

# Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química

## Contenido

1. Antecedentes y fundamentación .....	2
2. Generalidades .....	4
2.1. <i>Objetivos generales de la formación de un ingeniero.</i> .....	4
2.2. <i>Denominación del título y perfil del egresado.</i> .....	4
2.3. <i>Duración de la carrera y requisitos de la titulación.</i> .....	7
3. Descripción de la organización curricular del Plan.....	8
3.1. <i>Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería.</i> .....	8
3.2. <i>Áreas de formación.</i> .....	9
3.3. <i>Contenidos básicos de las áreas de formación.</i> .....	10
3.4. <i>Créditos mínimos de la titulación.</i> .....	13
4. Orientaciones pedagógicas. ....	15
5. Organización de la Carrera. ....	16
5.1. <i>Comisión de Carrera.</i> .....	16
5.2. <i>Reglamentación del Plan de Estudios.</i> .....	16
6. Perfil de ingreso .....	16

## 1. Antecedentes y fundamentación

El presente plan de estudios de Ingeniería Química es una reformulación del denominado Plan 2000, aprobado por la Universidad de la República en noviembre del año 1999. Las modificaciones que presenta respecto a la versión anterior se deben en primer lugar a la necesidad de ajustarse a la "Ordenanza de estudios de grado y otros programas de formación terciaria" de la Universidad de la República (OG-UdelaR), aprobada el 30/08/11 por el Consejo Directivo Central. Los aspectos reglamentarios no mencionados explícitamente se ajustan a lo establecido por la OG-UdelaR. En segundo lugar y no menos importante, se introducen ciertas modificaciones de definiciones y enfoques a los efectos de ponerse al día con la evolución natural que tiene la enseñanza de la disciplina.

El origen de los estudios de Ingeniería Química en el Uruguay se remonta a la creación del Instituto de Química Industrial en 1912 en el gobierno de Batlle y Ordóñez, instituto concebido para el desarrollo de productos nacionales con valor agregado, el apoyo al sector industrial y la formación de recursos humanos calificados. En 1918 se crea legalmente la profesión de Químico Industrial.

En 1929 con la creación de la Facultad de Química se traslada el sector docente del mencionado Instituto a la nueva Facultad, comenzando formalmente en la Universidad el otorgamiento del título de Químico Industrial.

Con el transcurso de los años ocurrió en el mundo la evolución del concepto de Química Industrial hacia el de Ingeniería Química, consolidándose esta última como una rama de las Ingenierías, proceso que también se dio en el Uruguay.

Ya en 1964 la Asociación de Ingenieros del Uruguay se dirigía al Rector Cassinoni para que se siguieran los criterios de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros, que recomendaba *"que la Enseñanza de la Ingeniería Química se imparta en conjunción con las demás ramas de la Ingeniería, es decir, en las mismas Escuelas o Facultades, fundamentando esta recomendación en que los conceptos que caracterizan la enseñanza y la actuación en Ingeniería son siempre los mismos, cualquiera sea la especialidad, en que los conocimientos fundamentales y la formación mental del Ingeniero son comunes en todas las ramas; en suma, en que la evolución lleva progresivamente a la unidad del conocimiento en los campos propios de la Ingeniería"*.

Es así que hacia el año 1967 se llegan a acordar los términos para la transformación del título y para el pasaje de lo que en ese momento era el Núcleo Técnico de Química Industrial de la Facultad de Química a la Facultad de Ingeniería y Agrimensura, conformando así la Facultad de Ingeniería. Lamentablemente este acuerdo no se llegó a concretar en la práctica, probablemente por la complejidad del momento y probablemente también por falta de rubros. Se llegaría así a la intervención de la Universidad y en el año 1974 se concreta el traslado del Núcleo Técnico.

Con la intervención, la carrera queda estructurada en dos mitades sin conexión alguna, Núcleo Básico en la Facultad de Química y Núcleo Técnico en la Facultad de Ingeniería. Esta situación solo pudo ser superada con la aprobación del denominado Plan 2000. Si bien el Plan estaba redactado en 1996 al igual que los planes de las demás ingenierías, recién pudo aprobarse en el año 1999. El motivo principal radicaba en que la resolución del CDC del año 1968 establecía un período de transición sujeto a determinadas

condiciones que nunca se cumplieron y para el cual tampoco se establecía finalización. Por lo tanto se requería el acuerdo explícito de ambas Facultades, acuerdo que se materializó en la reunión conjunta de ambos Consejos presidida por el Rector, el 13/7/1999, y que fue refrendado por el CDC el 23/11/1999 (exp: 4969/99).

En este último acuerdo se vota el nuevo Plan de Estudios (con un formato similar al de las otras ingenierías) y se establecen determinadas disposiciones transitorias:

“A) Disposiciones de funcionamiento.

Mientras subsista la etapa de transición definida para la carrera de Ingeniería Química en el acuerdo entre las Facultades de Ingeniería y Química establecido en el distribuido N 787/967 de fecha 13/12/67 y la resolución del C.D.C. del 8/1/68, permanecerá vigente la Comisión Interfacultades creada por el Consejo de la Facultad de Química en sesión del 3/6/98 y por el Consejo de la Facultad de Ingeniería en su sesión del 2/7/98. Dicha comisión propondrá un cronograma de finalización de la etapa de transición para la Carrera de Ingeniería Química, para lo que tendrá un plazo máximo de tres meses a partir de la fecha de su nueva integración (o de la confirmación de su actual integración) por parte de los Consejos. Este cronograma se regirá por eventos propios de la carrera de Ingeniería Química. El plazo máximo de finalización de la etapa de transición será de tres años a partir de la aprobación por la Universidad del nuevo plan de Ingeniería Química.”

La Comisión Interfacultades no llegó a generar ninguna propuesta de cronograma de finalización de la etapa de transición. Sin perjuicio de ello resulta claro que el plazo de dicha etapa finalizó a los tres años, esto es, a finales del 2002.

“A partir de la finalización acordada de esa transición dejarán de regir las disposiciones transitorias descritas en este documento y finalizará su labor la comisión Interfacultades. De allí en adelante la carrera de Ingeniería Química se ajustará a las normativas que establezca la Universidad para instrumentar las carreras dictadas colaborativamente por más de una Facultad.”

Lamentablemente la Universidad nunca estableció en forma explícita normativas para instrumentar carreras dictadas “colaborativamente” por más de una Facultad. Tampoco está explicitado el alcance del término “dictado colaborativo”.

“B) Disposiciones transitorias sobre el plan de estudios.

Existe un plan de estudios común a las Ingenierías, elaborado por la Facultad de Ingeniería. Finalizada la etapa transitoria, Ingeniería Química se ajustará a este plan común, en todo lo que sea compatible con las normativas que establezca la Universidad para instrumentar las carreras dictadas colaborativamente por más de una Facultad.”

Nuevamente aparece el concepto de “carrera dictada colaborativamente”, sin mayor definición sobre su alcance. Deberíamos entender el “dictado colaborativo” en el sentido de que diversos institutos o departamentos universitarios contribuyen de manera sustancial a las actividades curriculares de la carrera. En 2011 se aprobó la Ordenanza de Estudios de Grado de la Universidad de la República, que en su artículo 20 dice: “En el caso de las carreras que involucren más de un servicio,..., el Consejo Directivo Central o el órgano en quien delegue esta atribución designará una comisión de carrera, cuya integración deberá reflejar la diversidad de orientaciones de la formación.” Está claro que en el caso de la carrera de Ingeniería Química existe una única

orientación de la formación. Asimismo también está claro que la carrera de Ingeniería Química involucra necesariamente más de un servicio, pues las actividades relacionadas con la Química necesariamente deben dictarse en la Facultad de Química, quien tiene las capacidades y los recursos para ello.

Como concepción general, la carrera de Ingeniería Química constituye una carrera que genera un profesional con un perfil definido dentro de la familia de las ingenierías, con larga trayectoria en el país. En el caso de la Ingeniería Química se necesita además la concurrencia de la Facultad de Química, que tiene los recursos y capacidades para brindar formación en química, así como en otras ciencias básicas y aplicaciones.

## 2. Generalidades

### *2.1. Objetivos generales de la formación de un ingeniero.*

El objetivo fundamental del presente Plan de Estudios es la formación de ingenieros dotados de una preparación suficiente para insertarse en el medio profesional y capacitados para seguir aprendiendo, acompañando la evolución científica, tecnológica y social, así como perfeccionándose para abordar actividades más especializadas y complejas. Por lo tanto, se hace énfasis en una sólida formación analítica, que permita una comprensión profunda de los objetos de trabajo. También es necesario desarrollar la metodología para realizar medidas y diagnósticos en forma rigurosa, así como la capacidad de formulación de modelos, que permitan interpretar la realidad para actuar sobre ella. Lo anteriormente descrito unido a una buena capacidad de síntesis, buscarán crear en el egresado una actitud creadora e innovadora. Se considera parte de la formación profesional la comprensión de la función social de la profesión y la ética en el uso de los conocimientos y de los recursos naturales, incluyendo el trabajo.

Los egresados de estos Planes de Estudios podrán desarrollar en forma autónoma tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa, así como integrarse al trabajo en equipo para la realización de las mismas actividades en situaciones de mayor complejidad, tanto por sus características como por su escala.

Será en los estudios posteriores al grado -o a través de su propio trabajo- donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en las capacidades de sintetizar y crear. Para apoyar a la superación profesional la Facultad ofrecerá a sus egresados instancias de actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

### *2.2. Denominación del título y perfil del egresado.*

La ingeniería se entiende como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base fisicomatemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases

económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente y respetando los derechos de los trabajadores.

El egresado del presente plan de estudios obtendrá el título de Ingeniero Químico.

### *Perfil del egresado.*

El ingeniero químico es un profesional con sólidos conocimientos de la ingeniería de los procesos en los cuales se trata la materia para efectuar en ella un cambio, ya sea en su estado, en su contenido de energía o en su composición. Dichos procesos estarán destinados al óptimo aprovechamiento de la materia y la energía y serán ambiental y socialmente sostenibles. Los conocimientos se apoyarán en adecuados fundamentos de química, matemática, física y biología.

Dispondrá de las capacidades para que a lo largo de su ejercicio profesional logre las habilidades y competencias que se detallan a continuación.

- En su ejercicio profesional, empleará métodos de la ingeniería para resolver problemas, será especialista en su campo de conocimiento, generalista por poder operar y gestionar estructuras técnicas y organizativas complejas y agente de cambio por sus aportes de creatividad, innovación y liderazgo en la industria de procesos y en la sociedad.
- Por su formación será capaz de realizar tareas en la industria de procesos, las cuales consistirán, principalmente, en diseñar, seleccionar, evaluar, adaptar, implantar y operar la tecnología en forma eficaz, procurando mejorar la eficiencia de la organización teniendo en cuenta los aspectos sociales y ambientales. También estará capacitado para integrarse al trabajo en investigación, desarrollo e innovación.
- Podrá diseñar productos o servicios de diversa índole asociados a procesos químicos, físicos y biológicos y velar por su calidad de fabricación y su control. Estará capacitado para asesorar sobre el uso de productos fundamentalmente químicos de aplicación industrial y en otras áreas. Complementariamente podrá liderar la implementación de sistemas de gestión, específicos o integrados, de la calidad, medio ambiente y seguridad y salud ocupacional, entre otros. Así como también podrá realizar tareas vinculadas a temas regulatorios en relación con su profesión.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL EGRESADO

1. Conocer y comprender los principios básicos en los que se fundamenta la Ingeniería Química:

- a. Equilibrio químico y cinética de la reacción química.
- b. Balances de materia, energía y cantidad de movimiento.
- c. Termodinámica, equilibrios entre fases.
- d. Cinética de los procesos físicos de transferencia de masa, energía y cantidad de movimiento.

2. Poseer un conocimiento relevante de las ciencias básicas, en particular de química, matemáticas, física y biología, que permita la comprensión, descripción y solución de problemas típicos de la Ingeniería Química. Tener suficientes conocimientos y criterios de química orgánica, química inorgánica, fisicoquímica, bioquímica y de ciencia de los materiales. Comprender los principios en los que se basan los métodos modernos del análisis químico, sus limitaciones y su aplicabilidad a los procesos químicos.

3. Conocer las distintas operaciones de reacción, mezcla, separación, transporte y circulación de fluidos y procesamiento de materiales involucradas en los procesos industriales de la ingeniería química.

4. Comprender los principales conceptos del control de procesos de ingeniería química.

5. Interpretar situaciones y hechos experimentales. Planificar, ejecutar y explicar experimentos en las distintas áreas de la Ingeniería Química, y saber informar sobre ello. Saber emplear la bibliografía científica y técnica y las fuentes de datos relevantes.

6. Tener la capacidad de emplear los conocimientos del perfil para establecer y resolver de manera analítica y numérica una variedad de problemas típicos de la Ingeniería Química.

7. Tener habilidad para diseñar y seleccionar procesos, así como también productos, equipos e instalaciones de ingeniería química.

8. Operar procesos y tecnología teniendo en consideración su mantenimiento.

9. Tener experiencia en el uso del software, tanto genérico como específico de la ingeniería química.

10. Tener asumidos los valores de responsabilidad y ética profesional. Ser capaz de comprender el impacto de los procedimientos de ingeniería en el contexto social.

11. Comprender el rol de la Ingeniería Química en la prevención y solución de problemas ambientales y energéticos, de acuerdo con los principios del desarrollo sostenible. Ser capaz de prever las consecuencias ambientales de los proyectos y eliminar, mitigar o compensar sus impactos ambientales negativos.

12. Tener la capacidad de emplear los anteriores conocimientos y competencias para elaborar un proyecto de Ingeniería Química que contemple los aspectos económicos, sociales y ambientales.

13. Tener conocimientos para abordar la gestión de recursos humanos, materiales y económicos.

14. Valorar de forma estructurada y sistemática los riesgos para la seguridad, la salud y la higiene, en un proceso existente o en fase de diseño, y aplicar las medidas pertinentes.

15. Tener suficiente conocimiento de la normativa, la legislación y las regulaciones pertinentes en cada situación.

## COMPETENCIAS TRANSVERSALES

1. Ser capaz de aprender por cuenta propia. Reconocer la necesidad del aprendizaje a lo largo de la vida profesional y poseer una actitud activa para realizarlo.
2. Ser autónomo, dinámico y organizado, tener capacidad analítica y de síntesis, y desarrollar pensamiento crítico y prospectivo.
3. Estar orientado a la consecución de resultados, con habilidad para la resolución de problemas en ausencia de evidencias, con creatividad, iniciativa y capacidad de decisión y gestión de la información.
4. Estar al día de las innovaciones del propio campo profesional, entender e interpretar las tendencias de futuro.
5. Tener capacidad de innovar, tanto para dar respuesta a las nuevas circunstancias o a los nuevos sistemas organizativos como para permitir optimizar el proceso productivo.
6. Tener capacidad de impulsar actividades y desarrollos propios.
7. Ser capaz de comunicarse oralmente y por escrito, adaptando el estilo y contenido del lenguaje al interlocutor o al auditorio.
8. Tener la capacidad de integrar equipos multidisciplinares, adaptándose al trabajo en diferentes roles, entre ellos el de líder.
9. Tener un conocimiento razonable de inglés técnico.

El estudiante podrá fortalecer estas capacidades en áreas especializadas de actividad mediante la selección adecuada de unidades curriculares optativas y electivas. La Comisión de Carrera podrá sugerir conjuntos de unidades curriculares orientadas a definir trayectos de formación específicos.

En cualquiera de los casos debe aspirarse a que el desarrollo de estas competencias se alcance hasta un nivel acorde con una formación de grado en ingeniería, asumiéndose que se ampliarán y profundizarán en la futura trayectoria profesional.

### *2.3. Duración de la carrera y requisitos de la titulación.*

La unidad básica de medida de avance y finalización de la carrera será el crédito. Se define el crédito como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares que componen el Plan de Estudios. Se emplea un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil (según la OG-UdelaR), que comprende las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal.

El mínimo exigido en el Plan de Estudios es 450 créditos. El Plan se estructura mediante actividades que se desarrollan en 5 años. Se prevé un avance de 90 créditos por año en promedio, considerando que el estudiante tiene una dedicación al estudio no menor a 40/45 horas semanales.

En la Sección 3.2 se caracterizan las grandes áreas temáticas en que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de la Carrera de Ingeniero Químico. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas.

Los currículos serán aprobados por la Comisión de Carrera (ver Sección 5.1).

Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título de Ingeniero Químico son:

- Tener un currículo aprobado por la Comisión de Carrera.
- Cumplir los mínimos por área de formación y sus agrupamientos, según se establece en la tabla expresada en la Sección 3.4.2.
- Reunir al menos 450 créditos.
- Tener aprobado el Proyecto Final de Carrera.

### 3. Descripción de la organización curricular del Plan.

#### *3.1. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería.*

a) Los cursos tienen una duración como máximo semestral. Puede haber cursos anuales cuando la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves o haya otros motivos fundados.

b) Los Planes de Estudios se organizan en áreas de formación, entendidas cada una de ellas como conjunto de conocimientos que, por su afinidad conceptual, teórica y metodológica, conforman una porción claramente identificable de los contenidos del Plan de Estudios de la Carrera. Pueden identificarse con áreas de conocimientos disciplinarios, áreas temáticas, experiencias de formación, etc. Las actividades integradoras, tales como proyectos o pasantías, son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. En toda área de formación existen contenidos a incorporar y habilidades o actitudes a adquirir. En cada área se buscará identificar ambas componentes. Las áreas de formación podrán clasificarse en grupos.

c) Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares optativas y electivas, entendiéndose por estas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, etc. que componen el Plan de Estudios

d) El Consejo aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las Comisiones de Carrera.

e) El Consejo podrá revisar, cuando lo considere necesario, el número de créditos adjudicado a una unidad curricular. Esta revisión no podrá implicar la pérdida de créditos ya obtenidos.

f) En la Sección 3.2 y siguientes se especifican las áreas de formación que componen el presente Plan de Estudios, así como el número mínimo de créditos que deberá obtenerse en cada una de ellas y en sus diferentes agrupamientos.



g) Las unidades curriculares referidas en 3.1 son elegidas por el estudiante, cumpliendo con los mínimos requeridos para cada área de formación y para cada grupo, de modo de constituir un conjunto que posea una profundidad y coherencia adecuadas. Esto se asegura mediante la aprobación del currículum correspondiente por la reglamentación mencionada en la Sección 5.2.

h) Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería, la Facultad de Química u otros órganos de la Universidad (recomendado en la OG-UdelaR), o entre los ofrecidos por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que la reglamentación disponga.

i) Los currículos son itinerarios de formación previstos en el diseño curricular que cumplen con la finalidad de brindar grados de autonomía a los estudiantes de acuerdo con sus intereses y necesidades de formación, que resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante ejemplos de implementación. Asimismo se indicará, por los mecanismos que la reglamentación determine, cuáles de las unidades curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículum.

j) El currículum debe comprender unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad.

k) Las actividades integradoras incluyen:

- proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículum. Habrá un proyecto de fin de carrera que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión;

- pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional;

- trabajos monográficos o constructivos que, sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares;

- actividades de extensión.

### *3.2. Áreas de formación.*

La carrera está formada por un conjunto de áreas de formación.

- Áreas de formación básica de Ingeniería (Matemática, Física, Química, Biología).

- Áreas de formación específica en Ingeniería Química (Troncales y Avanzadas).

- Áreas de formación técnica no específica.

- Áreas de formación complementaria.

### 3.3. Contenidos básicos de las áreas de formación.

A continuación se enumeran las áreas de formación correspondientes al Plan de Estudios de Ingeniería Química, indicándose en cada caso ejemplos de los temas que comprenden.

#### I) GRUPO DE ÁREAS DE FORMACIÓN BÁSICA DE INGENIERÍA

##### **Matemática:**

La matemática cumple en la formación del Ingeniero Químico diversas funciones. Introduce al estudiante desde los comienzos de su carrera en el razonamiento abstracto y desarrolla metodologías de trabajo esenciales para su formación. Aporta las herramientas necesarias para el estudio de las distintas ramas de la Ingeniería Química. Algunos temas que pueden integrarse en las unidades curriculares del área de formación son: Álgebra lineal. Cálculo diferencial e integral en una y varias variables, Cálculo vectorial, Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, Probabilidad y estadística, Cálculo numérico, Optimización, entre otras.

Deberá incluir unidades curriculares por un valor mínimo de 70 créditos.

##### **Física:**

Esta materia tiene como objetivo desarrollar la intuición sobre los fenómenos físicos y la capacidad de modelizar la realidad tanto cualitativa como cuantitativamente para resolver problemas sencillos de mecánica y electromagnetismo, entre otros

Las asignaturas que compongan esta materia incluirán temas como: Mecánica, Electromagnetismo, Termodinámica (sin perjuicio de que ciertos aspectos de la Termodinámica Química puedan ser considerados dentro de Química) y eventualmente otros tópicos en distintas áreas de la Física, incluyendo Magnitudes y Propagación de Errores.

Se requiere un mínimo de 30 créditos en esta área.

##### **Química:**

La química es una materia fundamental en la formación del Ingeniero Químico. Introduce al estudiante desde los comienzos de su carrera en el conocimiento básico de las propiedades y comportamiento de las sustancias químicas inorgánicas y orgánicas, así como también en la utilización de métodos de análisis químico. Tiene como objetivo formar al estudiante y desarrollar su capacidad para interpretar, y modelar, los fenómenos químicos y biológicos involucrados en el estudio de las distintas ramas de la ingeniería química.

Algunos de los temas que pueden integrarse en las unidades curriculares de esta área de formación son: Estequiometría, Estructura atómica, Periodicidad, Enlace químico, Métodos de análisis químico, Reacciones químicas, Estructura, reactividad y

propiedades de compuestos orgánicos, Sistemas fisicoquímicos en equilibrio y Termoquímica entre otros.

El estudiante podrá complementar su formación con asignaturas que incluyan, entre otros, temas como: Tópicos de química inorgánica, Electroquímica, Tópicos de química avanzada, Química de materiales, Química ambiental.

Se requiere un mínimo de 80 créditos en esta área.

### **Biología**

Su objetivo es aportar los conocimientos básicos acerca de los procesos biológicos, así como el conocimiento de los agentes (microorganismos, enzimas, etc.) responsables de los mismos. El estudiante debe comprender y utilizar los conceptos básicos que le permitan integrar los principios y propiedades de los agentes biológicos con la metodología y estrategia de la ingeniería.

Las asignaturas que compongan esta materia incluirán temas de bioquímica y microbiología.

Se requiere un mínimo de 5 créditos en esta área.

## **II) GRUPO DE ÁREAS DE FORMACIÓN ESPECÍFICA EN INGENIERÍA QUÍMICA**

Estas áreas tienen como objetivo brindar la formación específica que caracteriza el campo de acción de la Ingeniería Química y de Procesos. Dentro de este grupo se identifica un área de unidades académicas denominadas “troncales” que definen el corazón de la formación que caracteriza al perfil profesional. Como complemento y extensión de dicha formación troncal se agregan unidades de formación denominadas “avanzadas”, en el sentido de que profundizan determinada área abordada en las unidades troncales o expanden con conocimientos técnicos específicos el área de formación profesional. Las actividades integradoras de conocimientos diversos y las prácticas de actuación profesional o trabajos de investigación estarán incluidos en estos grupos, en la medida de que su cuerpo fundamental de conocimientos corresponda al campo de acción de la Ingeniería Química y de Procesos.

Dentro de las unidades de formación troncales se incluyen aquellas en las que se aborden los siguientes temas:

- Conceptos fundamentales de termodinámica aplicada y de las transferencias de cantidad de movimiento, calor y materia, y sus principales aplicaciones tecnológicas. Se aportará al estudiante una metodología general para hacer frente a problemas de diseño y funcionamiento del equipamiento más común de las industrias de procesamiento. También se aportará el conocimiento básico

- para comprender las condiciones de operación y aplicar métodos de dimensionamiento de circuitos de flujo e impulsores de fluidos. Se introducirá en el estudio de las operaciones y equipos industriales de transferencia de calor y materia, comenzando por el análisis de los diferentes mecanismos de transferencia, y llegando al cálculo de los parámetros de operación y métodos de dimensionamiento. Las unidades curriculares incluirán temas como: balances de materia y energía, análisis dimensional, termodinámica aplicada, fenómenos de transporte, fluidodinámica, transferencia de calor, transferencia de materia.
- Aplicaciones de la cinética química y de fermentaciones, la termodinámica y los fenómenos de transporte a la operación y diseño de reactores (químicos y biológicos). Comprende el estudio de los fenómenos que caracterizan a la industria de procesamiento, en los que la materia prima sufre los cambios que la transforman en el producto final y las consecuencias de esos procesos sobre el medio ambiente. Las unidades curriculares incluirán temas de ingeniería de las reacciones químicas, diseño de procesos, dinámica y control de procesos.
  - Actividades integradoras. Estas actividades tienen como objetivo la integración de los conocimientos adquiridos en la carrera, aplicándolos al estudio de tecnologías y los servicios industriales en los diversos campos de la ingeniería química. Se incluyen actividades de proyecto, pasantías o prácticas profesionales, actividades de desarrollo experimental, etc. Las actividades de proyecto comprenderán estudios de diseño industrial con su evaluación económica, así como la influencia sobre el medio ambiente y la seguridad. Comprende la realización de un estudio de factibilidad técnica, económica y ambiental de la implantación total o parcial de una Industria de Procesos. La pasantía tiene por objetivo posibilitar un acercamiento previo del estudiante al ámbito del ejercicio laboral (profesional o académico). Por lo tanto, se refiere a la realización de un trabajo práctico en alguna institución o empresa, pública o privada, con interés desde el punto de vista del trabajo en ingeniería. En caso de que la Facultad no esté en condiciones de proveer el número de pasantías necesario, éstas podrán sustituirse por otro tipo de actividades que cumplan la misma finalidad, con la aprobación de la Comisión de Carrera.

### III) GRUPO DE ÁREAS DE FORMACIÓN TÉCNICA NO ESPECÍFICA

Este grupo incluye áreas que no son específicas de la formación técnica del Ingeniero Químico pero en las cuales tiene que interactuar estrechamente con otros profesionales de la ingeniería o de áreas afines. Incluye por ejemplo las siguientes áreas:

- Mecánica Aplicada: el objetivo de esta área es que el estudiante adquiera conocimientos básicos que permitan la comprensión de la operación de los dispositivos mecánicos, lo cual le permitirá enfrentar y resolver problemas simples, comunes en la industria, y lo habilitará para poder interactuar con

especialistas en el tema en relación con aquellos problemas más complejos. Incluye temas como: resistencia de materiales, elementos de máquinas y sistemas mecánicos.

- Electrotécnica: el objetivo de esta área es brindar conocimientos básicos para la comprensión de la operación de los dispositivos eléctricos, lo cual permitirá al estudiante enfrentar problemas simples de aplicación, comunes en la industria, y lo habilitará para poder interactuar con los técnicos especializados. Incluye temas como teoría de circuitos, electrotecnia básica y máquinas eléctricas.
- Gestión: el objetivo de esta área es que el estudiante comprenda los aspectos organizacionales, económicos y de gestión de los sistemas de producción de bienes y servicios, que apoyan la toma de decisiones en este contexto. Puede incluir temas como costos y administración, gestión de calidad, gestión empresarial, seguridad y salud en el trabajo, legislación y gestión humana.
- Expresión: esta área tiene como objetivo complementar la formación del estudiante y el desarrollo de habilidades auxiliares a la práctica profesional. En particular comprender y aplicar herramientas para el diseño y la representación gráfica de modelos, manejar los fundamentos de la presentación oral y escrita de ideas o proyectos. Incluye temas como: diseño y representación gráfica.

#### IV) GRUPO DE ÁREAS DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Las materias y actividades integradoras complementarias cubren aspectos no específicos de Ingeniería Química. Su objetivo es complementar la formación del estudiante en aspectos sociológicos, económicos y ambientales relacionados al desempeño de su profesión, así como desarrollar habilidades auxiliares necesarias para la actividad profesional.

#### *3.4. Créditos mínimos de la titulación.*

Los créditos pueden obtenerse a través de la realización de actividades tales como cursos, pasantías, seminarios, tesinas y otras pertinentes y deben cumplir con las condiciones que se exponen en esta sección.

##### **3.4.1. Exigencias generales.**

Cada área de formación tiene un mínimo expresado en créditos que indica la formación mínima requerida. Además de los mínimos por áreas de formación que se detalla más adelante, se deberá haber aprobado un mínimo de:

190 créditos en áreas de formación básicas o básico-tecnológicas;

190 créditos en áreas de formación específicas de Ingeniería Química.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que no pertenezcan a ninguna de las áreas de formación señaladas en esta sección si son coherentes en contenido y en extensión con la formación de un Ingeniero Químico.

Los currículos podrán incluir unidades curriculares que pertenezcan a más de un área de formación. El aporte en créditos que esas unidades curriculares realicen a cada una de las áreas involucradas será determinado en el ámbito de la Comisión de Carrera.

### 3.4.2. Exigencias específicas.

Se deberá cumplir con los siguientes créditos mínimos para las siguientes áreas:

<b>Grupos de áreas de formación</b>	<b>Créditos mínimos por grupo</b>	<b>Áreas de formación</b>	<b>Créditos mínimos por área</b>
Áreas de formación básica de ingeniería	190	Matemáticas	70
		Física	30
		Química	80
		Ciencias Biológicas	5
	<i>Suma de mínimos en el área</i>		<i>185</i>
Áreas de formación específica en Ingeniería Química	190	Troncales	75
		Avanzadas	80
	<i>Suma de mínimos en el área</i>		<i>155</i>
Áreas técnicas no específicas	30	Técnicas no específicas	30
Áreas complementarias	5	Complementarias	5
<i>Suma de mínimos (todas las áreas)</i>			<i>375</i>

La Comisión de Carrera propondrá las unidades curriculares que se entienda cubren los contenidos mínimos y garantizan las competencias que establece el Plan de Estudios, que se transformarán de hecho en actividades de cursado obligatorio de no existir otras alternativas. Para completar los créditos mínimos de cada Grupo y el mínimo general de 450 créditos, el estudiante deberá completar los mínimos de cada Área de formación y realizar unidades curriculares electivas u optativas dentro del Grupo, teniendo en cuenta las exigencias correspondientes.

La Comisión de Carrera podrá proponer alternativas de organización curricular que, sin perjuicio de la formación generalista que propone el perfil de la carrera, posibilite ciertos trayectos ordenados de formación, atendiendo a compatibilizar la flexibilidad curricular con la coherencia en la formación. Lo anterior se hará sin perjuicio de la posibilidad del

estudiante de proponer su propio trayecto de formación, que siempre será analizado por la Comisión de Carrera para asegurar el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Estudios.

#### 4. Orientaciones pedagógicas.

En esta sección se describen las orientaciones educativas acerca de los procesos de enseñanza y de aprendizaje que incorpora el Plan de Estudios.

La formación a impartir tiene en cuenta la teoría y la práctica, buscando articulación entre ellas de manera de lograr el desarrollo de habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado. Para esto se proponen instancias de coordinación entre el equipo docente con el fin de articular de forma efectiva los diversos aspectos del currículo: contenidos, actividades, formas de enseñanza y de evaluación.

Se utilizan diversas modalidades de enseñanza entre las que se encuentran: la modalidad presencial, semipresencial y a distancia. Las diversas actividades de enseñanza abarcan entre otras, clases magistrales, teóricos participativos, prácticos, trabajo en laboratorio, seminarios, pasantías, proyectos. Se busca orientar la enseñanza promoviendo la participación activa de los estudiantes. Esto implica incorporar al aula metodologías de enseñanza en las que el enfoque esté centrado en la participación del estudiante. A través de las diversas modalidades se integra, cuando corresponde, la enseñanza con la investigación y la extensión en directa relación con la realidad social en la que está inserta la carrera. Se pretende promover el aprendizaje a través de la resolución de problemas concretos, tarea a realizarse principalmente en grupos de forma de estimular el trabajo en equipo, frecuente en la actividad profesional. Se busca el desarrollo del pensamiento crítico y de una conducta ética modelada a través del accionar docente y de la Institución, de manera que sean aplicados en la resolución de problemas de ingeniería y al desarrollo de un compromiso con la sociedad.

En el diseño de cada programa de curso se seleccionan y jerarquizan los contenidos atendiendo a un equilibrio entre profundidad y extensión en el abordaje. Se incorporan diferentes tipos de contenidos a enseñar, que tengan en cuenta todos los aspectos de cada disciplina de estudio: el conceptual, el procedimental y el actitudinal. Esto lleva a desarrollar las metodologías de enseñanza y de evaluación que resulten adecuadas a cada tipo de contenido. La evaluación implica un doble propósito, por un lado la función formativa, durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por otro lado la función verificadora o acreditadora, al finalizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se habilitan diferentes modalidades e instrumentos de evaluación, generando los espacios adecuados para la retroalimentación como instancia integrada a la enseñanza y al aprendizaje. Los instrumentos se seleccionan según la pertinencia al tipo de contenido que se vaya a evaluar, diseñados con criterios de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

## 5. Organización de la Carrera.

### *5.1. Comisión de Carrera.*

La Comisión de Carrera de la Carrera de Ingeniería Química es una comisión especial de carácter permanente que tiene capacidad de iniciativa y participación en la implementación del Plan de Ingeniería Química. Su integración estará determinada por la reglamentación establecida por el Consejo de Facultad de Ingeniería y el Consejo de Facultad de Química mediante los mecanismos que establece la OG-UdelaR. Contará con un Director de Carrera elegido por el Consejo de Facultad de Ingeniería.

La Comisión de Carrera cumplirá las funciones establecidas en la OG-UdelaR, además de los cometidos que establezca la reglamentación.

### *5.2. Reglamentación del Plan de Estudios.*

El presente Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniería Química tendrá una Reglamentación que será aprobada por el Consejo de la Facultad de Ingeniería. La reglamentación abarcará los aspectos contemplados en la OG-UdelaR, además de los mecanismos de aprobación de los currículos individuales.

## 6. Perfil de ingreso

El Perfil de ingreso a partir de la enseñanza media será determinado por el Consejo de la Facultad de Ingeniería. Otros tipos de ingresos se adaptarán a las reglamentaciones vigentes en la UdelaR.