

# Proposal for a Program in Industrial Chemistry as a Response to the Needs of the Manufacturing Sector of Colombia and the State of Antioquia

Miriam Janet Gil G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Andrés Felipe Vargas R., PhD Ciencias Químicas<sup>1</sup>, Jorge Iván Usma G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Adriana María Soto Z., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Maritza Andrea Gil G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>. <sup>1</sup>Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín, Colombia, miriamgil@itm.edu.co, andresvargas@itm.edu.co, jorgeusma@itm.edu.co, adrianasoto@itm.edu.co, magil@unal.edu.co. Medellín, Colombia.

**Abstract-** *This paper presents the particularities about the Industrial Chemistry program which is slated for implementation at the Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM). With this program, ITM strives not only to expand the academic choices available to the community but also well-rounded professional who are capable to respond to the needs and the various manufacturing sectors and familiar with the related industrial processes and who will spur development of the country. This paper also seeks – from academia - to fortify the relationship between the University, For Profit, and Government with the goal of encouraging students to study Industrial Chemistry and to develop the decision-making skills they will need in over the course of their career. This paper presents the need, the justification, the objective, the professional and occupational profiles and the overall structure of the curriculum.*

**Keywords--** *Chemistry, Industrial Chemistry, Curriculum*

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.210>  
ISBN: 978-0-9822896-9-3  
ISSN: 2414-6390

# Propuesta de un Programa en Química Industrial Como Respuesta a las Necesidades del Sector Productivo de Colombia y el Departamento de Antioquia

Miriam Janet Gil G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Andrés Felipe Vargas R., PhD Ciencias Químicas<sup>1</sup>, Jorge Iván Usma G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Adriana María Soto Z., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>, Maritza Andrea Gil G., MSc Ciencias Química<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín, Colombia, miriamgil@itm.edu.co, andresvargas@itm.edu.co, jorgeusma@itm.edu.co, adrianasoto@itm.edu.co, magil@unal.edu.co. Medellín, Colombia.

**Resumen-** En este artículo se presentan las particularidades del programa Química Industrial, que se proyecta implementar en el Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM, en la ciudad de Medellín, Colombia. Con este programa se pretende, además de ampliar la oferta académica que se ofrece a la comunidad, formar profesionales íntegros, que estén en la capacidad de responder a las necesidades de los escenarios del sector productivo afines a los procesos industriales y que impulsan el desarrollo del país. Con esta propuesta, también se busca fortalecer desde el sector académico, la relación Universidad – Empresa – Estado, con fines de promover en los jóvenes que se forman en química industrial, estructuras de pensamiento que fomenten la toma de decisiones en el ejercicio de la profesión. En este documento se presentan la necesidad, justificación, objetivo, descripción de los perfiles (profesional y ocupacional) y la estructura general del currículo.

**Palabras claves-** Química, Química industrial, currículo

**Abstract-** In this paper, some particularities about Industrial Chemistry Career which is being implemented in Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, are presented. With this program, ITM pretends not only to enlarge academic supply in Medellín City, but also to form chemists for chemical industry able to meet the needs in industry thus promoting the development of the country. With this proposal, ITM is also interested in strengthen the University – Industry – State relationship that would promote thinking structures in students that would led them to make decisions during their profession exercise. In this paper, the needs, the justification, the objective, the profiles and the curriculum structure of the program are presented.

**Keywords:** Chemistry, Industrial Chemistry, Curriculum

## I. INTRODUCCIÓN

El pregrado en Química Industrial presentado por el Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM demuestra el compromiso que tiene con la formación de profesionales del área de Ciencias Básicas, que permitirá llevar el conocimiento de esta área a la aplicación de procesos industriales de diferentes sectores que tienen una necesidad por contribuir al desarrollo continuo y competitivo del país, para consolidar una economía cada vez más global con el aporte que realizarán los futuros Químicos Industriales.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.210>  
ISBN: 978-0-9822896-9-3  
ISSN: 2414-6390

Para la consolidación del pregrado en Química Industrial se ha propuesto un plan de estudios conformado por tres áreas de formación: Fundamentación en Ciencias Naturales y Exactas, Disciplinaria y Complementaria, que se distinguen por integrar, no sólo la conceptualización y aprehensión relacionada a las ciencias químicas desde una profundización en los fenómenos orgánicos, inorgánicos, bioquímicos y apoyada en técnicas analíticas e instrumentales, competencias que distinguen a los profesionales de esta rama del conocimiento; sino que su estructura curricular, como su denominación así lo expresa, le permitirá al estudiante formarse en habilidades y destrezas para realizar una transferencia del conocimiento adquirido a los procesos a escala piloto e industrial, con mayor énfasis para aquellos relacionados con: *los materiales, el aprovechamiento y transformación de recursos energéticos y los procesos ambientales.*

Además, el futuro Químico Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), tendrá una formación *Complementaria*, la cual obedece a unos rasgos característicos de aquel profesional que estará en capacidad de liderar, emprender y administrar desde su disciplina, los diferentes ambientes a los que se enfrentará para el trabajo en equipo y optimización de recursos, sin dejar de un lado la promoción que el Instituto hace por la puesta en práctica de valores, permitiéndole a los egresados integrarse de manera más fácil a la sociedad, ya sea como empleado o emprendedor.

La propuesta ha sido desarrollada por un grupo de profesores del ITM. A lo largo de éste, se expondrá los antecedentes destacables que llevo al grupo de trabajo a proponer el Programa; seguido se mostrará las consideraciones tomadas en cuenta para elaborar la propuesta académica, enunciando los objetivos, presentando el plan de estudios y, finalmente las conclusiones.

## II. JUSTIFICACIÓN

Es importante resaltar la necesidad de la creación de nuevos programas académicos de pregrados que aporten a la formación integral de los profesionales del país, que apoyen la fundamentación académica con competencias investigativas y empresariales, en especial, que respondan a los lineamientos y proyecciones nacionales para alcanzar el desarrollo sostenible, de forma tal que contribuya a alcanzar el nivel competitivo requerido por la globalización.

#### A. *Importancia de la formación de pregrados en el desarrollo del país y la región*

Las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de asumir los nuevos retos y exigencias del entorno nacional e internacional, debido a: nuevas tendencias de las comunidades que reflejan el ser político y social, los cambios en la estructura del mercado laboral, la actualización e introducción progresiva de las nuevas tecnologías que influyen en los modos y las relaciones de producción, la globalización política y económica, así como de los mercados y la creciente homogenización cultural, entre otros.

Estos determinantes marcan un rasgo característico, especialmente en la formación de la educación superior, para actualizar de forma efectiva y eficaz a los profesionales que están al frente de los diferentes sectores y hacen parte de la economía, para asumir el progreso requerido en cuanto la ciencia y tecnología; lo cual aumenta la capacidad colectiva de un número cada vez mayor de individuos asociados a grupos e instituciones para la producción y la aplicación del conocimiento, mejorando la competitividad.

Los recursos humanos son el punto de partida del crecimiento y la equidad, dentro de una clara concepción de que con una formación pertinente y con calidad se logra producir y socializar el conocimiento, generando de esta manera ventajas permanentes para un desarrollo sostenible en el largo plazo.

Es así como desde el sector educativo se pueden orientar acciones que van desde lo local hacia lo global, basados en las proyecciones plasmadas en los Planes de Desarrollo del Municipio de Medellín, el Departamento de Antioquia, Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación y algunos estamentos del orden Nacional como el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE, como se describen a continuación, la relación y aporte que ofrece la creación de nuevo pregrado en Química Industrial al desarrollo de las proyecciones de las Instituciones mencionadas.

#### 1) *Plan de Desarrollo De Medellín 2012-2015: “Un Hogar para la Vida [1].*

El Plan de Desarrollo aprobado en julio de 2012 por el Consejo Territorial de Planeación, representado de diversos

grupos socioeconómicos, étnicos y minoritarios, lo comprenden cinco líneas estratégicas: vida, equidad, desarrollo, sostenibilidad e institucionalidad, acompañado de 17 componentes. En total se incluyeron 62 indicadores de resultado, en los cuales se enfatizan en el impacto que las acciones, programas y proyectos de las administraciones locales tienen en la calidad de vida de la ciudadanía.

Línea 3. Competitividad para el desarrollo económico con equidad y línea 4. Territorio, sostenible, equitativo, ordenado e incluyente, con unos objetivos generales enfocados a la búsqueda de la globalización y equilibrio que beneficie la equidad y bienestar general de la ciudad con base en el mejor aprovechamiento de la riqueza natural, se soporta en seis proyectos principales dentro de los cuales se destaca el fondo ciencia, tecnología e innovación con el apoyo de Ruta N y la conformación del cinturón verde. Para viabilizar algunos de estos proyectos se propusieron programas como: Manejo integral de agua, ciudad verde y nuestro río.

De acuerdo con los retos antes descritos, el Instituto Tecnológico Metropolitano se prepara para afrontarlos y apoyarlos con la propuesta de la oferta del pregrado en Química Industrial en la que se busca formar profesionales conscientes de esta realidad y que estarán en condiciones de proponer nuevas alternativas de mejoramiento al desarrollo de procesos industriales relacionados con la producción de nuevos materiales, energías renovables y el medio ambiente, aspectos importantes para la sociedad actual.

#### 2) *Plan de Desarrollo de Antioquia: “Antioquia la más educada”*

La carta de navegación que ha orientado el desarrollo del Departamento durante estos últimos años, se enmarcan en la implementación de estrategias en siete líneas: Antioquia Legal, La Educación como Motor de Transformación de Antioquia, Antioquia es Segura y Previene la Violencia, Antioquia es Incluyente y Social, Antioquia es Verde y Sostenible, Proyecto Integral Regional de Urabá y Antioquia sin fronteras.

Para resaltar la relación de la importancia de creación de nuevos programas de pregrado en ciencias básicas en el marco estratégico departamental, la línea de La Educación como Motor de Transformación de Antioquia define orientaciones relevantes que se describirán a continuación y explican la importancia de aportar a la solución de uno de los problemas identificados como primordiales, que es superar la desigualdad social, tanto individual como regional.

*Línea 2: La Educación como Motor de Transformación de Antioquia.* En el Departamento la apuesta por la educación se verá reflejada en el diseño y ejecución de programas y proyectos que respondan a las necesidades particulares de cada subregión, con énfasis en los maestros y en una infraestructura

acorde a sus prioridades. Por eso se destacan los siguientes aspectos en los que se centra este plan de desarrollo con respecto a la educación: Cobertura, pertinencia, apoyo en procesos que garanticen la formación integral, conectar los ciclos propedéuticos, TIC [2].

Con cada uno de los aspectos mencionados encuentran una gran afinidad con el PDI (Plan de Desarrollo Institucional) del ITM y su razón de ser, en especial con la creación de un pregrado en Química Industrial que tendrá:

- ✓ El plan de estudios que contempla una formación complementaria en el emprendimiento y liderazgo, competencias requeridas por la Industria de hoy para los profesionales, ya sea como empleados o emprendedores.
- ✓ La oferta de un programa de pregrado que no existe en el Departamento por tener un énfasis en procesos industriales apoyado desde la química, que aportará a las necesidades y metas propuestas en temas de ciencia y tecnología de áreas como: ambiental, nuevos materiales y fuentes energéticas.
- ✓ El amplio desarrollo que ha tenido el Instituto en temas de TIC's le permitirá fomentar este tipo de herramientas comunicativas.
- ✓ Ofrecer una posibilidad a los tecnólogos en Química y afines para que continúen su formación hasta un nivel profesional.

### 3) Plan de Ciencia, Tecnología e innovación de Medellín, Plan CT+i. 2011 – 2021[3].

El Plan de Ciencia, Tecnología e innovación de Medellín, Plan CT+i tiene como objetivo “fomentar, promover y coordinar las políticas de apoyo a la investigación y desarrollo científico, tecnológico y de Innovación de Medellín, con miras a la identificación y explotación de nuevos negocios del conocimiento”.

Los resultados esperados de la ejecución del Plan CT+i es lograr que con sus acciones la innovación generada sea rentable y que valga la pena apostarle a iniciativas innovadoras que se concentrará para la década venidera en los sectores de Salud, Energía, Nanotecnología y TIC's por sus potencialidades competitivas en los ámbitos nacional e internacional y además, permiten la confluencia de la academia, los Centros de Desarrollo Tecnológico -CDT- y los demás actores del SRI.

La investigación en el ITM se enfocará en estudios que se encaminen al apoyo científico de los sectores propuestos por el Plan CT+i, proyección que requiere de una formación académica por medio de sus programas de pregrado y posgrado. Desde el programa de Química Industrial con las líneas de énfasis en Energía, Ambiental y Materiales, se espera aportar al desarrollo de la región, desde la ejecución de proyectos con alcance de aplicación del conocimiento a la

realidad Industrial, hasta la generación de nuevo conocimiento. Con respecto a la línea de Materiales, se contribuiría a la línea del sector Salud, desde el punto de vista de desarrollo de nuevos materiales con aplicación en Biomédica. Esto además, se haría en sinergia con los pregrados y maestrías que se vincularán a la formación del Químico Industrial del ITM, como son el pregrado en Ingeniería Biomédica y las maestrías en Desarrollo Sostenible y Gestión Energética Industrial, entre otros.

### 4) Elementos de estrategias del sector público

*Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE.* Es la entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia.

Uno de los estudios más importantes que realizó el DANE sobre los indicadores del sector laboral en el primer trimestre de 2014 [4], permite evidenciar la caracterización de la población colombiana, en especial del sector productivo, información relevante para la orientación del programa de Química Industrial hacia los sectores productivos que más puedan requerir de profesionales con las competencias a desarrollar en este Pregrado. Entre las ramas más representativas para la orientación y futuro desempeño del Químico Industrial son: industria manufacturera (19,1%), construcción (7,5%) y otros (3,0%) que corresponde al sector agropecuario, minero y energético (agua, gas).

Específicamente, en Antioquia la industria tiene una distribución enfocada principalmente al sector productivo, como se muestra en el figura 1, en los que la formación de profesionales en Química Industrial puede tener un aporte significativo, desde el conocimiento de los cambios químicos del punto de vista microscópico, para el desarrollo o mejoramiento de procesos y que podrá escalar desde un nivel de laboratorio hasta el industrial, ya sea por su aporte en el conocimiento de mecanismos de acción de nuevos coadyudantes químicos y/o para el tratamiento de aguas, resultado de la extracción de oro o mejoramiento de pinturas de la industria automotriz, propuesta de nuevos fertilizantes empleados en la industria agronómica y su interacción con el medio ambiente, nuevas fuentes energéticas de origen químico, propuestas de procesos tecnológicos empleados en la industria de alimentos (café y plásticos) conservando la seguridad integral mediante el conocimiento de las transformaciones de los compuestos bioactivos, desarrollo de nuevos materiales para la industria textil y de implantes

empleados como alternativas en el sector de la salud, entre otros.

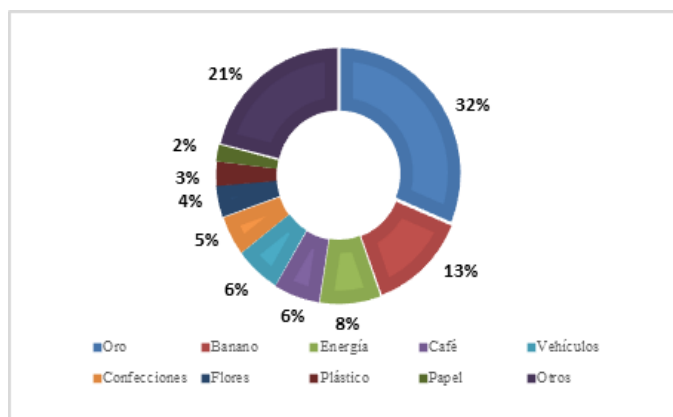


Fig. 1 Distribución de los sectores productivos en Antioquia a 2014 según reporte del DANE [5].

Cada uno de los indicadores y actividades mencionadas son considerados como un reflejo de la realidad actual, lo que conlleva a las instituciones de educación superior, revisar los currículos y programas que ofrecen para cumplir con su misión de formar profesionales competitivos que le permitan al sector industrial ser parte de la globalización con calidad. Para el ITM la información brindada por el DANE corrobora la necesidad de especializar más el área de las ciencias químicas en los procesos industriales, especialmente en el tratamiento y transformación de polímeros y fuentes energéticas, así como los aspectos relacionados con el desarrollo ambiental por el impacto que tiene cada uno de los procesos mencionados.

#### B. Situación actual del contexto local, nacional e internacional que conllevan a la pertinencia para la creación del pregrado en Química Industrial

Actualmente, Colombia cuenta con 17 convenios de tratado de libre comercio, donde el tema de exportación e importación es uno de los ejes centrales de dichos tratados.

Una de las principales limitantes para la globalización y posicionamiento de mercados es la capacidad de los países para invertir en ciencias básicas, de forma que le permita avanzar progresivamente en aplicaciones futuras para dar valor agregado a los desarrollos, ya sea de nuevos productos, sustitutos o mejoramiento de procesos productivos sustentables.

Dentro de los programas nacionales definidos por Colciencias se encuentra el de Ciencias Básicas, que se

considera como fundamental para los procesos de desarrollo científico y tecnológico, pues para lograr la participación del país en las dinámicas globales de desarrollo se necesita la producción de bienes de alta tecnología y el desarrollo de conocimiento, actividades que serían muy difíciles de lograr sin unos excelentes cimientos en el conocimiento y producción en Ciencias Básicas, lo que exige a las seis disciplinas que componen esta Ciencia, como la Química, la cual en el ámbito internacional ha jugado un papel trascendental en el desarrollo económico, pues la aplicación de nuevos conocimientos y desarrollos en campos de ciencias básicas se trasladaron directamente al sector industrial, donde permitieron el crecimiento y establecimiento de nuevos procesos de manufactura, a asumir propuestas concretas, como la formación universitaria, como se pretende con el programa de Química Industrial, propuesto por el ITM.

En el caso particular de nuestro país, se incurrió en la industria química primero con los procesos de obtención de acero, aprovechando las fuentes naturales de carbón y caliza, también con la aparición de empresas interesadas en la fabricación de carbonatos e hidróxidos necesarios para las industrias farmacéutica, alimenticia, textil, grasas, jabones, vidrios y papel entre otras. También se incurrió en la fabricación de abonos y fertilizantes nitrogenados, en la Industria del fósforo para la fabricación de fosfatos y ácidos fosfóricos. Los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo también dieron origen al desarrollo de industrias para aprovechar estos recursos. La industria del plástico en el país ha sido una de las que ha logrado mantener un crecimiento constante en las últimas décadas [6].

Existen varios factores que evidencian la importancia de la química a través de la historia, uno de ellos es el número de publicaciones indexadas con un alto factor de impacto, siendo los químicos los científicos que más información generan, como se puede apreciar del Chemical Abstract [7], compendio de resúmenes de todos los artículos científicos en química que se publican en el mundo desde 1907. En 2010 este compendio reseñó más de 700 mil trabajos y según el libro de Guinness, es el compendio científico más grande del mundo.

El segundo factor a mencionar, es el generador de las innumerables publicaciones, ponencias y difusión del conocimiento en general, la investigación, soportado por programas de pregrado y posgrado en Química que fueron evolucionando y siendo más específicos, como se menciona anteriormente; los que ha generado que los grupos de investigación tengan un mayor reconocimiento alrededor del mundo y se genere un trabajo cada vez más interdisciplinario. En Colombia, el desarrollo de la investigación en ciencias básicas aplicadas en campos más específicos, ha venido creciendo principalmente en los últimos años debido a la

necesidad que surgió por la formación más especializada para los profesionales, quienes en su mayoría pudieron acceder a posgrados en EEUU, España y Brasil, principalmente, y a su regreso al país han realizado una labor de impacto con respecto al desarrollo de proyectos de investigación objeto de estudio por las empresas para mejorar sus procesos, este conocimiento como es debido, ha permeado los posgrados que se han creado y la formación investigativa desde los pregrados.

El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación e Innovación Colombiano, Scienti ha agrupado los equipos de investigación por áreas de conocimiento, clasificándolo según su impacto y productividad, con relación a los grupos del área de química y otros aplicados como: materiales, ambiente y energía. Es de reconocer el rápido e importante avance que ha tenido en el medio estas áreas, ya que sus investigaciones han demostrado que se puede avanzar e innovar en estos campos, pero también se deja al descubierto la necesidad de hacer la transferencia de conocimiento o escalamiento de procesos a nivel industrial, para que la economía progrese al ritmo que exige la economía cambiante de la actualidad.

Según la última clasificación dada por Scienti en 2013, a los grupos de investigación en las áreas antes mencionadas, existen 30 grupos de investigación en el área de Química y de igual forma en Energía, 69 en Ambiental y 73 en Materiales, pero a pesar de tener una menor representación por parte de los grupos de Química y Energía, son los que tienen un mayor porcentaje de los grupos en las categorías superiores (A1, A y B), así Química tiene 56% y Energía 50%, diferente a Ambiental y Materiales que tiene el 62% y 52%, respectivamente, además coinciden que la mayoría de los grupos clasificados en A1 y A tienen un énfasis en modelación y mejoramiento de procesos Industriales aplicando ciencias como la Física y la Química[8].

Con la información presentada, se puede inferir en la necesidad de formación a nivel de pregrados que puedan ser el primer eslabón de transferencia tecnológica y de conocimiento entre la Universidad y la Industria, que a futuro continúen con su formación en posgrados pertinentes, preferiblemente nacionales que se están ofreciendo con alta calidad, de forma tal que permitan un mayor posicionamiento y desarrollo del sector productivo, entre estos programas universitarios encaja Química Industrial que ofrecerá el ITM por sus alcances y distintivos.

### *C. Oferta y demanda de los programas de Química Industrial y afines en el ámbito nacional e internacional*

El Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) reporta 51 programas Química y afines, entre los que tenemos: Bioquímica, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería Química, Química, Química Ambiental, Química Industrial,

Química Farmacéutica, Licenciatura en Biología y Química, Licenciatura en Ciencias Naturales: Biología, Física y Química, Licenciatura en Química.

Los programas de pregrado mencionados se encuentran en 21 municipios del país, siendo Bogotá el municipio con más programas (12) seguido por Medellín (6). Se destaca que 19 programas tienen reconocimiento de alta calidad.

El programa de Química es el primero en crearse en el país en los años 30 y en Antioquia en 1943 y de éste se desprenden los demás programas universitario afines, como respuesta a las necesidades del medio, la extensión y profundidad que requieren áreas de conocimiento mencionadas.

Frente a las necesidades de aplicar la química en los procesos industriales, algunos programas han elegido dentro del perfil de formación abordar este enfoque, pero al comparar los planes de estudios la profundización en los procesos industriales se concentran principalmente al área de alimentos y el estudiante escoge estas asignaturas de forma libre en el núcleo de electivas, de allí la necesidad de ofrecer un programa de Química Industrial orientado en la formación en las ciencias básicas de forma tal que se puedan dar soluciones o mejoren los procesos que involucran transformaciones químicas, complementando en mayor medida el desempeño de los químicos puros y los ingenieros químicos dedicados a la producción, calidad e innovación y desarrollo [9].

En la actualidad existen dos programas tecnológicos y uno universitario en Química Industrial activos en el país. Y, cobra importancia para el ITM que en Antioquia no haya un programa universitario en Química Industrial, pero si una Tecnología en Química Industrial y Laboratorio, impartida por el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, que hace parte de las instituciones públicas adscritas a la Alcaldía de Medellín, lo cual facilita, a futuro, que sus egresados continúen su formación hasta un nivel profesional en el ITM, ventaja que también puede ser aprovechada por los egresados de los otros programas tecnológicos del país y afines.

De igual manera, cada vez es más relevante la globalización en todos los aspectos, así que no es excluyente, en ninguna circunstancia, que la oferta de un pregrado en Química Industrial sea la excepción, de forma tal que a futuro puedan existir oportunidades de movilidad internacional para los estudiantes o que sus egresados puedan convalidar su título para ejercer la profesión en otro país o continuar con algunos estudios de posgrado.

Por lo anterior, el ITM logra corroborar la pertinencia de una pregrado con una visión global que permita profundizar en procesos Industriales a partir de la aplicación del conocimiento fundamental en ciencias básicas, especialmente la química,

pero con un diferenciador con respecto a los programas nacionales e internacionales; los cuales se expresarán en el Plan de Estudios.

### III. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE QUÍMICA INDUSTRIAL

#### A. *Objetivo de Formación*

El programa de Química Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano busca formar profesionales con una sólida fundamentación teórica a partir de las ciencias naturales y exactas, así como del desarrollo de habilidades y destrezas para el diseño, control y mejoramiento de productos y procesos químicos, con una perspectiva integral de la cadena productiva de los sectores energético y de materiales, además de tener en cuenta su impacto ambiental y económico para la industria, los entes gubernamentales y la academia, por medio del aporte de investigaciones básicas, optimización de recursos y adaptación a los cambios sociales y tecnológicos. De igual forma, se proyecta que el Químico Industrial, dada su formación complementaria e integral, ponga en práctica su perfil gerencial distinguido por el liderazgo, el apego a valores éticos, humanistas y de responsabilidad social, ya sea como empleado o generador de empleo, contribuyendo al desarrollo científico, tecnológico e industrial global.

#### B. *Perfil de profesional del Químico Industrial*

El perfil de profesional universitario del Químico Industrial del Instituto Tecnológico Metropolitano responde a retos que asumen día a día en sus roles profesionales del área que requieren de una mayor interiorización de una fundamentación conceptual y metodológica desde lo multidisciplinario y competencias para proporcionar soluciones científicas, tecnológicas y de gestión, oportunidad que se le brindará al futuro aspirante de este Pregrado, que le permite:

- ✓ Intervenir en el desarrollo de productos a partir de la síntesis química encaminados a la optimización económica y productiva, siendo responsables con el ambiente y promoviendo el bienestar de la comunidad.
- ✓ Participar en el diseño y el mejoramiento de procesos en los que intervienen transformaciones químicas, encaminadas a incrementar la productividad con la prestación de un servicio que proporcione calidad de vida y desarrollo del país.
- ✓ Adaptar los procesos químicos desde el nivel de laboratorio hasta el nivel industrial mediante las técnicas de escalado.
- ✓ Definir las pruebas y puntos de control de calidad a lo largo de las diferentes etapas de los procesos químicos

industriales, bajo la normativa vigente y el desarrollo tecnológico requerido.

- ✓ Formular, ejecutar o dirigir proyectos de investigación basados en las prácticas científicas propias de la química para aportar al desarrollo e innovación de productos y procesos, de acuerdo a los cambios científicos y tecnológicos vigentes en los ámbitos nacional e internacional.
- ✓ Liderar equipos de trabajo interdisciplinarios o conformar su propia empresa, que le permitan ser parte activa del sistema productivo y desarrollo de su entorno.
- ✓ Respetar los derechos ajenos que prevé el cuidado de la sociedad, preservación de la riqueza natural, ambiental y cultural del país.

#### C. *Perfil ocupacional del Químico Industrial*

Basados en el logro del objetivo de formación y el perfil profesional para los futuros Químicos Industriales, éstos estarán en la capacidad de desempeñarse en diferentes ámbitos ocupacionales descritos a continuación:

- ✓ Químico Industrial de planta: escala, programa, supervisa y ejecuta procesos de transformación química.
- ✓ Químico Industrial de control de la calidad: selecciona, programa, ejecuta y estandariza métodos y puntos de control de la calidad en los procesos industriales que involucran transformaciones químicas.
- ✓ Químico Industrial en asesoría técnica: apoya la comercialización y acompañamiento técnico para: materias primas, insumos, productos procesados, equipos de análisis químico y de equipos que intervienen en procesos del sector químico industrial.
- ✓ Químico Industrial líder: a cargo de proyectos o procesos productivos ya sea como empleado o empleador.
- ✓ Químico Industrial en el área de investigación y desarrollo en empresas del sector químico y afines: crea, adapta e innova procesos y productos, tendientes a mejorar la competitividad del sector de industrial.
- ✓ Químico industrial consultor: miembro o consejero al servicio del sector industrial público y privado, entes reguladores y la academia.

#### D. *Competencias a desarrollar*

*Conceptuales:* Le permiten, gracias a los conocimientos, herramientas y elementos adquiridos, proponer nuevos elementos de reflexión y argumentos claros de discusión frente a aplicación de las ciencias naturales y exactas, así como las aplicadas en el sector Industrial, investigativo y académico de acuerdo a la realidad de su entorno y la normativa vigente.

*Metodológicas:* Le permiten, a partir de las dinámicas de trabajo realizadas, aplicar procesos lógicos de evaluación de situaciones reales definidas como medio para la construcción

de proyectos propios que apoyen a la Industria en el diseño de productos, estandarización de procesos y control de calidad.

*Técnicas:* Le permiten, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos, desarrollar propuestas en el sector productivo que lleven a las mismas a avanzar en procesos de certificaciones en calidad tanto nacionales e internacionales.

*Analíticas:* Le permiten, mediante un proceso lógico de evaluación de causas y efectos de una determinada situación problemática, identificar oportunidades para la presentación de soluciones pertinentes y oportunas.

*Investigativas:* Le permite, por medio de la fundamentación conceptual y metodológica; evaluar el entorno con el fin de identificar necesidades y oportunidades de mejoramiento, para diseñar propuestas adaptadas a las necesidades del medio e implementarlas de manera metódica. Además, su formación investigativa le permite al químico Industrial diseñar o mejorar productos o procesos existentes del sector productivo, aportando a la competitividad del sector con propuestas flexibles a las dinámicas de la Industria, la academia y el Estado.

*Planeación Estratégica:* Le permiten, a partir de los conocimientos adquiridos y las habilidades en el manejo de las herramientas de apoyo, plantear lineamientos estratégicos para abordar el diagnóstico, implementación y evaluación de procesos productivos y optimización de los recursos ya sea desde la Industria, la academia o el sector público, como empleado o empleador.

*Liderazgo:* Le permiten participar en actividades donde se proyecte su capacidad de motivación y dirección, para asumir los retos y llevarlos a buen término, en un equipo de trabajo que comparten un mismo objetivo, potenciando dentro de cada miembro, sus capacidades en un marco de interdisciplinariedad y respeto.

#### IV. PLAN DE ESTUDIOS DE QUÍMICA INDUSTRIAL

*A. Áreas de Formación:* La estructura curricular del Programa está basada en una distribución de asignaturas en tres áreas de formación que son: Básica o Fundamental, Profesional y Aplicada y, Complementaria e Integral, las dos últimas con un factor flexible que le permitirá al Químico Industrial profundizar con mayor intensidad un proceso Industrial por medio de los énfasis propuestos en ambiental, energía y materiales. Cada una hace referencia a los diferentes alcances, fundamentos y competencias con las que debe formar al estudiante mediante la realización del plan de estudios del Programa, de tal manera que posee sus propias

líneas conceptuales, problemas, habilidades, destrezas, procesos, actividades y lenguajes, pero sin originar límites rígidos, sino fuertemente vinculado entre cada una. Su función es garantizar la integralidad del currículo, por lo cual generan vínculos interrelacionados horizontal y verticalmente, fortaleciendo la articulación entre los distintos espacios curriculares.

##### 1) Área de Fundamentación en Ciencias Naturales y Exactas

Se encuentra conformado por 30% de los créditos académicos representados por aquellas asignaturas que pretenden otorgarle al futuro Químico Industrial referentes teóricos, de manera que unifica los conceptos, la lógica y los métodos basados en las leyes y demostraciones existentes, lo cual permite desarrollar las competencias requeridas para realizar una transición y aplicación del conocimiento con la siguiente área Disciplinar, asignaturas que han sido diseñadas para que el Programa responda al perfil profesional de un Químico Industrial. Esta Área, busca promover en el futuro profesional, la generación de una estructura de pensamiento que permite relacionar las propiedades macroscópicas de la materia con su estructura a nivel microscópico, el modelamiento de fenómenos a nivel industrial aplicando las leyes fundamentales de la física y la solución de problemas reales en el ejercicio de la profesión, promovido por el entrenamiento de la solución de problemas en el campo académico. Todo esto requiere una conceptualización en ciencias básicas que comprende a las asignaturas como: Cálculos, Físicas, Biología y Química General.

Adicionalmente, esta Área le permitirá al futuro Químico Industrial tener las competencias relacionadas con su formación investigativa que le permitirán el análisis de datos e interpretación de la literatura científica, aplicar los conocimientos adquiridos de una manera lógica y adecuada al avance de las áreas que conforman el plan de estudios, estructurar una disciplina y método para abordar problemáticas como profesional y continuar con su constante actualización. Se proyecta el desarrollo de estas competencias mediante la realización de asignaturas como Estadística, Metodología de la Investigación y Diseño de Experimentos, formación que se consolida con Seminario de Tópicos Especiales en Química Industrial del Área Disciplinaria, en la cual no sólo se aplicarán las competencias adquiridas para la difusión de la investigación, sino que también es una oportunidad para actualizar los temas relacionados directamente con la profesión. Además podrá avanzar en los estudios preliminares del proyecto a realizar en Trabajo de Grado, si elige la modalidad de investigación.

##### 2) Área Disciplinaria



Corresponde al 45% de los créditos académicos y relaciona las competencias requeridas para el dominio y comprensión de los fenómenos orgánicos, inorgánicos y bioquímicos que apoyados en la química analítica y las técnicas instrumentales, adicionalmente se complementa con conocimientos y destrezas para afrontar los procesos químicos presentes a lo largo de la cadena productiva de diversos sectores, con respecto al núcleo denominado operaciones unitarias, ya que el futuro profesional tendrá un conocimiento del manejo energético y balance de sólidos y líquidos en diferentes clases de sistemas, con el fin de relacionarlo al componente químico mencionado y el dominio de las ciencias básicas para facilitar el desarrollo de competencias en el escalado de procesos, el control y planeación de la producción, los desarrollos e innovaciones, así como la futura asesoría técnica, profundizando en los procesos químicos presentes, principalmente en los sectores referentes a los énfasis optativos del Programa (Ambiental, Energía y Materiales), con un hilo conductor.

Los Énfasis Optativos constituyen el núcleo de concentración en cada una de las líneas propuestas para orientar su formación según el perfil del futuro Químico Industrial. Esta Área comprende asignaturas con una visión multidimensional y que permiten una aproximación compleja de la realidad, en los ámbitos de la academia, la industria y el Gobierno. Unas de las características de esta Área son la flexibilidad y la interdisciplinariedad, que se desarrollan mediante asignaturas Electivas relacionadas con los énfasis optativos y otras áreas relacionadas con los sectores de alimentos, productos naturales, microbiología, entre otros relacionados con las fortalezas de los grupos de investigación, infraestructura y formación especializada de los docentes a cargo. Las Electivas del área Disciplinaria contienen tópicos selectos que buscan promover abordajes multidisciplinarios, de tal manera que el futuro profesional adopte lenguajes y prácticas que le faciliten interactuar con profesionales de otras áreas, profundizar en temas que aporten al desarrollo a futuro de su trabajo investigativo y desempeño profesional de acuerdo a sus necesidades individuales.

De igual forma podrá cursar asignaturas relacionadas con el control y planeación de la producción con estudiantes de otros programas de la Institución acreditados, después de aprobar las asignaturas de Procesos Químicos y Escalado de Procesos Químicos, para tener una perspectiva global de las implicaciones técnicas, tecnológicas y además económicas, necesidad requerida por la industria.

3) *Área Complementaria*

Corresponde a 25% de los créditos académicos y con los que se buscan desarrollar tres alcances:

➤ *Formación Gerencial y en emprendimiento:* permite

retomar de algunos de los programas de Química Industrial de otros países, como el de México y Chile, el interés por formar en competencias gerenciales, debido a su importancia en el perfil ocupacional de atender un direccionamiento estratégico, desde una perspectiva de planeación y liderazgo, manejo de aspectos administrativos, así como la orientación del personal y trabajo en equipo, mediante el Diplomado II (Dirección Estratégica de Empresas); por tal razón, la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, de la Institución, brindan su aporte para hacer de esta línea un complemento que caracterizará a nuestro futuro profesional, que le permitirá no solo proyectarse como empleado exitoso sino también como gestor de su propia empresa, con la formación complementaria en los temas relacionados con Empresarismo orientados desde la asignatura Diplomado I (Mercadeo Estratégico).

El estudiante que elija la modalidad orientado al emprendimiento como Trabajo de Grado, también podrá avanzar en varios de los elementos solicitados para su proyecto final, con el desarrollo de las asignaturas que comprenden esta línea.

➤ *Formación humanística:* de la mano del fomento por los valores cívicos y éticos (contenidos no profundizados en la mayoría de los programas pares) le permitirá entregar a la sociedad no sólo un profesional con excelencia académica sino también un ser íntegro, al recibir formación en temas relacionados con el cuidado del medio ambiente, importancia de la ciencia y tecnología en la sociedad y una amplia oferta de asignaturas que están direccionadas a su formación complementarias en los temas relacionados con arte, cultura, literatura, entre otras.

➤ *Competencias en un segundo idioma (inglés):* la globalización es un hecho ineludible en la educación y es el idioma una de las principales barreras para acceder al conocimiento, en doble vía (recepción y difusión), en este sentido, el ITM define como estrategia incluir dentro de sus planes de estudios la formación en las competencias lingüísticas (grammar and comprehension, listening and writing) en el idioma inglés, para el logro de un nivel B1, según la clasificación dada por el Marco Común Europeo. La formación será impartida en ocho niveles a lo largo del plan de estudios (de segundo a noveno a nivel).

Esta Área se caracteriza por tener flexibilidad al tener una Electiva Complementaria para que el estudiante profundice según su interés. Como requisito de grado, el estudiante deberá asistir a la Cátedra relacionada con la Fundamentación del Derecho Social, para abordar los temas relacionados con la Constitución Política de nuestro país y complementar su rutina con horas dedicadas al Deporte.

B. *Líneas Optativas (énfasis)*: considerando las demandas del sector empresarial, las necesidades en investigación pública y las fortalezas investigativas institucionales, se plantean las siguientes líneas de optativas que le permitirá elegir entre tres líneas para tener un perfil profesional diferenciado. Las tres líneas optativas de énfasis son:

✓ *Materiales*: el principal alcance de este énfasis Optativo es permitirle al estudiante elegir por una conceptualización en polímeros y materiales compuestos modificados con nanopartículas, de la mano del desarrollo de las destrezas y habilidades que le permitirán abordar el sector productivo de materiales desde la síntesis, la modificación y la caracterización química hasta los métodos de procesamiento a nivel industrial, con el fin de lograr una transferencia como estudiante y profesional, de los resultados de las investigaciones básicas y aplicadas hacia el diseño y producción de nuevos materiales con valor comercial y de interés en las áreas de la salud, electrónica o robótica, entre otras.

Este énfasis Optativo se desarrollará mediante las asignaturas: Química de Polímeros y Cerámicos y, Tecnología de Materiales, con diversas oportunidades de aplicación que ofrecen los grupos de investigación del ITM adjuntos a programas como Ingeniería Biomédica, Física, Ingeniería Electrónica y Mecatrónica, y la Maestría en Gestión Energética Industrial. Así mismo, el estudiante podrá continuar profundizando en este tema mediante Electivas como Síntesis y Caracterización de Materiales, Reciclaje de Polímeros. Esta línea le dará las herramientas al egresado para contribuir en el área de la nanotecnología, que ha sido definida como un área estratégica de investigación en el ITM, y que es transversal a las demás áreas del conocimiento.

✓ *Energía*: debido a la importancia y desarrollo actual del sector energético, el ITM se ha posicionado durante varios años en la formación a nivel de posgrado con la Maestría en Gestión Energética Industrial, que se distingue por las líneas de investigación en energía térmica, eléctrica, combustión, biocombustibles, celdas, motores térmicos y ahora con el plan de estudios del pregrado en Química Industrial el estudiante tendrá la oportunidad de enfatizar también en energía mediante su profundización con las asignaturas: Aplicaciones Productivas de la Energía y Energías Renovables, de esta forma el estudiante tendrá la oportunidad de vincularse con un aporte en investigación básica y aplicada a los grupos de investigación que soportan la Maestría, lo cual le permitirá que a futuro continúen su formación posgradual, además desde el desarrollo de las asignaturas Optativas del énfasis tendrá la oportunidad de relacionarse interdisciplinariamente con cursos en común.

El perfil del egresado le permitirá desempeñarse en las actividades del diseño, montaje y puesta en marcha de sistemas de generación y distribución de energía eléctrica en el sector industrial, correspondiendo a las necesidades explícitas del clúster regional en el área de Energía, que busca apoyarse en la labor académica e investigativa de las Instituciones de Educación Superior; este perfeccionamiento del perfil lo puede alcanzar adicionalmente con asignaturas Electivas como: Fundamentos de Combustión y Combustión Avanzada.

✓ *Ambiental*: esta línea de énfasis se piensa como un proceso, dado en dos momentos: el primero, corresponde a la contextualización de las problemáticas ambientales en los componentes aire, suelo y agua con la asignatura Química Ambiental y el segundo con Procesos Ambientales, que aborda las tecnologías y los tratamientos de disminución de emisiones durante diversos procesos industriales, con el elemento diferenciador que conoce a profundidad las reacciones químicas involucradas en el proceso y el impacto benéfico que puede tener de las tecnologías disponibles para mitigar el problema, por su formación previa de las áreas de fundamentación en Ciencias Exactas y Naturales y, Disciplinaria.

El ITM actualmente cuenta con el grupo de investigación en Química Básica, Aplicada y Ambiente que tiene experiencia con la formulación y ejecución de proyectos relacionados con los temas de química ambiental, el cual a su vez se convierte en soporte para la Maestría en Desarrollo Sostenible, de esta manera el estudiante de Química Industrial puede interactuar con un grupo de investigación y a futuro continuar su formación posgradual. Adicionalmente, el estudio de mercados en los dos focos abordados (industria y estudiantes en formación secundaria) coinciden en la necesidad de aportar desde el punto de vista de desempeño de un Químico Industrial en los procesos industriales que involucran reacciones químicas, por el impacto ambiental, el cual debe ser tratado de forma preventiva desde el aporte al diseño, mejoramiento, montaje y control de los procesos.

En las tablas I y II se detalla cómo está distribuido el plan de estudios de acuerdo al número de créditos académicos que corresponden a las asignaturas obligatorias y flexibles, así como su ubicación por áreas de conocimiento, constituyendo una forma de analizar el plan de estudios en términos numéricos desde su flexibilidad e interdisciplinarietà.

TABLA I  
ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ACADÉMICAS DEL  
PROGRAMA DE FORMACIÓN POR CRÉDITOS EN QUÍMICA  
INDUSTRIAL

Número de créditos académicos del Programa	
No. de semanas del período lectivo:	16
No. de Créditos obligatorios:	147
No. de Créditos electivos:	19

El programa de Química Industrial tienen la responsabilidad de guiar el proceso de aprendizaje mediante un currículo integral que se apoya principalmente en el plan de estudios, el cual tendrá un componente obligatorio (89%) en el que recibirá las bases para desempeñarse plenamente en el ejercicio de la química aplicada a los diferentes procesos Industriales del sector productivo o con aportes a los sectores académico y gubernamental. De igual forma 11% del plan de estudios le permitirá de forma autónoma construir un perfil más especializado de acuerdo a sus preferencias y proyección del perfil ocupacional que busca construir, esto lo realizará mediante las asignaturas Electivas y Optativas, para finalizar con un Trabajo de Grado que podrá ser realizado en el campo práctico de la industria, investigativo o de emprendimiento.

TABLA II  
NÚMERO DE CRÉDITOS POR ÁREAS Y COMPONENTES DE FORMACIÓN

Componente de formación	Créditos	%
Área de fundamentación en Ciencias Exactas y Naturales	49	30%
Área Disciplinaria	75	45%
Área Complementaria	42	25%
Flexibilidad (Optativas – Electivas – Trabajo de Grado)	19	11%
Interdisciplinar	93	56%
<b>TOTALES</b>	166	100

## V. CONCLUSIONES

En el presente artículo se expuso lo más relevante del proyecto de creación del programa en Química Industrial, para ser ofrecido en el Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, a partir de las tendencias de los planes de desarrollo, departamentales y regionales, así como la pertinencia y demanda a nivel Nacional e internacional. Considerando la problemática de competitividad del país y sus necesidades, definiendo los perfiles y plan de estudios; seguros que la propuesta contribuirá en la formación de profesionales capaces de aportar al desarrollo del país con una conceptualización multidisciplinaria y con capacidad de entender el entorno para aportar soluciones de problemas reales de la forma más pertinente, técnica, científica, social y económica.

El diseño del Programa tuvo éxito, puesto que una vez sometido a evaluación ante el Ministerio de Educación Nacional, se obtuvo el denominado registro calificado que permite la puesta en marcha del Programa para ser ofrecido desde el semestre 2015-02, esto a su vez, incrementa la oferta académica del ITM, promoviendo los procesos de ampliación de cobertura e inclusión que son pilares fundamentales de la Misión Institucional y promueve el posicionamiento de la

Institución con fines de lograr su transformación desde una Institución Universitaria a otra con carácter de Universidad.

## REFERENCIAS

- [1] Alcaldía de Medellín. Elementos del anteproyecto del plan de desarrollo de Medellín 2012-2015: “Un hogar para la vida”. 2012.
- [2] Gobernación de Antioquia. Plan de Desarrollo de Antioquia 2012 - 2015: Antioquia la más educada. 263 p.
- [3] Ruta N. Plan de Ciencia, Tecnología e innovación de Antioquia, Plan CT+i. 2011 – 2021. En línea <[http://www.programaerica.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=100:plan-cti-Medellín-2011-2021&catid=8:actualidades](http://www.programaerica.org/index.php?option=com_content&view=article&id=100:plan-cti-Medellín-2011-2021&catid=8:actualidades)> Consultado 05 de septiembre de 2014
- [4] Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Indicadores del mercado laboral 23 ciudades y áreas metropolitanas. Trimestre Marzo - Mayo 2014, p. 9
- [5] Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. Publicado en el Colombiano 25 de septiembre de 2014.
- [6] Universidad nacional Abierta a Distancia. En línea: [http://dateca.unad.edu.co/contenidos/401548/CONTENIDO\\_EN\\_LINEA/leccin\\_1\\_desarrollo\\_de\\_la\\_Industria\\_quimica\\_en\\_colombia\\_principales\\_Industrias\\_quimicas\\_en\\_el\\_pas.html](http://dateca.unad.edu.co/contenidos/401548/CONTENIDO_EN_LINEA/leccin_1_desarrollo_de_la_Industria_quimica_en_colombia_principales_Industrias_quimicas_en_el_pas.html). Citado [15 de agosto de 2014]
- [7] Acs chemical for life. En línea: <http://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/cas.html>. Citado [21 de agosto de 2014].
- [8] Plataforma scienti - colciencias. En Línea [http://scienti.colciencias.gov.co:8083/ciencia-war/busquedaGruposGeneral.do;jsessionid=EA885DD74140045F4BB37C69B889B48C?buscar=buscar] Citado [20 de agosto de 2014]
- [9] Ministerio de Educación Nacional. Estadísticas. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. En línea: <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-article-212400.html> / [citado en 08 de agosto de 2014].