analizados, 257 realizaron estudios de posgrado, es decir, el 13,6% del total.

1. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES POR EMPLEOS.

En la Figura 4 se indica la distribución de categorías laborales en cada uno de los empleos que ocuparon los Ingenieros Químicos de la muestra, con estudios de posgrado.

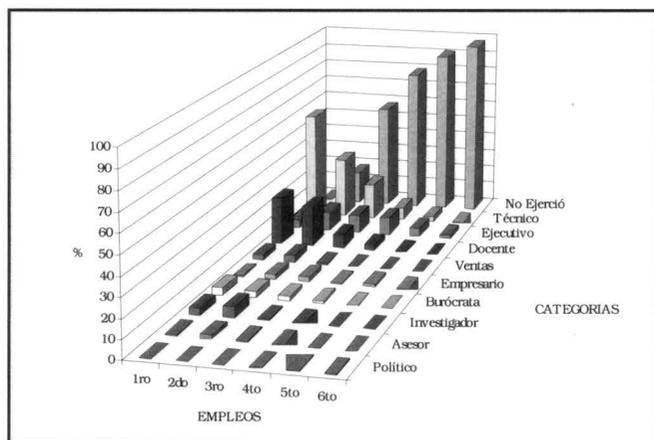


Figura 4. Distribución de categorías por empleos para ingenieros con posgrado.

En la Figura 4 se observa lo siguiente:

- La categoría Técnico fue la más visitada en los tres primeros empleos, desde el cuarto fue superada por la categoría Ejecutivo.
- La categoría Docente tuvo porcentajes importantes de visitas en los tres primeros empleos.
- Más del 80% de los ingenieros con estudios de posgrado tuvo al menos dos empleos. Casi un 45% de los ingenieros tuvo tres empleos o más
- Cuando hubo cambio de empleo, la disminución de las visitas a la categoría Técnico estuvo acompañada de la estabilización de la categoría Ejecutivo.

- La categoría Investigador tuvo un buen porcentaje de visitas en los dos primeros empleos.

Para los Ingenieros Químicos que realizaron estudios de posgrado hubo una mayor tendencia a la diversidad en los empleos ocupados y, aunque la categoría Técnico fue la más visitada en los tres primeros empleos, la categoría Docente tuvo una presencia destacada. Además, la categoría Investigador fue una opción más tenida en cuenta por este grupo de ingenieros.

2. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES EN LA VIDA PROFESIONAL.

La Figura 5 ilustra la distribución de las categorías de empleos en la vida profesional de los Ingenieros Químicos que realizaron estudios de posgrado. Para este grupo no se obtuvo información para el período de los 20 a los 29 años de ejercicio profesional.

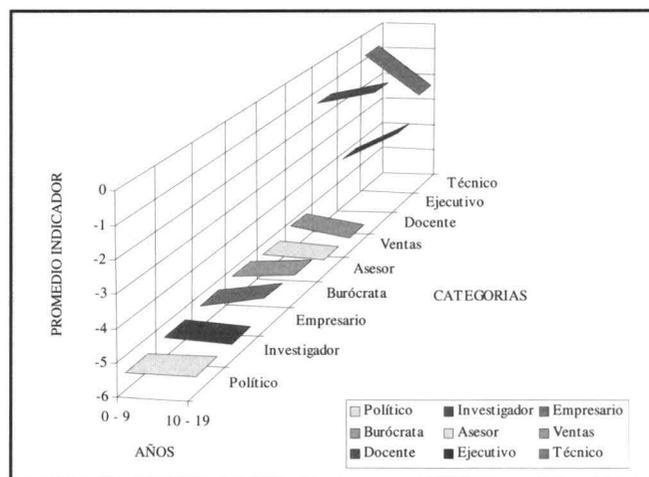


Figura 5. Distribución de las categorías por etapas de vida profesional para los ingenieros con estudios de posgrado.

Se observa que:

- La categoría Técnico fue la de más presencia y permanencia en los primeros diez años de vida laboral.
- La categoría Docente fue la más visitada y la de mayor permanencia en los años 10 a 19.
- La categoría Ejecutivo tuvo un buen nivel de presencia y de permanencia y su comportamiento fue ascendente.
- La categoría Empresario no tuvo una presencia destacada, a pesar de su carácter ascendente, e incluso fue superada por la categoría Burócrata.
- La categoría Investigador no fue ejercida por períodos prolongados de tiempo.

Según se muestra en las Figuras 4 y 5, hubo una buena tendencia al cambio de empleo y de categoría en el período de 10 a 19 años, en donde se dió, especialmente, el cambio del ejercicio de empleos de producción a la docencia y a cargos administrativos. Aunque la investigación tuvo buenos porcentajes de visitas, especialmente en los dos primeros empleos, éstas no fueron por largos períodos de tiempo.

3. DISTRIBUCIÓN DE LAS CATEGORÍAS LABORALES POR DÉCADAS.

La Figura 6 muestra la distribución de las categorías en las décadas 1960 - 1969, 1970 - 1979 y 1980 - 1989, para los ingenieros que realizaron estudios de posgrado.

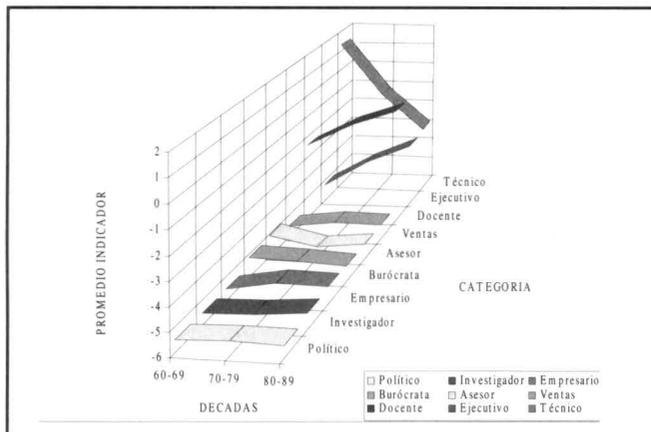


Figura 6. Distribución de las categorías por décadas para los ingenieros con estudios de posgrado.

Se observa que:

- Sólo en la década 1960 - 1969 la categoría Técnico tuvo la mayor presencia y permanencia.
- Desde la década 1970 -1979 la categoría Docente fue ejercida con más frecuencia y por más tiempo.
- El número de visitas y el tiempo de permanencia en la categoría Ejecutivo aumentó década tras década.
- El tiempo de permanencia en la categoría Empresario no fue notable en ninguna década.
- La categoría Investigador no fué ejercida por tiempos prolongados de tiempo en ninguna década.

Los Ingenieros Químicos con estudios de posgrado presentaron tendencia a ejercer su carrera en la docencia o en cargos administrativos desde la década 1970 - 1979. No hay una predilección especial por este grupo de ingenieros hacia el ejercicio de la investigación por largos períodos de tiempo, a pesar de que fue visitada.

C. CONSIDERACIONES

Es evidente que se presentan diferencias notables en la trayectoria profesional de un ingeniero que realiza estudios frente a uno que no los hace. En los posgraduados, es menor el número de los que ejercen cargos de producción y aumenta el número, tanto de visitas como de tiempo de ejercicio, en cargos de docencia o administrativos.

La investigación es ejercida más por los posgraduados, pero no hay una permanencia larga de tiempo en estos cargos y contrasta con la ausencia notable de los no posgraduados. Aún así, es evidente que la investigación no es un campo muy atractivo para los ingenieros, posgraduados o no, lo que representa una deficiencia en las posibilidades de evolución de la Ingeniería Química en Colombia.

Por otra parte, es curioso que los ingenieros no posgraduados tengan más participación en el rol de empresario que los posgraduados, lo que indica una mayor tendencia de los primeros al ejercicio práctico, si se tiene en cuenta que son éstos quienes ocupan más cargos como ingenieros de producción.

CONCLUSIONES

El surgimiento de las primeras Facultades de Ingeniería Química en Colombia y la aparición del Ingeniero Químico se dieron como resultado de la evolución de la industria en el país que requería del ejercicio de este profesional, en un momento en que se dieron las condiciones políticas e históricas para el impulso definitivo de este sector de la economía que era, además, una necesidad urgente.

La tradición académica debió cubrir, no sólo los vacíos en cuanto a desarrollo científico puro, sino las precarias condiciones de desarrollo tecnológico propio, además de la urgencia de preparar profesionales de la Ingeniería Química capaces de cumplir con las exigencias de una tradición práctica desarrollada desde mucho tiempo atrás.

Por estas razones, desde un principio el Ingeniero Químico colombiano debió orientar sus capacidades al ejercicio práctico, en la dirección de plantas o en otros cargos de producción. Era de esperarse que una vez llenado este vacío se diera su incursión en otros campos que ofrece esta profesión. En efecto, la docencia y los cargos administrativos fueron siendo ocupados cada vez más por Ingenieros Químicos al tiempo que empezó el posgrado de muchos de ellos.

Los resultados del análisis estadístico muestran que la orientación del ejercicio de la profesión de los ingenieros posgraduados está entre la tradición académica y la dirección

administrativa. Era de esperarse que este grupo de ingenieros liderara la evolución de la carrera mediante el desarrollo de la investigación pero, al parecer, todavía en nuestro país no existen las condiciones para hacer de ésta una ocupación de tiempo completo.

Los ingenieros no posgraduados han orientado su ejercicio hacia la tradición práctica, especialmente en el cumplimiento de su trabajo, y con limitadas posibilidades de búsqueda de nuevos horizontes para su profesión.

Entonces, la tradición académica en Colombia debe emprender la búsqueda de medios que incentiven la investigación, y que sea ésta la que empuje el desarrollo de la carrera y que oriente, al mismo tiempo, el camino de la tradición práctica. La presencia de Ingenieros Químicos que puedan asumir el rol de promotores profesionalmente conscientes del desarrollo tecnológico y económico del país y que, aún realizando una función subordinada, se ocupen explícitamente de desarrollar tecnología con visión del bienestar humano, será el resultado de un proceso que deben orientar las asociaciones profesionales, las Facultades y el mismo Ingeniero Químico, quien debe reconocer su propio rostro y saber que la adquisición, apropiación y aplicación de sus conocimientos corresponden, por un lado, a una tradición académico-cultural desarrollada de mucho tiempo atrás y, por otro, a sus habilidades para ubicarse en un contexto histórico que, desde luego, va a afectar sus perspectivas profesionales y que determina la forma como debe orientar sus destrezas para acoplar los avances tecnológicos y generar otros para el desarrollo industrial de Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente la gran colaboración del Profesor Jimmy A. Corzo, del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, cuya asesoría y orientación fueron vitales para la realización del análisis estadístico.

BIBLIOGRAFÍA

1. CORZO S., Jimmy A. Análisis de Datos Longitudinales a través de Rachas. *En: Memorias Seminario de Capacitación e Investigación. Recolección y Análisis de Datos Longitudinales*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Matemáticas y Estadística. Bogotá, diciembre de 1996.
2. CUBILLOS, Germán; POVEDA, Flor Marina y VILLAVECES, José Luis. Notas para una Historia Social de la Química en Colombia. *En: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Colciencias. No. 13 (ene. - dic.), (1989).
3. EVAN, W.M. Ingeniería. *En: Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales*. Aguilar. Vol. 6. p. 54-64.
4. GRISALES S., Orlando. El problema de la Productividad del Trabajo en la Industria: Bavaria. *Monografía (Sociología)*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Bogotá, 1981.
5. HOUGEN, Olaf A. Seven Decades of Chemical Engineering. *En: Chemical Engineering Progress*. A.I.Ch.E. Vol. 73. No. 1 (ene.), (1977).
6. KALMANOVITZ, Salomón. Los Orígenes de la Industrialización en Colombia (1890 - 1929). *En: Cuadernos de Economía*. Universidad Nacional de Colombia. (ene. - jun.), (1983).
7. KEYES, D.B. History and Philosophy of Chemical Engineering Education. *En: Chemical Engineering Progress*. A.I.Ch.E. Vol. 49. No. 12 (dic.), (1953).
8. MADIEDO, Oscar y UMAÑA, Edwin. Inserción Social e Impacto Económico de la Ingeniería Química en Colombia. *Proyecto de Grado (Ingeniería Química)*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Bogotá, 1997.
9. MARTINEZ R. José. Presencia Alemana en Colombia. Bavaria y la Industria Cervecera Colombiana. Santafé de Bogotá: Editorial Nomos, 1993.
10. MAYOR M., Alberto. Industrialización Colombiana y Diferenciación de las Profesiones Liberales. *En: Sol Naciente*. Bogotá. Vol. I. No. 1 (1990).
11. _____. *Etica, Trabajo y Productividad en Antioquia*. Bogotá: Tercer Mundo, 1984.
12. POVEDA R., Gabriel. Políticas Económicas, Desarrollo Industrial y Tecnología en Colombia 1925 - 1975. Bogotá: Colciencias, 1986.
13. RODRIGUEZ B., Manuel y RESTREPO R. Jorge. Los Empresarios Extranjeros de Barranquilla 1820 - 1900. *Monografía (Administración)*. Universidad de los Andes, Facultad de Administración, Bogotá, 1987.
14. SOLANO, Sergio y CONDE C., Jorge. Elite Empresarial y Desarrollo Industrial en Barranquilla 1875 - 1930. Barranquilla: Uniatlántico, 1993.