

# PEP

Proyecto

## Educativo del Programa

Mejoramiento Continuo y Seguimiento de la Calidad de los Programas de Pregrado

Pregrado en

# Ingeniería Química



unimedios / Oficina de Comunicación Estratégica / Ideas que transforman

La **UNIVERSIDAD**  
**aprende**

Facultad de Ingeniería  
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

### **NIVEL NACIONAL**

**DOLLY MONTOYA CASTAÑO**

*Rectora*

**CARLOS AUGUSTO HERNÁNDEZ**

*Vicerrector Académico*

**DIANA MARÍA FARÍAS CAMERO**

*Dirección Nacional de Programas de Pregrado*

**JAIME FRANKY RODRÍGUEZ**

*Vicerrector Sede Bogotá*

**CARLOS EDUARDO CUBILLOS PEÑA**

*Dirección Académica*

### **CUERPO DIRECTIVO FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MARÍA ALEJANDRA GUZMÁN PARDO**

*Decana*

**JESÚS HERNÁN CAMACHO TAMAYO**

*Vicedecano Académico*

**CAMILO ANDRÉS CORTÉS GUERRERO**

*Vicedecano de Investigación*

**JUAN CARLOS SERRATO BERMÚDEZ**

*Director Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental*

**RUTH YANNETH LANCHEROS SALAS**

*Directora Departamento de Ingeniería Química y Ambiental*

**ÓSCAR YESID SUÁREZ PALACIOS**

*Coordinador Curricular Programa de Ingeniería Química*

JAIME LEÓN AGUILAR ARIAS

*Jefe Laboratorio de Ingeniería Química*

PAULO CÉSAR NARVÁEZ RINCÓN

*Coordinador Acreditación Internacional Programa de Ingeniería Química*

## **COMITÉ ASESOR DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

JUAN CARLOS SERRATO BERMÚDEZ

*Director Área de Ingeniería Química y Ambiental*

ÓSCAR YESID SUÁREZ PALACIOS

*Coordinador Curricular Programa de Ingeniería Química*

NELSON ANÍBAL PINZÓN CASALLAS

*Profesor del Programa*

*Consolidación del documento: junio de 2020*

*Diagramación del documento: julio de 2020*

# CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>A. INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>10</b>
<b>B. RESEÑA HISTÓRICA DEL PROGRAMA</b>	<b>12</b>
B.1 Creación de las carreras de Química e Ingeniería Química	12
B.2 Facultad de Química e Ingeniería Química	13
B.3 Estructura del Programa en Ingeniería Química	13
B.4 Evaluación del plan de estudios de 1953	13
B.5 La integración de 1965	14
B.6 La reforma de 1973	15
B.8 La reforma de 2008	16
<b>C. LINEAMIENTOS BÁSICOS PARA LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DEL PROGRAMA</b>	<b>17</b>
<b>D. OBJETIVOS DEL PROGRAMA</b>	<b>28</b>
<b>E. PERFIL DE INGRESO</b>	<b>28</b>
<b>F. PERFIL DEL EGRESADO</b>	<b>29</b>
<b>G. RESULTADOS DE FORMACIÓN (RF)</b>	<b>29</b>
<b>H. PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>30</b>
<b>I. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA Y ESTRATEGIAS</b>	<b>42</b>
Asignaturas teóricas y teórico-prácticas	42
Asignaturas Prácticas	43
Talleres	43
Práctica estudiantil	44
Trabajo de grado	44
Contenidos complementarios	45
Visitas técnicas	45
Nivelación al ingreso al Programa	45
Las evaluaciones y su calificación	46
Sistema de Acompañamiento	46

<b>J. ACTIVIDADES ORIENTADAS A DESARROLLAR LAS HABILIDADES DECLARADAS EN LOS RESULTADOS DE FORMACIÓN</b>	<b>47</b>
<b>K. RECURSOS</b>	<b>48</b>
Docentes	51
Infraestructura	52
Apoyo a la labor docente	54
Bibliotecas	55
Recursos informáticos para estudiantes	58
<b>L. INFORMACIÓN DE CONTACTO</b>	<b>60</b>
<b>M. REFERENCIAS</b>	<b>61</b>
<b>ANEXO 1 - MALLA CURRICULAR</b>	<b>63</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Habilidades que deben tener los profesionales de la ingeniería química según los miembros del CAE del programa de Ingeniería Química (encuesta realizada en marzo de 2019)	21
Tabla 2. Respuestas de los egresados del periodo 2014-2018 a la pregunta: con respecto a su desarrollo profesional, los egresados del Programa:	24
Tabla 3. Relación entre los Objetivos Educativos y los Resultados de Formación del Programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.	30
Tabla 4. Distribución de las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Química. Componente de fundamentación.	31
Tabla 5. Distribución de las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Química. Componente disciplinar.	31
Tabla 6. Clasificación de agrupaciones de acuerdo con las áreas del conocimiento.	31
Tabla 7. Distribución de créditos en el plan de estudios del Programa Curricular de Ingeniería Química, por semestre.	32
Tabla 8. Agrupación: matemáticas, probabilidad y estadística.	32
Tabla 9. Agrupación: física.	33
Tabla 10. Agrupación: química y biología.	33
Tabla 11. Agrupación: ciencias económicas y administrativas.	33
Tabla 12. Agrupación: herramientas para ingeniería.	33
Tabla 13. Agrupación: termodinámica.	34
Tabla 14. Agrupación: operaciones unitarias.	34
Tabla 15. Agrupación: procesos químicos y bioquímicos.	34

Tabla 16. Agrupación: investigación e innovación.	35
Tabla 17. Agrupación: materiales.	35
Tabla 18. Agrupación: contexto profesional.	36
Tabla 19. Agrupación: profundización.	36
Tabla 20. Rutas curriculares del programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.	40
Tabla 21. Ficha técnica de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología (24)	55
Tabla 22. Ficha técnica de la Biblioteca Gabriel García Márquez (Biblioteca Central) (24).	55
Tabla 23. Recursos electrónicos según su formato para el Programa de Ingeniería Química (24).	56
Tabla 24. Documentos con información para el Programa de Ingeniería Química disponibles en el Repositorio Institucional (24).	57
Tabla 25. Bases de datos del Área Multidisciplinar y de Ciencia y Tecnología del SINAB (24).	57
Tabla 26. Salas de computadores y software disponible en la Facultad de Ingeniería, que están al servicio de los estudiantes del Programa.	58
Tabla 27. Equipos de la sala de análisis y diseño de procesos del LIQ.	59
Tabla 28. Equipos sala de computadores del LIQ.	59

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Porcentaje de integrantes del Comité Asesor Externo que consideran la habilidad como importante.	22
Figura 2. Porcentaje de egresados por sector de desempeño en 2018.	23
Figura 3. Conocimiento o habilidad obtenida en la formación como ingeniero(a) químico(a) en la Universidad Nacional de Colombia que le ha sido más útil a los egresados en su ejercicio profesional.	25
Figura 4. Porcentaje de egresados (2105 – 2017) por sector de desempeño.	27
Figura 5. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia, nivel nacional.	50
Figura 6. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia. (a) Nivel de sede (b) Nivel de sede de presencia nacional.	50
Figura 7. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia, nivel de facultad.	51

---

## Introducción

---

El Proyecto Educativo del Programa<sup>1</sup> de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, presenta el plan de estudios aprobado luego del proceso de reforma de los programas curriculares de la Universidad, que se llevó a cabo con el propósito de adaptarlos al Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario (CSU). Este Acuerdo define los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes a través de los programas curriculares (1), así como los principios de formación, a saber: excelencia académica, formación integral, contextualización, internacionalización, formación investigativa, interdisciplinariedad, flexibilidad y gestión para el mejoramiento académico.

Este Proyecto (actualización del PEP de 2015 (2)), que reconoce las realidades científicas y tecnológicas de la Ingeniería Química y las incorpora al plan de estudios, es fruto de la experiencia acumulada por una comunidad académica que hereda el trabajo realizado durante un poco más de siete décadas por profesores, estudiantes, egresados y personal de apoyo, técnico y administrativo, que ha contribuido a la formación de más de 5,000 ingenieros químicos que ejercen su labor profesional en los distintos campos de aplicación en Colombia y en otros países.

Inicialmente se define la profesión de Ingeniería Química y se hace una breve descripción de su desarrollo a través de tres paradigmas: las operaciones unitarias, lo continuo o los fundamentos científicos y el diseño de producto. Luego, con el propósito de mostrar la evolución del plan de estudios, se presenta una breve reseña histórica de este. A continuación se identifican y comentan los lineamientos de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia y se presentan las habilidades y capacidades que, según varios actores sociales de reconocida importancia para la profesión, deben poseer los ingenieros químicos de hoy, todo lo cual constituye el fundamento conceptual para la definición del plan de estudios.

Con base en estos fundamentos se definieron los objetivos de formación y los perfiles de ingreso y egreso, los cuales se presentan consecutivamente, para luego describir el plan de estudios del Programa de Ingeniería Química, las metodologías de enseñanza, la forma en que se desarrolla cada una de las habilidades, los resultados esperados en la formación de los egresados y, finalmente, los recursos con los que se cuenta para materializar este PEP.

.....  
<sup>1</sup> PEP

---

## A. Ingeniería química

---

De acuerdo con la Ley 18 de 1976, que reglamenta el ejercicio de la profesión del ingeniero químico en Colombia,

*la Ingeniería Química, es la aplicación de los conocimientos y medios de las Ciencias Físicas, Químicas y Matemáticas y de las Ingenierías, en el análisis, administración, dirección, supervisión y control de procesos en los cuales se efectúan cambios físicos, químicos y bioquímicos para transformar materias primas en productos elaborados o semielaborados, con excepción de los químicos-farmacéuticos, así como en el diseño, construcción, montaje de plantas y equipos para estos procesos, en toda entidad, Universidad, Laboratorio e Instituto de Investigación que necesite de éstos conocimientos y medios (3).*

*En todo el mundo, y desde hace casi un siglo, la ingeniería química, junto con la ingenierías mecánica, eléctrica y civil forma el cuarteto de ingenierías tradicionales, con contenidos académicos y competencias profesionales claramente definidas (4). La Ingeniería Química es un área abierta, que, con base en las ciencias básicas, Matemáticas, Física y Química, se encuentra en constante evolución, con fronteras lábiles y que interacciona, complementa, se solapa y es solapada por ingenierías tradicionales y por otras de más reciente aparición (4).*

Por otra parte, la Institución de Ingenieros Químicos (IChemE por su nombre en inglés) de la Gran Bretaña, establece que la Ingeniería Química es todo lo relacionado con transformar materias primas en productos útiles de uso diario en una forma segura y rentable. Los ingenieros químicos entienden cómo alterar la química, bioquímica o estado físico de una sustancia para crear todo, desde cremas faciales hasta combustibles (5). Según la IChemE, los ingenieros químicos frecuentemente trabajan en equipos multidisciplinarios con ingenieros mecánicos, eléctricos y de otro tipo para que los proyectos en que participan se beneficien de diferentes puntos de vista, y toman decisiones para responder a las siguientes preguntas (6):

¿Qué ruta de reacción debe utilizarse para hacer un producto?

¿Cómo purificar el producto deseado?

¿Cómo controlar el proceso y garantizar que sea seguro?

¿Cómo hacer que el proceso sea rentable?

¿Qué debe hacerse con cualquier otro producto generado?

¿Cómo reducir las cantidades de productos no deseados?

¿Qué hacer con las materias primas sin reaccionar?

¿Cómo reciclar energía dentro del proceso?

Bajo este panorama de la profesión, es claro que las responsabilidades a las que se enfrenta el ingeniero químico son muchas y variadas, aunque de manera general pueden enmarcarse en cualquiera de las tres que se listan a continuación (7):

- Diseñar y operar procesos químicos que generen productos que sean útiles y que cumplan con las especificaciones de los clientes.
- Mantener condiciones seguras para el personal y los residentes de la vecindad de una instalación de producción.
- Proteger el medio ambiente y la salud humana, no solo en la producción, sino en todo el ciclo de vida del producto, que incluye transporte, uso, reciclaje y disposición.

Estas responsabilidades se enmarcan dentro del concepto de sostenibilidad, que desde su presentación moderna en el Reporte Brundtland (8) ha impactado positivamente la forma en que ingenieros químicos conceptualizan nuevos productos, procesos e instalaciones industriales, considerando, además de los conocimientos tradicionales relacionados con reacciones, separaciones, energía, eficiencia y economía, la seguridad, el medioambiente y los impactos sociales. De acuerdo con Martínez-Hernández (9), hasta el siglo pasado, los procesos químicos fueron diseñados tradicionalmente con las puertas de la planta como límites y con la economía como objetivo principal, a menudo descuidando las consecuencias para el medio ambiente. Ahora, la toma de conciencia del impacto ambiental negativo de las actividades humanas alentó a los gobiernos a poner regulaciones y a la industria a generar e implementar soluciones para preservar recursos vitales como el agua, emplear materias primas provenientes de recursos naturales renovables, reducir el consumo de energía y la generación de emisiones, y realizar el tratamiento de residuos y emisiones (9).

Finalmente, en el desarrollo de la profesión se distinguen tres paradigmas que, según Kuhn en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, son las formas específicas de ver la realidad científica (10) que marcan la evolución de la misma (11): a principios del siglo XX, en 1915, Arthur D. Little planteó el concepto de operaciones unitarias, aceptado y ampliado (12) en 1922 por el Comité de Educación del American Institute of Chemical Engineers –AIChE, que se constituye en el primer paradigma, el cual, en la década de los años 1950, dio paso al paradigma de lo continuo o de los fundamentos científicos, respaldado por los programas de los cursos de Fenómenos de Transporte y fortalecido con la publicación, en 1960, del libro *Transport Phenomena*, de Bird, R., Stewart, W. y Lightfoot, E. En nuestros días se abre camino el paradigma del diseño y de la ingeniería del producto, en donde las variables macroscópicas se diseñan y controlan a través de la manipulación de las unidades fundamentales, es decir, las moléculas, y en las que el diseño del proceso (síntesis de procesos) es una etapa más.

El diseño de productos químicos busca obtener el mayor valor agregado para un producto a través del mejoramiento de sus propiedades. Sin duda, este problema es más complejo que un tratamiento matemático para maximizar el beneficio, porque dependerá, de alguna forma, de un conjunto complejo de propiedades que podrían no estar identificadas. Como consecuencia, el diseño de producto y la solución de los nuevos problemas de ingeniería exigen fortalecer la fundamentación científica y el uso de herramientas de ingeniería especializadas. Es necesario un nuevo conjunto de conocimientos, siendo esta la razón por la cual desde 1988 se reconoce la ingeniería y el diseño de productos como el tercer paradigma de la ingeniería química (10).

---

## B. Reseña histórica del Programa<sup>2</sup>

---

Aunque el origen de la Ingeniería Química en el país, como programa académico, se remonta a los años 1937 en la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín y 1941 en la Universidad del Atlántico, fue en la Universidad Nacional de Colombia donde se estructuró, en 1936, un Departamento destinado específicamente al estudio de la Química como ciencia y se organizó el cuerpo docente y la logística indispensable para su enseñanza, centrada en diferentes especialidades y aplicaciones. Esa labor era realizada independientemente, hasta entonces, por las facultades que en sus programas contemplaban cursos de química. De hecho, en pocos años este Departamento dio origen a las carreras de Química e Ingeniería Química y se transformó en facultad.

El Departamento de Química fue organizado mediante Acuerdo No. 11 de octubre 29 de 1936, emanado del Consejo Directivo de la Universidad Nacional (actual Consejo Superior Universitario) con el objetivo central de “Mejorar la enseñanza de la Ciencia Química y reunir los elementos dispersos en las diferentes Facultades y Escuelas de la Universidad bajo una sola dirección”. El rápido éxito de este Departamento llevó a las Directivas de la Universidad a fortalecerlo y organizarlo como dependencia directa de la Rectoría, con un Director Especial y un Consejo integrado por los decanos de Medicina e Ingeniería y por el Director de la Escuela de Farmacia. El 10 de febrero de 1938 se designó al Profesor Antonio García Banús, catedrático español de la Universidad de Barcelona, como primer Director Especial.

### B.1 Creación de las carreras de Química e Ingeniería Química

El profesor García Banús, apoyado en su trayectoria universitaria y su experiencia en la guerra civil española, tenía una clara visión acerca de la necesidad de fabricar en Suramérica los productos que hasta el momento se importaban desde Europa, más aún ante la inminencia de la Segunda Guerra Mundial. Sabía, además, que para atender ese reto era indispensable preparar profesionales idóneos en los campos de la Química (a nivel científico) y de la producción industrial. Sus inquietudes fueron acogidas oportunamente por las directivas de la Universidad y apoyadas por el Gobierno Nacional.

Con el soporte administrativo del Departamento de Ciencias Químicas existente, el Consejo Directivo Universitario, mediante el Acuerdo No. 26 de marzo 3 de 1939 y con el concepto favorable del Consejo Académico, estructuró el plan de estudios conducente a los títulos de Doctor en Ciencias Químicas y Doctor Ingeniero Químico. El programa único establecía cuatro años de estudios regulares y un quinto año de especialización opcional. El Acuerdo permitía cursar los cuatro años obligatorios y presentar un examen para recibir el diploma en Ciencias Químicas, con el cual podía iniciar su ejercicio profesional. Luego el egresado podía optar por una de las siguientes alternativas: 1) presentar y sustentar un trabajo de tesis para obtener el título de Doctor en Ciencias Químicas, 2) tomar unos cursos en Pedagogía y Metodología, y realizar prácticas docentes en Física General y en Química, para habilitarse como Docente, cursos que tenían la asesoría de la Escuela Normal Superior, y 3) tomar un curso complementario de un año de especialización industrial, para recibir el diploma de Ingeniero Químico.

Por la existencia del Acuerdo 26 de 1939, que presenta un programa de estudios y reglamenta las condiciones para la formación de ingenieros químicos, puede considerarse a la Universidad Nacional de Colombia como la gestora de esta profesión en el país, aunque solo pudiera materializarse varios años más tarde. Los cursos se iniciaron en 1939 y en su primera etapa se desarrollaron como estaba previsto, lo que permitió que al finalizar el año 1942 egresaran los primeros ocho químicos

.....  
<sup>2</sup> La mayor parte de esta reseña histórica, hasta la reforma de 1973, fue tomada de Carrera de Ingeniería Química, Reforma Curricular, Bogotá, febrero de 1994 (14).

diplomados. El mismo Acuerdo 26 indicaba que el programa de especialización industrial sólo podría implementarse cuando se contara con los equipos e instalaciones de tipo semi-industrial (hoy denominados Planta Piloto) y luego de que egresaran los respectivos químicos diplomados. Por lo anterior, fue necesario esperar hasta el año 1946 para iniciar el montaje de los primeros equipos en el nuevo edificio, en predios de la Ciudad Universitaria.

## **B.2 Facultad de Química e Ingeniería Química**

El desarrollo e importancia del Departamento de Ciencias Químicas, sus servicios a las diferentes carreras y, en especial, el auge tomado por la carrera de Química motivó al Consejo Directivo de la Universidad a convertirlo en Facultad, mediante el Acuerdo 147 de 1940, con todas las obligaciones inherentes y manteniendo la prestación de los servicios que venía atendiendo el Departamento. De esta manera se daba respaldo y forma al criterio del profesor García Banús, consistente en que los estudios de Ciencias Químicas se consideraran como una carrera fundamental para el desarrollo de Colombia y a la cual debía dotarse con los elementos básicos para su existencia y progreso.

## **B.3 Estructura del Programa en Ingeniería Química**

Con la estructura académica adecuada y los equipos semi-industriales (Laboratorio de Operaciones Unitarias Básicas), la Facultad podía dar cumplimiento a los propósitos originales del Acuerdo 26 e iniciar los cursos complementarios para la formación de Ingenieros Químicos. Se procedió, entonces, a revisar el plan de estudios, proceso que llevó a la expedición del Acuerdo No. 193 de 1948 “Por el cual se reglamentan los estudios de Ingeniería Química en la Universidad”. Allí se establecía un plan de estudios de cinco años el cual, aunque mantenía la formación básica para el Químico, agregaba asignaturas propias de la Ingeniería Química en diferentes niveles: Estática, Dinámica, Mecánica de Fluidos, Resistencia de Materiales, Electricidad y Economía. El quinto año, específico para los Ingenieros, correspondía a los cursos de Química Industrial Inorgánica, Electrotecnia y Laboratorio, Tratamiento de Aguas, Economía, Metalurgia e Ingeniería Química y Proyectos.

## **B. 4 Evaluación del plan de estudios de 1953**

Con la llegada al país y la vinculación a la Universidad Nacional del Profesor Zbigniew M. Broniewski, Ingeniero Militar e Ingeniero Químico de la Universidad Politécnica de Varsovia, especializado en Upsala (Suecia), se fortaleció la planta docente de la carrera y se aumentó la intensidad en las áreas de Termodinámica, Diseño y Plantas Piloto.

El programa común se modificó muy pronto (1953) para reducirlo a sólo dos años y dejar al alumno en libertad de escoger entre Química e Ingeniería Química, cursando dos y tres años adicionales, respectivamente. En 1956 el programa común se redujo al primer año. Aunque había varias asignaturas comunes (Matemáticas, Física, Mineralogía, Electroquímica, etc.), estas se ubicaron en el plan de estudios respectivo, para evitar el inconveniente de cursar asignaturas propias de la otra carrera. En Ingeniería Química se adecuó la intensidad de algunas asignaturas (por ejemplo, los cursos de análisis cualitativo y análisis cuantitativo pasaron a ser semestrales), y se dejó espacio para incluir otras esenciales como Estequiometría, Termotecnia, Materiales y Corrosión. El Consejo Directivo de la Facultad de Química e Ingeniería Química realizó estas modificaciones por el sistema de “cambios menores”, paulatinamente, a lo largo de la década de los años 1950. Por otra parte, la reforma de la metodología en la enseñanza de las Matemáticas en 1959 redujo el número e intensidad de los cursos

y permitió que se programaran más temprano, dando lugar a la reubicación de otras asignaturas. La depuración de asignaturas permitió, adicionalmente, incluir al final de la carrera cursos indispensables como Industrias Químicas, Organización Industrial y Control de Procesos.

Desde 1959 la carrera de Química se prolongó a cinco años. Por esta época, la formación de los Ingenieros Químicos tenía una fuerte orientación hacia las Ciencias Químicas y el Análisis, como resultado lógico de su origen común con la carrera de Química. Sin embargo, poco a poco se fortalecieron las áreas de diseño, montaje y operación de plantas, y se incorporaron los aspectos económicos y la administración. Esta era la situación a la altura de 1965: un Ingeniero Químico, así formado, podía iniciar su ejercicio laboral en campos como la producción, los procesos industriales, los estudios económicos y el diseño, a la vez que manejaba con suficiencia el análisis, el control de calidad y el desarrollo químico.

Por su lado, a comienzos de 1960 la Facultad de Ingeniería había llevado a cabo una profunda reforma en la metodología y los contenidos del programa de Ingeniería Civil, que pasó de un sistema anual de 6 años, a uno semestral de cinco. Además, se dio comienzo a las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica, con la misma modalidad semestral.

## **B.5 La integración de 1965**

La integración, propuesta y realizada por el Rector José Félix Patiño en 1965, produjo muchas transformaciones administrativas en la Universidad Nacional, que poco a poco dieron lugar a los ajustes académicos del caso. La Facultad de Química e Ingeniería Química se convirtió en el Departamento de Química, integrado a la nueva Facultad de Ciencias, donde quedó incluida y opacada la carrera de Ingeniería Química. En consecuencia, a solicitud de profesores y estudiantes, poco tiempo después el Consejo Superior Universitario (CSU), mediante el Acuerdo 188 de agosto 19 de 1965, creó el Departamento de Ingeniería Química, adscrito a la Facultad de Ingeniería y trasladó la carrera a esta misma Facultad. Esta última quedó integrada, entonces, por los Departamentos de Ingeniería Civil, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química, cada uno de los cuales manejaba su respectiva carrera.

Para hacer realidad la integración y el funcionamiento acorde con los otros departamentos, Ingeniería Química tuvo que modificar su plan de estudios, reestructurarlo a la modalidad de semestres y adoptar un primer semestre común con las demás ingenierías. Esta reforma, por ser sustancial, fue evaluada por el Consejo Académico y formalmente aprobada por el CSU mediante el Acuerdo 8 de enero de 1966. Aunque básicamente se limitó a dividir las asignaturas anuales para cursarlas en dos semestres y se reubicaron otras que ya eran semestrales, se introdujeron materias comunes como Castellano I y II, Geometría Descriptiva I y II, y Humanidades. Fue notorio el cambio en cuanto a la filosofía, orientación y objetivos de la carrera, como resultado de la influencia del campo práctico de la Ingeniería, comparado con el científico impulsado por los fundadores del Departamento de Ciencias Químicas. La Tesis de Grado fue reemplazada por un Proyecto de Grado dirigido, que el alumno debía realizar durante su último semestre de estudios.

La puesta en marcha de la reforma de 1966 puso de presente una serie de inconvenientes, que no alcanzaron a detectarse durante su estudio por la premura de tiempo, ocasionados fundamentalmente por la división de muchas materias en dos para cumplir con la semestralización. El programa incluía ochenta y seis asignaturas, entre teóricas y prácticas (laboratorios), con intensidad semanal hasta de 35 horas. Muy pronto, el plan de estudios fue evaluado bajo el criterio de no considerar obligatorio que el ingeniero químico fuera experto en todas las habilidades de la ingeniería y de la química que se aplican en el campo industrial o técnico-administrativo. Las áreas complementarias tales como Mineralogía, Resistencia de Materiales, Mecánica, Elementos de Máquinas y las del campo de la Química Analítica (Cualitativa y Cuantitativa), por su importancia,

deberían ser atendidas por profesionales de estas áreas (Ingenieros Civiles, Ingenieros Mecánicos, Químicos, etc.) con los cuales se tendría que trabajar en forma armónica. Así las cosas, los Ingenieros Químicos docentes podían concentrarse en los temas profesionales para mejorar el proceso formativo.

La evaluación del programa condujo a identificar la necesidad de reducir la carga académica, racionalizar el número de asignaturas y sus contenidos y permitir que el alumno dispusiera de más tiempo para la consulta en biblioteca, la elaboración de informes y la permanencia en los laboratorios, por lo cual se realizó una paulatina reestructuración a través de algunos cambios menores, justificados, lo que dio lugar a la reforma de 1973, de carácter institucional, que se describe a continuación.

## **B.6 La reforma de 1973**

A raíz de la evaluación mencionada se presentó a consideración del Consejo Directivo de la Facultad un nuevo plan de estudios, que fue acogido y enviado para su análisis y aprobación a los Consejos Académico y Superior Universitario. El resultado fue el Acuerdo 166 de noviembre de 1973, en el que se aprueban los planes de estudio para las carreras que administra la Facultad de Ingeniería. El Plan de Estudios del Programa de Ingeniería Química contemplaba sesenta y cuatro asignaturas, incluidas las Electivas Técnicas y las Electivas no Técnicas, para cursarlas en 10 semestres, y la elaboración del Proyecto de Grado en el undécimo semestre. Además de las materias indicadas, se suprimió el curso de inglés y las humanidades se remplazaron por Electivas no Técnicas, con el fin de dejar al estudiante en libertad de inscribirse en cursos no profesionales, que fueran de su interés. Algunas asignaturas complementarias de Ingeniería se siguieron ofreciendo como electivas técnicas. La intensidad de los semestres normales no pasaba de 27 horas semanales y el límite permitido era 30.

El plan de estudios de 1973, vigente hasta 1994, fue permanentemente evaluado por el Comité Curricular y por el Consejo Directivo, para identificar aspectos que requerían actualización o reestructuración.

## **B.7 La reforma de 1994**

El Acuerdo 14 de 1990 del Consejo Académico (13) aprobó los criterios generales para la estructuración de los programas curriculares de la Universidad Nacional de Colombia. Se buscaba integrar de mejor manera la docencia, la investigación y la extensión, flexibilizar los planes de estudio para promover la formación integral y pluralista de los estudiantes, incrementar la autonomía y el compromiso con la formación y ofrecer posibilidades de estudio en áreas de prioridad nacional y regional para dar respuesta a las necesidades del país. Se pretendía, también, establecer formas de organización apropiadas para el desarrollo de las actividades de investigación y de extensión, abriéndose campo por aquel entonces.

Uno de los aspectos más importantes de esta reforma consistía en diseñar los programas con un componente nuclear y uno flexible, el último de los cuales debería incorporar líneas de profundización, cursos electivos y cursos de contexto. Se buscaba enfocar la carrera hacia las Ciencias de la Ingeniería, lo que implicaba fortalecer los conceptos y fundamentos de las ciencias básicas (14).

Se diseñó un plan de estudios conformado por 58 actividades académicas programadas en 10 semestres, dividido en cuatro ciclos de formación: ciencia básica, fundamentos de ingeniería,

ingeniería de procesos químicos y profundización. Las asignaturas se clasificaban en las áreas de matemáticas, física, química, informática, contexto socio-humanístico, gestión industrial, procesos químicos, operaciones de transferencia y termodinámica. Inicialmente, las líneas de profundización fueron petroquímica, materiales, biotecnología y electroquímica y corrosión, que después se complementaron con ingeniería ambiental e ingeniería de alimentos. El plan de estudios fue aprobado en el Acuerdo 22 de noviembre 17 de 1993 (14).

En 2003 se introdujeron algunos cambios en el plan de estudios: se incorporaron a las líneas de profundización las asignaturas Simulación de Procesos, Materiales Poliméricos y Bioprocesos, para enriquecer las opciones que permitieran cumplir con la exigencia de cursar como mínimo tres asignaturas de una línea, y se establecieron algunos pre-requisitos (15). Mediante el Acuerdo 001 de 2005 del CSU y la Resolución 114 del mismo año del Consejo de la Facultad de Ingeniería, se modificó y reglamentó la asignatura trabajo de grado, definiendo los asuntos siguientes:

- Número de créditos: 6
- Calificación: numérica e individual.
- Modalidades: trabajos investigativos (trabajo monográfico, seminario de investigación, participación en proyectos de investigación y trabajo final), prácticas de extensión (participación en actividades docentes asistenciales y pasantías) y actividades especiales (cursos de posgrado).
- Evaluación: responsabilidad a cargo del docente.

## **B.8 La reforma de 2008**

El plan de estudios del Programa de Ingeniería Química se adaptó para ajustarse a lo establecido en el Acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario. Este Acuerdo define los lineamientos básicos para el proceso de formación de los estudiantes a través de los programas curriculares, así como los principios de formación, a saber: excelencia académica, formación integral, contextualización, internacionalización, formación investigativa, interdisciplinariedad, flexibilidad y gestión para el mejoramiento académico, como se planteó en la Introducción de este documento.

Los lineamientos de dicha reforma están recogidos en el Acuerdo 252 del Consejo Académico (2008). Según este Acuerdo, se estableció que el número de créditos exigidos para el programa es de 180. La definición de asignaturas en cada uno de los componentes, los créditos y los requisitos fueron formalizados y actualizados en la resolución 146 de 2010 del Consejo de Facultad de Ingeniería. Igualmente, allí se indica que la modalidad de trabajo de grado puede corresponder a: trabajo investigativo, práctica de extensión y asignaturas de posgrado.

En 2013, tras la revisión de los efectos de la reforma académica de 2008, se realizaron modificaciones al plan de estudios, las cuales quedaron plasmadas en los acuerdos 2 y 16 de 2013 del Consejo de Facultad de Ingeniería. Este nuevo plan, que hace parte integral de este proyecto educativo y que se describe en el numeral 8, incluye el cambio de algunos requisitos y co-requisitos de diferentes asignaturas, además de modificar y aumentar la oferta de asignaturas optativas de termodinámica, administración y materiales.

---

## C. Lineamientos básicos para la formación de estudiantes del programa

---

Para establecer los lineamientos de formación de los estudiantes de ingeniería química, se tomaron en la cuenta los intereses de las diferentes partes relacionadas con dicha formación, llamadas también constituyentes. Se identificaron como constituyentes del programa de pregrado en Ingeniería Química a:

- Universidad Nacional de Colombia
- Facultad de Ingeniería
- Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
- Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental
- Consejo Profesional de Ingeniería Química (CPIQ)
- Asociaciones Profesionales de Ingenieros Químicos (especialmente ACIQ)
- Empleadores de Egresados del Programa (representados por el Comité Externo Asesor del Programa – CAE)
- Egresados del Programa
- Estudiantes activos del Programa
- Profesores activos del Programa

La Universidad Nacional de Colombia, pilar fundamental entre los interesados del programa, declara:

### Misión

Como Universidad de la Nación fomenta el acceso con equidad al sistema educativo colombiano, provee la mayor oferta de programas académicos, forma profesionales competentes y socialmente responsables. Contribuye a la elaboración y resignificación del proyecto de nación, estudia y enriquece el patrimonio cultural, natural y ambiental del país. Como tal lo asesora en los órdenes científico, tecnológico, cultural y artístico con autonomía académica e investigativa.

### Objetivo principal

Propende por la formación de ciudadanos libres con valores democráticos, de tolerancia y de compromiso con los deberes civiles y los derechos humanos. La Universidad contribuirá a la Unidad Nacional, en su condición de centro de la vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento, mediante la libertad de cátedra, y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales; estudiará y enriquecerá el patrimonio cultural, natural y ambiental de la Nación y contribuirá a su conservación. Estudiará y analizará los problemas nacionales y propondrá, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes. Hará partícipe de los beneficios de su actividad académica e investigativa a los sectores sociales que conforman la nación colombiana. Prestará apoyo y asesoría al Estado en los órdenes científico y tecnológico, cultural y artístico, con su autonomía académica e investigativa.

Con base en la misión y sus objetivos institucionales, se establecieron los lineamientos básicos para la formación de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia a través de sus programas curriculares, lo cual se enuncia en el acuerdo 033 de 2007 del Consejo Superior Universitario (1). En el Artículo 1 del Capítulo I de dicho acuerdo se describen los principios de formación de los estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia:

*Artículo 1. De acuerdo con el carácter público de la Universidad y en concordancia con el Decreto 1210 de 1993, la Universidad formará ciudadanos libres y promoverá valores democráticos, de tolerancia y de compromiso con los deberes civiles y los derechos humanos. Contribuirá a la unidad nacional, en su condición de centro de la vida intelectual y cultural abierto a todas las corrientes de pensamiento, mediante la libertad de cátedra, y a todos los sectores sociales, étnicos, regionales y locales. Estudiará y enriquecerá el patrimonio cultural, natural y ambiental de la nación y contribuirá a su conservación.*

*Estudiará y analizará los problemas nacionales y propondrá, con independencia, formulaciones y soluciones pertinentes.*

*Hará partícipe de los beneficios de su actividad académica e investigativa a los sectores sociales que conforman la nación colombiana.*

*Prestará apoyo y asesoría al Estado en los órdenes científico y tecnológico, cultural y artístico, con su autonomía académica e investigativa. Para alcanzar los anteriores fines, la Universidad Nacional regirá los procesos de formación de los estudiantes a través de sus programas curriculares por los siguientes principios:*

1. *Excelencia Académica. De acuerdo con los fines enunciados en el Decreto 1210 de 1993, la Universidad fomentará la excelencia académica, factor esencial para el desarrollo de sus miembros y del país, mediante la promoción de una cultura académica que estimule el conocimiento científico, la incorporación de nuevas corrientes de pensamiento y tecnologías, la consolidación de las disciplinas y profesiones, y la comunicación interdisciplinaria. Introducirá nuevas prácticas que estimulen el desarrollo de la capacidad de enseñanza y aprendizaje, de crítica e innovación, de trabajo en equipo, de actitudes solidarias, de responsabilidad individual y colectiva, para el bienestar de la comunidad.*
2. *Formación Integral. La Universidad Nacional de Colombia, como universidad pública, ha adquirido el compromiso de formar personas capaces de formular propuestas y liderar procesos académicos que contribuyan a la construcción de una nación democrática e incluyente en la que el conocimiento sea pilar fundamental de la convivencia y la equidad social. La formación universitaria promoverá el respeto a los derechos individuales y colectivos, a las diferencias de creencia, de pensamiento, de género y cultura. La Universidad formará una comunidad académica con dominio de pensamiento sistémico que se expresa en lenguajes universales con una alta capacidad conceptual y experimental. Desarrollará en ella la sensibilidad estética y creativa, la responsabilidad ética, humanística, ambiental y social, y la capacidad de plantear, analizar y resolver problemas complejos, generando autonomía, análisis crítico, capacidad propositiva y creatividad. Los egresados de la Universidad Nacional de Colombia estarán preparados para trabajar en equipos disciplinarios e interdisciplinarios integrados en una vasta red de comunicación local e internacional, emplear de manera transversal las herramientas y conocimientos adquiridos en un área del saber, adecuándolos y aplicándolos legítimamente en otras áreas.*
3. *Contextualización. Este principio busca integrar los procesos de formación con los entornos cultural, social, ambiental, económico, político, histórico, técnico y científico. En todos los niveles de formación, la Universidad buscará contextualizar, mediante la articulación de los procesos de formación, investigación y extensión, la historia de la producción, la creación y la aplicación del conocimiento.*
4. *Internacionalización. Este principio promueve la incorporación y reconocimiento de los docentes, los estudiantes, la institución y sus programas académicos con los movimientos científicos, tecnológicos, artísticos y culturales que se producen en el ámbito nacional e internacional, al tiempo que valora los saberes locales como factores de nuestra diversidad cultural que deben aportar a la construcción del saber universal.*

5. *Formación Investigativa. La investigación es fundamento de la producción del conocimiento, desarrolla procesos de aprendizaje y fortalece la interacción de la Universidad con la sociedad y el entorno. La investigación debe contribuir a la formación del talento humano, la creación artística y el desarrollo tecnológico para la solución de los problemas locales, regionales e internacionales, solo de esta manera es posible disminuir la brecha en materia de producción científica, creación en las artes y formación posgraduada en nuestro país. La formación de investigadores es un proceso permanente y continuo que se inicia en el pregrado y se sigue en los diferentes niveles de posgrado.*
6. *Interdisciplinariedad. La sociedad demanda hoy en día que la Universidad desarrolle sus funciones misionales articulando diferentes perspectivas disciplinarias a partir de la comunicación de ideas, conceptos, metodologías, procedimientos experimentales, exploraciones de campo e inserción en los procesos sociales. La interdisciplinariedad es, al mismo tiempo, una vía de integración de la comunidad universitaria, dado que promueve el trabajo en equipo y las relaciones entre sus diversas dependencias y de éstas con otras instituciones.*
7. *Flexibilidad. La Universidad adopta el principio de flexibilidad para responder a la permanente condición de transformación académica según las necesidades, condiciones, dinámicas y exigencias del entorno y los valores que se cultivan en su interior. La flexibilidad, que abarca los aspectos académicos, pedagógicos y administrativos debe ser una condición de los procesos universitarios. Gracias a ella, la Universidad tiene la capacidad de acoger la diversidad cultural, social, étnica, económica, de creencias e intereses intelectuales de los miembros que integran la comunidad universitaria para satisfacer un principio de equidad.*
8. *Gestión para el Mejoramiento Académico. La Universidad fortalecerá una cultura institucional que facilite el mejoramiento de las actividades y los procesos académicos para la toma de decisiones que contribuyan a alcanzar la excelencia académica. Dicho mejoramiento deberá realizarse de manera sistemática, permanente, participativa, integral y multidireccional entre los distintos integrantes de la comunidad académica.*

En el Artículo 8 del Capítulo II del mismo acuerdo 033 de 2007, se establecen lineamientos para definir los objetivos de formación de los programas de pregrado (1):

*Artículo 8. Definición y objetivos de la formación de pregrado. En adición a los principios establecidos en el Capítulo I del presente Acuerdo, los programas curriculares de pregrado tienen como propósito desarrollar conocimientos, aptitudes, prácticas, habilidades, destrezas, desempeños y competencias generales, propios de un área de conocimiento, y específicos de una disciplina o profesión, que permiten a un graduando argumentar, sintetizar, proponer, crear e innovar en su desempeño y desarrollo académico, social y profesional.*

Así mismo, los programas de pregrado deben estructurarse flexiblemente, teniendo en cuenta los componentes de fundamentación, formación disciplinar o profesional y libre elección; a este último corresponde por lo menos 20% del total de créditos del Programa. El Acuerdo establece también que el carácter de la asignatura Trabajo de Grado es especial, por cuanto (1):

*Permite al estudiante fortalecer, aplicar, emplear y desarrollar su capacidad investigativa, creatividad y disciplina de trabajo en el tratamiento de un problema específico, con base en los conocimientos y métodos adquiridos en el desarrollo del plan de estudios de su programa curricular. El objetivo de esta asignatura es fomentar la autonomía en la realización de trabajos científicos, científico-técnicos y de creación, propios de su disciplina o profesión.*

Otra de las partes interesadas en el proceso de formación de los profesionales de ingeniería química es la Facultad de Ingeniería de la Sede Bogotá. A continuación, se presenta el propósito superior y la misión declarados por la Facultad (16):

*El propósito superior de la Facultad es orientar la construcción de una sociedad incluyente, equitativa y sostenible, a través de la formación integral y la investigación científica, para generar soluciones innovadoras con impacto tecnológico, social y económico.*

*La misión de la Facultad es formar ingenieros e investigadores comprometidos con el desarrollo tecnológico, económico y social para el mejoramiento y la transformación sostenible del país, a través del trabajo colaborativo, incluyente, responsable, ético e inspirador, ejemplo de liderazgo y emprendimiento, de todos los miembros de la comunidad académica de la Facultad.*

Como responsable de los recursos relacionados con el Programa de Ingeniería Química, la labor misional del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental se describe en las siguientes funciones:

- Promover la excelencia de la educación de ingenieros químicos.
- Contribuir en la definición de la estructura de los programas curriculares de pregrado y posgrado.
- Asimilar, producir y difundir conocimiento requerido por la industria química.
- Interactuar e integrarse con la sociedad promoviendo la formación de ciudadanos sensibles a los intereses nacionales, libres, creativos, críticos, respetuosos de los valores democráticos, los deberes civiles y los Derechos Humanos.
- Atender la demanda de servicios de los programas curriculares de la Facultad de Ingeniería.
- Realizar investigación y extensión pertinentes con carácter interdisciplinario, enfocadas en la solución de problemas de la sociedad nacional e internacional.

De igual forma se considera como constituyente al Consejo Profesional de Ingeniería Química, entidad creada por la Ley 18 de 1976 y su Decreto Reglamentario 371 de 1982, encargada de otorgar las matrículas y expedir las tarjetas profesionales, realizar seguimiento y control del adecuado ejercicio de la profesión, colaborar con las autoridades universitarias y profesionales y apoyar las actividades de las asociaciones gremiales, científicas y profesionales de la Ingeniería Química. Entre sus funciones están:

- Expedir las normas de ética profesional, con miras a mejorar el nivel profesional del Ingeniero Químico y fijar de modo claro y preciso las obligaciones del profesional para consigo mismo, con su profesión, con el país y con la comunidad nacional y universal.
- Velar por el cumplimiento de la presente Ley y cancelar la matrícula a quienes no se ajusten a los preceptos contenidos en el Código de Ética Profesional.
- Colaborar con las autoridades universitarias y profesionales en el estudio y establecimiento de los requisitos académicos y plan de estudios con miras a una óptima educación y formación de los profesionales de Ingeniería Química.
- Cooperar con las Asociaciones y Sociedades gremiales, científicas y profesionales de la Ingeniería Química en el estímulo y desarrollo de la profesión y en el continuo mejoramiento de la calificación y utilización de los Ingenieros Químicos colombianos, mediante elevados patrones profesionales de ética, educación, conocimientos, retribución y ejecutorias científicas y tecnológicas.
- Plantear ante el Ministerio de Educación Nacional y demás autoridades competentes los problemas que se presenten sobre el ejercicio ilegal de la profesión y sobre la compatibilidad o incompatibilidad entre los títulos otorgados en Ingeniería Química y los niveles reales de educación o idoneidad de quienes ostentan dichos títulos.

Las necesidades expresadas por los empleadores y los egresados, que fueron consignadas en el proyecto educativo del programa en su primera versión (17) y actualizadas en 2019 a través de encuestas aplicadas a los egresados del programa de los años 2014 a 2018 (respondidas por 227 de ellos) y a los miembros del Comité Asesor Externo (CAE, conformado por 18 empleadores), fueron también incluidas en la construcción del presente documento.

A continuación se presenta un resumen de las apreciaciones expresadas al responder las encuestas, así como en el estudio Caracterización del Desarrollo Profesional de la Ingeniería Química en Colombia 2015-2017, realizado por el CPIQ y publicado en el primer semestre de 2019.

### Resultados de la consulta realizada a los miembros del Comité Asesor Externo (CAE)

El CAE, conformado por profesionales expertos en diferentes áreas del campo profesional de la Ingeniería Química, preparó un listado de conocimientos y habilidades que deben desarrollarse en la formación de los futuros ingenieros, las cuales se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Habilidades que deben tener los profesionales de la ingeniería química según los miembros del CAE del programa de Ingeniería Química (encuesta realizada en marzo de 2019)

HABILIDAD	CARACTERÍSTICAS
Comunicación efectiva	Presentación de reportes escritos.
	Presentación de ideas de negocio y proyectos.
	Confianza, seguridad y asertividad en sus conceptos y afirmaciones.
Habilidades administrativas	Venta de conocimientos.
	Conocimientos financieros.
	Globalización de conocimientos económicos, políticos y sociales.
	Liderazgo.
	Planeación, organización y programación.
	Análisis y diagnóstico de situaciones complejas.
	Análisis de prioridades.
	Toma de decisiones.
Resolución de conflictos.	
Diseño y gestión de proyectos	Manejo de personal.
	Orientación a resultados (económicos, políticos).
Integralidad de los procesos	Planeación, elaboración, gestión, ejecución y seguimiento de proyectos.
	Herramientas modernas de gestión (TPM).
	Análisis de riesgos.
Responsabilidad ética y profesional	Análisis y solución de problemas operacionales.
	Optimización.
	Interdisciplinariedad (implicación del trabajo de todas las áreas).
	Pensamiento con enfoque crítico.
Impacto global	Aspectos legales y normativos.
	Ética empresarial y códigos de conducta.
	Responsabilidad social empresarial (RSE).
	Selección de fuentes de información confiables.
	Cuantificación de la evaluación de riesgos (QRA).
Herramientas modernas de tecnología	Seguridad en el diseño.
	Seguridad y salud ocupacional.
	Seguridad y salud en el trabajo (SST).
	Impacto social y ambiental.
	Responsabilidad social y ambiental.
	Uso de nuevas tecnologías.
	Transformación digital en la industria.
	Manejo adecuado de tecnologías y fuentes de información.

Investigación e innovación	Investigación para mejorar la competitividad. Investigación para el desarrollo. Innovación para la sustentabilidad.
Contacto real con la industria	Implicaciones de la ingeniería en todas las áreas. Dimensión real de plantas y equipos. Mayor experiencia laboral.

Fuente: Información generada a partir de la encuesta realizada a los integrantes del Comité Asesor Externo (CAE)

Adicionalmente, según los resultados de la encuesta aplicada a los integrantes del CAE, se encontró que para el 90% de sus miembros es importante la habilidad de los profesionales para adquirir y aplicar conocimientos, de acuerdo con las necesidades, empleando estrategias apropiadas de aprendizaje. Para el 70% de ellos es importante la habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar criterios ingenieriles para sacar conclusiones. En la Figura 1 se presentan otros resultados alrededor de la valoración de los miembros del CAE en lo que respecta a la importancia de los resultados de formación.

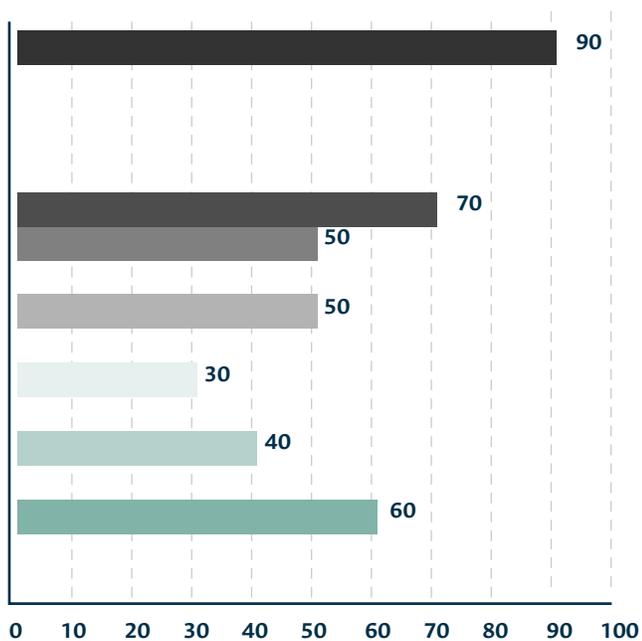


Figura 1. Porcentaje de integrantes del Comité Asesor Externo que consideran la habilidad como importante.

Fuente: Información generada a partir de la encuesta realizada a los integrantes del Comité Asesor Externo

### Integrantes del Comité Asesor Externo que consideran la habilidad como importante (%)

- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería por medio de la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.
- Habilidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración a la salud pública, seguridad y bienestar, así como a factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
- Habilidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias.
- Habilidad para reconocer las responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y para hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
- Habilidad para funcionar efectivamente en equipos cuyos miembros en conjunto proveen liderazgo, crean un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean tareas y cumplen objetivos.
- Habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería y sacar conclusiones.
- Habilidad para adquirir y aplicar conocimiento como sea necesario empleando estrategias apropiadas de aprendizaje.

### Resultados de la encuesta aplicada a los egresados del periodo 2014 a 2018

En el primer semestre de 2019 se aplicó una encuesta a los egresados de los últimos cinco años (2014 - 2018), recibiendo respuestas de 227 de ellos. Se indagó acerca del sector de desempeño en su trabajo en 2018, su desarrollo profesional, los conocimientos o habilidades que les han sido más útiles y los que no adquirieron durante su formación académica. En la Figura 2 se presenta el porcentaje de egresados de acuerdo con el sector de desempeño en 2018.

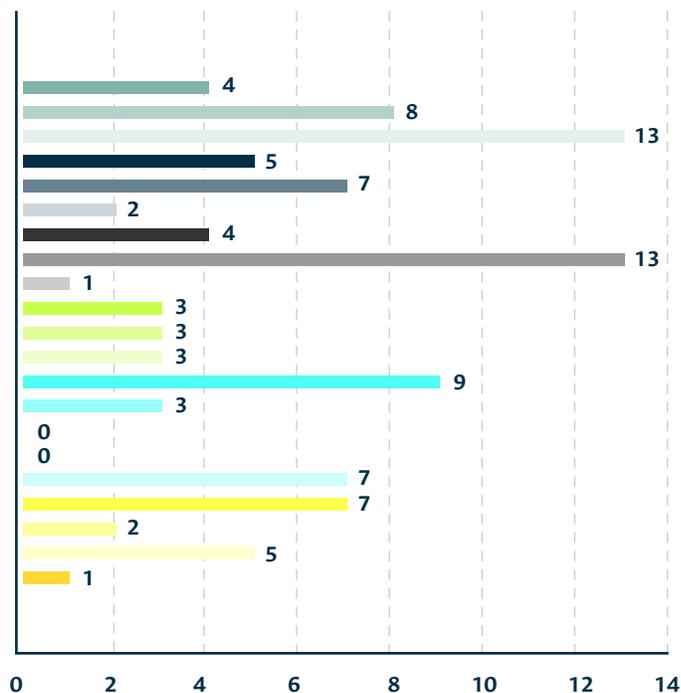


Figura 2. Porcentaje de egresados por sector de desempeño en 2018.

Fuente: Información generada a partir de la encuesta realizada a los egresados del Programa.

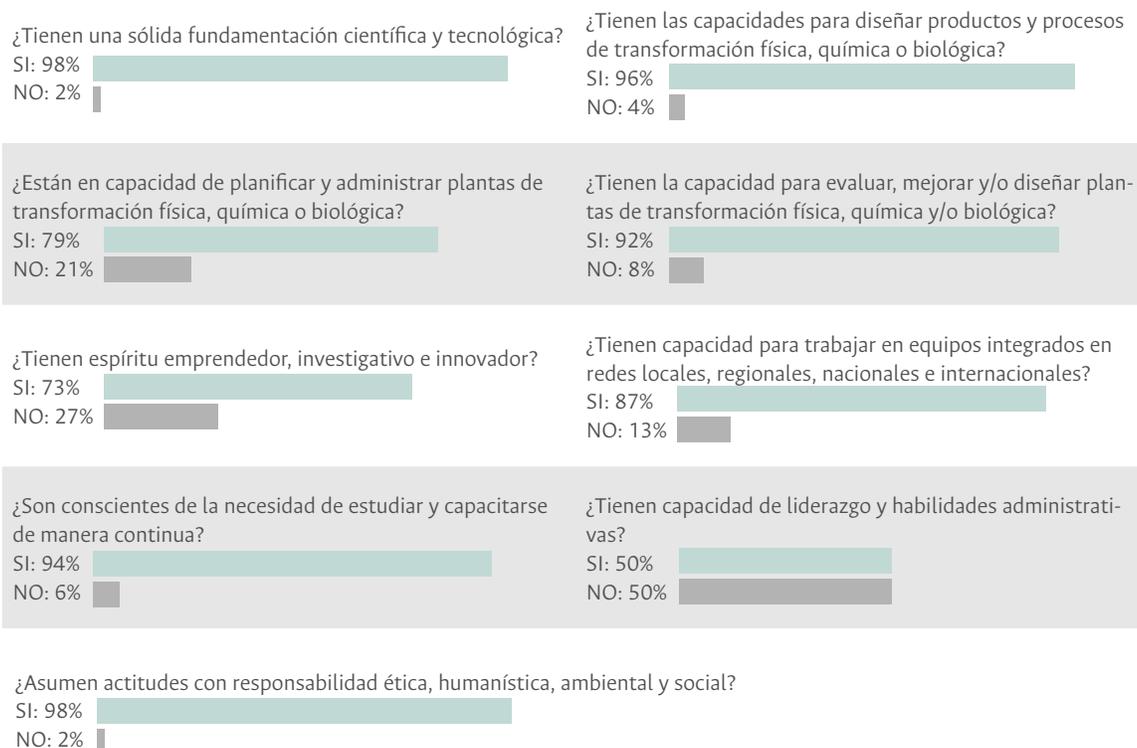
#### Egresados (%)

- Mercadeo - ventas - comercial.
- No se encontraba empleado.
- Otros.
- Oil & gas - fabricación de coque - refinación del petróleo - minas y canteras
- Diseño y/o construcción de plantas y equipos.
- Montaje - fabricación - mantenimiento de plantas.
- Medio ambiente - agua potable - saneamiento básico - gestión social - salud humana.
- Investigación - diseño y desarrollo de productos o procesos.
- Fabricación de sustancias y productos químicos.
- Fabricación de productos minerales no metálicos - cerámicos - vidrio - cemento.
- Fabricación de productos de cuidado personal - cosméticos - farmacéuticos.
- Fabricación de productos de caucho y plástico - polímeros.
- Fabricación de productos alimenticios y bebidas.
- Fabricación de papel, productos de papel, cartón y celulosa.
- Fabricación de metales comunes y productos metálicos.
- Fabricación de fibras y productos textiles.
- Educación.
- Calidad - logística - telecomunicaciones.
- Automatización - instrumentación - soluciones tecnológicas para planta y laboratorio.
- Agroindustria - biocombustibles.
- Administración organizacional - sector financiero.

Los sectores en los que se desempeña un mayor porcentaje de los egresados son Investigación-diseño y desarrollo de productos y procesos (13%) y Diseño y construcción de plantas (7%), mientras que el desempleo es inferior al del país en el periodo de la encuesta, que era cercano al 10% (18).

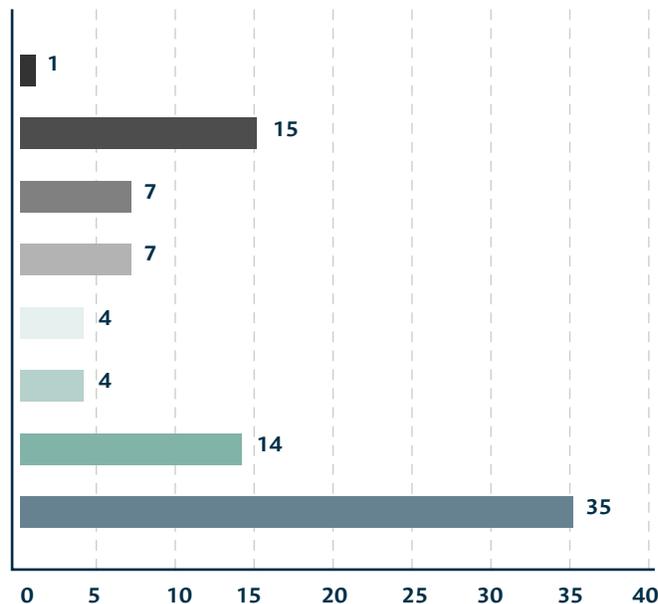
En la Tabla 2 se presentan los resultados de la encuesta en lo que respecta a las preguntas relacionadas con su desarrollo profesional, las cuales se tendrán en cuenta para definir los nuevos Objetivos Educativos del Programa (OEP).

Tabla 2. Respuestas de los egresados del periodo 2014-2018 a la pregunta: con respecto a su desarrollo profesional, los egresados del Programa:



Finalmente, cuando se indagó sobre el resultado de formación que les ha sido más útil, el primer lugar lo ocupó la habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería por medio de la aplicación de principios de ingeniería, ciencias y matemáticas, seguida por la habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones, y por la habilidad para adquirir y aplicar conocimiento cuando sea necesario empleando estrategias apropiadas de aprendizaje, como se presenta en la Figura 3.

Figura 3. Conocimiento o habilidad obtenida en la formación como ingeniero(a) químico(a) en la Universidad Nacional de Colombia que le ha sido más útil a los egresados en su ejercicio profesional. Fuente: Información generada a partir de la encuesta realizada a los egresados del Programa.



### Egresados (%)

- Otra.
- Habilidad para adquirir y aplicar conocimiento como sea necesario empleando estrategias apropiadas de aprendizaje.
- Habilidad para desarrollar y conducir experimentación apropiada, analizar e interpretar datos y usar el juicio de ingeniería para sacar conclusiones.
- Habilidad para funcionar efectivamente en equipos cuyos miembros en conjunto proveen liderazgo, crean un ambiente colaborativo e incluyente, establecen metas, planean tareas y cumplen objetivos.
- Habilidad para reconocer las responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y para hacer juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales.
- Habilidad para comunicarse efectivamente con una variedad de audiencias.
- Habilidad para aplicar el diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas con consideración a la salud pública, seguridad y bienestar, así como a factores globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.
- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería por medio de la aplicación de principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.

## Caracterización del Desarrollo Profesional de la Ingeniería Química en Colombia 2015 - 2017

El Consejo Profesional de Ingeniería Química (CPIQ) entregó en el primer semestre de 2019 el estudio Caracterización del Desarrollo Profesional de la Ingeniería Química en Colombia 2015-2017. Teniendo en cuenta que el CPIQ es uno de los constituyentes del Programa, se tendrán en cuenta algunos de los resultados para definir los nuevos OEP. Ese estudio tuvo como objetivo general caracterizar la situación laboral y académica de los ingenieros químicos graduados y matriculados entre 2015 y 2017.

Los objetivos específicos fueron:

- Analizar los sectores predominantes, áreas de desempeño, rangos salariales, percepción y satisfacción laboral, y tiempo de espera para el primer trabajo de los ingenieros químicos.
- Identificar el nivel educativo máximo alcanzado por los ingenieros químicos y las modalidades de grado de mayor preferencia.
- Mostrar asociaciones entre algunas variables de interés.
- Examinar las relaciones y los modelos de negocios que manejan actualmente los ingenieros químicos.

Entre los resultados generales pueden mencionarse los siguientes:

- Aunque hay más mujeres ingenieras químicas que hombres, la diferencia es menor de 0.5%
- La mayoría vive en el país, 95% y de ese porcentaje 38% vive en Bogotá. 35% ejerce en Bogotá y su zona de influencia.
- 25% de los ingenieros químicos encuestados egresaron de la Universidad Nacional de Colombia. 66% de los egresados realizó una tesis (trabajo de grado) como requisito de grado, 16% cursó asignaturas de posgrado y el 15% hizo pasantía.
- Solo 12% de los egresados entre 2015 y 2017 están cursando programas de maestría o doctorado.
- 80% afirma dominar otro idioma y de ese porcentaje 66% habla inglés.
- 59% de los ingenieros químicos tiene como actividad principal un empleo, 27% está en busca de empleo, 11% está estudiando y solo el 2.4% tomó la iniciativa de crear empresa. 89% es empleado de una empresa privada y el 11% ejerce en el sector público.
- 70% de los egresados consiguió trabajo en menos de seis meses.

La Figura 4 muestra el sector de desempeño laboral de los graduados en el periodo del estudio.

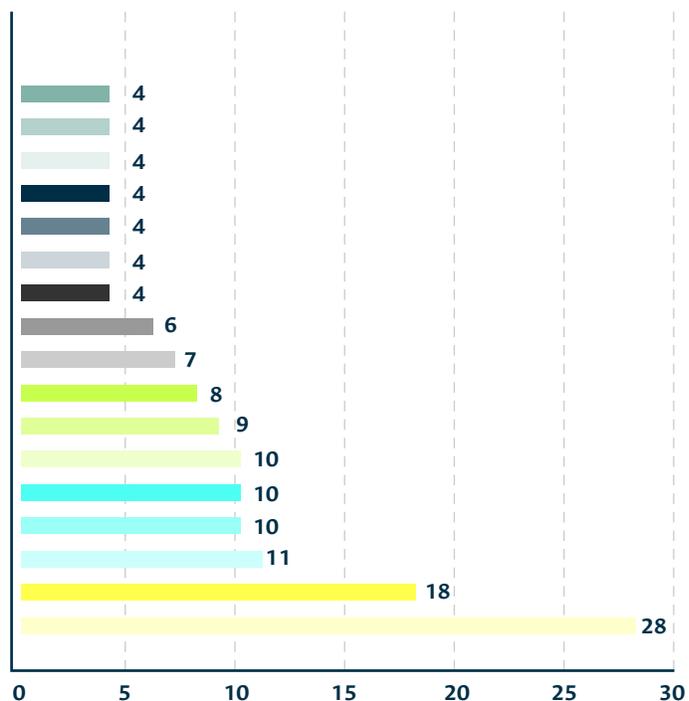


Figura 4. Porcentaje de egresados (2105 – 2017) por sector de desempeño.

Fuente: Caracterización del Desarrollo Profesional de la Ingeniería Química en Colombia 2015-2017, Consejo Profesional de Ingeniería Química

Egresados (%)

- Agroquímicos
- Limpieza y desinfección
- Diseño de procesos y plantas
- Gas y sus derivados
- Investigación, desarrollo e innovación
- Minería
- Polímeros
- Exploración y explotación de crudo
- Plásticos
- Cosméticos
- Mercadeo
- Ambiental
- Petroquímicos
- Químicos básicos
- Farmacéuticos
- Educación
- Alimentos

Si se comparan las Figura 4 y 2, se observan claras diferencias entre los sectores de desempeño de los egresados del programa con los del país. El desempeño en los sectores de alimentos y educación es importante para los dos grupos, 9 y 7% respectivamente en el caso de los egresados del programa, en comparación con 28 y 18%, en el caso de los egresados del país. Claramente, el campo laboral del egresado del programa está más orientado a diseño de productos, procesos, plantas y equipos e investigación y desarrollo, con un 20%.

---

## D. Objetivos del programa

---

De acuerdo con la información que se presentó en las secciones precedentes, se definen los Objetivos Educativos del Programa de Ingeniería Química (OEP), así (19):

Los graduados del Programa en Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá serán ciudadanos y profesionales integrales que:

- Desarrollarán su carrera aplicando sus conocimientos científicos, tecnológicos, humanistas y administrativos con responsabilidad social<sup>3</sup>, para incidir positivamente en la sociedad.
- Serán profesionales líderes en el diseño, operación, administración o comercialización de productos, procesos o instalaciones industriales, incorporando criterios de sostenibilidad.
- Usarán sus habilidades de comunicación y trabajo en equipo desarrolladas en su proceso de formación, así como su compromiso con el aprendizaje permanente, para avanzar en su carrera.
- Contribuirán al bienestar de sus comunidades a través de su participación en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.

Los campos de acción del Ingeniero Químico de la Universidad Nacional son<sup>4</sup>:

- Industrial: planeación, supervisión, diseño, montaje, control y operación de plantas y equipos de proceso.
- Investigativo: desarrollo de productos y procesos. Formulación y evaluación de proyectos de investigación básica y aplicada. Estudio, gestión y adaptación de cambios tecnológicos para mejorar métodos de producción.
- Administrativo: dirección, gestión, administración y gerencia de empresas industriales y financieras. Preparación, evaluación técnica y económica de proyectos industriales en empresas o compañías que prestan servicios de ingeniería (firmas de ingeniería y consultoras).
- Docencia: desarrollo de actividades académicas, investigativas y de extensión universitaria relacionadas con las áreas de ingeniería química y profesiones afines.
- Ventas técnicas: apoyo técnico a la comercialización y uso de plantas, procesos, equipos y productos químicos.

---

## E. Perfil de ingreso

---

El Programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional, sede Bogotá, está dirigido a bachilleres que tengan interés en crear industrias y empresas del sector químico o trabajar en ellas; afinidad por la matemática, la química, la física, la biología, la economía y la administración, y disposición para aplicar los conocimientos en estas áreas para promover el desarrollo de productos, procesos y servicios que contribuyan al crecimiento económico y la equidad social del país.

<sup>3</sup> Es la conducta ética del ciudadano para consigo mismo y con su entorno, más allá del cumplimiento de las obligaciones legales. Es la conciencia sobre el impacto que nuestras decisiones tendrán en la sociedad en el futuro.

<sup>4</sup> Los campos de acción del Ingeniero Químico en Colombia se definen en la Ley 18 de 1976 (3), que reglamenta la profesión.

---

## F. Perfil del egresado

---

Con base en los fines de formación de los estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Colombia, la historia y el desarrollo del plan de estudios de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, las características de la ingeniería química actual y la del futuro cercano, las capacidades que los actores nacionales e internacionales relacionados con la profesión esperan encontrar en los ingenieros químicos y los campos de acción de los egresados del programa, el Proyecto Educativo Institucional apunta a formar profesionales con el siguiente perfil:

El Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, está en capacidad de diseñar, operar, administrar y comercializar productos, procesos o instalaciones industriales, comunicarse efectivamente y participar en proyectos de investigación, desarrollo e innovación. Es un profesional con sólida formación científica, tecnológica, humanista y administrativa, que incide eficazmente en el desarrollo del país a través de su liderazgo y responsabilidad social.

---

## G. Resultados de formación (RF)

---

Los Resultados de Formación son las diversas capacidades, habilidades y competencias que deben tener los estudiantes del programa en el momento de su graduación. Para el programa de Ingeniería Química son:

- Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando principios de las ciencias, matemáticas e ingeniería.
- Aplicar el diseño en ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades y que involucren como criterios la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, ambientales, sociales y económicos.
- Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
- Incorporar e identificar la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería, y hacer juicios informados que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
- Trabajar efectivamente en equipos cuyos miembros desarrollen un liderazgo colectivo, creando un ambiente colaborativo e inclusivo, estableciendo metas, planeando y cumpliendo objetivos.
- Planear y desarrollar apropiadamente experimentos, analizar e interpretar datos, y usar el criterio ingenieril para generar conclusiones.
- Adquirir y aplicar nuevo conocimiento de acuerdo con las necesidades, implementando estrategias de aprendizaje adecuadas.
- Participar en proyectos de investigación, innovación y emprendimiento.

La Tabla 3 presenta la relación entre los OEP y los RF.

Tabla 3. Relación entre los Objetivos Educativos y los Resultados de Formación del Programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

OBJETIVO EDUCATIVO	RESULTADO
<p><b>LOS GRADUADOS DEL PROGRAMA EN INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ SERÁN CIUDADANOS Y PROFESIONALES INTEGRALES QUE:</b></p>	<p><b>SE ESPERA QUE AL MOMENTO DE LA GRADUACIÓN LOS ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA TENGAN HABILIDAD PARA:</b></p>
<p>Desarrollarán sus carreras aplicando sus conocimientos científicos, tecnológicos, humanistas y administrativos con responsabilidad social, para incidir positivamente en la sociedad</p>	<p>Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando principios de las ciencias, matemáticas e ingeniería. Incorporar e identificar la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería, y hacer juicios informados que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.</p>
<p>Serán profesionales líderes en el diseño, operación, administración o comercialización de productos, procesos o instalaciones industriales, incorporando criterios de sostenibilidad.</p>	<p>Aplicar el diseño en ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades y que involucren como criterios la salud pública, la seguridad y el bienestar, así como factores globales, culturales, ambientales, sociales y económicos. Incorporar e identificar la responsabilidad ética y profesional en situaciones relacionadas con la ingeniería, y hacer juicios informados que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social Planear y desarrollar apropiadamente experimentos, analizar e interpretar datos, y usar el criterio ingenieril para generar conclusiones.</p>
<p>Usarán las habilidades de comunicación y trabajo en equipo desarrolladas en su proceso de formación, así como su compromiso con el aprendizaje permanente, para avanzar en sus carreras.</p>	<p>Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias. Trabajar efectivamente en equipos cuyos miembros desarrollen un liderazgo colectivo, creando un ambiente colaborativo e inclusivo, estableciendo metas, planeando y cumpliendo objetivos. Adquirir y aplicar nuevo conocimiento de acuerdo con las necesidades, implementado estrategias de aprendizaje adecuadas.</p>
<p>Contribuirán al bienestar de sus comunidades a través de su participación en proyectos de investigación, desarrollo e innovación.</p>	<p>Participar en proyectos de investigación, innovación y emprendimiento.</p>

## H. Plan de estudios

El plan de estudios del Programa Curricular de Ingeniería Química tiene un total de 180 créditos, distribuidos así:

- Componente de Fundamentación: sesenta y nueve (69) créditos exigidos, de los cuales el estudiante debe aprobar sesenta y tres (63) de asignaturas obligatorias y seis (6) de asignaturas optativas.
- Componente de Formación Disciplinar o Profesional: setenta y cinco (75) créditos exigidos, de los cuales el estudiante debe aprobar sesenta y seis (66) de asignaturas obligatorias y nueve (9) de asignaturas optativas.
- Componente de Libre Elección: treinta y seis (36) créditos exigidos, que corresponden a 20% del total de créditos del plan de estudios.

En las Tablas 4 y 5 se presentan la distribución de los créditos obligatorios y optativos, por agrupación temática, para cada componente del plan de estudios.

Tabla 4. Distribución de las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Química. Componente de fundamentación.

AGRUPACIÓN	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS OPTATIVOS	TOTAL CRÉDITOS EXIGIDOS
Matemáticas, probabilidad y estadística	23	0	23
Química y biología	23	0	23
Física	8	0	8
Ciencias económicas y administrativas	6	3	9
Herramientas de la ingeniería	3	3	6
Total	63	6	69

Tabla 5. Distribución de las asignaturas del plan de estudios de Ingeniería Química. Componente disciplinar.

AGRUPACIÓN	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS OPTATIVOS	TOTAL CRÉDITOS EXIGIDOS
Termodinámica	10	3	13
Operaciones Unitarias	20	0	20
Procesos Químicos y Bioquímicos	15	3	18
Investigación e Innovación	18	0	18
Materiales	0	3	3
Contexto Profesional	3	0	3
Total	66	9	75

La Tabla 6 muestra las agrupaciones de cada área del conocimiento y los porcentajes, con respecto al número de créditos totales.

Tabla 6. Clasificación de agrupaciones de acuerdo con las áreas del conocimiento.

ÁREA DEL CONOCIMIENTO	AGRUPACIONES	PORCENTAJE	PORCENTAJE
		(%)	(%)
Ciencias básicas y matemáticas	Química y biología	12.8	
	Matemáticas, probabilidad y estadística	12.8	30.0
	Física	4.4	
Ciencias de la ingeniería	Ciencias básicas de la ingeniería	6.7	6.7
Ingeniería aplicada	Termodinámica	7.2	
	Operaciones unitarias	11.1	38.3
	Procesos químicos y bioquímicos	10.0	
	Investigación e innovación	10.0	
Contenidos complementarios	Área socio-humanística y temas complementarios	6.3	11.3
	Economía y administración	5.0	
	Libre elección (sin incluir las áreas socio-humanística y temas complementarios)		13.7

En el Anexo I se presenta el plan de estudios detallado del Programa de Ingeniería Química. La Tabla 7 muestra que a lo largo del plan de estudios los alumnos deben dedicar entre 48 y 60 horas semanales a su actividad académica total, con promedio de 54 horas, lo que puede interpretarse como una labor diaria de 9 horas, durante 6 días a la semana.

Las asignaturas del componente de libre elección pueden inscribirse en cualquier periodo académico.

Tabla 7. Distribución de créditos en el plan de estudios del Programa Curricular de Ingeniería Química, por semestre.

SEMESTRE	CRÉDITOS DEL COMPONENTE DE FUNDAMENTACIÓN	CRÉDITOS DEL COMPONENTE DISCIPLINAR	CRÉDITOS DE LIBRE ELECCIÓN	TOTAL DE CRÉDITOS SEMESTRALES	HORAS DE ACTIVIDAD ACADÉMICA TOTAL SEMANAL
1	13	3	0	16	48
2	15	3	0	18	54
3	14	3	3	20	60
4	10	7	0	17	51
5	6	10	3	19	57
6	8	10	0	18	54
7	3	12	3	18	54
8	0	12	7	19	57
9	0	9	9	18	54
10	0	6	11	17	51

Los créditos, agrupaciones y asignaturas de los componentes del plan de estudios se especifican en las Tablas 8 a 19.

## COMPONENTE DE FUNDAMENTACIÓN

Tabla 8. Agrupación: matemáticas, probabilidad y estadística.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
1000004	Cálculo diferencial	4	SÍ	Matemáticas básicas
1000005	Cálculo integral	4	SÍ	Cálculo diferencial
1000006	Cálculo en Varias variables	4	SÍ	Cálculo integral Álgebra lineal
1000007	Ecuaciones diferenciales	4	SÍ	Cálculo integral Álgebra lineal
1000013	Probabilidad y estadística fundamental	3	SÍ	Cálculo diferencial
1000003	Álgebra lineal	4	SÍ	Cálculo diferencial

Tabla 9. Agrupación: física.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
1000019	Fundamentos de mecánica	4	SÍ	Cálculo diferencial
1000017	Fundamentos de electricidad y magnetismo	4	SÍ	Cálculo integral Fundamentos de mecánica

Tabla 10. Agrupación: química y biología.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
1000025	Laboratorio técnicas básicas en química	3	SÍ	
1000024	Principios de química	3	SÍ	
1000026	Principios de análisis químico	3	SÍ	Principios de química
1000027	Laboratorio principios de análisis químico	3	SÍ	Principios de química
1000028	Principios de química inorgánica	3	SÍ	Principios de química
1000030	Principios de química orgánica	3	SÍ	Principios de química
1000010	Laboratorio principios de química orgánica	2	SÍ	Principios de química
1000025	Biología molecular y celular	3	SÍ	

Tabla 11. Agrupación: ciencias económicas y administrativas.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015703	Ingeniería económica	3	SÍ	Cálculo integral
2015702	Gerencia y gestión de proyectos	3	SÍ	Ingeniería económica
2015698	Administración de empresas	3	NO	Ingeniería económica
2016609	Seguridad industrial	3	NO	Fundamentos de electricidad y magnetismo
2016741	Finanzas	3	NO	
2016610	Sistemas de costos	4	NO	
2015699	Administración de mercados	3	NO	
2016592	Economía general	3	NO	
2015695	Diseño, gestión y evaluación de proyectos	3	NO	
2015705	Mercados I	4	NO	
2016056	Teoría de la decisión	4	NO	
2015700	Fundamentos de contabilidad financiera	3	NO	
2015704	Mercadeo internacional	3	NO	
2015694	Derecho laboral	3	NO	

Tabla 12. Agrupación: herramientas para ingeniería.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015734	Programación de computadores	3	NO	
2015709	Comunicación oral y escrita	3	NO	
2015711	Dibujo básico	3	NO	
2015970	Métodos numéricos	3	SÍ	Ecuaciones diferenciales

## COMPONENTE DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Tabla 13. Agrupación: termodinámica.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015741	Termodinámica	3	SÍ	Cálculo diferencial Balance de materia
2015740	Termodinámica química	3	SÍ	Termodinámica Cálculo en varias variables
2015735	Taller 1	1	SÍ	Termodinámica Cálculo en varias variables
2015707	Balance de energía y equilibrio químico	3	SÍ	Termodinámica química
2015739	Termodinámica molecular	3	NO	Termodinámica química
	Termodinámica de ciclos	3	NO	Termodinámica
1000038	Fisicoquímica II	3	NO	Balance de energía y equilibrio químico

Tabla 14. Agrupación: operaciones unitarias.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015708	Balance de materia	3	SÍ	
2015714	Fluidos	3	SÍ	Fundamentos de mecánica Termodinámica
2015726	Manejo de sólidos	3	SÍ	Fluidos
2015743	Transferencia de calor	4	SÍ	Ecuaciones diferenciales Termodinámica
2015744	Transferencia de masa	3	SÍ	Ecuaciones diferenciales
2015736	Taller 2	1	SÍ	Ecuaciones diferenciales
2015731	Operaciones de separación	3	SÍ	Transferencia de masa Balance de energía y equilibrio químico

Tabla 15. Agrupación: procesos químicos y bioquímicos.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015716	Ingeniería de reacciones químicas	3	SÍ	Balance de energía y equilibrio químico
2015713	Diseño de procesos químicos y bioquímicos	3	SÍ	Balance de energía y equilibrio químico
2015710	Control de procesos	3	SÍ	Métodos numéricos Ingeniería de reacciones químicas
2015712	Diseño de plantas y equipos	3	SÍ	Operaciones de separación Diseño de procesos químicos y bioquímicos
2015715	Ingeniería de procesos	3	SÍ	Diseño de procesos químicos y bioquímicos

2015729	Modelamiento y simulación de procesos químicos	3	NO	Transferencia de masa Ingeniería de reacciones químicas
2015728	Modelamiento y simulación de procesos bioquímicos	3	NO	Transferencia de masa Ingeniería de reacciones químicas

Tabla 16. Agrupación: investigación e innovación.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015721	Laboratorio de propiedades termodinámicas y de transporte	3	SÍ	Balance de energía y equilibrio químico
2015719	Laboratorio de fluidos, sólidos y transferencia de calor	3	SÍ	Fluidos Manejo de sólidos Transferencia de calor
2015720	Laboratorio de operaciones de separación, reacción y control	3	SÍ	Operaciones de separación Control de procesos
2015737	Taller de proyectos interdisciplinarios	3	SÍ	70% del total de créditos exigidos en el componente disciplinar o profesional (53 créditos)
2015289	Trabajo de grado	6	NO	80% del total de créditos exigidos en el componente disciplinar o profesional (60 créditos)
2015290	Trabajo de grado – Asignaturas de posgrado	6	NO	80% del total de créditos exigidos en el componente disciplinar o profesional (60 créditos)

Tabla 17. Agrupación: materiales.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015717	Introducción a la ingeniería de materiales	3	NO	Termodinámica química Haber aprobado 108 créditos del total de créditos exigidos en el plan de estudios
2020326	Nuevos tópicos en ingeniería química	3	NO	Haber aprobado 108 créditos del total de créditos exigidos en el plan de estudios
1000040	Introducción a la ciencia de materiales	3	NO	Haber aprobado 108 créditos del total de créditos exigidos en el plan de estudios
2015727	Materiales	3	NO	Termodinámica química Haber aprobado 108 créditos del total créditos
2024929	Introducción a la Ingeniería de materiales poliméricos	3	NO	
2017348	Tecnología de materiales	3	NO	Haber aprobado 108 créditos del total créditos
2017256	Ciencia e Ingeniería de materiales	3	NO	
2015598	Química de sólidos	3	NO	

Tabla 18. Agrupación: contexto profesional.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2015718	Introducción a la Ingeniería Química	3	SÍ	

## COMPONENTE DE LIBRE ELECCIÓN

Tabla 19. Agrupación: profundización.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉDITOS	OBLIGATORIA	PRE-REQUISITO(S)
2016762	Práctica estudiantil I	3	NO	
2016763	Práctica estudiantil II	6	NO	
2016764	Práctica estudiantil III	9	NO	
2025725	Práctica Colombia I	3	NO	
2025726	Práctica Colombia II	6	NO	
2025727	Práctica Colombia III	9	NO	
2024647	Introducción a la ingeniería bioquímica	3	NO	
2024649	Microbiología y bioquímica de bioprocesos	3	NO	
2020324	Ingeniería enzimática	4	NO	
2020323	Ingeniería bioquímica avanzada	4	NO	
2020327	Operaciones de separación en bioprocesos	4	NO	Haber aprobado 70% del total de créditos
2014979	Diseño de procesos fisicoquímicos y biológicos	4	NO	
2023122	Ingeniería de petróleo y gas	4	NO	
2023549	Principios de catálisis heterogénea	4	NO	
2020336	Tecnologías y aplicaciones catalíticas	4	NO	
2023572	Curso avanzado química de los combustibles	4	NO	
2020329	Procesos de polimerización	4	NO	
2020338	Transformación de polímeros	4	NO	
2020339	Fisicoquímica de polímeros	4	NO	
2020316	Biorrefinerías y biorrefinación	4	NO	
2020315	Biodiésel y oleoquímica	4	NO	
2024931	Bioetanol y alcoholquímica	4	NO	
2022897	Energía y combustibles*	3	NO	No tiene el requisito del 70%
2020359	Catálisis ambiental	4	NO	
2014984	Gestión integral de residuos peligrosos	4	NO	
2015042	Contaminación del suelo	4	NO	
2015045	Ingeniería de tratamiento de residuos líquidos industriales	4	NO	
2015032	Evaluación de impacto ambiental	4	NO	Haber aprobado 70% del total de créditos
2015033	Gestión y auditoría ambiental de proyectos	4	NO	
2015034	Política, información y gestión ambiental	4	NO	
2014981	Contaminación atmosférica	4	NO	
2015029	Emisiones de fuentes fijas	4	NO	
2015041	Prevención de la contaminación industrial	4	NO	
2015040	Herramientas de química verde y ecología industrial	4	NO	

2015035	Calidad del agua	4	NO	
2014978	Contexto ambiental colombiano	4	NO	
2015000	Gestión integral de residuos sólidos urbanos	4	NO	
2015017	Taller de estudios de caso 1	4	NO	
2015018	Métodos matemáticos y numéricos en ingeniería ambiental	4	NO	
2015030	Emisiones de fuentes móviles	4	NO	
2015031	Modelación de la calidad del aire	4	NO	
2015036	Modelación de la calidad del agua	4	NO	
2015037	Plantas y sistemas de potabilización del agua	4	NO	
2015039	Diseño ambiental de procesos	4	NO	
2015044	Ingeniería de rellenos sanitarios	4	NO	
2015047	Microbiología ambiental	4	NO	
2015051	Plantas y sistemas de tratamiento de aguas residuales	4	NO	Haber aprobado 70% del total de créditos
2020317	Caracterización de materiales	4	NO	
2020318	Contexto industrial colombiano	4	NO	
2026490	Electroquímica aplicada. Baterías y celdas combustibles.	3	NO	
2027022	Hablando de ingeniería química	3	NO	
2027153	Introducción a la termodinámica estadística	3	NO	
2020321	Fenómenos de transporte	4	NO	
2020337	Termodinámica avanzada	4	NO	
2020333	Separaciones multi-componente	4	NO	
2020330	Procesos heterogéneos	4	NO	
2020328	Optimización de procesos en ingeniería química	4	NO	
2020313	Análisis de reactores	4	NO	
2011393	Diseño de biorreactores y bioseparaciones	4	NO	
2023580	Técnicas cromatográficas modernas	4	NO	
2015525	Geología del petróleo*	3	NO	No tiene el requisito del 70%
2023545	Introducción a la Ingeniería de Alimentos	3	NO	
2022902	Introducción a la Química de Alimentos	2	NO	
2025441	Ciencia de los Alimentos Vegetales	4	NO	
2018407	Ciencia de la Carne y de los Productos Cárnicos	4	NO	
2023542	Análisis y Procesamiento de Alimentos 2	3	NO	
2019451	Procesamiento de Alimentos	4	NO	
2019452	Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal	4	NO	Haber aprobado 70% del total de créditos
2023540	Conservación de Frutas y Hortalizas	3	NO	
2018406	Bioteología de Alimentos	4	NO	
2025402	Análisis instrumental de las propiedades sensoriales de los alimentos	4	NO	
2018404	Análisis sensorial	4	NO	
2023543	Industrias cárnicas	3	NO	
2017100	Agroindustria de productos lácteos	3	NO	

La oferta de asignaturas optativas es revisada anualmente y podrá ser modificada por el Consejo de Facultad, previa solicitud del Comité Asesor del Programa, teniendo en cuenta en dichas modificaciones el mejoramiento en el nivel de flexibilidad del plan de estudios y la articulación con otros planes de estudio de la Universidad.

Las modificaciones del plan de estudios mencionadas anteriormente son formalizadas mediante Resolución del Consejo de Facultad, previa solicitud del Comité Asesor del Programa Curricular, con el acompañamiento de la Dirección Nacional de Programas de Pregrado y la revisión de la Vicerrectoría Académica.

El inglés es la lengua extranjera que se considera fundamental para la formación profesional de los estudiantes del programa curricular de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Sede Bogotá. La acreditación de los 12 créditos del idioma inglés, cursados y aprobados en la Universidad Nacional o validados por suficiencia, es requisito de Grado y la cantidad de créditos para su aprobación es independiente de la total estimada para el Plan de Estudios del Programa.

Los estudiantes podrán realizar práctica estudiantil, para lo cual consumirán créditos de libre elección. Los créditos de la práctica estarán en el intervalo de tres a nueve, dependiendo de la dedicación del estudiante, y serán aprobados por el Comité Asesor del Programa, a solicitud del estudiante.

La suma de las actividades presenciales y autónomas del estudiante corresponde a la actividad académica total. Cada 48 horas de actividad académica semestral equivalen a un crédito; cada semestre académico se desarrolla en 16 semanas.

A continuación se hace una breve descripción de los objetivos de formación de las agrupaciones del plan de estudios:

### **Agrupación contexto profesional**

La asignatura Introducción a la Ingeniería Química, única de la agrupación contexto profesional, está concebida como un curso en el que durante el primer semestre los estudiantes se ponen en contacto con múltiples temas asociados con la Educación Superior, la Universidad Nacional, la Facultad de Ingeniería, el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, el Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química, la Profesión y el Profesional de Ingeniería Química, entre otros.

### **Agrupaciones matemáticas, probabilidad y estadística, física, química y biología**

Las asignaturas de estas agrupaciones tienen como objetivo brindar sólida formación en ciencias básicas, necesaria para abordar el estudio de las asignaturas de los componentes formación profesional y libre elección. Los estudiantes deben aprobar siete (7) asignaturas de Química, incluidos tres (3) laboratorios, cuatro (4) de Cálculo, un (1) curso de Álgebra Lineal, uno (1) de Probabilidad y Estadística y uno (1) de Biología.

### **Agrupación herramientas para ingeniería**

Las asignaturas de esta agrupación brindan al estudiante algunas de las herramientas que requiere para su práctica profesional, incluyendo habilidades de comunicación, programación de computadores, dibujo y métodos numéricos.

### **Agrupación ciencias económicas y economía**

Las asignaturas de esta agrupación tienen como objetivo desarrollar habilidades para la administración y evaluación económica de proyectos y procesos, así como de empresas en las que puede desempeñarse un ingeniero químico.

### **Agrupación termodinámica**

Las asignaturas de esta agrupación tratan las leyes de la termodinámica, los métodos de predicción de propiedades y los fundamentos de los equilibrios de fases y químico, esenciales para el diseño de procesos, equipos y plantas.

### Agrupación operaciones unitarias

Las asignaturas de esta agrupación estudian los fenómenos de transferencia de momentum, calor y masa, con un apropiado balance entre el enfoque fenomenológico y el de operación unitaria, con énfasis en el desarrollo de habilidades para el diseño de equipos de uso frecuente en plantas de proceso.

### Agrupación procesos químicos y bioquímicos

Las asignaturas de la agrupación procesos químicos y bioquímicos se concibieron para integrar los conocimientos de ciencias básicas y de ingeniería a través del diseño de procesos, el diseño de plantas y equipos y la ingeniería de procesos. Para estructurar esta agrupación se utilizó el enfoque de ingeniería de los sistemas de procesos, teniendo en cuenta el ciclo de vida de una planta de proceso.

### Agrupación materiales

En esta agrupación se encuentran asignaturas que abordan temas relacionados con el nuevo paradigma de la ingeniería química, el diseño de producto, a través de la caracterización, el diseño y la predicción del desempeño de materiales poliméricos, biológicos y catalíticos, entre otros, incluyendo el desempeño a escala nano.

### Agrupación profundización

Esta agrupación incluye asignaturas de las líneas de profundización del plan de 1994, asignaturas de los posgrados del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental, y cualquiera otra que pueda clasificarse dentro del componente de libre elección que define el Acuerdo 033 de 2007. A la luz de la flexibilidad de los planes de estudio de la Universidad Nacional de Colombia, esta agrupación está concebida para que el estudiante desarrolle y profundice los conocimientos, particularmente en las líneas de investigación de los programas de posgrado del área curricular, los cuales coinciden con los intereses, experiencia, formación académica y desarrollos de la comunidad académica asociada al Programa. Estas líneas son:

- Procesos catalíticos y petroquímicos
- Procesos de polimerización y materiales
- Bioprocesos
- Biorrefinerías - Biocombustibles
- Saneamiento básico
- Residuos sólidos y peligrosos
- Calidad del aire
- Procesos sostenibles

A estas líneas se suma Ingeniería de Alimentos, aunque no forma parte del Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental. La razón es que ha sido tema de numerosos proyectos de investigación y extensión, los cuales se desarrollan a través de los programas de Especialización y Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, normalmente con el apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA).

Con base en estas líneas se definieron las rutas curriculares que presenta la Tabla 20.

Tabla 20. Rutas curriculares del programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

RUTA CURRICULAR	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	ASIGNATURA
Procesos catalíticos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la catálisis, con énfasis en la catálisis orgánica y heterogénea. Se abordan temas que van desde el diseño, preparación y caracterización de catalizadores, hasta su aplicación en procesos industriales.	2023549	Principios de catálisis heterogénea
		2020336	Tecnologías y aplicaciones catalíticas
Procesos petroquímicos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la extracción, recuperación, separación y transformación del petróleo y el gas natural.	2024650	Petroquímica y refinación
		2023122	Ingeniería de petróleo y gas
		2020336	Tecnologías y aplicaciones catalíticas
Procesos biotecnológicos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con procesos biotecnológicos para la obtención de productos químicos, tratamiento de residuos y efluentes, y aplicaciones en los sectores de agroindustria, alimentos, bebidas y salud.	2024647	Introducción a la ingeniería bioquímica
		2020324	Ingeniería enzimática
		2020323	Ingeniería bioquímica avanzada
		2020327	Operaciones de separación en bioprocesos
		2011393	Diseño de biorreactores y bioseparaciones
Biorrefinerías y biocombustibles	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con las biorrefinerías y los biocombustibles, con un enfoque hacia el diseño de los procesos térmicos, químicos y bioquímicos que se encuentran en este tipo de instalaciones industriales. Así mismo, se aproximará al contexto económico, social, tecnológico y político de las biorrefinerías, con énfasis en los biocombustibles. Luego, profundizará en los conceptos de las biorrefinerías basadas en aceites vegetales, algas, y en etanol.	2020316	Biorrefinerías y biorrefinación
		2020315	Biodiésel y oleoquímica
		2024931	Bioetanol y alcoholquímica
Procesos de polimerización	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la caracterización, producción y transformación de polímeros.	2020329	Procesos de polimerización
		2024652	Transformación de polímeros
		2020339	Fisicoquímica de polímeros
Ingeniería ambiental - calidad del aire	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación e innovación en temas relacionados con las emisiones de los procesos industriales, incluyendo sus controles y sus impactos sobre el ambiente, la salud humana y el clima	2014978	Contexto ambiental colombiano
		2014981	Contaminación atmosférica
		2015029	Emisiones de fuentes fijas
		2015030	Emisiones de fuentes móviles
		2015031	Modelación de calidad del aire
Ingeniería ambiental - calidad del agua	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con el tratamiento de aguas residuales industriales.	2014978	Contexto ambiental colombiano
		2015028	Métodos matemáticos y numéricos en ingeniería ambiental
		2015036	Modelación de calidad del agua
		2015051	Plantas y sistemas de tratamiento de aguas residuales
		2020359	Catálisis ambiental
2015035	Calidad del agua		

Ingeniería ambiental - residuos sólidos y peligrosos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la segregación, reciclaje y valorización de residuos sólidos industriales.	2014978	Contexto ambiental colombiano
		2014984	Gestión integral de residuos peligrosos
Materiales	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan iniciar y profundizar los conocimientos necesarios para la caracterización, producción y utilización de distintos materiales, con una aproximación a la escala nano.	2015717	Introducción a la ingeniería de materiales
		2015727	Materiales
		2015598	Química de sólidos
Termodinámica	El objetivo de esta ruta es que el estudiante profundice en temas relacionados con la termodinámica, afiance los conocimientos adquiridos en las asignaturas obligatorias y amplíe el espectro de posibilidades que ofrece la termodinámica para la predicción de propiedades, del equilibrio químico y del equilibrio de fases.	2015739	Termodinámica molecular
		2015738	Termodinámica de ciclos
		2020337	Termodinámica avanzada
		2027153	Introducción a la termodinámica estadística
Análisis y diseño de reactores	El objetivo de esta ruta es que el estudiante profundice en temas relacionados con el análisis y diseño de reactores, haciendo énfasis en los fenómenos de transferencia de momentum, calor y masa que ocurren en este tipo de equipos. Así mismo se aproximará a nuevos modelos cinéticos y al estudio de reactores reales.	2020321	Fenómenos de transporte
		2020330	Procesos heterogéneos
		2020313	Análisis de reactores
Modelamiento y simulación de procesos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante profundice en el conocimiento de las técnicas, herramientas y metodologías de modelamiento y simulación de procesos, incluyendo paquetes comerciales y programas desarrollados por ellos mismos. También se aborda la optimización de los procesos modelados y simulados.	2015729	Modelamiento y simulación de procesos químicos
		2015728	Modelamiento y simulación de procesos bioquímicos
		2020328	Optimización de procesos en Ingeniería Química
Economía y administración	El objetivo de esta ruta es que el estudiante amplíe sus conocimientos en economía y administración, y desarrolle aún más las habilidades gerenciales.	2015698	Administración de empresas
		2015695	Diseño, gestión y evaluación de proyectos
		2015699	Administración de mercados
Ingeniería de alimentos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente o participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la ingeniería de alimentos, incluyendo su conservación, transformación y análisis.	2023545	Introducción a la ingeniería de alimentos
		2026316	Ciencia y tecnología de la carne y de los derivados cárnicos
		2026175	Tecnologías emergentes en la industria de alimentos
		2026910	Ciencia y tecnología de la leche
Ingeniería ambiental - sostenibilidad de los procesos químicos	El objetivo de esta ruta es que el estudiante adquiera los conceptos que le permitan desempeñarse profesionalmente y participar en procesos de investigación o innovación en temas relacionados con la prevención y mitigación de impactos ambientales en la industria química.	2014978	Contexto ambiental colombiano
		2015039	Diseño ambiental de procesos
		2015041	Prevención de la contaminación industrial
		2015040	Herramientas de química verde y ecología industrial
Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química	El objetivo de esta ruta es que el estudiante avance en su formación a nivel de posgrado, específicamente a nivel de Maestría. El estudiante que siga esta ruta habrá tomado créditos obligatorios del componente central de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Química en su plan de estudios (perfil de profundización), quedando pendientes las actividades académicas y 20 créditos de asignaturas electivas. Tomando estas asignaturas adquirirá conceptos básicos en fenómenos de transporte y termodinámica, y tendrá una visión general de la industria química colombiana.	2015017	Taller casos de estudio 1
		2020321	Fenómenos de transporte
		2020318	Contexto industrial colombiano
		2020337	Termodinámica avanzada
		2025427	Operaciones avanzadas de separación
		2020333	Separaciones multicomponente

Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental	El objetivo de esta ruta es que el estudiante avance en su formación a nivel de posgrado, específicamente a nivel de Maestría. El estudiante que siga esta ruta habrá tomado créditos obligatorios del componente central de la Maestría en Ingeniería - Ingeniería Ambiental en su plan de estudios (perfil de profundización), quedando pendientes las actividades académicas y 20 créditos de asignaturas electivas. Tomando estas asignaturas adquirirá conceptos básicos de los procesos fisicoquímicos y biológicos involucrados en la ingeniería ambiental, aprenderá y aplicará métodos matemáticos y numéricos aplicables a los problemas de ingeniería ambiental y tendrá una visión general del medio ambiente en Colombia.	2014979	Dinámica de procesos fisicoquímicos y biológicos
		2014978	Contexto ambiental colombiano
		2015028	Métodos matemáticos y numéricos en ingeniería ambiental

### Agrupación investigación e innovación

En esta agrupación se encuentran los laboratorios del componente disciplinar, el Taller de proyectos interdisciplinarios y el Trabajo de grado. El objetivo es que el estudiante realice, como integrante de un equipo en los primeros semestres y de manera individual en el último, un trabajo de indagación y análisis crítico sobre propiedades, operaciones, procesos o productos, en los que integre diferentes componentes del plan de estudios. El alcance, grado de responsabilidad y complejidad de estos trabajos o proyectos dependen de la ubicación de la asignatura en el Plan de Estudios, y por ello las de mayor compromiso y desarrollo son el Taller de proyectos interdisciplinarios y el Trabajo de Grado.

## I. Metodologías de enseñanza y estrategias

Teniendo en cuenta la diversidad de asignaturas y contenidos y sin perder de vista el principio de libertad de cátedra, se hace una breve descripción de las metodologías de enseñanza y de las estrategias y sistemas de apoyo del Programa de Ingeniería Química de la sede Bogotá, a partir de la clasificación de las asignaturas que hacen parte del plan de estudios, según su modalidad.

### Asignaturas teóricas y teórico-prácticas

De acuerdo con las características de estas asignaturas, la metodología preponderante es la exposición magistral por parte del profesor. Sin embargo, con el propósito de fortalecer conceptos y desarrollar el contenido temático propuesto, con frecuencia utilizan medios complementarios como ejercicios y trabajos en el aula, control de lecturas, exposición de trabajos en equipo, realización de seminarios, elaboración de herramientas computacionales, uso de elementos de las plataformas virtuales (Moodle) y visitas a empresas. Estas actividades implican un aporte directo de los estudiantes en su proceso de formación e incorporan elementos como la comunicación, la consulta bibliográfica, la práctica de un segundo idioma, la exploración de métodos y herramientas de cálculo y, a menudo, el trabajo en equipo.

Algunas de estas asignaturas, en especial las de la agrupación de Diseño de procesos químicos y bioquímicos, se ofrecen en esquema modular, con base en el cual dos o tres profesores desarrollan los contenidos de las asignaturas en componentes definidos, de acuerdo con sus fortalezas en investigación y desarrollo tecnológico, y su experiencia profesional y docente. En algunas de estas asignaturas la metodología se fundamenta en el desarrollo de proyectos, en los que el estudiante aplica sus conocimientos.

Durante el proceso de reforma del plan de estudios, los profesores del Departamento de Química, de la Facultad de Ciencias, señalaron la imposibilidad de desarrollar asignaturas teórico-prácticas, debido, principalmente, a la baja capacidad de los laboratorios. En consecuencia, en el Plan de Estudios solo hay dos asignaturas teórico-prácticas, que son ofrecidas por el Departamento de Física de la Facultad de Ciencias, Fundamentos de Mecánica y Fundamentos de Electricidad y Magnetismo, las cuales se desarrollan en tres sesiones semanales de 2 horas: una corresponde a práctica de laboratorio, otra a clase magistral y la tercera a un taller de ejercicios. Las clases magistrales se apoyan con experimentos demostrativos en el aula. El Departamento de Física cuenta con recursos suficientes para efectuar las actividades de laboratorio comprometidas.

## Asignaturas Prácticas

Desde el punto de vista metodológico, las asignaturas de naturaleza práctica del Plan de Estudios se dividen entre las que hacen parte de la agrupación de Química y Biología, en donde se ubican los Laboratorios de Técnicas Básicas en Química, Principios de Análisis Químico y Principios de Química Orgánica, y las que pertenecen al componente disciplinar, a saber, el Laboratorio de Propiedades Termodinámicas y de Transporte, el Laboratorio de Fluidos, Sólidos y Transferencia de Calor y el Laboratorio de Separaciones, Reacción y Control.

Los laboratorios de la agrupación de Química y Biología se desarrollan en cursos de 24 o 32 estudiantes, que conforman equipos de trabajo de dos personas. Antes de cada práctica, los estudiantes deben revisar y fortalecer los conceptos que les permitan comprender y realizar con éxito cada uno de los experimentos, bajo la supervisión del profesor. Después de finalizada, elaboran el informe correspondiente, en el que ejercitan habilidades de presentación y análisis de resultados, elaboración de tablas y figuras, y formulación y redacción de conclusiones. Algunas de las prácticas se hacen a través de proyectos de investigación de alcance limitado y, adicionalmente, los profesores proponen actividades de reforzamiento y repaso (talleres, tareas y lecturas complementarias).

Los laboratorios del Componente Disciplinar, ubicados en la agrupación de Investigación e Innovación, son asignaturas cuya metodología busca desarrollar habilidades de trabajo en equipo, fortalecer capacidades comunicativas e integrar aspectos económicos, ambientales y de seguridad industrial. Los cursos, de hasta 12 estudiantes, se dividen en equipos de trabajo de tres o cuatro estudiantes. Las prácticas se realizan bajo la dirección del profesor y, aunque en su mayoría usan los recursos que ofrece el Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ), también se llevan a cabo en laboratorios de diversos Departamentos e Institutos de la Universidad, como el Laboratorio de Hidráulica, los Laboratorios de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, y la planta y los laboratorios del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA).

Durante el semestre se realizan dos sesiones de trabajo dirigido para la elaboración de informes, en las cuales el profesor hace una evaluación de la forma en que labora el equipo y propone correctivos, de considerarlo necesario.

## Talleres

El plan de estudios incluye tres talleres que tienen como objeto integrar los conocimientos y conceptos desarrollados en diferentes etapas del proceso formativo. Estos son Taller 1, Taller 2 y el Taller de Proyectos Interdisciplinarios, ubicados de manera estratégica en los semestres IV, VI y IX, respectivamente.

Los Talleres se conciben como asignaturas que promueven la integración de conocimientos correspondientes a periodos específicos del plan de estudios. Aunque en cada Taller se utiliza

una metodología particular, todos tienen en común, como componente principal, el desarrollo de proyectos a lo largo del semestre, a través de los cuales, además de la integración de conocimientos señalada, se promueven habilidades como trabajo en equipo, búsqueda de información con herramientas modernas, síntesis y redacción de textos, comunicación oral y contextualización de la Ingeniería Química en los ámbitos nacional y mundial.

En el Taller 1 se integran conocimientos alrededor del tema de la energía, y se aprovecha para iniciar la aproximación al conocimiento del país, a través de sus recursos energéticos convencionales y alternativos.

En el Taller 2 se busca que el estudiante profundice en el conocimiento de los recursos naturales del país, sus necesidades y oportunidades de desarrollo, y que seleccione una materia prima para plantear la obtención de un producto que la valore, enfatizando en la innovación.

El Taller de Proyectos Interdisciplinarios se realiza en equipos conformados por estudiantes de algunos de los siete programas de la Facultad que participan, y busca encontrar soluciones innovadoras a problemas de diferente índole.

## Práctica estudiantil

Como parte del componente flexible del plan de estudios existe la posibilidad de realizar Práctica Estudiantil. Esta actividad se concibe como una oportunidad para que el estudiante tenga una experiencia laboral dentro de su proceso de formación, y también como una ocasión propicia para crear o fortalecer vínculos entre la Universidad y las empresas, que puedan traducirse en pasantías o proyectos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico. Durante la práctica el estudiante cuenta con la dirección de un profesor del Programa, además de lo cual está bajo la tutoría de un funcionario de nivel apropiado, designado por la empresa.

## Trabajo de grado

Todos los estudiantes deben realizar un Trabajo de Grado, en alguna de las modalidades definidas, con el objetivo establecido en el Acuerdo 033 de 2007 del CSU (1):

*Fomentar la autonomía en la realización de trabajos científicos, científico-técnicos y de creación propios de su disciplina o profesión. Para la planeación del trabajo de grado, los programas de pregrado podrán incluir en el plan de estudios asignaturas tales como seminarios de investigación o prácticas académicas, prácticas de investigación y creación.*

De las definidas es ese Acuerdo, para el plan de estudios de Ingeniería Química se consideran aplicables las siguientes:

- Trabajos investigativos: participación en proyectos de investigación, monografía y proyecto final.
- Prácticas de extensión: participación en programas docente-asistenciales, pasantías y emprendimiento empresarial y proyecto social.
- Opción de grado: asignaturas de posgrado.

Todas estas modalidades implican la supervisión de un profesor, y tienen diferentes objetivos:

A través de los trabajos investigativos, el estudiante se vincula con los grupos de investigación de la Universidad y empieza su formación como investigador, la cual continuará en los niveles de formación de posgrado. Las actividades producto de esta modalidad deben quedar consignadas en un documento estructurado.

Las Prácticas de Extensión permiten que los estudiantes y la Universidad se vinculen con la sociedad en diversos ámbitos, a través del desarrollo de un proyecto específico. Las actividades producto de esta modalidad deben quedar consignadas en un documento estructurado.

Los estudiantes de pregrado que cursen asignaturas de los posgrados inician su proceso de formación a este nivel y de esta forma se facilita el tránsito hacia las Maestrías, especialmente.

## **Contenidos complementarios**

Los contenidos complementarios incluyen asignaturas del área socio-humanística, que hacen parte del componente de libre elección, por lo que pueden ser cualquiera de las muchas que ofrece la Universidad, incluyendo las Cátedras Institucionales “Manuel Ancízar”, “José Celestino Mutis”, “Jorge Eliécer Gaitán”, “Marta Traba” y “Gabriel García Márquez”. En esta Área también están las asignaturas de la agrupación Economía y Administración de Empresas.

## **Visitas técnicas**

Las Visitas técnicas a empresas del sector químico y afines de diferentes regiones del país son una política del Programa, a través de la cual se pretende que la mayoría de los estudiantes tenga esta experiencia por lo menos una vez. Se han realizado desde finales de la década de los años mil novecientos ochenta y cada semestre académico se programan visitas a tres de las siguientes regiones industriales del país:

- Barranquilla y Cartagena
- Medellín y el Valle de Aburrá
- Cali y Valle del Cauca
- Boyacá
- Eje Cafetero
- Bucaramanga y Barrancabermeja

Para participar en esta actividad académica los estudiantes deben realizar pre-informes e informes relacionados con las visitas, los cuales son calificados por los profesores de la unidad de procesos; la nota obtenida hace parte de la evaluación del curso de la agrupación procesos químicos y bioquímicos en el que el estudiante esté inscrito.

## **Nivelación al ingreso al Programa**

La Rectoría, mediante la Resolución número 469 de abril 3 de 2009, reglamentó la clasificación, inscripción y calificación de los estudiantes con necesidades de nivelación en matemáticas, lecto-escritura y suficiencia en idioma extranjero. Sin embargo, luego de un año de vigencia, a través de la Resolución número 037 de 15 de enero de 2010 modificó el reglamento.

En esta Resolución se resalta el carácter esencial de los cursos de nivelación para una adecuada inserción universitaria y se definen como adicionales a los planes de estudio; corresponden básicamente a matemáticas y comprensión en lecto-escritura en español e inglés. Los responsables de los exámenes de clasificación son la Dirección Nacional de Admisiones (DNA) y los Departamentos, Unidades o Centros afines a tales cursos; los estudiantes que no alcancen el nivel de suficiencia en el examen de admisión deben tomar asignaturas de nivelación en matemáticas básicas y lecto-escritura. Particularmente, la aprobación en matemáticas básicas determina la posibilidad de iniciar los cursos de la agrupación matemáticas y probabilidad que, a su vez, son requisito de varias asignaturas de los componentes de Fundamentación y Profesional.

Con relación a la comprensión de lectura en inglés, y como ya se mencionó, la Universidad exige la aprobación de 12 créditos. Como primera etapa se realiza un examen de clasificación, que permite determinar la suficiencia o la ubicación de los estudiantes en uno de los cuatro niveles de clasificación. Cada nivel corresponde a una asignatura de 3 créditos, de tal forma que los estudiantes ubicados en el nivel 1 tendrán pendientes todos los créditos exigidos, y los estudiantes que alcancen la suficiencia no requieren cursar asignaturas de inglés.

El Departamento de Lenguas Extranjeras ofrece las asignaturas de cada nivel en diferentes modalidades: presenciales semestrales, virtuales e intensivas. Así mismo atiende la presentación de exámenes de suficiencia o la homologación de cursos o exámenes externos que cumplan con el nivel intermedio o B1 Umbral (equivalencias dadas por Exámenes Internacionales y su relación con el Marco de Referencia Europeo para el Aprendizaje, la Enseñanza y la Evaluación de las Lenguas; Norma Técnica Colombiana NTC 5580 de 2007).

## **Las evaluaciones y su calificación**

Con base en el Acuerdo 008 de 2008 del CSU,

*la evaluación académica se realiza mediante las pruebas que se programan en cada asignatura o actividad, con el objeto de determinar el logro de los objetivos propuestos en los temas y subtemas. El carácter de las evaluaciones académicas de las asignaturas lo determinará la naturaleza y objetivos de la asignatura. Las evaluaciones académicas podrán ser: escritas, orales, prácticas o virtuales. El número de evaluaciones en una asignatura y su carácter deberán quedar establecidos en el respectivo programa–calendario. Existen tres tipos de evaluaciones: ordinarias, supletorias y validaciones. Se deben realizar, como mínimo, tres evaluaciones ordinarias en cada asignatura, con excepción de aquellas cuyo programa – asignatura así lo especifique.*

En la Universidad Nacional, las notas o calificaciones de las asignaturas serán numéricas de cero punto cero (0.0) a cinco punto cero (5.0), en unidades y décimas. La calificación aprobatoria mínima de las asignaturas de pregrado es tres punto cero (3.0). Cuando la asistencia mínima exigida en el programa-asignatura no se cumpla, la asignatura se calificará con la nota de cero punto cero (0.0). Los profesores son autónomos en la calificación de las evaluaciones que estén a su cargo, pero el estudiante tendrá derecho a solicitar al profesor la revisión cuando no esté de acuerdo con la calificación obtenida.

## **Sistema de Acompañamiento**

El Sistema de Acompañamiento Estudiantil (20) es “el conjunto de agentes que a través de los componentes académicos y de bienestar, y sus respectivos programas, articula los diferentes niveles estructurales de la Universidad, con la finalidad de brindar a los estudiantes, a lo largo de su proceso de formación integral, las condiciones necesarias para el buen desempeño académico y el éxito en la culminación de su plan de estudios”.

Un elemento fundamental en el sistema es el proceso de acompañamiento académico que se brinda a los estudiantes de pregrado por un grupo de profesores designados para tal fin, bajo la denominación de tutores académicos (21). Esta figura recoge funciones y características que realizaban antes los profesores como consejeros, designados por la Unidad Básica de Gestión Académico-Administrativa (UBGAA), con una dedicación de dos horas semanales.

Además, los estudiantes cuentan con la asesoría académica de los docentes del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, quienes, como parte del trabajo anexo a la docencia presencial, destinan alrededor de una hora por cada dos horas de clase para atención a estudiantes, sean o no sus alumnos.

---

## **J. Actividades orientadas a desarrollar las habilidades declaradas en los Resultados de Formación**

---

A continuación se presenta la forma en que se desarrollan las habilidades declaradas en los Resultados de Formación en las asignaturas del plan de estudios y las actividades asociadas:

Las asignaturas del Componente de Fundamentación aportan de manera significativa a la formación científica, promueven el diálogo con diversos interlocutores y el trabajo en equipo. En este Componente son comunes la realización de laboratorios y talleres. La formación científica y tecnológica, que se promueve con lecturas, exposiciones, cuestionarios, talleres, evaluaciones y proyectos, es una constante. Se fomenta también el trabajo en equipo, ya que se realizan actividades que implican la conformación de grupos que requieren una adecuada organización para cumplir los objetivos propuestos en los plazos definidos por los profesores.

El conocimiento, la fundamentación y la generación de habilidades administrativas se desarrollan, en primera instancia, en las asignaturas de la agrupación Ciencias Económicas y Administrativas. También se realizan actividades como cursos, conferencias informativas y estudios preliminares de mercado, evaluaciones económicas y planeación y gestión de recursos, en las asignaturas Introducción a la Ingeniería Química, Diseño de Procesos Químicos y Bioquímicos, Ingeniería de Reacciones Químicas, Laboratorio de Operaciones de Separación, Reacción y Control, Laboratorio de Propiedades Termodinámicas y de Transporte, Manejo de Sólidos, Termodinámica, Taller 2 y Taller de Proyectos Interdisciplinarios.

En las asignaturas del Componente Disciplinar se desarrollan actividades encaminadas a la generación de responsabilidad social por parte de los estudiantes, al poner de manifiesto el compromiso social, ético, económico y ambiental de la Ingeniería Química, con una gran parte enfocada al desarrollo de conciencia ambiental; adicionalmente, algunas incluyen proyectos en donde el componente social es un criterio de decisión.

La capacidad de crear empresa se desarrolla en las asignaturas Introducción a la Ingeniería Química, Ingeniería de las Reacciones Químicas y Administración de Empresas, Taller 2, Taller de Proyectos Interdisciplinarios y Trabajo de Grado, como también a través de actividades extracurriculares que fomentan el emprendimiento. Además, en los cursos de Profundización del Componente de Libre Elección se abordan contenidos relacionados con el emprendimiento y la creación de empresa, en los cuales los estudiantes deben desarrollar anteproyectos y proyectos. Se programan, además, conferencias impartidas por expertos en este tema, pertenecientes a entidades del gobierno, la industria, los gremios y las incubadoras de empresa.

Más recientemente, teniendo en cuenta el buen resultado de la estrategia descrita en el párrafo anterior, y con el objetivo de fomentar el desarrollo de habilidades administrativas, gerenciales y humanistas, se crearon asignaturas del componente flexible como Temas Selectos en Ingeniería Química, Nuevos Tópicos en Ingeniería Química y la Cátedra del Egresado, en las que egresados y profesionales con experiencia industrial comparten su experiencia con los estudiantes.

El liderazgo, como rasgo característico de los estudiantes, se promueve a través de la coordinación que los alumnos realizan en actividades institucionales de la Facultad y en asignaturas del Componente Disciplinar como Balance de Energía y Equilibrio Químico, Laboratorio de Propiedades Termodinámicas y de Transporte y Laboratorio de Operaciones de Separación, Reacción y Control, donde se le brinda al estudiante la oportunidad de liderar una práctica o un ejercicio específico.

La investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación se promueven en todas las asignaturas del Componente Disciplinar, a través del desarrollo de proyectos y actividades que implican algunas de las características asociadas a estas capacidades como la búsqueda, identificación y selección de información científica y tecnológica, así como su interpretación y apropiación para la solución de problemas con diferentes grados de libertad.

En las asignaturas Introducción a la Ingeniería, Taller 1 y Taller 2 se desarrollan temas que tienen por objeto promover el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación, las cuales se reafirman y evalúan en los cursos de la agrupación Diseño de Procesos Químicos y Bioquímicos. Adicionalmente, el trabajo en equipo y la comunicación entre los estudiantes y la comunidad nacional e internacional se fomenta desde los primeros semestres, a través de la formación de o la incorporación a Grupos de Trabajo, cuyos objetivos pueden ser académicos, ambientales, gremiales, sociales, lúdicos o deportivos.

Diseñar y mejorar productos y procesos de transformación es una capacidad que se desarrolla a lo largo del Plan de Estudios. En las primeras etapas se promueve el reconocimiento de los elementos que aportan al diseño, realizando actividades de análisis enfocadas básicamente a procesos de transformación física. En forma gradual se introducen las transformaciones químicas y biológicas y, en los últimos semestres, se incluyen asignaturas encaminadas al diseño de procesos químicos y bioquímicos, logrando la capacidad de realizar diseños básicos de procesos.

---

## K. Recursos

---

El PEP del Programa de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, es responsabilidad del Área Curricular y del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Facultad de Ingeniería, adscritos a la Facultad de Ingeniería de la sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia.

De acuerdo con el Artículo 11 del Estatuto General (22) el Gobierno de la Universidad Nacional de Colombia está constituido por:

- El Consejo Superior Universitario
- El Rector
- El Consejo Académico
- Los Consejos de Sede
- Los Vicerrectores
- El Gerente Nacional Financiero y Administrativo
- Los Directores de Sede de Presencia Nacional
- Los Consejos de Facultad

- Los Decanos
- Los Directores de Instituto de Investigación y de Centro
- Los Directores de Departamento, los Directores de Programas Curriculares y las demás autoridades, cuerpos y formas de organización que se establezcan de acuerdo con lo previsto en este Estatuto

A su vez, el Artículo 12 del Estatuto General (22) establece los niveles de dirección y organización académica y administrativa, de la siguiente manera:

#### **Nivel Nacional**

- Consejo Superior Universitario
- Rectoría
- Consejo Académico
- Vicerrectorías Académica, General, de Investigación, y sus dependencias
- Gerencia Nacional Financiera y Administrativa y sus dependencias
- Secretaría General y sus dependencias
- Comité de Vicerrectores

En la Figura 5 se presenta un organigrama simplificado del nivel Nacional de la Universidad.

#### **Nivel de Sede**

- Consejo de Sede
- Vicerrectoría de Sede y sus dependencias
- Secretaría de Sede y sus dependencias
- Institutos de Investigación de Sede
- Centros de Sede
- Comité Académico Administrativo de Sede de Presencia Nacional
- Dirección de Sede de Presencia Nacional

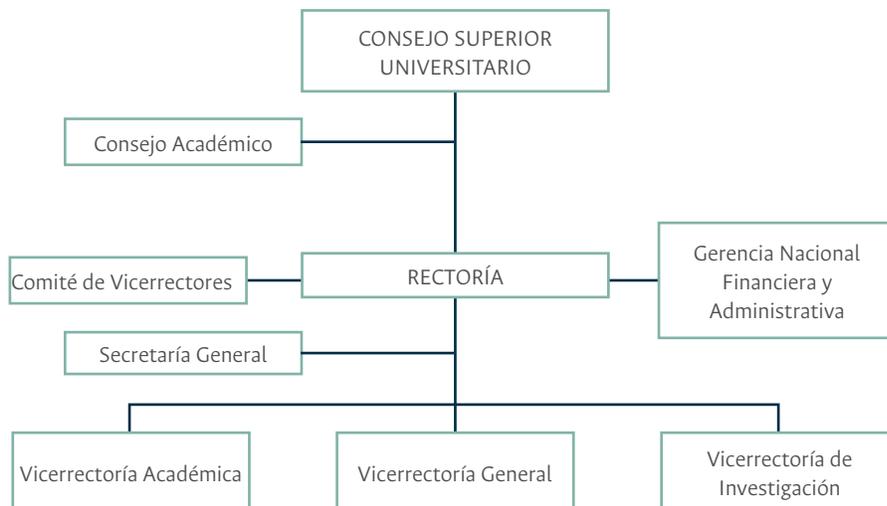


Figura 5. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia, nivel nacional.

El organigrama simplificado de la Universidad en el nivel de Sede se presenta en la Figura 6; en la Figura 7 el del nivel de Facultad.

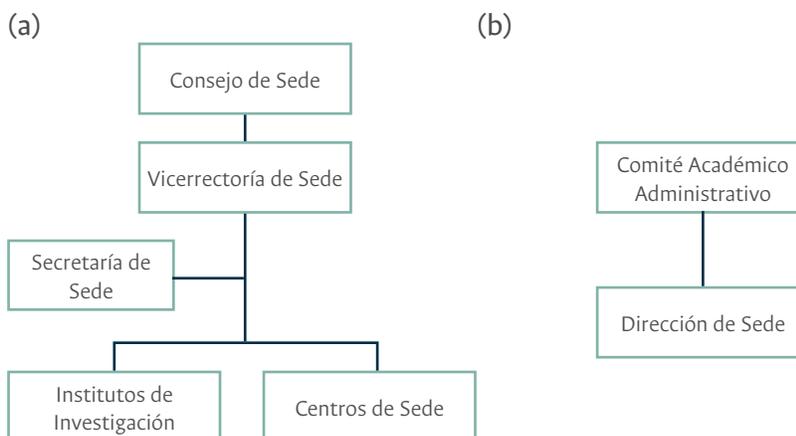


Figura 6. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia. (a) Nivel de sede (b) Nivel de sede de presencia nacional.

El Departamento de Ingeniería Química y Ambiental tiene la siguiente estructura administrativa:

- Director de Departamento
- Comité de Departamento
- Coordinadores de Unidad: Termodinámica, Operaciones Unitarias y Procesos Químicos y Bioquímicos
- Jefe del Laboratorio de Ingeniería Química

El Área Curricular de Ingeniería Química y Ambiental tiene la siguiente estructura administrativa:

- Director de Área
- Comité de Programa
- Coordinadores de Programas (Ingeniería Química, Posgrados de Ingeniería Química y Posgrados de Ingeniería Ambiental).

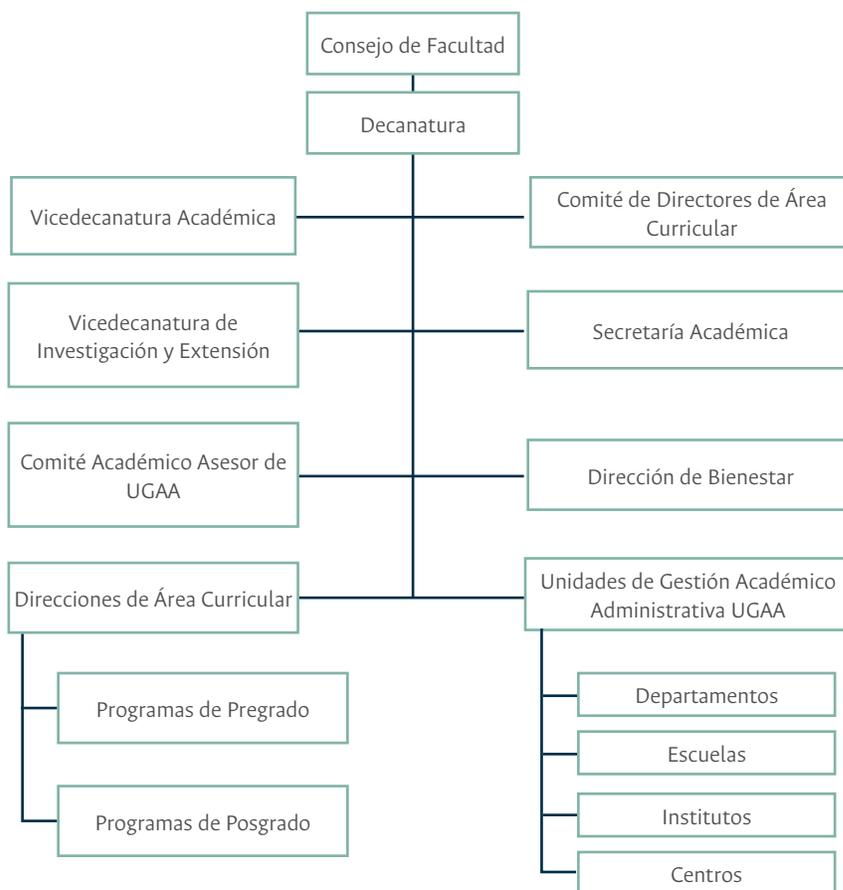


Figura 7. Organigrama simplificado de la Universidad Nacional de Colombia, nivel de facultad.

La Universidad Nacional de Colombia es la institución de educación superior del país con la planta física más grande, cerca de 2.5 millones de m<sup>2</sup>, distribuidos en sus nueve sedes. De los más de 600,000 m<sup>2</sup> construidos para actividades académicas, alrededor del 70% están ubicados en la sede Bogotá. Posee excelentes sistemas de apoyo académico, como bibliotecas, laboratorios y recursos informáticos.

La Universidad Nacional cuenta, además, con 667 laboratorios, 448 de los cuales están ubicados en la Sede Bogotá y 58 en la Facultad de Ingeniería (23). De estos últimos, 56 prestan servicios de docencia, 9 en forma exclusiva y los restantes compartiendo con las demás actividades misionales

Para el desarrollo del PEP, el Programa de Ingeniería Química de la Sede Bogotá cuenta, específicamente, con los siguientes recursos:

## Docentes

Se trata del personal docente adscrito al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Es una planta de 39 profesores, 92% de ellos en dedicación exclusiva o tiempo completo, lo que implica 44 y 40 horas de trabajo por semana, respectivamente. Además, es necesario tener en cuenta los profesores de los cinco departamentos de la Facultad de Ingeniería, de los Departamentos de Matemáticas, Estadística, Química, Biología y Física de la Facultad de Ciencias, y de los demás Departamentos e Institutos de la Universidad que ofrecen asignaturas del Componente de Fundamentación y de Libre Elección. Adicionalmente, cuenta con la vinculación semestral de docente ocasionales y estudiantes de posgrado como auxiliares docentes (con frecuencia 7 y 8, respectivamente).

## **Infraestructura**

La infraestructura física de la sede Bogotá está conformada por la Ciudad Universitaria, el Centro Gaitán, el Claustro de San Agustín y la Finca de Marengo. La Ciudad Universitaria, cuya construcción inició en 1936, tiene 125 edificaciones, 17 declaradas como Patrimonio Cultural de la Nación.

La infraestructura física de la Facultad de Ingeniería de la Sede Bogotá destinada a las actividades académicas corresponde a los siguientes edificios:

- 214: Edificio Antonio Nariño
- 401: Edificio Insignia – Julio Garavito Armero
- 406: Instituto de Extensión en Investigación, IEI
- 407: Edificio de Posgrado en Materiales
- 408: Laboratorio de Ensayos Hidráulicos
- 409: Laboratorio de Hidráulica
- 411: Laboratorios de Ingeniería Eléctrica y Mecánica
- 412: Laboratorio de Ingeniería Química
- 421: Edificio Camilo Torres – Bloque 5
- 453: Edificio Aulas de Ingeniería
- 454: Edificio de Ciencia y Tecnología

Las aulas, auditorios y laboratorios en los que se desarrollan las asignaturas y demás actividades del Programa de Ingeniería Química están ubicados principalmente en los Edificios de Ingeniería, Aulas de Ingeniería, Ciencia y Tecnología, Química, Laboratorio de Hidráulica, Laboratorios de Ingeniería Eléctrica y Mecánica y Laboratorio de Ingeniería Química.

El Departamento de Ingeniería Química y Ambiental tiene a su disposición, para uso exclusivo:

- Seis aulas de clase en el edificio 453, de 40 m<sup>2</sup> cada una, para un total de 200 m<sup>2</sup>.
- Un salón de 12.9 m<sup>2</sup>, para 10 estudiantes, en el edificio 412 y, en el mismo edificio, un salón de 21.5 m<sup>2</sup>, para 15 estudiantes.

A continuación se hace una breve descripción de los edificios en donde se realiza el mayor porcentaje de las actividades académicas del Programa:

### **Edificio Insignia Julio Garavito Armero**

El edificio 401, reinaugurado en 2014, tiene tres pisos y una cafetería en la parte posterior. Cuenta con 10 salones de clase para 36 estudiantes cada uno y 5 salones de clase para 60 estudiantes cada uno; tres salas de cómputo, con capacidad para 54 personas cada una. También tiene dos salas de estudio para 70 personas cada una, y se han dispuesto dos salas de estudio adicionales para los estudiantes de doctorado de la Facultad. Además tiene dos auditorios, cada uno de los cuales tiene capacidad para 118 personas.

### **Edificio Aulas de Ingeniería**

El edificio 453, con cuatro niveles, está destinado principalmente a oficinas para docentes y aulas. Tiene 32 aulas de clase y tres aulas máximas: una con capacidad para 160 asistentes y las otras dos para 150. Como se mencionó, seis aulas de este edificio se emplean para programar la mayoría de cursos de Ingeniería Química, dotadas todas con medios audiovisuales. Además, en este edificio están las oficinas de las cinco Direcciones de Departamento de la Facultad.

## Edificio de Ciencia y Tecnología

El edificio 454, inaugurado en 2008, tiene cuatro pisos y una terraza con espacios para disfrute de estudiantes y profesores, en un ambiente que facilita la realización de pequeños encuentros de trabajo. Allí opera también un restaurante. Una de las tres alas que conforman el edificio, destinada a aulas, cuenta con 14 salones de clase para 20 estudiantes cada uno, dotados con retroproyector y tablero interactivo; dos salones de videoconferencia, con capacidad para 20 personas y cuatro aulas de clase, cada una con 45 computadores. El auditorio de este edificio tiene capacidad para 247 asistentes.

## Laboratorio de Ingeniería Química

El Laboratorio de Ingeniería Química (LIQ), edificio 412, tiene un área construida de 3,200 m<sup>2</sup>, sobre un terreno de 2,030 m<sup>2</sup>. En el primer piso se encuentran los laboratorios especializados, a saber: Planta Piloto (1,000 m<sup>2</sup>), Catálisis (184 m<sup>2</sup>), Lubricantes (55 m<sup>2</sup>), Instrumentación 1 y 2 (66 m<sup>2</sup> y 46m<sup>2</sup>, respectivamente), Polímeros (44 m<sup>2</sup>), Termodinámica (102 m<sup>2</sup>) y Bio-procesos (30 m<sup>2</sup>), ampliado con un mezanine (72 m<sup>2</sup>), así como un cuarto de reactivos, dos baterías de baños y un cuarto de servicios generales. En el segundo piso hay siete oficinas para docentes, dos salas de computadores, una sala para estudiantes de posgrado (43 m<sup>2</sup>), la oficina de la jefatura (que incluye, además, oficina de la secretaría, espacio para reuniones y oficina para monitores), una cocina y dos cuartos de baño, además de dos terrazas, con áreas de 232 m<sup>2</sup> y 76 m<sup>2</sup>. En el tercer nivel hay otra terraza de 435 m<sup>2</sup>.

Al costado norte se encuentran las áreas de Servicios Industriales, constituidas por: patio general (145 m<sup>2</sup>), en donde se localiza el tanque subterráneo de agua de servicios y sus sistemas de bombeo; un cuarto de calderas (78 m<sup>2</sup>) y un cuarto de almacenamiento de materiales para el mantenimiento, en donde se hallan los sistemas de aire comprimido (16 m<sup>2</sup>). Además, entre la planta piloto y el cuarto de calderas está la oficina de los operarios de planta y el cuarto de herramientas, espacios sobre los cuales hay una terraza de 55 m<sup>2</sup>.

Por otra parte, para los cursos de Química, Física y Biología, el Programa recibe los servicios de los Laboratorios de la Facultad de Ciencias. De igual manera, se reciben los servicios de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica, para prácticas de transferencia de calor; los de Hidráulica, para prácticas de manejo de fluidos; los del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), para prácticas de asignaturas de libre elección relacionadas con el área de Ingeniería de Alimentos y de algunos cursos de Laboratorio y Talleres; los del Instituto de Biotecnología, para prácticas de algunas de las asignaturas relacionadas con el área de Biotecnología y Bioprocesos, entre otros.

Otro recurso importante en Laboratorios para investigación y docencia es el Sistema Nacional de Laboratorios de la Universidad. Los Laboratorios Interfacultades que hacen parte de este sistema son:

- Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X
- Laboratorio de Microscopía Electrónica
- Laboratorio de Microscopía Óptica
- Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear
- Laboratorio de Ensayos Mecánicos
- Laboratorio de Cromatografía Líquida
- Laboratorio de Difractometría de Rayos X

## Apoyo a la labor docente

Para el desarrollo de las labores propias de su función, los profesores de la Universidad Nacional cuentan con el apoyo de personal administrativo, de servicios generales y de vigilancia, así como operarios para los laboratorios.

Las unidades de nivel nacional o de sede que apoyan las labores docentes, de investigación y de extensión son:

- Dirección Nacional de Programas de Pregrado
- División de Investigación de la sede Bogotá, que soporta los trámites de proyectos de investigación financiados por la Universidad, y da apoyo para la participación en convocatorias financiadas por Minciencias y por otros entes externos.
- Dirección Nacional de Innovación Académica (DNIA), que analiza, diseña, implementa y evalúa estrategias y herramientas tecnológicas que fomenten el uso y la apropiación de los medios y tecnologías de información y comunicación (MTIC). Además formula propuestas y coordina mecanismos de fortalecimiento en los procesos de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles y programas académicos. Sus servicios incluyen, entre otros: Moodle Campus Virtual, préstamo de aulas TIC, capacitación en TIC, soluciones de educación virtual y laboratorio virtual de sistemas dinámicos.
- Sección de Transportes, que facilita actividades académicas externas, como las salidas técnicas de una semana a tres regiones del país, que se programan cada semestre y en cada una de las cuales se visitan alrededor de 8 empresas de diferentes sectores de la industria. También apoya visitas de corta duración a empresas cercanas.
- Dirección Nacional de Informática y Comunicaciones (DNIC), que se encarga de diseñar y formular las políticas y la planeación estratégica de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Las unidades de apoyo a las labores docentes, de investigación y de extensión en la Facultad de Ingeniería son:

- Vicedecanatura Académica
- Vicedecanatura de Investigación y Extensión
- Unidad Administrativa
- Secretaría Académica

Así mismo, los profesores del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental cuentan con la colaboración de:

- Tres secretarías adscritas a la Dirección del Departamento, la Coordinación de los Programas y la Jefatura del Laboratorio de Ingeniería Química, y
- Cinco operarios en el Laboratorio de Ingeniería Química

## Bibliotecas

En la Universidad Nacional el acceso a material bibliográfico físico y virtual a través de bibliotecas, hemerotecas y bases de datos es responsabilidad de la Dirección Nacional de Bibliotecas, que coordina el Sistema Nacional de Bibliotecas - (SINAB) (<https://bibliotecas.unal.edu.co/>). Desde esta URL se tiene acceso remoto a catálogos, bases de datos, periódicos, libros y revistas digitales y Biblioteca Digital de la Universidad, así como a los acervos de otras bibliotecas y de otras universidades; también es posible obtener documentos por intercambio bibliográfico con las sedes y con otras instituciones nacionales e internacionales.

La Universidad Nacional de Colombia siguiendo la tendencia mundial en cuanto a la transición del papel a los medios electrónicos para el acceso a la información, dispone de bases de datos, libros electrónicos y otros documentos en paquetes de contenidos electrónicos, disponibles en el portal <https://bibliotecas.unal.edu.co/>. Cuenta, además, con una colección bibliográfica constituida por cerca de 1,500,000 volúmenes, 1,236,833 de los cuales corresponde a la sede Bogotá. Para brindar atención adecuada a estudiantes y profesores de la Universidad Nacional en sus diferentes sedes, el Servicio Nacional de Bibliotecas (SINAB) cuenta también con veintidós (22) bibliotecas dotadas adecuadamente, de las cuales nueve (9) funcionan en edificios destinados exclusivamente para tal propósito.

En la sede Bogotá existen 11 bibliotecas, cuyas características se consideran apropiadas para el desarrollo de sus labores misionales. Los puestos de lectura y el número de computadores por estudiante mejoraron sustancialmente con la remodelación de la Biblioteca Gabriel García Márquez (Biblioteca Central), así como con la puesta en servicio de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología y la Sala Central de Informática. El material bibliográfico relacionado con el Programa de Pregrado en Ingeniería Química se encuentra principalmente en las bibliotecas Central y de Ciencia y Tecnología, cuyas instalaciones físicas se describen en las Tablas 21 y 22.

Tabla 21. Ficha técnica de la Biblioteca de Ciencia y Tecnología (24)

ÍTEM	NÚMERO	ÍTEM	NÚMERO
Puestos de lectura en mesa	232	Auditorios	1
Puestos de trabajo en grupo	54	Salas de profesores	1
Computadores al servicio de los usuarios	295	Casilleros	672
Área		2,500 m <sup>2</sup>	

Tabla 22. Ficha técnica de la Biblioteca Gabriel García Márquez (Biblioteca Central) (24).

ÍTEM	NÚMERO	ÍTEM	NÚMERO
Área (m <sup>2</sup> )	10,255	Puestos de trabajo para personas con discapacidad diferente a la visual	12
Volúmenes	3 12,843	Computadores para servicio de los usuarios	110
Puestos de lectura individual	90	Puestos en sala de capacitación	20
Puestos de lectura en mesa	408	Mediatecas	1
Puestos de trabajo en grupo	64	Salas de capacitación	1
Puestos de trabajo con computador para personas con discapacidad visual	12	Salas de música	1
Puestos de trabajo individual para personas con discapacidad visual	2	Casilleros	456

En la Tabla 23 se presentan los recursos electrónicos disponibles en el portal <https://bibliotecas.unal.edu.co/> que contienen información para Ingeniería Química.

Tabla 23. Recursos electrónicos según su formato para el Programa de Ingeniería Química (24).

RECURSOS ELECTRÓNICOS POR FORMATO	TOTAL
Libros	165
Revistas	164
Reportes	60
Tesis	724
Total	1113

El acceso al acervo bibliográfico puede realizarse desde los 110 puntos de consulta en la biblioteca central, 295 en la biblioteca de ciencia y tecnología y 48 en la hemeroteca, o desde cualquier computador, dentro o fuera del Campus, mediante el portal <https://bibliotecas.unal.edu.co/>, que permite además consultar la existencia del material requerido en las diferentes bibliotecas de la Universidad, verificar su disponibilidad y hacer reservas del mismo.

El servicio de obtención de documentos permite la localización e intercambio de artículos de revistas, capítulos de libros y otros materiales bibliográficos entre las diferentes sedes de la Universidad y con otras instituciones, nacionales o internacionales. Con el fin de prestar los mejores servicios a la comunidad universitaria, se han establecido convenios con otras instituciones y forma parte de las siguientes redes y sistemas bibliotecarios:

- International Federation of Libraries Associations –IFLA
- American Libraries Association –ALA
- Iberoamerican Science & Technology Education Consortium – IsteC
- Red Colombiana de Bibliotecas Universitarias – RCBU
- Red de Información de Ciencia y Tecnología Agrícola
- Proyecto Biblioteca Digital Andina
- Grupo Usuarios Exlibris Colombia
- Redes de carácter regional: redes académicas de alta velocidad, comités de bibliotecas en los capítulos de Renata: Rumbo (Bogotá), RUAV (Palmira), Radar (Manizales)
- Otras redes: G8, Servinfo (Medellín)

En la Biblioteca Digital UN se encuentra:

- El Repositorio Institucional de la Universidad, en el cual se administran, preservan y difunden las obras monográficas que la Universidad ha producido a través de su historia, incluyendo libros, tesis, trabajos de grado y trabajos docentes, entre otros. En la Tabla 24 se presenta un resumen de los documentos que contienen información para el Programa de Pregrado en Ingeniería Química.

Tabla 24. Documentos con información para el Programa de Ingeniería Química disponibles en el Repositorio Institucional (24).

RECURSOS BIBLIOGRÁFICOS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UN	TOTAL
Artículos	33109
Documentos de trabajo	1612
Ponencias	48
Tesis	162
Total	34931

- El Portal de Revistas UN, que administra, preserva y difunde todas las revistas académicas de la Universidad Nacional de Colombia, incluyendo aquellas que se encuentran indexadas en Publindex o índices internacionales.
- Las Bases de datos, en donde se ubican los recursos bibliográficos de información académica en todas las áreas del conocimiento, como apoyo a la investigación, la docencia y la extensión de la Universidad Nacional de Colombia. En la Tabla 25 se presentan algunas de las bases de datos del SINAB correspondientes a las Áreas Multidisciplinar y de Ciencia y Tecnología.

Tabla 25. Bases de datos del Área Multidisciplinar y de Ciencia y Tecnología del SINAB (24).

MULTIDISCIPLINARIAS	CIENCIA Y TECNOLOGÍA
Academic Search Complete	Georef
Doaj - Directory of Open Access Journals	
E-Libro	
Gale Virtual Reference Library	ASTM Standards and Engineering Digital Library
Jstor	Alysiinae (Hymenoptera: Braconidae) de Colombia
Normas Técnicas Colombiana	
Oxford Scholarship Online	Catálogo ilustrado de los Cicadellidae de Colombia.
Project Muse	
REDALYC	
Scielo - Scientific Electronic Library Online	Colecciones Científicas del Instituto de Ciencias Naturales
Science Direct	
Springer Journal	
Springer-Books	Reptiles de Colombia
Taylor & Francis	
Wiley Online Library	Suasie - Camino del Sol. Guía de arañas tejedoras del Parque Nacional Natural Chingaza
Nature.com	

- La Biblioteca Virtual Colombiana, que permite recopilar y editar en formato digital las principales contribuciones al desarrollo cultural del país a lo largo de su historia.

## Recursos informáticos para estudiantes

La Facultad de Ingeniería cuenta con salas de computadores para el uso de los estudiantes. A continuación se describen, clasificándolas por edificio.

### Edificio de Ciencia y Tecnología – Luis Carlos Sarmiento Angulo

Este edificio cuenta con 475 computadores con acceso Internet, 180 en cuatro salones de clase y 295 en la Biblioteca de Ciencia y Tecnología.

### Edificio Insignia - Julio Garavito Armero

Cuenta con 162 computadores con acceso a internet, distribuidos en tres aulas de ciencias de la computación con 54 equipos cada uno. Además cuenta con cuatro espacios con puertos para prestar servicio de internet alámbrica y de recarga de equipos.

### Edificio Instituto de Extensión e Investigación-IEI

La sala de posgrados del IEI cuenta con 21 computadores para el servicio de los estudiantes de posgrados.

### Edificio Aulas de Ingeniería

El edificio 453 dispone de 95 computadores, distribuidos de la siguiente manera: 24 en el laboratorio de informática, 24 en el laboratorio de redes y comunicaciones, 21 en el laboratorio de bases de datos y programación, 20 en la sala Linux y 30 en la sala de posgrados.

### Sala Central de Informática

La Sala Central de Informática cuenta con 370 equipos de cómputo, distribuidos en tres salas.

En la Tabla 26 se presenta la lista de salas de computadores de los edificios de la Facultad de Ingeniería y del software disponible, que están al servicio de los estudiantes del Programa.

Tabla 26. Salas de computadores y software disponible en la Facultad de Ingeniería, que están al servicio de los estudiantes del Programa.

EDIFICIO	SALA	NÚMERO DE EQUIPOS	SOFTWARE DISPONIBLE
453 - Aulas de Ingeniería	119 - Laboratorio de Informática	24	Netbeans, Eclipse C++, Eclipse Java, Dev Cpp, Proyect 2013, Scilab, QtOctave, Bizagi Modeler, 7-Zip, Codeblocks.
453 - Aulas de Ingeniería	209 - Laboratorio de Redes y Comunicaciones	24	Configmaker, Packet tracer, Wireshark
453 - Aulas de Ingeniería	203 - Laboratorio Bases de Datos y programación	21	Net Beans 8.0.2, Eclipse C++ -JDK, 7-Zip File Manager, Flexsim, Arena, Scilab 5.5.1, Bizagi Studio, Bizagi process, Ethereum, Java, Adobe reader, SQL Developer, Sybase, Oracle, MySQL, R-Studio, Weka 3.7
453 - Aulas de Ingeniería	205 - Sala Linux	20	Software libre
453 - Aulas de Ingeniería	224 - Sala de Posgrados	30	Scilab, Octave Workshop, Latex, GIMP, R, JabRef
406 - Edificio IEI	104 - Sala de Posgrados del IEI	21	Autocad 2007, Scilab, Dev C++
411 - Laboratorios de Eléctrica y Mecánica	104B - Sala de Usuarios	12	Proteus, Xilinx, Matlab, Labview

Fuente: Coordinación Salas de Computo Facultad de Ingeniería

## Laboratorio de Ingeniería Química

En el Laboratorio de Ingeniería Química hay dos salas de computadores, cuyos recursos se describen a continuación:

### Sala de análisis y diseño de procesos

Se emplea en la asignatura Modelamiento y Simulación de Procesos Químicos y Bioquímicos. Los computadores tienen instalado el siguiente software:

Aspen Engineering Suite V10.0®

Ansys 13.0®

Superpro Designer V 8.5®

Bryan Research & Engineering®

AVEVA V 1.2.0®.

En la Tabla 27 se relacionan los equipos de esta sala. Cabe anotar que durante 2019 y 2020, todos los miembros de la comunidad académica tienen acceso a la licencia de Matlab®.

Tabla 27. Equipos de la sala de análisis y diseño de procesos del LIQ.

CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SOFTWARE DISPONIBLE
15	HP M645-SP6001L, Intel Core i7 8th generation CPU M350@ 1.80 GHz, RAM 8.00 GB	Aspen Engineering Suite V10.0® y V8.4®, Ansys 13.0®, Superpro Designer V 8.5®, Bryan Research & Engineering®, AVEVA V1.2.0, Scilab, VMGSim
15	ASUS, Intel i7, RAM 8GB, 2.0 GHz 4MB, Disco duro 1TB. Tarjeta de video independiente NVIDIA N15V-GM.	

Fuente: Coordinación de la Sala de Análisis y Diseño de Procesos

### Sala de computadores

Se emplea en la adquisición y procesamiento de datos de las prácticas de control de procesos. Además dispone del servicio de préstamo de tesis y revistas especializadas en el área de Ingeniería Química y Ambiental, constituyéndose en un centro de documentación. En la Tabla 28 se presentan los equipos y el software allí disponibles.

Tabla 28. Equipos sala de computadores del LIQ.

CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SOFTWARE DISPONIBLE
8	Hewlett- Packard EliteDesk 800. Intel Inside Core i7,3.40 GHz, 16.0 GB RAM.	Matlab, Scilab, Office 2013, Aspen Plus® V 9.0, Win CC
2	Hewlett- Packard EliteDesk 800. Intel Inside Core i7,3.40 GHz, 8.0 GB RAM.	
2	Hewlett- Packard EliteDesk 800. Intel Inside Core i7,3.40 GHz, 16.0 GB RAM.	

Fuente: Coordinación Sala de Computadores

---

## L. Información de contacto

---

Dirección de Departamento

Edificio 453, Oficina 301

Sede Bogotá

Tel: (+57) (1) 3 165000 Ext 14053

email: deparingq\_fibog@unal.edu.co

Dirección de Área Curricular

Tel: (+57) (1) 3 165000 Ext 14053

email: dirareaciqa\_fibog@unal.edu.co

Enlace <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-quimica.html>

---

## M. Referencias

---

1. Consejo Superior Universitario, Universidad Nacional de Colombia. Acuerdo 033. 2007.
2. Universidad Nacional de Colombia. Ingeniería Química [Internet]. 2018. Disponible en: <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/formacion/pregrado/ingenieria-quimica.html>
3. Congreso de Colombia. Ley 18. Colombia; 1976.
4. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro Blanco, Título de Grado en Ingeniería Química. 2005.
5. Institute of Chemical Engineers (IChemE). What is Chemical Engineering? [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.icheme.org/education/whynotchemeng/>
6. Institute of Chemical Engineers (IChemE). What do chemical engineers do? [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.icheme.org/education/whynotchemeng/what-do-chemical-engineers-do/>
7. Allen D, Shornard D. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes. En: Upper Saddle River (N.J.): Prentice-Hall PTR., editor. 2002.
8. Brundtland GH. Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común. Documentos de las Naciones. 1987.
9. Martínez-Hernández E. Trends in sustainable process design—from molecular to global scales. *Curr Opin Chem Eng* [Internet]. 2017;17:35-41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coche.2017.05.005>
10. Hill M. Chemical Product Engineering-The third paradigm. *Comput Chem Eng*. 2009;33(5):947-53.
11. McCarthy JJ, Parker RS. Pillars of Chemical Engineering: a block scheduled curriculum. *Chem Eng Educ*. 2005;38(4):292-301.
12. Riveros M. Una mirada a la evolución de la ingeniería química a través de sus paradigmas. Universidad Nacional de Colombia; 2009.
13. Consejo Académico, Universidad Nacional de Colombia. Acuerdo 014. 1990.
14. Universidad Nacional de Colombia. Carrera de Ingeniería Química, Reforma Curricular. 1994.
15. Consejo de Sede, Universidad Nacional de Colombia. Acuerdo 103. 2003.
16. Universidad Nacional de Colombia. Misión y visión de la Facultad de Ingeniería, Sede Bogotá [Internet]. 2018. Disponible en: <https://ingenieria.bogota.unal.edu.co/es/facultad.html>
17. Peña Reyes JI, Duarte Velasco OG, Pérez Rodríguez CP, Narváez Rincón PC, Vargas Sáenz JC, Martínez Riascos CA, et al. Proyecto educativo de programa, Autoevaluación y Seguimiento de la Calidad de los Programas de Pregrado, Ingeniería Química. 2015;53(9):1689-99.
18. DANE. Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) Mercado Laboral [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>
19. Consejo Académico, Universidad Nacional de Colombia. Acuerdo 175 [Internet]. 2019. Disponible en: [http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d\\_i=60932](http://www.legal.unal.edu.co/rlunal/home/doc.jsp?d_i=60932)

20. Vicerrectoría Académica, Universidad Nacional de Colombia. Resolución 005. 2010.
21. Vicerrectoría Académica. Universidad Nacional de Colombia. Resolución 006. 2010.
22. Consejo Superior Universitario, Universidad Nacional de Colombia. Acuerdo 011. 2005.
23. Oficina de Proyecto Estratégicos, Montoya Castaño D, Abril Contreras PE, Hernández Rodríguez CA, Gómez de Mantilla LT, Cardozo de Martínez CA, et al. Informe de Autoevaluación Institucional. 2019.
24. Universidad Nacional de Colombia. Servicios y Recursos Bibliotecarios - Programa: Pregrado en Ingeniería Química -Sede Bogotá. 2018.

---

## **ANEXO 1 - MALLA CURRICULAR**

---

# Programa Curricular **INGENIERÍA QUÍMICA**

SEDE BOGOTÁ | FACULTAD DE INGENIERÍA | ACUERDO 02 DE 2013

La presente Malla curricular es una propuesta que busca orientar al estudiante en la inscripción de sus asignaturas semestre a semestre, teniendo en cuenta el número de créditos exigidos por agrupaciones y componentes.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Principios de química 1000024 3	Principios de análisis químico 1000026 3	Laboratorio de principios de análisis químico 1000027 3	Principios de química inorgánica 1000028 3	Principios de química orgánica 1000030 3	Laboratorio de principios de química orgánica 1000010 2	Optativa - Ciencias Económicas y administrativas* 108 Cred. 3	Optativa - Materiales* 53 Cred. discipl. 3	Taller de proyectos interdisciplinarios 2015737 3	Trabajo de Grado 2015289 6
Laboratorio de técnicas básicas en química 1000025 3	Álgebra lineal 1000003 4	Biología molecular y celular 1000025 3	Probabilidad y Estadística fundamental 1000013 3	Métodos numéricos 2015970 3	Ingeniería económica 2015703 3	Gerencia y gestión de proyectos 2015702 3	Control de procesos 2015710 3	Diseño de plantas y equipos 2015712 3	
Cálculo diferencial 1000004 4	Cálculo Integral 1000005 4	Cálculo en varias variables 1000006 4	Ecuaciones diferenciales 1000007 4	Transferecia de masa 2015744 3	Operaciones de separación 2015731 3	Laboratorio de Operac. de separac., reac., y control 2015720 3	Ingeniería de procesos 2015715 3		
Optativa - Herramientas de la Ingeniería* 3	Fundamentos de mecánica 1000019 4	Fundamentos de electricidad y magnetismo 1000017 4	Fluidos 2015714 3	Transferecia de calor 2015743 4	Taller 2 2015736 1	Lab. de Fluidos sólidos y transferencia de calor 2015719 3	Optativa - Procesos Químicos y Bioquímicos* 3		Libre elección 3
			Taller 1 2015735 1	Manejo de sólidos 2015276 3	Laboratorio de Propiedades Termodinámicas y de transporte 2015721 3				Libre elección 3
Introducción a la Ingeniería Química 2015718 3	Balace de materia 2015708 3	Termodinámica 20155741 3	Termodinámica química 2015740 3	Balace de energía y equilibrio químico 2015707 3	Optativa - Termodinámica* 3	Ingeniería de reacciones químicas 2015716 3	Diseño de procesos químicos y bioquímicos 2015713 3	Libre elección 3	Libre elección 3
		Libre elección 3		Libre elección 3	Libre elección 3	Libre elección 3	Libre elección 4	Libre elección 4	Libre elección 4
<b>TOTAL CRÉDITOS</b> 16	18	20	17	19	18	18	19	16	19
Matemática básica 4	Lecto-escritura 4			<b>FUNDAMENTACIÓN Total</b> Obligatorio: 63 Optativo: 6 69	<b>DISCIPLINAR Total</b> Obligatorio: 66 Optativo: 9 75	<b>LIBRE ELECCIÓN Total</b> Obligatorio: 36 36	<b>TOTAL PROGRAMA</b> 180	<b>% DE PROGRAMA</b> <p>35% Obligatorio 38% Obligatorio 37% Obligatorio 42% Optativo 20% Obligatorio</p>	
Inglés I 3	Inglés II 3	Inglés III 3	Inglés IV 3						

## CONVENCIONES

- COMPONENTE DE NIVELACIÓN
  - COMPONENTE DE FUNDAMENTACIÓN
  - COMPONENTE DE LIBRE ELECCIÓN
  - COMPONENTE DE FORMACIÓN PROFESIONAL O DISCIPLINAR
- \* El listado de asignaturas optativas se presenta en la siguiente hoja, según la agrupación a la que pertenezcan.



La **UNIVERSIDAD** aprende

**MATEMÁTICAS, PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
1000004	Cálculo diferencial	4
1000005	Cálculo integral	4
1000006	Cálculo en Varias variables	4
1000007	Ecuaciones diferenciales	4
1000013	Probabilidad y estadística fundamental	3
1000003	Álgebra lineal	4

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 23 | OBLIGATORIOS: 23 | OPTATIVOS: 0**

**QUÍMICA Y BIOLOGÍA**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
1000025	Laboratorio técnicas básicas en química	3
1000024	Principios de química	3
1000026	Principios de análisis químico	3
1000027	Laboratorio principios de análisis químico	3
1000028	Principios de química inorgánica	3
1000030	Principios de química orgánica	3
1000010	Laboratorio principios de química orgánica	2
1000025	Biología molecular y celular	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 23 | OBLIGATORIOS: 23 | OPTATIVOS: 0**

**FÍSICA**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
1000019	Fundamentos de mecánica	4
1000017	Fundamentos de electricidad y magnetismo	4

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 8 | OBLIGATORIOS: 8 | OPTATIVOS: 0**

**CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015703	Ingeniería económica	3
2015702	Gerencia y gestión de proyectos	3
2015698	Administración de empresas	3
2016609	Seguridad industrial	3
2016741	Finanzas	3
2016610	Sistemas de costos	4
2015699	Administración de mercados	3
2016592	Economía general	3
2015695	Diseño, gestión y evaluación de proyectos	3
2015705	Mercados I	4
2016056	Teoría de la decisión	4
2015700	Fundamentos de contabilidad financiera	3
2015704	Mercadeo internacional	3
2015694	Derecho laboral	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 9 | OBLIGATORIOS: 6 | OPTATIVOS: 3**

**HERRAMIENTAS DE LA INGENIERÍA**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015734	Programación de computadores	3
2015709	Comunicación oral y escrita	3
2015711	Dibujo básico	3
2015970	Métodos numéricos	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 6 | OBLIGATORIOS: 3 | OPTATIVOS: 3**

**PROFUNDIZACIÓN**

Las asignaturas de esta agrupación y su información se presentan en la Tabla 19 del Proyecto Educativo del Programa PEP. Se sugiere cursarlas como parte del componente de Libre Elección.  
En las asignaturas de profundización existe la opción de realizar Práctica estudiantil.

**TERMODINÁMICA**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015741	Termodinámica	3
2015740	Termodinámica química	3
2015735	Taller 1	1
2015707	Balance de energía y equilibrio químico	3
2015739	Termodinámica molecular	3
2015738	Termodinámica de ciclos	3
1000038	Fisicoquímica II	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 13 | OBLIGATORIOS: 10 | OPTATIVOS: 3**

**OPERACIONES UNITARIAS**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015708	Balance de materia	3
2015714	Fluidos	3
2015726	Manejo de sólidos	3
2015743	Transferencia de calor	4
2015744	Transferencia de masa	3
2015736	Taller 2	1
2015731	Operaciones de separación	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 20 | OBLIGATORIOS: 20 | OPTATIVOS: 0**

**INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015721	Laboratorio de propiedades termodinámicas y de transporte	3
2015719	Laboratorio de fluidos, sólidos y transferencia de calor	3
2015720	Laboratorio de operaciones de separación, reacción y control	3
2015737	Taller de proyectos interdisciplinarios	3
2015289	Trabajo de grado	6
2015290	Trabajo de grado - Asignaturas de posgrado	6

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 18 | OBLIGATORIOS: 12 | OPTATIVOS: 6**

**PROCESOS QUÍMICOS Y BIOQUÍMICOS**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015716	Ingeniería de reacciones químicas	3
2015713	Diseño de procesos químicos y bioquímicos	3
2015710	Control de procesos	3
2015712	Diseño de plantas y equipos	3
2015715	Ingeniería de procesos	3
2015729	Modelamiento y simulación de procesos químicos	3
2015728	Modelamiento y simulación de procesos bioquímicos	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 18 | OBLIGATORIOS: 15 | OPTATIVOS: 3**

**CONTEXTO PROFESIONAL**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015718	Introducción a la Ingeniería Química	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 3 | OBLIGATORIOS: 3 | OPTATIVOS: 0**

**MATERIALES**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CRÉD.
2015717	Introducción a la ingeniería de materiales	3
2020326	Nuevos tópicos en ingeniería química	3
1000040	Introducción a la ciencia de materiales	3
2015727	Materiales	3
2024929	Introducción a la Ingeniería de materiales poliméricos	3
2017348	Tecnología de materiales	3
2017256	Ciencia e Ingeniería de materiales	3
2015598	Química de sólidos	3

**CRÉDITOS: EXIGIDOS: 3 | OBLIGATORIOS: 0 | OPTATIVOS: 3**

**CONVENCIONES**

- COMPONENTE DE FUNDAMENTACIÓN
- COMPONENTE DE FORMACIÓN PROFESIONAL O DISCIPLINAR
- COMPONENTE DE LIBRE ELECCIÓN
- ASIGNATURA OBLIGATORIA