

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

División Académica

## DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE REDISEÑO DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL



Alexander Cox Alvarado

OPES; no. 55-2024

378.72  
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la solicitud de rediseño del bachillerato y la licenciatura en química industrial de la Universidad Nacional. [Recurso electrónico] / Alexander Cox Alvarado -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2024.  
(OPES; no. 55-2024) 1 recurso en línea (65 páginas); archivos de texto PDF, 750 KB

ISBN 978-9977-77-613-2

1. QUÍMICA INDUSTRIAL 2. BACHILLERATO UNIVERSITARIO 3. LICENCIATURA UNIVERSITARIA 4. PLANES DE ESTUDIO 5. PERFIL PROFESIONAL 6. PERSONAL DOCENTE 7. UNIVERSIDAD NACIONAL (COSTA RICA) I. Título. II. Serie.

LRD



## PRESENTACIÓN

El estudio que se presenta en este documento (OPES; no. 55-2024) se refiere al dictamen sobre la solicitud de rediseño del Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial de la Universidad Nacional.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, investigador de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) con base en el documento

Resumen ejecutivo del rediseño de la carrera de Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial, elaborado por la Universidad Nacional, 2023. La revisión del documento estuvo a cargo de la Dra. Katalina Perera Hernández, Jefa de la División Académica y la edición del documento fue realizada por Sandra Guillén Guardado, asistente de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión No. 36-2024, artículo 7, inciso d), celebrada el 1° de octubre de 2024.



Gastón Baudrit Ruiz  
Director a.i de la OPES

## Tabla de Contenido

1. Introducción.....	1
2. Datos generales .....	1
3. Principales cambios realizados .....	2
4. Objeto de estudio .....	3
5. Justificación del rediseño.....	4
6. Objetivos de la carrera .....	5
7. Perfil académico-profesional .....	5
8. Campo de inserción laboral de los graduados.....	8
9. Carreras afines en la Educación Superior .....	8
10. Datos de empleabilidad del Observatorio Laboral de Profesiones .....	8
11. Requisitos de ingreso y de permanencia.....	8
12. Requisitos de graduación .....	9
13. Actividades de formación académica .....	9
14. Descripción de las actividades de formación académica de la carrera .....	9
15. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas .....	10
16. Ficha de información para la gestión de datos .....	10
17. Conclusión.....	11
18. Recomendaciones .....	11
ANEXO A.....	12
ANEXO B.....	16
ANEXO C .....	59
ANEXO D .....	62

## 1. Introducción

La solicitud para rediseñar el Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial en la Universidad Nacional (UNA) fue presentada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector Francisco González Alvarado, en nota R-UNA-R-OFIC-1932-2024.

Cuando se rediseñan carreras, ya sea de grado o de posgrado, según lo señalado en el documento *Lineamientos para la creación y rediseño de carreras universitarias estatales*<sup>1</sup> se estudian los siguientes temas, que son la base del estudio que realiza la OPES para autorizar las modificaciones en los programas de pregrado y grado que se proponen:

- Datos generales
- Principales cambios realizados
- Objeto de estudio
- Justificación del rediseño
- Objetivos de la carrera
- Perfil académico-profesional
- Campo de inserción laboral del graduado
- Carreras afines en la Educación Superior
- Datos de empleabilidad del Observatorio Laboral de Profesiones
- Requisitos de ingreso y de permanencia
- Requisitos de graduación
- Actividades de formación académica de la carrera
- Descripción de las actividades de formación académica de la carrera
- Correspondencia del equipo docente con las actividades de formación académica.

## 2. Datos generales

El Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial de la Universidad Nacional es impartido por la Escuela de Química de la Universidad Nacional. Sobre sus orígenes, la investigadora Carla Méndez Libby menciona lo siguiente:

---

<sup>1</sup> Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°41-2022 celebrada el 18 de octubre de 2022

En sesión 22-97 celebrada el 19 de agosto de 1997, el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), acuerda aprobar el documento *OPES 16/97 Dictamen sobre la apertura de la Licenciatura en Química Industrial de la Universidad Nacional*.

En el 2004, mediante oficio R-2919-2004, la señora rectora de la Universidad Nacional (UNA), Dra. Sonia Marta Mora, solicita al CONARE la aprobación de un nuevo plan de estudios denominado Bachillerato y Licenciatura en Química Industrial. La solicitud de la UNA consistió en el ajuste de trimestres a ciclos bianuales de 18 semanas de la Licenciatura en Química Industrial y en la creación del Bachillerato en dicha carrera. Esta solicitud fue aprobada en la sesión del CONARE del 25 de abril de 2005. (Méndez Libby, C. Evaluación del Bachillerato y Licenciatura en Química Industrial de la Universidad Nacional, 2014.

El Bachillerato tiene una duración de ocho semestres. El tramo de licenciatura consta de dos semestres adicionales más la realización de un trabajo final de graduación. Los semestres son de diecisiete semanas. La carrera se ofrecerá de forma indefinida y las promociones se abren cada año.

El diploma otorga los siguientes grados y títulos:

- Bachillerato en Química Industrial.
- Licenciatura en Química Industrial.

La Universidad Nacional afirma en el documento enviado que cuenta con los recursos presupuestarios y financieros (talento humano, infraestructura y equipo) necesarios para continuar ofertando la carrera.

### 3. Principales cambios realizados

El siguiente es un resumen de la descripción de los cambios realizados por la Universidad Nacional según cada uno de los siguientes elementos curriculares:

Se inició con una actualización profunda del perfil de salida, tanto en sus dimensiones profesionales y ocupacionales, debido a su rol orientador de las habilidades, actitudes, conocimientos y funciones que deberá poseer la persona graduada de la carrera de Química Industrial. Esto incluyó una comparación con el Marco de Calificaciones de la Educación Superior Centroamericana y una reflexión profunda del ser y el hacer de la docencia de la carrera. Asimismo, se redefinieron los ejes curriculares para responder a las tendencias de la disciplina, incluyéndose la Tecnología digital y las Aplicaciones industriales, de forma que permeen la totalidad de actividades formativas.

Cabe resaltar que estos cambios se transversalizaron en todos los cursos ya que los descriptores se reescribieron considerando:

- La redacción de objetivos en función de lo que debe ser alcanzado por las personas estudiantes,

- La inclusión explícita de la contribución del curso al desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes del perfil profesional de la persona graduada,
- La revisión a profundidad de la actualidad y pertinencia de los contenidos de cada curso.

La estructura curricular del plan de estudios de Química Industrial se vio modificada principalmente mediante los siguientes cambios:

- La inclusión de cursos de temas emergentes de química industrial para fomentar la participación en investigación académica y en pasantías industriales;
- Aumento el número de cursos optativos disciplinarios para favorecer la flexibilidad curricular;
- Actualización de cursos optativos disciplinarios para que permitan la especialización y la inclusión de temas interdisciplinarios compartidos con otras carreras;
- Inclusión de cursos de enfoque industrial, de tipo optativo (por ejemplo, Quality management systems for medical devices y Regencia química y legislación nacional) y regulares (tales como Formulación industrial de productos y Materiales poliméricos),
- Abordaje de una estrategia progresiva de desarrollo de habilidades de comunicación en inglés, con cursos desde 25% hasta 100% en inglés a medida que avanza la carrera para responder a las necesidades del mercado,
- Modificación de la modalidad del plan a la semipresencialidad, considerando las características de la población estudiantil y aumentando la cantidad de cursos semipresenciales en los últimos años del plan de estudios, y
- Fortalecimiento de las habilidades estadísticas y de análisis de datos, para atender las necesidades de la industria nacional y sus tendencias de desarrollo. (Universidad Nacional, Resumen ejecutivo del rediseño de la carrera de Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial, 2024).

#### 4. Objeto de estudio

Lo siguiente es el objeto de estudio de la carrera:

La Química Industrial es un área de la Química que estudia los procesos de transformación de las materias primas a gran escala, incluyendo los recursos necesarios (e.g., catalizadores, energía), los residuos generados y las medidas de mitigación asociadas. Esta área es sumamente interdisciplinaria ya que se nutre de los conocimientos específicos de otras ramas de la Química (e.g, Analítica, Orgánica, Inorgánica, Físicoquímica y Bioquímica), la Ingeniería Química (e.g., Operaciones Unitarias, Termodinámica aplicada, Diseño industrial) y otras ciencias naturales (e.g., Biología, Matemática, Estadística) y sociales (e.g., Administración empresarial, Contaduría).

La Química Industrial moderna no se basa en una mera transformación de materias. Como se detalló en los apartados de las Dimensiones Externa e Interna, las tendencias de desarrollo de la disciplina requieren una conceptualización del proceso de transformación en términos de seguridad (para el ambiente y las personas participantes), circularidad (evitando la pérdida de valor de las materias y revalorizándolas en otros procesos) y tecnología (implementando herramientas tecnológicas que aseguren y mejoren la calidad de las transformaciones en tiempo real).

La versatilidad de la Química Industrial permite a las personas graduadas participar en equipos inter, multi y transdisciplinarios para resolver problemas complejos, aprovechando los conocimientos, habilidades y actitudes desarrollados durante de la

carrera. Así, se incluyen cursos en áreas tan diversas como los dispositivos biomédicos, los ciclos biogeoquímicos, la biotecnología industrial, los sistemas integrados de gestión y la caracterización de materiales. (Universidad Nacional, Resumen ejecutivo del rediseño de la carrera de Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial, 2024).

## 5. Justificación del rediseño

Lo siguiente son extractos de la justificación del rediseño enviada por la Universidad Nacional:

Si bien los principios de la química, tales como la ley de conservación de la masa o la ley de proporciones definidas, son invariables en el tiempo, la química industrial es un área de constante evolución. Más adelante se discutirán las expectativas de las carreras STEM (de la sigla en inglés: ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), así como un replanteamiento actual de las habilidades que se deben adquirir en una carrera de enfoque químico (lo cual difiere de una conceptualización antigua meramente basada en contenidos). Tampoco se puede obviar la inminente revolución industrial 4.0 y sus efectos en la industria química, lo cual conlleva una transversalización de la tecnología para la resolución de problemas químicos y el desarrollo de competencias que permitan su incorporación dentro de la labor profesional.

La presente reformulación actualiza la carrera con base en estas tendencias internacionales, fortaleciendo el perfil de salida y la malla curricular para que pueda atender la realidad y las necesidades nacionales e internacionales por las siguientes décadas, considerando especialmente las tendencias de crecimiento de la industria costarricense y de sus exportaciones, de forma que se subsane proactivamente el potencial distanciamiento entre la realidad del país y los procesos académicos de formación de profesionales.

A continuación, se describe en detalle cómo la carrera de Química Industrial se considera pertinente y oportuna y se demuestra la idoneidad de su oferta en la Universidad Nacional, tanto a nivel estratégico y de planificación a nivel de unidad académica, facultad e institución, lo cual se refuerza con perfiles académicos fuertes en la docencia, investigación, extensión y producción para acompañar a las personas estudiantes durante su formación universitaria. (Universidad Nacional, Resumen ejecutivo del rediseño de la carrera de Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial, 2024).

La División Académica de la OPES considera que la justificación para el rediseño del Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial es apropiada.

## 6. Objetivos de la carrera

Los siguientes son los objetivos de la carrera:

### Objetivo general:

Formar profesionales en el campo de la Química Industrial capaces de contribuir al desarrollo económico del país con base en una concepción científica y tecnológica, en armonía con el ambiente.

### Objetivos específicos:

- Aplicar los principios de la Química y otras ciencias conexas que sirven de apoyo para la construcción del conocimiento en la Química.
- Promover procesos industriales que conduzcan a una mayor productividad y calidad en armonía con el ambiente.
- Ejercer su profesión acorde con los valores fundamentales de la sociedad, aplicando principios de administración empresarial y de ética. (Universidad Nacional,
- Resumen ejecutivo del rediseño de la carrera de Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial).

La División Académica de la OPES estima que los objetivos de la carrera y los objetivos específicos son claros y congruentes con el nombre de la carrera.

## 7. Perfil académico-profesional

La Universidad Nacional envió la siguiente información sobre el perfil académico-profesional de la carrera:

### Saber Conceptual: Bachillerato

- Principios fundamentales de la química, sus disciplinas y su aplicación a nivel industrial.
- Interrelación entre la química industrial y las áreas del conocimiento afines.
- Principios fundamentales de la matemática y la física que permitan la comprensión de la química industrial.
- Dominio de la estadística para el análisis de datos en tomas de decisiones.
- Innovaciones tecnológicas vinculadas con la Química Industrial y sus aplicaciones.
- Administración industrial y emprendimiento.
- Principios éticos y morales que rigen la sociedad y el ejercicio de su profesión.
- Leyes, reglamentos y normas vigentes relacionados con el ejercicio de su profesión.
- Seguridad industrial, salud ocupacional y gestión de riesgos.
- Procesos industriales y su implementación armónica con el ambiente.
- Mecanismos de planificación y evaluación de proyectos productivos.

- Normas internacionales y procesos de estandarización.
- Desarrollo de productos en armonía con el ambiente.

#### Saber Conceptual: Licenciatura

- Métodos propios de la investigación científica y tecnológica.
- Campos de la investigación científica relacionados con la Química Industrial y sus aplicaciones.
- Innovaciones tecnológicas e industriales vinculadas con la Química.
- Administración y gerencia, y su aplicación al campo de la química.
- Gestión tecnológica, empresarial, ambiental y de investigación.
- Los principios éticos y morales que rigen la sociedad y el ejercicio de su profesión.
- Las Leyes y Reglamentos vigentes relacionados con el ejercicio de su profesión.
- Campos de su especialidad y su aplicación industrial.

#### Saber Procedimental: Bachillerato

- Identificar, evaluar y modificar procesos químicos industriales de acuerdo con las necesidades y condiciones de la empresa y su impacto ambiental.
- Capacidad para trabajar en equipos disciplinarios, multidisciplinarios e interdisciplinarios.
- Identificar avances tecnológicos e incorporarlos a los procesos químicos industriales.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Aplicar los conocimientos al ejercicio de la profesión y la resolución de problemas.
- Gestionar adecuadamente el riesgo en los procesos y productos que desarrolla y supervisa.
- Utilizar adecuadamente las herramientas tecnológicas y estadísticas pertinentes en la resolución de problemas y el manejo de los procesos productivos relacionados a la Química Industrial.
- Usar adecuadamente las herramientas, equipo de laboratorio y tecnologías industriales propios de su profesión.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en diversos contextos para realizar labores profesionales y continuar aprendiendo.
- Comunicarse en forma clara y coherente en su ejercicio profesional utilizando los medios de comunicación pertinentes, tanto en su lengua materna como con un dominio adecuado en una lengua extranjera.
- Promover una conciencia social sostenible, incluyendo las tecnologías limpias, con su entorno y medio laboral.
- Capacidad para trabajar bajo presión.

#### Saber Procedimental: Licenciatura

- Evaluar y adecuar procesos químicos industriales de acuerdo con las necesidades y condiciones de la empresa y su impacto ambiental.
- Habilidad para trabajar en equipos disciplinarios, multidisciplinarios e interdisciplinarios.
- Mostrar liderazgo y habilidad en el manejo de grupos.
- Realizar investigación en el área de la Química.
- Utilizar los avances tecnológicos e incorporarlos a los procesos químico-industriales.
- Establecer relaciones entre la Química y otras ciencias.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en las prácticas cotidianas de las industrias.

- Capacidad para desarrollar proyectos productivos.
- Promover el desarrollo de la empresa con respecto a la protección del ambiente.
- Identificar oportunidades y riesgos para la innovación y adaptación de conocimientos y tecnología para resolver problemas nacionales y regionales.
- Resolver problemas con los recursos disponibles a su alcance.

#### Saber Actitudinal: Bachillerato

- Muestra disposición para el trabajo interdisciplinario.
- Comprende el rol de la química industrial para el desarrollo socioeconómico nacional y regional.
- Es consciente de la importancia de velar por la seguridad del personal a su cargo y la suya propia.
- Es responsable de velar por la gestión del riesgo en todo momento durante el ejercicio de su profesión.
- Asume posiciones de liderazgo bajo un marco de respeto y consideración hacia los demás miembros de la organización.
- Respeta y promueve el cumplimiento de las leyes y reglamentos vigentes relacionados con su desempeño como químico industrial.
- Se compromete responsablemente con la protección del medio ambiente.
- Actúa en concordancia con los principios éticos y morales que rigen el ejercicio de su profesión y vela por su cumplimiento.
- Identifica y gestiona sus necesidades de formación y actualización profesional.
- Muestra capacidad para trabajar en equipo respetando las diferencias individuales, siendo colaborativo y solidario.
- Asume una actitud crítica y reflexiva sobre el desarrollo industrial a nivel nacional.
- Actúa en concordancia con las políticas institucionales.

#### Saber Actitudinal: Licenciatura

- Muestra actitud positiva para el trabajo interdisciplinario.
- Identifica y gestiona sus necesidades de formación y actualización profesional.
- Asume posiciones de liderazgo bajo un marco de respeto y consideración hacia los demás miembros de la organización.
- Respeta y promueve el cumplimiento de las leyes y reglamentos vigentes relacionados con su desempeño como químico industrial.
- Se compromete responsablemente con la protección del medio ambiente.
- Actúa congruentemente con los principios éticos y morales que rigen el ejercicio de su profesión y vela por su cumplimiento.
- Adopta una actitud crítica ante situaciones diarias en el ejercicio de su profesión.
- Demuestra empatía y apertura a otras culturas.
- Maneja habilidades y destrezas propias de la investigación científica.

La División Académica de la OPES considera que dicho perfil es congruente con el objeto de estudio y con los objetivos presentados anteriormente. La valoración técnica-profesional de la OPES sobre el perfil y otros elementos curriculares, como la estructura curricular y los contenidos del plan de estudios es que esos elementos son congruentes entre sí. Esta Oficina ha constatado que cumple con los requerimientos para el grado

académico de Bachillerato y la Licenciatura en el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana (MCESCA) <sup>2</sup>.

#### 8. Campo de inserción laboral de los graduados

Según la UNA, los graduados de esta carrera podrían trabajar en Laboratorios de análisis e investigación y desarrollo, empresas industriales con procesos productivos de transformación de materia prima, empresas industriales de formulación de productos, consultoría y regencia química, centros de investigación, centros educativos, entes gubernamentales y regulatorios.

Esta Oficina considera que lo enviado sobre el campo de inserción laboral de los graduados de esta carrera es claro y verosímil.

#### 9. Carreras afines en la Educación Superior

Las carreras afines son las de *Bachillerato y Licenciatura en Química* de la Universidad de Costa Rica y la de *Bachillerato y Licenciatura en Laboralista Químico* de la Universidad de Costa Rica, Recinto de Grecia.

#### 10. Datos de empleabilidad del Observatorio Laboral de Profesiones

Según el Observatorio Laboral de Profesiones, para la carrera de Química Industrial en 2022, el porcentaje de desempleo es de 4,6 %, el porcentaje de subempleo es de 0,5 % y el porcentaje de personas cuyos empleos no están relacionados con sus estudios es de 1,0 %. Los indicadores, son, de forma general, buenos.

#### 11. Requisitos de ingreso y de permanencia

Según la Universidad Nacional, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Poseer el grado de Bachillerato en Educación Media.
- Aprobar la nota de corte de la carrera.

---

<sup>2</sup> CSUCA, Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana, 2018.

En cuanto a los requisitos de permanencia, se establece que son los que establece al respecto la Universidad Nacional.

Esta Oficina considera que los requisitos de ingreso a la carrera planteados, así como los de permanencia son apropiados y congruentes con la normativa vigente.

#### 12. Requisitos de graduación

Para graduarse del Bachillerato se requiere aprobar todos los cursos de la estructura curricular. Para graduarse de Licenciatura se requiere haber aprobado los cursos del tramo de Licenciatura y haber realizado, presentado y aprobado el trabajo final de graduación de acuerdo con la normativa universitaria.

Los requisitos de graduación planteados son apropiados.

#### 13. Actividades de formación académica

La estructura curricular de la carrera, presentada en el Anexo A, consta de 141 créditos para el Bachillerato con una duración de ocho ciclos lectivos de diecisiete semanas. Para el tramo de la Licenciatura, se requiere aprobar 36 créditos adicionales durante dos ciclos adicionales además de haber aprobado el trabajo final de graduación. De esta manera, el total de créditos de la Licenciatura es de 177.

La estructura de actividades de formación cumple con la normativa relativa a la duración, el número de créditos por ciclo lectivo y el total de créditos de la carrera respecto a los grados académicos de Bachillerato y Licenciatura.

#### 14. Descripción de las actividades de formación académica de la carrera

Los programas de las actividades de formación académica de la carrera se muestran en el Anexo B.

## 15. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas

En el Anexo C, se indican los profesores de cada uno de los cursos de la carrera. En el Anexo D se muestran sus grados académicos. Todos cumplen con el requisito de poseer al menos el grado de Licenciatura y sus diplomas o su experiencia laboral son afines con la asignatura que impartirá cada uno de ellos.

## 16. Ficha de información para la gestión de datos

### DIVISIÓN ACADÉMICA

#### FICHA DE INFORMACIÓN PARA GESTIÓN DE DATOS

**Nombre de la carrera:** Química Industrial  
**Universidad:** Universidad Nacional  
**Grado académico:** Bachillerato y Licenciatura

**Nombre de la titulación:** Bachillerato y Licenciatura en Química Industrial

#### Clasificación carreras STEM

Carrera STEM  Sí  No

Número de créditos totales 141 y 36, total 177	Número de periodos totales 8 y 2, total 10	Tipo de ciclo o periodo Semestral
---	---	--------------------------------------

#### Clasificación Campos de Educación y Formación (CINE-F 2013), UNESCO:

Campo amplio (área)	Campo específico (disciplina)	Campo detallado (carrera)
03 Ciencias Naturales, Matemática y Estadística	053 Ciencias Físicas	0531 Química

**Observaciones Generales** Es un rediseño. Se aprobó por medio del dictamen 16/1997.

## 17. Conclusión

La propuesta curricular planteada cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*<sup>3</sup> y en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*<sup>4</sup> y con los procedimientos establecidos por el documento *Lineamientos para la creación y rediseño de carreras universitarias*.

## 18. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se proceda con el rediseño del *Bachillerato y la Licenciatura en Química Industrial*, de acuerdo con los términos expresados en este dictamen.
- Que la Universidad Nacional realice evaluaciones integrales internas durante el desarrollo de la carrera que aseguren su buena marcha, desarrollo, actualización y pertinencia.

---

<sup>3</sup> Aprobada por el CONARE en la sesión del 10 de noviembre de 1976.

<sup>4</sup> Aprobado por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

ANEXO A

**ESTRUCTURA CURRICULAR DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA  
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## ANEXO A

### ESTRUCTURA CURRICULAR DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

<b>CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<b><u>I CICLO</u></b>	<b><u>18</u></b>
Estudios generales I	3
Estudios generales II	3
Estudios generales III	3
Inglés integrado I	4
Química general I	3
Laboratorio de química general I	1
Introducción a la química industrial	1
<b>II CICLO</b>	<b>18</b>
Estudios generales IV	3
Inglés integrado II	4
Introducción al análisis de datos	3
Química general II	3
Laboratorio de química general II	1
Cálculo I	4
<b><u>III CICLO</u></b>	<b><u>17</u></b>
Cálculo II	4
Química analítica cuantitativa	3
Laboratorio de química analítica cuantitativa	3
Probabilidad y estadística	3
Física I	3
Laboratorio física I	1
<b><u>IV CICLO</u></b>	<b><u>17</u></b>
Administración industrial e innovación	3
Fisicoquímica	3
Química orgánica I	3
Laboratorio de química orgánica I	2
Métodos instrumentales de análisis	3
Laboratorio de métodos instrumentales de análisis	3

<b>CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<b><u>V CICLO</u></b>	<b><u>18</u></b>
Principios de ingeniería de procesos	3
Química orgánica II	3
Laboratorio de química orgánica II	2
Evaluación y gestión de emprendimientos innovadores	3
Procesos químico-biológicos	3
Laboratorio de procesos químico-biológicos	1
Optativo disciplinar I	3
<b><u>VI CICLO</u></b>	<b><u>18</u></b>
Operaciones unitarias	3
Bioquímica I	3
Introducción a la ciencia de los materiales poliméricos	3
Química inorgánica	3
Gestión de riesgo químico	3
Estadística multivariada para Química	3
<b><u>VII CICLO</u></b>	<b><u>18</u></b>
Bioquímica II	3
Control de calidad	3
Formulación industrial de productos	3
Producción más limpia	3
Diseño industrial	3
Optativo disciplinar II	3
<b><u>VIII CICLO</u></b>	<b><u>17</u></b>
Optativo libre	3
Optativo disciplinar III	3
Optativo disciplinar IV	3
Optativo disciplinar V	3
Práctica profesional industrial	5
<b><i>Total de créditos del Bachillerato</i></b>	<b><i>141</i></b>
<b><u>IX CICLO</u></b>	<b><u>18</u></b>
Métodos de investigación química	6
Sistemas integrados de gestión	3
Optativo disciplinar I	3
Optativo disciplinar II	3
Optativo disciplinar III	3

<b>CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>X CICLO</u>	<u>18</u>
Trabajo final de graduación	0
Gerencia industrial	3
Principios de six sigma	3
Optativo libre	3
Optativo disciplinario IV	3
Optativo disciplinario V	3
Optativo disciplinario VI	3
<b><i>Tramo de Licenciatura</i></b>	<b><i>36</i></b>
<b><i>Total de créditos de la Licenciatura</i></b>	<b><i>177</i></b>

ANEXO B

**TEMÁTICAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA  
INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## **ANEXO B**

### **TEMÁTICAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

#### **QUÍMICA GENERAL I**

Créditos: 3.

Descripción: El curso de Química General I forma parte de los cursos básicos. Tiene como propósito fundamental explicar el comportamiento de la materia tanto microscópica como macroscópicamente. Se parte de una visión general del comportamiento físico de la materia hasta llegar a explicar la estructura fundamental y el comportamiento de la misma. Se analizan cualitativa y cuantitativamente las transformaciones químicas, así como los cambios energéticos involucrados en ellas. Por último, se estudian las uniones químicas que forman los elementos para dar origen a una gran variedad de compuestos químicos, así como sus propiedades. El curso ha sido organizado de modo que la parte correspondiente a la teoría, que corresponde al presente curso, tenga como complemento el curso de laboratorio, por lo que ambos serán desarrollados en forma coordinada para la mejor comprensión de los conceptos propuestos, razón por la cual se plantean como correquisitos.

Objetivo General: Brindar los fundamentos teóricos y habilidades cognitivas básicas en el área de la Química que permitan la construcción de los conocimientos, habilidades y destrezas requeridos para su formación profesional.

Resumen de contenidos: La materia, composición, propiedades, cambios, el átomo, moléculas, compuestos. Reacciones y ecuaciones químicas. Energía, termoquímica. Primera Ley de la termodinámica. Entalpía, Teoría Atómica, clasificación y propiedades de los elementos, enlace químico.

#### **LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL I**

Créditos: 1.

Descripción: El curso de laboratorio en Química General I, es el complemento práctico experimental para el curso de Química General I. Este curso tiene como propósito fundamental desarrollar en el estudiante destrezas y habilidades tales que les permita iniciar un proceso de formación en lo que al trabajo de laboratorio respecta. Dado que este es el primer curso a nivel universitario en el cual el estudiante debe enfrentarse al trabajo experimental, en él se han considerado destrezas y habilidades definidas como básicas para su desempeño profesional futuro, pero principalmente serán la base para continuar cursos de laboratorio de nivel más avanzado. Por otra parte, cada una de las prácticas consideradas, tiene correspondencia en los distintos temas tratados en el curso de teoría.

Objetivo General: Aplicar de forma práctica los conceptos básicos más relevantes sobre los cuales se fundamenta la química, desarrollando destrezas y habilidades en el estudiante que mejoren su

competencia a nivel experimental, en un ambiente donde se cumplan las normas de seguridad, para complementar los conocimientos adquiridos en el curso de teoría.

Resumen de contenidos: La materia, composición, propiedades, cambios, el átomo, moléculas, compuestos. Reacciones y ecuaciones químicas. Energía, termoquímica. Primera Ley de la termodinámica. Entalpía, Teoría Atómica, clasificación y propiedades de los elementos, enlace químico.

## INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA INDUSTRIAL

Créditos: 1.

Descripción: Este curso tiene como propósitos ofrecer una visión de los retos que deben enfrentar los estudiantes que optan por la carrera de Química Industrial: adaptación a la vida universitaria, incluyendo las particularidades de la carrera, los servicios ofrecidos por la universidad para mejorar su desempeño (e.g. Éxito Académico, Salud, Biblioteca). Un eje transversal del curso es el desarrollo de habilidades que le permitan comunicarse con cualquier público, incluyendo profesionales de la química.

En este sentido, se presenta al estudiantado las oportunidades que ofrece la Universidad y en particular la carrera de Química Industrial para su formación profesional. Durante el curso se fomenta el interés sobre la necesidad de fortalecer las técnicas de estudio y de lectura y redacción de fuentes confiables de información científica (e.g., artículos de investigación, revisiones de literatura, reportes técnicos) que les permitan interpretar y presentar trabajos en cursos futuros, generando el conocimiento básico para redactar adecuadamente una publicación o trabajo de investigación. Se pretende, además, dar a conocer el quehacer académico y de investigación que se realiza al interior de la Escuela de Química de la Universidad Nacional y actividades en química que se desarrollan en otras universidades públicas. De igual forma, se pretende determinar las actividades en las que se desempeña un profesional en química, para que cuente con elementos de juicio, en torno a la opción profesional que ha elegido.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de describir las generalidades de la carrera de Química Industrial de la Universidad Nacional, incluyendo la carrera, la unidad académica, las oportunidades laborales y académicas de las personas graduadas y la industria costarricense, de forma que se encuentre mejor preparada para su vida universitaria y su futuro profesional.

Resumen de contenidos: Introducción a la vida universitaria. La Carrera de Química Industrial y su plan de estudios. Reglamento general sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Continuidad del proceso de enseñanza: Licenciaturas y Maestrías. El profesional en Química Industrial. La industria química en Costa Rica. Mercado laboral de un químico industrial en Costa Rica. Funciones y responsabilidades laborales de un químico industrial en Costa Rica. Ética profesional en la química industrial. Asimismo, se tratan temas importantes para su vida universitaria, tales como organización de tiempo, manejo del estrés, redacción de documentos, fundamentos de investigación, recursos ofrecidos por la Universidad Nacional y reglamentos de importancia, tal como el Reglamento General sobre los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE DATOS

Créditos: 3.

Descripción: Este curso está diseñado para las áreas disciplinarias donde se maneja un gran volumen de datos, o bien requieren hacer uso de un software que les permita ser una herramienta para el manejo de la información dentro de dicha área. Este curso introduce al estudiante en el conocimiento sobre un lenguaje de programación (Python o R), de manera que pueda conocer su sintaxis y las técnicas necesarias para tener un adecuado procesamiento de sus datos. De manera particular, el curso se enfoca en el ordenamiento y procesamiento de la información, por lo que la práctica y el ejercicio constante por parte del estudiante dan la pauta para el aprendizaje. El tiempo de estudio independiente debe ser utilizado por el estudiante de la mejor manera posible, para lo cual se propone la realización de tareas y ejercicios, y se ofrecen espacios de consulta.

Objetivo General: Que el estudiante tenga la capacidad de aprender los conocimientos necesarios para la introducción al análisis de datos, haciendo uso de un lenguaje programación con una utilidad estadística con el fin de que pueda procesar y analizar sus datos de acuerdo al área disciplinaria al que pertenece.

Resumen de contenidos: Historia del análisis de datos: origen, características, versiones. Lenguajes que favorecen el análisis de datos. Funcionamiento del lenguaje seleccionado (Python o R): elementos necesarios para trabajar en este lenguaje de programación. Análisis exploratorio de datos (Definición, Tipos de datos., Histograma/Pictograma/Polígono de Frecuencias, Medidas de tendencia central, Medidas de tendencia no central, Medidas de dispersión). Estructuras de control necesarias para el análisis de datos. Sentencias iterativas. Declaración de Funciones útiles para el análisis de datos (Creación de funciones, Uso de variables). Bibliotecas (Obtención de datos como máximo, mínimo de un conjunto. Cálculos estadísticos como: cuartiles, percentiles, máximo, mínimo. Uso de las librerías según las necesidades de los datos de los estudiantes. Tipos estructurados: clases y diccionarios. Creación de gráficos. Creación de scripts para el análisis de datos. Creación y uso de archivos: apertura, creación, lectura, y cierre.)

## QUÍMICA GENERAL II

Créditos: 3.

Descripción: El curso de Química General II forma parte de los cursos básicos. Este curso tiene como propósito fundamental el facilitar al estudiante la búsqueda de explicaciones sobre el comportamiento microscópico de la materia en sus diferentes estados; así como sobre los cambios de estado y las características de las disoluciones. Para esto se parte de los modelos y explicaciones microscópicas desarrolladas en el curso de Química General I.

Al construir explicaciones sobre el comportamiento de la materia será necesario explorar los conceptos de reversibilidad y equilibrio químico, como base para explicar procesos de solubilidad y el comportamiento químico de ácidos, bases y sales.

Por otra parte, utilizando los principios de la Termodinámica se estudian los cambios energéticos involucrados en procesos químicos como base para poder predecir en qué casos las transformaciones químicas ocurren espontáneamente, así como la velocidad a la que se llevan a cabo dichos procesos.

Objetivo General: Analizar los fundamentos teóricos y habilidades cognitivas básicas en el área de la Química que permitan la construcción de los conocimientos, habilidades y destrezas requeridos para su formación profesional.

Resumen de contenidos: Estados de la materia, cambios de estado y relaciones energéticas, diagrama de fases, gases, mezclas, disoluciones, solubilidad, unidades de concentración, velocidad de reacción, segunda y tercera Ley de la Termodinámica, equilibrio, ácido, base, pH, amortiguadores.

## LABORATORIO DE QUÍMICA GENERAL II

Créditos: 1.

Descripción: El curso de laboratorio en Química General II, es el complemento práctico experimental para el curso de Química General II. Este curso tiene como propósito fundamental desarrollar en el estudiante destrezas y habilidades tales que les permita continuar con su proceso de formación en lo que al trabajo de laboratorio respecta. Dado que este es el segundo curso a nivel universitario en el cual el estudiante debe enfrentarse al trabajo experimental, en él se han considerado destrezas y habilidades definidas como básicas para su desempeño profesional futuro. Por otra parte, cada una de las prácticas consideradas, tiene correspondencia en los distintos temas tratados en el curso de teoría.

Objetivo General: Ilustrar de forma práctica los conceptos básicos más relevantes sobre los cuales se fundamenta la química, desarrollando destrezas y habilidades en la persona estudiante que mejoren su competencia a nivel experimental, en un ambiente donde se cumplan las normas de seguridad, para complementar los conocimientos adquiridos en el curso de teoría.

Resumen de contenidos: Termodinámica, Estados de la materia, Disoluciones, Velocidad de reacción, Equilibrio químico.

## CÁLCULO I

Créditos: 4.

Descripción: Este curso pretende brindar al estudiante una base sólida en el manejo del Cálculo Diferencial e Integral, como herramienta práctica en el desarrollo de su carrera. Se estudian los conceptos teóricos que sirven de base para la resolución de ejercicios referentes a límites, derivadas e integrales de funciones reales en una variable; enfatizando en los procedimientos de optimización de funciones en una variable, que le proporcionarán las bases conceptuales necesarias para los cursos posteriores. Para que el estudiante tenga un óptimo desempeño en el curso, es fundamental que domine temas básicos de álgebra, resolución de ecuaciones, funciones y trigonometría. Además, se espera del estudiante una actitud positiva y responsable propia de un estudiante universitario.

Objetivo General: Resolver problemas de aplicación utilizando conceptos del cálculo diferencial e integral.

Resumen de contenidos: Límites de funciones reales de variable real. Cálculo de límites: por sustitución directa, simplificación, racionalización y cambio de variable. Derivadas. Teoremas sobre

derivación de funciones: derivada de una suma, resta, producto, cociente. Regla de la cadena. Derivadas de orden superior. Derivación implícita. Aplicaciones de la derivada. Regla de L'Hopital. Integrales. Técnicas de integración: directa, por sustitución, por partes, por sustitución trigonométrica, por fracciones parciales, por sustitución de racionales, por sustitución de Weierstrass. Aplicaciones de la integral. Aplicación de la integral definida al cálculo de áreas bajo una curva y área entre curvas.

## CÁLCULO II

Créditos: 4.

Descripción: El curso le brinda al estudiante los conceptos básicos del análisis matemático que se utilizarán en otros cursos como Cálculo III, Métodos Numéricos y Ecuaciones Diferenciales. Los temas que se desarrollarán son: Sólidos de Revolución, Coordenadas Polares, Números Complejos, Integrales Impropias, Sucesiones y Series, Series de Potencias y Funciones en varias variables. Además, se pretende que los estudiantes adquieran los conocimientos elementales de los temas desarrollados y, con esto, aplicarlos a los contextos de su área profesional, así como la utilización en otras áreas.

El curso, es teórico-práctico, esto significa que en el mismo se aprende conceptos, teoría, y procedimientos, que permiten aplicarse para resolver ejercicios.

Objetivo General: Aplicar los conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial e Integral en la resolución de problemas de distintos campos.

Resumen de contenidos: Funciones en varias variables. Dominios reales de funciones de varias variables. Derivadas parciales de enésimo orden. Optimización. Multiplicadores de Lagrange (dos y tres restricciones). Problemas de máximos y mínimos. Aplicaciones de la integral. Coordenadas polares. Números complejos. Integrales impropias. Sucesiones y series. Series de potencias.

## QUÍMICA ANALÍTICA CUANTITATIVA

Créditos: 3.

Descripción: Este curso introduce al estudiante los principales aspectos teóricos y prácticos relacionados con el proceso químico analítico. En este se realiza un reconocimiento e identificación de los principales fundamentos de las técnicas del análisis gravimétrico, volumétrico (ácido-base, precipitación, oxidación-reducción y complejométricos), así como los métodos potenciométricos y espectrofotométricos. Esto a su vez es contextualizado mediante resolución de problemas prácticos y estudios de casos para que se pueda comprender y argumentar sobre las aplicaciones a nivel industrial y otras áreas del conocimiento, además, se enfatiza en el manejo e interpretación de los resultados que de ellos se derivan.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de discernir la idoneidad de las principales técnicas químicas cuantitativas a través del análisis de los principios teóricos involucrados, sus aplicaciones y sus resultados, para la resolución de problemáticas analíticas en el laboratorio y a nivel industrial.

Resumen de contenidos: Introducción a la Química Analítica y Evaluación de los resultados analíticos. Métodos gravimétricos de análisis. Métodos volumétricos de análisis. Métodos potenciométricos de análisis. Espectrometría de absorción molecular.

## LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA CUANTITATIVA

Créditos: 3.

Descripción: En este curso se pretende desarrollar destrezas y habilidades de laboratorio, que son requeridas para un buen desempeño en el análisis cuantitativo, incluyendo el manejo de datos, cifras significativas e incertidumbre, así como complementar y reforzar los conocimientos adquiridos en la teoría. Se aplicarán los aspectos básicos de las técnicas de análisis conocidas como clásicas, como lo son los métodos gravimétricos, volumétricos con sus aplicaciones ácido-base, precipitación, oxidación-reducción y complejométricos. En la parte instrumental se conocerá la fundamentación teórica, el manejo y aplicación de las técnicas potenciométricas y espectrofotométricas, todas ellas conducidas a cuantificar matrices en el campo industrial y farmacéutico.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar los principios generales de algunas técnicas gravimétricas, volumétricas e instrumentales de uso general en química analítica para la realización de experimentos cuantitativos relacionados con aplicaciones industriales y la interpretación de resultados.

Resumen de contenidos: Las prácticas específicas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: Uso de cristalería y equipo de laboratorio (balanza analítica, espectrofotómetros, potenciómetros, calibración), preparación de disoluciones patrón, gravimetría de precipitación o volatilización, volumetrías de neutralización, precipitación, redox y/o complejométricas, potencimetría y espectrofotometría ultravioleta y visible.

## PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA

Créditos: 3.

Descripción: Este curso introduce al estudiante dentro de una perspectiva práctica de la Estadística como una disciplina científica, convertida actualmente en una herramienta esencial de la investigación en casi todos los campos. Se analizan las técnicas básicas de la estadística descriptiva, en los procesos de clasificación, presentación, análisis e interpretación de información cuantitativa o cualitativa obtenida por medio de la observación o experimentación. Esto se complementa con el uso de técnicas propias de la inferencia estadística para extraer conclusiones sobre una población en estudio, mediante la aplicación de modelos probabilísticos simples. Además, se introduce el uso de la regresión lineal simple para modelar la relación existente entre dos variables. El curso pretende colaborar con el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas mediante el uso de software estadístico como herramienta para el análisis de datos.

Objetivo General: Aplicar conceptos básicos de la Estadística y las probabilidades para resolver problemas vinculados con la clasificación, presentación, análisis e interpretación de la información cualitativa y cuantitativa, obtenida por diferentes métodos.

Resumen de contenidos: Conceptos estadísticos básicos . Representación tabular y gráfica. Medidas descriptivas: posición y variabilidad. Teoría elemental de probabilidad. Distribuciones de probabilidad. Distribuciones muestrales. Estimación estadística. Teoría de la decisión.

## ADMINISTRACIÓN INDUSTRIAL E INNOVACIÓN

Créditos: 3.

Descripción: Este curso brinda los principios de administración, dirección de negocios e innovación necesarios para su labor en la industria y el desarrollo de sus propios emprendimientos de una forma ética y responsable. Se presentan las características fundamentales de la organización de las empresas, el papel del individuo en ella y de ellas en la sociedad. Se desarrollan herramientas y habilidades para el manejo de recursos, el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la innovación. Debido a la transversalización del uso del idioma inglés y su relevancia en este curso, parte de la bibliografía y los recursos didácticos se brindarán en inglés, por lo que se estima un uso de dicho idioma de un 25% de la totalidad del curso.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de gestión de una empresa en sus distintos departamentos mediante proyectos o emprendimientos innovadores de forma que se mejore la productividad y eficiencia.

Resumen de contenidos: Análisis del Entorno. Planificación Estratégica de negocio. Organización. Dirección y control. Mercadeo y venta. Contabilidad y finanzas.

## FISICOQUÍMICA

Créditos: 3.

Descripción: En este curso se discutirá la importancia de los conceptos básicos de la Fisicoquímica aplicados a los procesos industriales, con énfasis en el estudio de la Termodinámica. La comprensión de los conceptos permitirá entender y describir los procesos relacionados con ciertos sistemas, así como resolver problemas cotidianos que se presentan en procesos biológicos y químicos. La Termodinámica es una de las herramientas más poderosas para analizar los sistemas físicos y químicos, ya que permite diseñar procesos y hacer predicciones que abarcan desde la bioquímica de las células hasta el destino del Universo.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de analizar los diferentes sistemas en equilibrio, reales o ideales, donde se apliquen los conceptos básicos de la Termodinámica para la descripción y diseño de procesos.

Resumen de contenidos: Conceptos fundamentales de Termodinámica. Primera ley de la Termodinámica. Funciones de estado: energía interna y entalpía. Termoquímica. Segunda ley de la Termodinámica y entropía. Equilibrio químico. Gases reales. Diagramas de fases. Disoluciones ideales y reales. Disoluciones de electrolitos.

## QUÍMICA ORGÁNICA I

Créditos: 3.

Descripción: Este curso inicia con un repaso de conceptos pilares de química general con un enfoque orientado a su uso e importancia en la química orgánica; estos temas comprenden: estructura atómica, regla del octeto, estructura de Lewis, electronegatividad, polaridad de enlace, cargas formales, estructura iónica, resonancia, teorías de ácido –base, entre otros. Posteriormente, se discutirán los grupos funcionales en química orgánica, reactividad, estructura, reglas de nomenclatura de compuestos, alcanos, estereoquímica, haluros de alquilo, sustitución nucleofílica y eliminación, alquenos, alquinos y alcoholes. Los grupos funcionales subsiguientes se tratarán en química orgánica II. A lo largo del curso se mantendrá un ligamen directo entre los temas aprendidos y su importancia en el perfil de salida de un profesional en química de acuerdo con el mercado nacional y global. Hay varias industrias que se basan en desarrollos propios de la química orgánica, plásticos, textiles, refinería de petróleo, pulpa y papel, metales, industria farmacéutica, perfumería, jabones, detergentes, productos de limpieza en general, aditivos alimenticios, recientemente biorrefinería e industria química de productos biobasados. En este enfoque, los temas aprendidos contribuyen al desarrollo de una “caja de herramientas” en síntesis orgánica orientadas a la comprensión de los alcances de la química orgánica y el rol de esta en los diferentes sectores industriales. Además, se incluye de forma transversal el comportamiento ético profesional de un químico, la importancia de la profesión y el ejercer la misma con principios éticos sólidos, debido al impacto que tiene la profesión en ámbitos vitales para la humanidad como medio ambiente. Se discutirán, además, los objetivos de desarrollo sostenible y cómo las industrias de base en química orgánica se asocian con estos. A través de la incorporación de evaluaciones alternativas se incorporan el manejo del inglés, el desarrollo de habilidades globales y el desarrollo de habilidades blandas, factores de alto impacto en la empleabilidad en el mercado laboral actual. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de pensamiento científico sistémico orientadas a la resolución de problemas complejos enmarcados en un contexto de la industria fundamentada en la disciplina, mediante el conocimiento de los grupos funcionales propios de la Química Orgánica y sus características fisicoquímicas.

Resumen de contenidos: Representación de estructuras de un compuesto. Grupos funcionales en química orgánica, nomenclatura de alcanos, cicloalcanos, alquenos, alquinos, haluros de alquilo, éteres alcoholes, aminas. Propiedades físicas de alcanos, cicloalcanos, alquenos, alquinos, haluros de alquilo, éteres alcoholes, aminas. Isomería. Proyecciones de Newman y conformaciones de cicloalcanos. Representación del flujo de electrones en una reacción orgánica, mecanismos. Termodinámica y cinética de reacciones química, estados de transición. Control cinético y termodinámico de reacciones. Reacciones de alquenos, alquinos, alcoholes, aminas, éteres, epóxidos, compuestos sulfurados y organometálicos. Uso de programas informáticos para diseño de síntesis orgánica, reacciones químicas y moléculas. Ética y principios profesionales en el ejercicio de la Química y su impacto en la sociedad y el ambiente.

## LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA I

Créditos: 2.

Descripción: El curso de Laboratorio de Química Orgánica I, se centra en el desarrollo de habilidades manuales y procedimentales para el desempeño óptimo de un químico en técnicas de laboratorio asociadas a la química orgánica y utilizadas ampliamente en el quehacer propio de esta área del conocimiento. En este espacio de aprendizaje el estudiante utilizará cristalería esmerilada, equipos básicos de laboratorio, y adquirirá los conocimientos necesarios para la comprensión del fundamento físico químico de metodologías enfocadas a la separación, purificación, síntesis de sustancias químicas. En este laboratorio se utilizará la cromatografía de capa fina y algunas técnicas espectroscópicas básicas para la identificación de sustancias, seguimiento de procesos de purificación y síntesis orgánica. Se fomentará el análisis de procedimientos a nivel de laboratorio y cómo estos se convierten a nivel industrial en operaciones unitarias, aunado a lo anterior se generará la discusión alrededor de estos para comprender la viabilidad del escalado de ciertos pasos procedimentales de nivel de laboratorio a escala industrial.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de laboratorio orientadas al aislamiento, purificación, síntesis e identificación de compuestos orgánicos con base en sus propiedades físicas y químicas aplicado al diseño de procesos experimentales.

Resumen de contenidos: Técnicas básicas de separación para la purificación de matrices. Principios básicos de cromatografía de capa fina (CCF), columna y capa preparativa. Reactividad de grupos funcionales aplicada a síntesis orgánica simples. Análisis de artículos científicos en el área de química orgánica, para su empleo en presentaciones orales y la escritura de textos científicos. Análisis de procesos productivos industriales e identificación de las operaciones unitarias ligas al escalamiento de los procedimientos realizados a nivel del laboratorio.

## MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS

Créditos: 3.

Descripción: En este curso se profundiza el área de estudio de química analítica enfatizando en las técnicas instrumentales de análisis. Se estudiarán los principios teóricos que sustentan algunas técnicas básicas del análisis instrumental que son importantes y parte del conocimiento general de un profesional en química, puesto que le permiten una mejor comprensión de sus aplicaciones y el manejo de los datos generados; esto siempre contextualizado en para la toma de decisiones aplicada en la resolución de problemáticas inherentes del ejercicio profesional. Se busca combinar el conocimiento del principio de las técnicas con el funcionamiento del instrumento y las aplicaciones en diferentes matrices. El curso integra aspectos teóricos y prácticos que permiten el desarrollo de habilidades en relación con las técnicas instrumentales de espectrometría infrarroja, fluorescencia molecular, espectrometría de absorción y emisión atómica, generación de hidruros, horno de grafito, ICP-OES e ICP-MS, cromatografía de gases y cromatografía líquida con detectores clásicos o de masas. Las técnicas analíticas permitirán al estudiante tener el conocimiento y las herramientas necesarias, para poder modificar condiciones analíticas que generen confianza y prontitud en la respuesta del equipo. También se aprenderá a manejar con criterio el apropiado tratamiento de la muestra acorde con la técnica analítica utilizada.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de evaluar las principales técnicas instrumentales de análisis a través de la integración de los principios teóricos y de funcionamiento instrumental involucrados, sus aplicaciones y el manejo de los resultados, para la resolución de problemáticas analíticas en el laboratorio y a nivel industrial.

Resumen de contenidos: Espectrometría Infrarroja. Espectrofotometría de Fluorescencia Molecular. Espectrometría de absorción y emisión atómica. Cromatografía de gases. Cromatografía líquida de alta resolución. Otras técnicas analíticas instrumentales.

## LABORATORIO DE MÉTODOS INSTRUMENTALES DE ANÁLISIS

Créditos: 3.

Descripción: En este curso se pretende desarrollar destrezas y habilidades de laboratorio, que son requeridas para un buen desempeño en el análisis cuantitativo, complementando y reforzando los conocimientos adquiridos en la teoría y en el curso de Química Analítica Cuantitativa. Se aplicarán los aspectos básicos de la espectrofotometría de fluorescencia molecular, la absorción y emisión atómica, las cromatografías de gases y líquida de alta resolución (HPLC), así como biosensores y otras aplicaciones específicas de los métodos instrumentales. Asimismo, este curso fomenta un enfoque estadístico del análisis de resultados, la comparación de técnicas y la validación de métodos de análisis.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de evaluar los principios generales de algunas técnicas de análisis instrumental de uso general en química analítica para la selección y aplicación de experimentos cuantitativos relacionados con aplicaciones industriales y la interpretación de resultados.

Resumen de contenidos: Las prácticas específicas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: validación de métodos, curvas de ajuste, adición estándar y estándar interno, espectrofotometría de fluorescencia molecular, absorción y emisión atómica, refractometría, cromatografía de gases, cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y otras técnicas actuales: biosensores, infrarrojo cuantitativo, microscopía electrónica. Este curso incluye una actividad tipo proyecto de diseño de experimentos bajo el acompañamiento de la persona docente.

## PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE PROCESOS

Créditos: 3.

Descripción: El curso de Principios de Ingeniería de los Procesos Industriales introduce una serie de conceptos y metodologías destinados a cambiar el paradigma: de lo pequeño a lo grande, del laboratorio al proceso industrial, de lo analítico al diseño en condiciones de incertidumbre, entre otros. El curso se enfoca en dos grandes temáticas asociadas al reactor químico, el corazón de un proceso químico, que son la Cinética Química y el Diseño de Reactores Ideales. Al inicio del curso

se explica qué es un proceso industrial, sus características y las principales herramientas que se usan en el diseño de procesos industriales, e.g., balances de materia y energía, búsqueda de información, plantas piloto y simulaciones. Con respecto a los reactores reales, se introducirán los aspectos más relevantes, las dificultades de dicho diseño y cómo se pueden resolver.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer aspectos de diseño del reactor químico dentro de un proceso químico industrial, incluyendo su capacidad y tipo, condiciones de proceso y cinética, para la optimización de un proceso industrial.

Resumen de contenidos: El proceso químico industrial. Balance de materia. Balance de energía. Transferencia de masa. Cinética química. Diseño de reactores químicos. Consideraciones generales del diseño de reactores reales.

## QUÍMICA ORGÁNICA II

Créditos: 3.

Descripción: Este curso inicia con un repaso de conceptos pilares de química orgánica I, tales como estabilidad de moléculas orgánicas, resonancia, nucleofilicidad, basicidad, equilibrio ácido-base, pKa y su uso en síntesis orgánica, grupos salientes, activación de grupos salientes, hiperconjugación, impedimento estérico, nucleófilos y electrófilos, mecanismos de flechas curvas, interpretación de diagramas de coordenadas de reacción, control cinético y termodinámico. Posteriormente, se discutirán los grupos funcionales en química orgánica, reactividad, estructura, reglas de nomenclatura de compuestos aromáticos, compuestos carbonílicos tipo I, II y III. Polímeros de aplicación industrial. A lo largo del curso se mantendrá un ligamen directo entre los temas aprendidos y su importancia en el perfil de salida de un profesional en química de acuerdo con el mercado nacional y global. Hay varias industrias que se basan en desarrollos propios de la química orgánica, plásticos, textiles, refinería de petróleo, pulpa y papel, metales, industria farmacéutica, perfumería, jabones, detergentes, productos de limpieza en general, aditivos alimenticios, recientemente biorrefinería e industria química de productos biobasados. En este enfoque, los temas aprendidos contribuyen al desarrollo de una “caja de herramientas” en síntesis orgánica orientadas a la comprensión de los alcances de la química orgánica y el rol de esta en los diferentes sectores industriales. Como parte del curso se introducirá al estudiante en reacciones diseñadas con nombres específicos altamente utilizadas en procesos de síntesis orgánica. Se ampliará los conceptos de organometálica. Además, se incluye de forma transversal el comportamiento ético profesional de un químico, la importancia de la profesión y el ejercer la misma con principios éticos sólidos debido al impacto que tiene la profesión en ámbitos vitales para la humanidad como medio ambiente, se discutirán, además, los objetivos de desarrollo sostenible y cómo las industrias de base en química orgánica se asocian con estos. A través de la incorporación de evaluaciones alternativas se incorporan el manejo del inglés, desarrollo de habilidades globales y desarrollo de habilidades blandas, factores de alto impacto en la empleabilidad en el mercado laboral actual. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 50% en inglés.

Objetivo General: Que el estudiante sea capaz de aplicar habilidades de pensamiento científico sistémico orientadas a la resolución de problemas complejos enmarcados en un contexto de la industria fundamentada en la disciplina, mediante el conocimiento de los grupos funcionales propios de la Química Orgánica y sus características fisicoquímicas.

Resumen de contenidos: Isótopos y su utilidad en espectrometría de masas. Introducción a espectroscopia infrarroja, momentos dipolares y bandas en IR. Formación de señales de NMR y el efecto de la atracción inductiva de electrones sobre las señales de NMR. Interpretación de IR, NMR y espectrometrías de masas. Reactividad de compuestos aromáticos. Nomenclatura de compuestos aromáticos. Reacciones de oxidación y reducción en química orgánica. Aminas y su importancia en la química orgánica. Conceptos de síntesis orgánica, economía atómica, estrategias de desconexión, sintones y equivalentes sintéticos, bloques de construcción. Química verde.

## LABORATORIO DE QUÍMICA ORGÁNICA II

Créditos: 2.

Descripción: El curso de Laboratorio de Química Orgánica II, se centra en el desarrollo de habilidades manuales y procedimentales para el desempeño óptimo de un químico en técnicas de laboratorio asociadas a la química orgánica y utilizadas ampliamente en el quehacer propio de esta área del conocimiento. En este espacio de aprendizaje el estudiante utilizará los conocimientos adquiridos en orgánica I para el desarrollo de procedimientos y experiencias controladas que permitan conocer de primera mano los diversos campos de acción de la química orgánica: semi síntesis, aislamiento de metabolitos secundarios de plantas, síntesis orgánica, formulación, polimerización, despolimerización, purificación y caracterización de materias primas orgánicas, energías alternativas en síntesis orgánica, principios de química verde en síntesis, biorrefinería, biocatálisis, entre otros.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 50% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de laboratorio orientadas al aislamiento, purificación, síntesis e identificación de compuestos orgánicos, con base en sus propiedades físicas y químicas, para la comprensión de los diversos campos de acción de la química orgánica.

Resumen de contenidos: Aplicación de técnicas básicas de separación. Energías alternativas para procesos de síntesis orgánica y principios de química verde asociados a síntesis orgánica. Reactividad de grupos funcionales aplicada a síntesis orgánica simples. Principios de química medicinal. Introducción síntesis total, semi síntesis y síntesis convergente. Utilización de técnicas espectroscópicas para evaluación de pureza de compuestos sintetizados y purificados, interpretación de estos. Montaje de metodologías de HPLC y GC aplicadas a la Química orgánica como una herramienta de control de pureza.

## EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE EMPRENDIMIENTOS INNOVADORES

Créditos: 3.

Descripción: Este curso brinda los principios de la planificación, evaluación y gestión de proyectos con un enfoque al diseño, ejecución y análisis de insumos para la toma de decisiones. Se inicia con un componente conceptual del proceso de formulación y planificación de proyectos en el marco de una gestión de calidad, lo cual posteriormente se aplica mediante la realización de estudios (e.g., técnico, financiero, ambiental, social) con una metodología práctica basada en proyectos y solución de problemas. Se discute el entorno del mercado nacional y global, la industria y las organizaciones.

Debido a la transversalización del uso del idioma inglés y su relevancia en este curso, parte de las lecciones y la gran mayoría de la bibliografía y los recursos didácticos se brindarán en inglés. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 50% en inglés.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de analizar los resultados de herramientas de evaluación y gestión de proyectos y emprendimientos, que involucran estudios (financieros, técnicos, sociales o ambientales) de forma que guíen la toma de decisiones.

**Resumen de contenidos:** Gestión de la innovación y emprendimiento. Planificación de emprendimientos innovadores. Evaluación general de un proyecto. Evaluación de mercado y técnica. Evaluación de costos y financiera. Evaluación económica, legal, social y ambiental.

## PROCESOS QUÍMICO-BIOLÓGICOS

Créditos: 3.

**Descripción:** El curso facilitará los elementos básicos para el análisis de procesos que caracterizan la dinámica natural de la vida y su relación con el aprovechamiento por el ser humano a través de tecnologías industriales y de desarrollo sostenible. El nivel de integración de conceptos biológicos y químicos que se pretende alcanzar con el curso será el resultado de un análisis secuencial de los mismos, que conlleve al análisis de los problemas ambientales relevantes de la actualidad, que afectan al medio biológico y que pueden regularse para mitigar su impacto en el ambiente. Se realizarán giras como parte del proceso de aprendizaje.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso la persona estudiante será capaz de evaluar los procesos biológicos y químicos fundamentales del estudio de la vida, en el contexto de su origen, su evolución, su organización en ecosistemas y el aprovechamiento que el ser humano hace de ellos.

**Resumen de contenidos:**

La base química de la vida. Estructura y función de la célula. Fundamentos de genética. Principios básicos del metabolismo. Clasificación de los organismos: Virus. bacterias y hongos. Flujo de energía a través del ecosistema. Bioética y ética ambiental.

## LABORATORIO DE PROCESOS QUÍMICO-BIOLÓGICOS

Créditos: 1.

**Descripción:** El curso de Laboratorio de Procesos Químicos Biológicos es el complemento práctico al curso de teoría, en donde se desarrollan experiencias prácticas de laboratorio relacionadas con los contenidos del curso. Se busca generar bases sólidas respecto al trabajo en un laboratorio de biología, así como desarrollar destrezas para el uso del instrumental y reactivos propios de dicho contexto.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de ejecutar análisis típicos de un laboratorio de biología general que involucran procesos químico-biológicos, mediante el uso de equipo, cristalería y reactivos atinentes de forma eficiente y segura.

Resumen de contenidos: Las practicas especificas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: uso de cristalería y equipo de laboratorio, principios básicos de seguridad en el laboratorio para el manejo de microorganismos, técnicas básicas para la preparación de medios de cultivo y siembra de microorganismos (bacterias y hongos), técnicas básicas de tinción para la observación y montaje de muestras en el microscopio óptico (células vegetales y animales, microorganismos), técnicas básicas para la observación de procesos de división celular y metabólicos.

## OPERACIONES UNITARIAS

Créditos: 3.

Descripción: Este es un curso donde se presentan los conceptos básicos de las operaciones unitarias para aplicarlos en la resolución de problemas, utilizando los conceptos básicos de balances de masa y energía y analizando el funcionamiento de los equipos y maquinarias en los cuales se llevan a cabo las diferentes operaciones unitarias, incluyendo sus condiciones de operación y mantenimiento.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de explicar los diferentes procesos de transformación que ocurren en las operaciones unitarias presentes en la industria mediante la aplicación de los principios básicos de la transferencia de fluidos, calor y masa.

Resumen de contenidos: Introducción a los principios de Ingeniería. Mecánica de Fluidos (estática y dinámica de fluidos, agitación y mezclado). Transferencia de calor. Operaciones de separación de mezclas heterogéneas. Operaciones de separación de mezclas homogéneas. Otras operaciones unitarias.

## BIOQUÍMICA I

Créditos: 3.

Descripción: Este curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos introductorios de Bioquímica orientados en los temas básicos de dicha materia, entre los cuales se discutirán los aspectos tales como química del agua, hidratos de carbono, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y las vitaminas. Asimismo, se estudian las propiedades físicas y químicas de los mismos. Se revisarán los temas principales de la termodinámica clásica para luego discutir su aplicación a los procesos bioquímicos. Se introducirán conceptos tales como fuentes de energía, macroérgicos y supra-macroérgicos.

Se entrará en el estudio de las enzimas y los cofactores enzimáticos (coenzimas e iones) que se encuentran involucrados en las reacciones bioquímicas. Se analizarán las enzimas como micro-reactores sobre cuya superficie se lleva a cabo la reacción de modificación del sustrato que da lugar a los productos. Se discutirá la cinética de las reacciones químicas clásicas y de las reacciones que utilizan a las enzimas como biocatalizadores.

Por otro lado, en la sección de laboratorio los estudiantes aprenderán diferentes métodos de análisis de biocompuestos mediante técnicas analíticas clásicas, así como herramientas más avanzadas tales como cromatografía líquida de alto desempeño.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de correlacionar la estructura de las biomoléculas con sus propiedades y funciones en el organismo y sus técnicas de purificación y análisis.

Resumen de contenidos: El agua como medio biológico. Carbohidratos. Lípidos. Aminoácidos y proteínas. Ácidos nucleicos. La energía y los organismos. Catálisis enzimática.

## INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LOS MATERIALES POLIMÉRICOS

Créditos: 3.

Descripción: La ciencia y la tecnología de los polímeros es una ciencia de gran importancia desde el punto de vista científico e industrial. En el curso se discutirán contenidos teóricos y experimentales relacionados con la Ciencia de los Polímeros. Se requieren principios básicos de Química Orgánica y Fisicoquímica, para comprender y profundizar en los conceptos de la química macromolecular. Los conocimientos previos sobre grupos funcionales, mecanismos de reacción, tipos de enlaces y fuerzas intra e intermoleculares proporcionarán las bases para la comprensión de las propiedades físicas y químicas de los polímeros en estado sólido y en disolución. Se estudiarán el peso molecular y los métodos para la determinación de diversas propiedades de los polímeros, la morfología (estado amorfo y cristalino de polímeros), propiedades mecánicas, térmicas y reológicas, así como las principales técnicas de procesamiento de polímeros plásticos. Los temas estudiados se complementarán con prácticas de laboratorio relacionadas con la identificación de plásticos, síntesis, análisis y caracterización de polímeros y visitas a la industria.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de relacionar la estructura de un polímero con sus propiedades (térmicas, mecánicas, reológicas y otras) y las técnicas de procesamiento requeridas para su uso en la industria.

Resumen de contenidos: Conceptos básicos de la ciencia de polímeros: clasificación, enlace químico, y fuerzas moleculares en los polímeros. Estructura y morfología de los polímeros. Conceptos básicos de la síntesis de polímeros: polimerización por adición y polimerización por etapas. Aspectos generales de las técnicas de transformación de polímeros.

Descripción de las Propiedades de los polímeros. (físicas, eléctricas, mecánicas, ópticas). Ensayos básicos para la caracterización de materiales plásticos. Aspectos ambientales de los polímeros y conceptos básicos de biodegradación. Avances en Química de Polímeros. Aplicaciones de polímeros. Las prácticas específicas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: determinación de punto de fusión por calorimetría diferencial de barrido, determinación de peso molecular por viscosimetría capilar, análisis de tracción en película y material rígido, identificación de plásticos por pruebas físicas sencillas y polimerización.

## QUÍMICA INORGÁNICA

Créditos: 3.

Descripción: En el presente curso se hace una revisión de varias áreas básicas de la Química Inorgánica como son la química descriptiva de los elementos que conforman la tabla periódica, la química de coordinación y la química del estado sólido. Se inicia con una descripción del modelo actual del átomo, del enlace químico y la teoría de orbitales moleculares. Posteriormente, se examinan las propiedades químicas de compuestos inorgánicos en función de su estructura y se destaca su aplicación industrial. Finalmente, se discute la teoría de coordinación, los compuestos organometálicos y la catálisis inorgánica.

El conocimiento adquirido permitirá a la persona estudiante valorar la importancia de la Química Inorgánica en el desarrollo de los procesos industriales, en los sistemas biológicos, en el avance de la tecnología y su impacto en el ambiente y la salud. Este curso contiene un componente importante de investigación para permitir la especialización de la persona estudiante en temas actuales de su interés.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 75% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de establecer relaciones entre la estructura, las propiedades, la reactividad, los métodos de obtención y las aplicaciones industriales de los elementos y sus compuestos.

Resumen de contenidos: Modelo actual del átomo y enlace químico. Química descriptiva. Estado Sólido. Química de coordinación. Catálisis.

## GESTIÓN DE RIESGO QUÍMICO

Créditos: 3.

Descripción: Este curso brinda a las personas estudiantes las herramientas básicas para poder desenvolverse apropiadamente en las industrias en las áreas de salud ocupacional y seguridad industrial, específicamente en el ámbito de la gestión de productos y residuos químicos. El curso utilizará recursos teóricos y prácticos para identificar, evaluar y cuantificar los peligros y riesgos laborales presentes en determinado ambiente laboral. Se pretende informar, capacitar y motivar a las personas estudiantes sobre la gestión de la salud ocupacional, la seguridad industrial, el uso de productos y materiales químicos y de residuos peligrosos que se generan en los diferentes procesos productivos. Se brindará una visión de los beneficios y efectos que conllevan para la salud y el ambiente la manipulación de productos químicos. Además, se estudiará la normativa nacional e internacional vinculante.

Objetivo General: Que la persona estudiante sea capaz de gestionar riesgos químicos mediante metodologías de identificación y evaluación de riesgos, para una adecuada prevención de accidentes y minimización de la exposición a sustancias químicas en procesos industriales.

Resumen de contenidos: Salud Ocupacional y Seguridad Industrial. Higiene industrial. Productos y Residuos químicos. Riesgo químico. Metodologías para la evaluación de riesgos laborales. Accidentes químicos. Transporte de productos químicos.

## ESTADÍSTICA MULTIVARIADA PARA QUÍMICA

Créditos: 3.

Descripción: Los contenidos de la asignatura pretenden aportar al estudiantado una serie de herramientas que ofrece la Estadística como disciplina científica para el abordaje de temas relacionados con el análisis multivariado de datos, resaltando su papel esencial en los procesos de investigación en diferentes áreas de estudio. Se procura dar a conocer distintas técnicas de análisis de datos propias de la Estadística Inferencial que permitan al estudiantado resolver problemas relacionados con su área de estudio con el fin de que las decisiones que pueda tomar estén basadas en fundamentos científicos. Este curso desarrolla aplicaciones prácticas de la estadística enfocados

al muestreo, diseño de experimentos y análisis multivariado de datos, brindando una perspectiva de inicio a fin del proceso científico. Se incluyen conceptos tales como la transformación de datos y distintos modelos multivariados aplicados (por ejemplo, los modelos de regresión multivariados, componentes principales y conglomerados), lo cual brinda la oportunidad de formular modelos que describan relaciones entre dos o más características de las unidades de estudio y, a su vez, permitan resolver problemas de la vida en el contexto de la química industrial y ciencias afines. Además, se promueve en el estudiantado el desarrollo de habilidades relacionadas con el uso de la tecnología, la cual constituye una herramienta de gran relevancia en el estudio y tratamiento de los datos. Se complementarán clases presenciales con clases virtuales sincrónicas o asincrónicas, enfatizando en el uso del laboratorio para la utilización de software estadístico que permita el manejo y el tratamiento de los datos mediante la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas. Para promover el aprendizaje significativo en el estudiantado se realizarán prácticas de laboratorio en la que se promueva el uso de las técnicas de análisis de datos mediante software estadístico.

**Objetivo General:** Aplicar conceptos básicos de la Estadística y las probabilidades en la resolución de problemas vinculados con la clasificación, presentación, análisis e interpretación de la información cualitativa y cuantitativa, obtenida mediante la observación o experimentación.

**Resumen de contenidos:** Planes de muestreo. Estadística multivariada (ANOVA, MANOVA, regresión, análisis de componentes principales). Diseño de experimentos (inferencias acerca de las diferencias de las medias, diseño de comparaciones Diseño de bloques completos aleatorizados. Diseño factorial. Introducción a la metodología de superficie de respuesta: Box-Behnken. Errores comunes en diseño experimental.

## BIOQUÍMICA II

Créditos: 3.

**Descripción:** Este curso ofrece al estudiantado los conocimientos teóricos introductorios de Bioquímica orientados a catabolismo y el anabolismo. El primero es revisado a través de una descripción básica de los principales procesos bioquímicos (ciclos o no) para cada tipo de biocompuestos que dan lugar a la formación de ATP (y otros macroérgicos) y metabolismo secundario. En el segundo, se explican las principales rutas biosintéticas, que originan los biocompuestos más importantes usando como base los macroérgicos, los metabolismos secundarios y otros monómeros disponibles.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de interpretar las rutas anabólicas y catabólicas en el contexto de la estructura molecular de una biomolécula particular, el costo energético, los reactivos y las enzimas necesarias.

**Resumen de contenidos:** Introducción al metabolismo. Metabolismo de carbohidratos. La fase aeróbica del metabolismo. Metabolismo de lípidos. Fosforilación Oxidativa. Fotosíntesis. Metabolismo de aminoácidos y proteínas. Metabolismo general de nitrógeno. Metabolismo de nucleótidos.

## CONTROL DE CALIDAD

Créditos: 1.

Descripción: El curso de Control de Calidad desarrolla el concepto moderno de calidad, su aseguramiento y aplicación en la industria nacional e internacional. La persona estudiante conocerá el uso de los mecanismos de muestreo con validez estadística y aceptación universal y, como complemento, se estudiarán las técnicas de trabajo en equipo y productividad para que una compañía industrial sea competitiva en el mundo globalizado. Se discutirá el tema de control estadístico del proceso como el mecanismo actual que garantiza al cliente el cumplimiento de los parámetros del producto y asegura su plena satisfacción y trazabilidad. En términos de mediación, se utilizarán técnicas interactivas que representen de una forma vivencial los procesos de control de calidad que utilizan actualmente en la industria, como los sistemas de gestión que aplican a los diferentes procesos de calidad, ambiente y seguridad. Finalmente, dentro del sistema de Gestión se analizarán los principios de las normas internacionales ISO como otro tipo de certificación para una empresa excelente y la realidad de su implementación en los diversos tipos de industrias. Debido a la transversalización del uso del idioma inglés y su relevancia en este curso, el 75% de la mediación se realizará en inglés.

Objetivo General: Desarrollar conocimiento y uso de herramientas aplicadas al control de calidad en el área industrial y de servicio, de forma que la persona estudiante pueda aplicar su formación profesional para el desarrollo y la propuesta de iniciativas hacia la mejora continua, resolución de problemas, incrementos de productividad, valor agregado y servicio al cliente.

Resumen de contenidos: Conceptos de Calidad. Organización de la empresa para la calidad y organización del departamento de calidad. Normalización. Certificación vs acreditación de sistemas de calidad: Auditorías de calidad. Aseguramiento de la calidad: Control estadístico de proceso, nociones de estadística en herramientas estadísticas. Técnicas estadísticas de muestreo para control de calidad. Metrología conceptos básicos.

## FORMULACIÓN INDUSTRIAL DE PRODUCTOS

Créditos: 3.

Descripción: La formulación de productos es un arte que combina la química, estadística, la habilidad para encontrar recursos, entender las necesidades del cliente y la creatividad. Debido a que existe un sinnúmero de productos en el mercado y se requiere de una constante actualización según las necesidades de cada país, el curso tiene como intención brindar al estudiante las herramientas necesarias para afrontar los retos que conlleva el área de la investigación y desarrollo. Utilizando una metodología enfocada en la aplicación de conceptos vistos en clase, se le propondrá al estudiante una serie de situaciones en la que deban formular productos pertenecientes a los tipos de industrias más relevantes en el país; además, deberán de ser capaces de determinar las características clave para la funcionalidad de estos y entender cómo relacionar el proceso en laboratorio y su escalado para que puedan ser reproducibles, seguros y su aseguramiento de la calidad sea posible dentro de un proceso continuo. Por lo tanto, al final del curso el estudiante adquirirá conocimientos de diseño de experimentos, formulación, escalado de procesos, manejo de proyectos, interpretación de normas nacionales e internacionales, establecimiento de requisitos, control de calidad y creatividad a la hora de resolución de problemas, dando especial atención a la formulación de productos cosméticos, de limpieza, y resinas para diferentes propósitos. Por ende,

se podrá reducir la brecha que existe entre la academia y la industria cuando se formula. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 75% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de formular productos químicos que satisfagan las necesidades del mercado principalmente en funcionalidad, calidad y ambiente.

Resumen de contenidos: Panorama general de la industria química en Costa Rica y a nivel internacional. Tipos de formulaciones comunes (emulsiones, suspensiones, formulaciones sólidas, disoluciones). Sustancias químicas orgánicas e inorgánicas comúnmente usadas en la formulación. Disolventes, espesantes, tensoactivos, pigmentos, aromas, estabilizantes y preservantes. Diseño de Experimentos. Escalamiento industrial. Problemas comunes de escalamiento y posibles soluciones. Principios de formulación y parámetros de diseño de productos (limpieza, cosméticos, adhesivos, resinas). Parámetros de control de proceso y calidad de productos químicos Implementación de normas técnicas en el laboratorio. Lectura e interpretación de bibliografía técnica. Estándares internacionales y regionales para tipos de productos. Propiedad intelectual en formulaciones. Interpretación, análisis y presentación de resultados para distintas audiencias.

## PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Créditos: 3.

Descripción: En el curso de Producción más Limpia se discutirán los principios, técnicas y estrategias de producción limpia, para su uso como elemento fundamental de eficiencia productiva y protección ambiental en el ejercicio de la profesión, promoviendo a su vez valores de ética ambiental necesarios para formar profesionales integrales. En la primera parte del curso se conocerán los antecedentes que fundamentan el concepto de producción más limpia, así como su definición y alcance tanto para procesos productivos como para productos, haciendo énfasis en los beneficios derivados de la eficiencia productiva que se logran a través de su aplicación. Posteriormente se estudiarán las formas de implementar medidas y organizar los planes de producción más limpia, mediante el estudio de ejemplos de implementación y su relación con las estrategias propuestas, incluyendo medidas de eficiencia energética en sistemas térmicos y eléctricos y estrategias de integración energética en procesos. Finalmente se analizarán otros conceptos que contribuyen a la producción más limpia, con especial énfasis en el Análisis de Ciclo de Vida, y los principios de la Química Verde.

El curso se desarrollará a través de clases magistrales, así como actividades colaborativas y participativas donde la persona estudiante tendrá una participación activa, construyendo y compartiendo sus conocimientos y, a su vez, desarrollando una actitud crítica ante los temas planteados. Se desarrollarán estudios de caso, foros y otras actividades para que la persona estudiante se enfrente a la aplicación de conceptos, así como evaluar el potencial de aplicación de la producción más limpia en la industria.

Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán en un 25% en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de integrar la producción más limpia en los procesos productivos como una herramienta de prevención de la contaminación y de la degradación ambiental.

Resumen de contenidos: Origen y concepto de producción más limpia. Aplicación de la producción más limpia. Producción más limpia asociada a procesos. Producción más limpia asociada a productos. Otras herramientas asociadas a la producción más limpia. Eficiencia energética.

## DISEÑO INDUSTRIAL

Créditos: 3.

Descripción: En este curso se explora el diseño de los procesos químicos, con énfasis en la minimización de la contaminación y la eficiencia termodinámica, en el contexto de rendimientos económicos adecuados considerando la protección del ambiente, la salud ocupacional y la seguridad industrial, con el fin de formar un profesional que se desempeñe con ética y excelencia en el ejercicio de su profesión.

Objetivo General: Que la persona estudiante sea capaz de diseñar una nueva industria y proceso productivo, aplicando conceptos de ingeniería, ambientales y económicos en su quehacer.

Resumen de contenidos: Fundamentos de ingeniería de diseño (bases del diseño, el proceso de diseño, diagramas utilizados en el diseño de procesos químicos). Síntesis de procesos (concepción y definición del proceso, selección del reactor, separador, síntesis del sistema reactor-separador). Fundamentos de simulación de procesos químicos. Método de diseño heurístico de procesos químicos. Análisis económico y financiero de procesos químicos. Competencias éticas y desarrollo de la industria química costarricense.

## PRÁCTICA PROFESIONAL INDUSTRIAL

Créditos: 5.

Descripción: A través de este curso, se proporciona la oportunidad de aplicar los conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes y valores adquiridos en la carrera estudiada, así como consolidar la formación ética e integral mediante una experiencia práctica de tipo profesional, en donde se tendrá contacto con la realidad nacional productiva. La persona estudiante se incorporará a alguna etapa de un proceso productivo en una industria específica o empresa relacionada con el sector de la química industrial o ingeniería de bioprocesos industriales, con el objetivo de profundizar en algún aspecto atinente a su perfil de salida. Se deberán cumplir un total de 220 horas de trabajo en la empresa previamente aprobada por la persona docente, las cuales corresponden a la totalidad de las horas de estudio independiente y a la mayoría de las horas de teoría, salvo en aquellas semanas donde se realicen clases de asistencia obligatoria (por ejemplo, donde se presenten informes de avance o informes finales).

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de ejecutar labores profesionales en una industria, empresa, laboratorio o institución, mediante la participación en actividades propias de este sector, como espacio de aprendizaje, de forma tal que posibilite su crecimiento profesional en un entorno real.

Resumen de contenidos: Diseño y ejecución del proyecto y/o actividades a realizar. Ejecución de las horas prácticas y seguimiento por parte de personas tutora y docente. Informe final.

## MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN QUÍMICA

Créditos: 6.

Descripción: Este curso tiene como propósito fundamental el desarrollo de habilidades de investigación, incluyendo la identificación y delimitación de problemas de investigación o proyectos y el proceso para su resolución. Para este fin, se desarrollarán de forma paralela un componente teórico durante la clase y un trabajo activo durante las horas de estudio independiente bajo la asesoría y supervisión de la persona tutora. En el primero, se discutirán las modalidades del trabajo final de graduación y, con el apoyo del equipo asesor y la persona docente, se formulará el anteproyecto y el plan de trabajo para el desarrollo del trabajo final de graduación (TFG). Asimismo, se analizarán las formas de presentación de trabajos científicos, incluyendo el informe final de trabajo final de graduación, considerando aspectos de comunicación científica. Con respecto al componente a cargo de la persona tutora, la persona estudiante desarrollará una investigación corta en el tema de su TFG y la presentará ante su comité asesor. Dicha investigación ocupará al menos 6 horas semanales, las cuales se cuantifican dentro del rubro de horas de trabajo independiente.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer proyectos de investigación que cumplan con una base científica sólida y se encuentren respaldados por la literatura y un plan de trabajo fundamentado, de forma que pueda ejecutar su trabajo final de graduación en el tiempo esperado.

Resumen de contenidos: Fundamentos de epistemología científica: corrientes epistemológicas y sus diferentes concepciones respecto al método de la ciencia. El método científico y el proceso de investigación. Fuentes de información y acceso. Recopilación y sistematización de la información. Buenas prácticas de comunicación escrita de trabajos científicos. Buenas prácticas para la presentación oral de los trabajos científicos. La investigación científica en Costa Rica. Buenas prácticas de documentación en el laboratorio.

## SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN

Créditos: 3.

Descripción: Los Sistemas de Gestión Integrado (SGI) permiten unificar y coordinar diferentes sistemas de gestión en una organización, Estos sistemas pueden ser la gestión de calidad, la gestión ambiental, la gestión de salud y seguridad ocupacional entre otros. La idea central de un SGI es simplificar y racionalizar la gestión de los recursos, además, favorece y potencia la comunicación y la relación entre los diferentes procesos que se ejecutan en las organizaciones. La estructura de alto nivel que tienen en común la mayoría de las normas permite hacer estas integraciones, ya que muchos de los requisitos son comunes o se pueden integrar. Los Sistemas de Gestión Integrados permiten la competitividad global, la reducción de riesgos, la eficiencia operativa, la sostenibilidad ambiental y la satisfacción de los clientes. Utilizando una metodología enfocada en el entendimiento y aplicación de los conceptos vistos en clase, se le darán a las personas estudiantes una serie de actividades y estudios de caso en los que deberá generar documentos y acciones que integren las diferentes normas. Las personas estudiantes deberán ser capaces de organizar, integrar y determinar las características del sistema de gestión integrado para atender los requisitos de las normas a integrar, promoviendo la innovación y creatividad en las propuestas que presenten. Por lo tanto, al final del curso el estudiante será capaz de interpretar las normas, identificar e integrar los requisitos en común, elaborar documentación del sistema de

gestión de forma integrada y los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo la implementación de un SGI.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de diseñar un Sistema de Gestión Integrado (SGI) que permita un desarrollo sostenible de la organización, satisfaciendo las necesidades globales.

Resumen de contenidos:

Calidad y los Sistemas de Gestión Integrados (SGI). ISO 9001 Requisitos de gestión de calidad. ISO 17025 Requisitos para Laboratorios de Ensayo y Calibración. ISO 14001 Requisitos de Gestión Ambiental. ISO 45001 Requisitos de Salud y Seguridad Ocupacional. Integración de Sistemas de Gestión. Planificación y Evaluación de un SGI.

## TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Créditos: 0.

Descripción: Este curso tiene como propósito la ejecución del trabajo final de graduación en sus distintas modalidades bajo la supervisión del grupo asesor. Al finalizar, la persona estudiante deberá presentar un informe acorde con la normativa vigente de la Escuela de Química. Este curso se calificará como aprobado (A) o reprobado (R) de acuerdo con el acta de la defensa de trabajo final de graduación o el resultado de la prueba de grado, según aplique.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de defender su trabajo final de graduación ante el Tribunal Examinador de forma que se cumplan los requisitos de su graduación.

Resumen de contenidos: El contenido a desarrollar será el atinente al plan de trabajo o anteproyecto aprobado por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación.

## GERENCIA INDUSTRIAL

Créditos: 3.

Descripción: El curso pretende que el estudiante aprenda los conceptos fundamentales asociados con el campo de la Gerencia y la Producción, así como las técnicas analíticas y controles necesarios para la toma de decisiones gerenciales en empresas nacionales e internacionales, considerando aspectos tecnológicos, económicos, ambientales y humanos relacionados con la producción.

Se enfoca en el desarrollo de conceptos claves de estilos de liderazgo y manejo de personal que se gestionan en las industrias; procurando el desarrollo de las competencias básicas para la gestión del Capital Humano y Productivo en una empresa industrial utilizando la innovación y curiosidad de las personas estudiantes. Se desarrollan conceptos del proceso productivo y su manejo enfocado en los recursos requeridos en las empresas desde un punto de vista de corto, mediano y largo plazo de planificación.

Objetivo General: Desarrollar habilidades de liderazgo enfocado desde un punto de vista productivo que le permitan a la persona estudiante conocer su rol y responsabilidad dentro de las industrias, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional y el

planeamiento de una propuesta de investigación orientada a la solución o estudio de un problema específico demostrando procesos de innovación.

Resumen de contenidos:

Introducción a la gerencia y producción. Administración de los sistemas de producción. Diseño del sistema de producción. Planeación, análisis y control de operaciones. Manejo de personal. Habilidades de liderazgo.

## PRINCIPIOS DE *SIX SIGMA*

Créditos: 3.

Descripción: Este curso tiene un enfoque de promoción de los conceptos básicos de Six Sigma y del potencial uso de las herramientas y metodologías que la disciplina conlleva; además, prepara a la persona estudiante para el proceso de certificación como Six Sigma Yellow Belt. La certificación está dirigida a aquellas posiciones en industria con roles operativos en alguna organización o roles de alta gerencia que necesitan desarrollar una visión general de Six Sigma y del ciclo DMAIC. Se parte de las bases teóricas de la Calidad como disciplina y su evolución a nuevas metodologías como Six Sigma y Lean; y se recorre cada una de las fases del ciclo de mejora continua DMAIC, asociando las herramientas y técnicas apropiadas para cada fase. El curso presenta a la persona estudiante casos reales o ficticios para su análisis y desarrollo. El contenido se basa en el Body Of Knowledge (BOK) de Yellow Six Sigma.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de dominar los conceptos básicos de *Six Sigma* a un nivel equivalente a la certificación de *Yellow Belt* para su labor profesional en distintos tipos de industria.

Resumen de contenidos: Fundamentos de Six Sigma. Fase Definir. Fase Medir. Fase Analizar. Fases de Mejoramiento y Control.

## *CURSOS OPTATIVOS DEL BACHILLERATO*

### APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA QUÍMICA DE ALIMENTOS

Créditos: 4.

Descripción: Este curso se enfocará en las aplicaciones de la química de alimentos para el estudio de los procesos de transformación utilizados en la industria alimentaria; sus principios teóricos, las tendencias tecnológicas, y sus efectos en la calidad sensorial y nutricional de los productos terminados. En el curso se analizarán los cambios físicos, químicos y sensoriales que ocurren en los alimentos a través del desarrollo de las operaciones industriales (producción y procesos postcosecha, procesamiento, preservación, almacenamiento y distribución).

Se desarrollará una perspectiva integral de la cadena de transformación agroalimentaria, así como habilidades para comprender las dinámicas del mercado, las nuevas demandas y las tendencias tecnológicas en los sistemas de generación de valor agregado. Este curso se desarrollará desde una perspectiva aplicada a la química industrial, de manera que se hará énfasis sobre su rol en los sistemas de transformación agroindustrial mediante clases teóricas, laboratorios y giras a industrias del área.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer soluciones creativas para la innovación, el desarrollo y la optimización de los sistemas productivos y de transformación de los alimentos mediante la utilización de las herramientas planteadas por la química de alimentos.

Resumen de contenidos: aplicaciones de la química de alimentos (macromoléculas, agua y micronutrientes), operaciones unitarias en el procesamiento de alimentos (transformaciones que sufre la materia prima hasta llegar al consumidor, puntos de control y factores de calidad) y procesos alimentarios (cárnicos, lácteos, frutas y vegetales, cereales, bebidas y suplementos).

## INTRODUCCIÓN A BIORREFINERÍA

Créditos: 3.

Descripción: Según el NREL (National Renewable Energy Laboratory) una biorrefinería es una instalación que integra procesos de conversión y equipos para producir combustibles, energía y productos químicos a partir de biomasa. Por tal razón, el curso se enfoca en el diseño conceptual de biorrefinerías para valorizar corrientes de desecho agroindustriales a bioproductos y/o biocombustibles. El curso inicia con la explicación de lo que es una biorrefinería, así como su importancia, tipos, retos y controversias. Una vez explorado el concepto se detallan los tipos de materias primas utilizadas según el tipo de biorrefinería. Al entender las posibles materias primas se procede a estudiar los pretratamientos y rutas de reacción químicas y bioquímicas para la obtención de bioproductos y biocombustibles, así como las operaciones unitarias involucradas, haciendo énfasis en fermentación y purificación. A lo largo del curso, las personas estudiantes realizarán un proyecto en grupos para diseñar una biorrefinería en términos económicos, energéticos y de uso de recursos. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, la mediación y recursos de este curso se realizarán completamente en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer el diseño conceptual de procesos industriales, para el aprovechamiento de residuos agroindustriales, utilizando el esquema de biorrefinería.

Resumen de contenidos: Introducción a conceptos básicos. Tipos, clasificación y esquemas de Biorrefinería. Materias primas, plataformas y productos de una Biorrefinería. Bioproductos vs biocombustibles. Biomasa: la materia prima de las biorrefinerías. Preprocesamiento en una biorrefinería. Bioconversión y conversión química. Principios de Diseño de Biorrefinerías.

## QUIMIOMETRÍA

Créditos: 3.

Descripción: Este curso brinda las bases para la evaluación de resultados provenientes de mediciones analíticas, tanto en el ámbito industrial como a nivel de investigación. Se inicia con una revisión de los conceptos básicos de estadística para el estudio de poblaciones o muestras de análisis y sus tendencias, así como la elaboración de representaciones gráficas que ayuden y solventen la comprensión de los resultados analíticos. Se usará los contrastes de significancia para discernir si el método de ensayo analítico se encuentra libre de errores sistemáticos y para la comparación de resultados obtenidos por diferentes métodos analíticos.

Posteriormente, se estudiarán diferentes algoritmos para la detección de datos aberrantes, espurios/inconsistentes que distorsionan la interpretación y resultados estadísticos, en este sentido

el curso también se enfoca brevemente en el uso de algoritmos robustos, los cuales son poco “sensibles” a los datos inconsistentes o aberrantes. Asimismo, se retoman los conceptos de Análisis de varianza (ANOVA) para poder evaluar la variación entre diferentes poblaciones de datos, analistas, y diseños experimentales con múltiples factores (two-factor ANOVA).

El curso abarca en su totalidad los aspectos estadísticos y quimiométricos de la regresión lineal, basado en diversas normas internacionales. Finalmente, se analizarán los diversos procedimientos y los conceptos necesarios para la validación de métodos de análisis químicos, su importancia y aportes al establecer un método de análisis químico y la correcta estimación de la incertidumbre de medición. Durante la totalidad del curso se utilizarán herramientas informáticas especializadas para la resolución de diferentes tipos de problemas y datos empíricos provenientes de la experimentación.

Debido a la transversalización del uso del idioma inglés y su relevancia en este curso, la mediación y bibliografía se brindará completamente en inglés.

**Objetivo General:** al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de evaluar los resultados provenientes de mediciones químicas de índole experimental y/o industrial mediante el uso de técnicas estadísticas y quimiométricas para el aseguramiento de la validez de los métodos de análisis.

**Resumen de contenidos:** Métodos gráficos de exploración de datos analíticos. Distribuciones y tipos de datos presentes en las mediciones analíticas. Técnicas estadísticas básicas para la exploración de datos. Presencia de datos atípicos (outliers) en los datos analíticos. Análisis de varianza. Determinando la variación entre conjuntos de datos experimentales. Regresión lineal: su aplicabilidad a los procesos de medición indirecta introducción a la regresión lineal. Validación y desempeño de los métodos de ensayo. Estimación de la incertidumbre: métodos clásicos, alternativos y softwares para el cálculo, estimación y procesamiento de datos.

## DISEÑO DE PROCESOS AGROINDUSTRIALES

**Créditos:** 3.

**Descripción:** El curso de Diseño de Procesos Agroindustriales proporciona las técnicas necesarias para incursionar en el campo del diseño, desarrollo e innovación de productos alimenticios ambientalmente compatibles. Se incluyen temas sobre métodos para el diseño y análisis de procesos agroindustriales, innovación y tendencias alimentarias, así como la optimización de procesos ambientalmente responsables. El curso incluye clases teóricas, laboratorios y giras a empresas del área agroalimentaria. El estudiante durante el curso desarrollará un producto alimenticio desde su concepción hasta la generación de un prototipo que será evaluado en el mercado, considerando las tendencias de innovación y prácticas ambientales enfocadas a la optimización de los recursos y disminución de los subproductos.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de diseñar procesos agroindustriales utilizando herramientas para el diseño de procesos, la innovación, las tendencias del consumo de alimentos, la responsabilidad ambiental y la mejora continua, de forma que se satisfagan las necesidades y requisitos de los consumidores.

**Resumen de contenidos:** Procesos agroindustriales (enfoque en la eficiencia, eficacia e inocuidad de los procesos). Innovación y desarrollo de productos agroalimentarios (diseño de procesos, tendencias, herramientas para el proceso de diseño, etiquetado de alimentos y legislación).

Aspectos ambientales en los procesos agroindustriales (impacto ambiental y sus herramientas, valorización de subproductos, gestión ambiental).

## BIOTECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Créditos: 4.

Descripción: Este curso está orientado a la producción y eliminación de compuestos químicos mediante procesos de biotransformación, lo cual permitirá a la persona estudiante tener una mejor orientación en sus labores profesionales en los campos modernos de la química industrial y la ingeniería de bioprocesos industriales. Las herramientas biotecnológicas (PCR, secuenciación, enzimas de restricción, fermentaciones industriales, biocatálisis, inmovilización de enzimas y biorremediación) y su evaluación multidisciplinaria en diversos procesos industriales permitirán a la persona estudiante proponer, evaluar y analizar críticamente procesos y productos generados biotecnológicamente. Se realizan giras durante el ciclo para brindar una experiencia práctica y real al estudiantado. Las semanas donde no se realizan giras, la hora de “gira” se utiliza para teoría o laboratorio. Debido a la estrategia de transversalización del idioma inglés, este curso se brinda en su totalidad en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso la persona estudiante será capaz de aplicar conceptos básicos de biotecnología para la resolución de problemas industriales en el contexto nacional e internacional, conforme a la bioética y mediante la participación en equipos interdisciplinarios.

Resumen de contenidos: Introducción a la Biotecnología y enzimas y microorganismos de interés. Ingeniería genética y sus aplicaciones en procesos industriales. Biorreactores y Fermentación. Proteínas como productos. Biotecnología Médica. Productos alimentarios. Producción de biocompuestos y biocombustibles. Ingeniería sanitaria. Biotecnología Vegetal y Biotecnología Azul.

## LABORATORIO DE QUÍMICA INORGÁNICA

Créditos: 3.

Descripción: El curso de laboratorio de Química Inorgánica es el complemento experimental del curso de teoría de Química Inorgánica. Se realizarán sesiones experimentales con el propósito de familiarizar a la persona estudiante con los comportamientos químicos que ilustran la teoría de la Química inorgánica. Se pretende que el estudiantado desempeñe un papel activo en la búsqueda de literatura e información general que utilizará en las sesiones de laboratorio y análisis de resultados.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer metodologías para la síntesis de compuestos inorgánicos, su separación, purificación y caracterización mediante técnicas clásicas e instrumentales de análisis.

Resumen de contenidos: Las prácticas específicas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: Síntesis y caracterización química, Espectroscopía, Cinética, Electroquímica y Técnicas de cristalización. Asimismo, se tratarán contenidos relacionados con la elaboración de informes y otros textos científicos, además de la comunicación de resultados a la comunidad profesional y científica.

## INGENIERÍA DE BIOPROCESOS ALIMENTARIOS

Créditos: 4.

Descripción: Este curso se enfocará en el estudio de los bioprocesos de transformación utilizados en la industria alimentaria, sus principios teóricos, las tendencias tecnológicas, y sus efectos en la calidad sensorial y nutricional de los productos terminados. En el curso se analizarán los cambios físicos, químicos y sensoriales que ocurren en los alimentos a través del desarrollo de tratamientos enzimáticos y fermentaciones. El desarrollo de los contenidos se realizará por medio de diferentes abordajes metodológicos que incluyen clases teóricas, laboratorios y giras a empresas alimentarias.

Objetivo General: Al finalizar el curso la persona estudiante será capaz de diseñar bioprocesos alimentarios utilizando herramientas para el manejo, aplicación, y establecimiento de las condiciones de operación para cultivos de fermentación y preparados enzimáticos comerciales para la obtención de productos alimenticios que satisfagan las necesidad y requisitos de los consumidores.

Resumen de contenidos: Procesos enzimáticos (enzimas de la industria de alimentos, enzimas en procesos industriales) y Procesos microbiológicos (organismos modificados genéticamente, microorganismos para procesos alimentarios y procesos fermentativos).

## REGENCIA QUÍMICA Y LEGISLACIÓN NACIONAL

Créditos: 3.

Descripción: Este curso prepara a la persona estudiante para las labores de la regencia química en el contexto de la profesión de la química industrial y la normativa vigente. Inicialmente, se describen las funciones, responsabilidades y tipos de regencia química en una empresa. Posteriormente, se detallan los procesos y la legislación asociada con el registro de productos de interés sanitario que le competen a la regencia química, incluyendo los productos químicos, higiénicos, cosméticos y otros. Finalmente, se discuten los procesos de transporte y gestión de sustancias químicas peligrosas y residuos. Este curso tiene un enfoque realista, en donde los ejemplos de clase se nutren de la experiencia práctica de la persona docente. La discusión enfoca la normativa vigente como el marco de partida para la ejecución de procesos que permiten el funcionamiento de la empresa de una forma responsable y segura con la sociedad y el ambiente.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de ejecutar labores de regencia química desde el registro hasta la disposición de productos que contienen sustancias químicas mediante el uso de las plataformas y normas aplicables, de forma que cumpla con la legislación vigente y se salvaguarde la salud de las personas y el ambiente.

Resumen de contenidos: Introducción a la Regencia Química. Registro de productos de Interés Sanitario que competen al Regente Químico. Transporte de sustancias químicas peligrosas. Gestión de Sustancias Químicas Peligrosas. Gestión de Residuos.

## SISTEMAS DE GERENCIA DE CALIDAD PARA DISPOSITIVOS MÉDICOS

Créditos: 3.

Descripción: El curso de Sistemas de Gestión de la Calidad para Dispositivos Médicos está diseñado para brindar a los estudiantes de Química Industrial una comprensión profunda y especializada de los aspectos críticos de la calidad en la fabricación y en la regulación de dispositivos médicos. Este curso aborda las prácticas y estándares esenciales que rigen la industria de dispositivos médicos en Costa Rica y a nivel internacional, utilizando un método de enseñanza enfocada en la aplicación práctica de los conceptos de Sistemas de Gestión de Calidad. Como parte de la estrategia de transversalización del idioma inglés, este curso se impartirá completamente en inglés.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de crear herramientas de gestión de calidad, gestión del riesgo y regulación en la industria de dispositivos médicos, contribuyendo así a la garantía de la seguridad, eficacia y calidad en la fabricación y comercialización de estos productos esenciales para el desarrollo industrial de nuestro país y fundamentales en la atención de los pacientes.

Resumen de contenidos: Introducción a la Industrial de Dispositivos Médicos. Normativas y Regulaciones. Gestión de la calidad. Validación y Verificación. Auditorías. Mejora Continua.

## MATERIALES PARA LA INDUSTRIA BIOMÉDICA

Créditos: 3.

Descripción: Se discutirán conceptos básicos de materiales para la Industria Biomédica como: tipos de materiales, aplicación en diversas áreas, caracterización y evaluación de estos. Además, se profundizarán conocimientos en tópicos de interés y actualidad en el área de investigación como su diseño, fabricación y control de calidad. Estos conocimientos le permitirán a la persona estudiante plantear cambios en los procesos y productos con la finalidad de innovar e incrementar la productividad en el sector Industrial Biomédico de Costa Rica.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar los conocimientos básicos sobre los materiales en el desarrollo, producción e innovación de la Industria Biomédica.

Resumen de contenidos: Introducción de los materiales para Industria Biomédica. Estructura y propiedades de los materiales. Biopolímeros. Biometales. Biocerámicos y vidrios bioactivos. Materiales compuestos. Caracterización y evaluación de biomateriales.

## INTRODUCCIÓN A LA NANOTECNOLOGÍA

Créditos: 3.

Descripción: Este curso proporciona fundamentos de la nanotecnología esenciales para la comprensión de técnicas de caracterización, los nanomateriales y sus aplicaciones en distintas ramas de la ciencia, salud e ingeniería.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de evaluar las principales razones por las cuales la nanotecnología ha venido revolucionando el desarrollo de nuevos materiales y aplicaciones.

Resumen de contenidos: Leyes de escalamiento. Nanometrología. Nanomateriales. Nanodispositivos. Nanomanufactura. Nanobiotecnología y Bionanotecnología.

## INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA DEL PLÁSTICO

Créditos: 3.

Descripción: Este curso proporciona las bases de los materiales plásticos, sus propiedades, procesos de transformación y su impacto a nivel industrial y ambiental. Se complementa el curso con actividades de laboratorio alrededor de aspectos de control de calidad y giras a empresas del sector.

Objetivo General: Que la persona estudiante sea capaz de relacionar las propiedades y procesos de transformación de los plásticos con su microestructura.

Resumen de contenidos: Conceptos fundamentales de los plásticos. Familias de los plásticos con sus nombres genéricos, comerciales y abreviaturas. Operaciones de transformación de plásticos. Aditivos para plásticos. Desarrollo de productos plásticos. Plásticos, el medio ambiente y la salud. Las prácticas específicas variarán según el ciclo lectivo, pero en general deberán cubrir los siguientes temas: técnicas de caracterización de plásticos, clasificación y separación de plásticos para el reciclaje, formulación de plásticos, aplicación de normas ASTM para plásticos e interpretación de fichas técnicas de resinas plásticas.

## EXPERIENCIAS DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Créditos: 3.

Descripción: Las visitas a las industrias de procesos es un componente integral de la educación de los estudiantes de química e ingeniería ya que brindan oportunidades invaluable para el aprendizaje práctico, fomentan una comprensión más profunda de la dinámica de la industria y preparan a las personas estudiantes para las demandas de sus futuras carreras. Estas experiencias no sólo enriquecen su educación, sino que contribuyen a su desarrollo personal y como profesionales responsables.

Este curso ofrece la oportunidad de obtener información de primera mano sobre las industrias químicas de Costa Rica, a través de visitas de campo a varias instalaciones de fabricación y sitios de producción de productos químicos, estudios de caso y entrevistas a personas expertas. Este

curso combina el aprendizaje en el aula con experiencias prácticas para profundizar la comprensión de los procesos químicos, las operaciones unitarias, los protocolos de seguridad, las consideraciones ambientales dentro de la industria química y la dinámica de incorporación del estudiante a las empresas. Al cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, se mejora la competitividad de las personas estudiantes en el mercado laboral y se promueven prácticas responsables y sostenibles dentro de la industria química y de bioprocesos.

**Objetivo General:** Que el estudiante sea capaz de analizar de forma práctica e inmersiva los procesos químicos, las operaciones unitarias, los procesos de producción y las consideraciones ambientales relacionadas con la industria química en Costa Rica, mediante visitas y discusiones sobre la situación del sector en el país.

**Resumen de contenidos:** Introducción a la industria química. Marcos regulatorios y de seguridad aplicados en los procesos. Procesos químicos comúnmente utilizados en la industria. Oportunidades profesionales y tendencias futuras.

## REVISIÓN DE LITERATURA QUÍMICA

Créditos: 3.

**Descripción:** Este curso trata temas transversales al enfoque clásico de la química industrial, dado que se centra en el análisis y la redacción de la literatura técnica y científica asociada al quehacer de la química industrial. Si bien este curso requiere conocimiento técnico de las bases de la química, se busca mejorar las habilidades de comunicación de las personas estudiantes en el contexto de audiencias técnicas y no técnicas, así como una comprensión de los tipos de recursos bibliográficos comúnmente utilizados en la labor profesional (e.g., artículos científicos, pósteres, patentes) para finalmente desarrollar habilidades de redacción y preparación de dichos tipos de literatura por parte del estudiantado. Debido a la transversalización del idioma inglés, la totalidad de la mediación y sus contenidos se brindarán en idioma inglés.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de sistematizar información técnica mediante diversos tipos de recursos bibliográficos atinentes a labor profesional de la Química Industria de forma que se logre una transferencia efectiva de conocimiento e ideas.

**Resumen de contenidos:** Recursos tecnológicos. Comunicación y comunicación científica. Literatura científica y revisión por pares. Evaluación de la literatura científica.

## INTRODUCCIÓN A LA ECONOMÍA CIRCULAR

Créditos: 3.

**Descripción:** El aumento de la producción de bienes para consumo en las últimas décadas ha generado una gran presión en la extracción de recursos finitos del medio ambiente, prevaleciendo la idea de que el crecimiento económico no se puede desvincular del impacto ambiental de los procesos. Por esta razón, cada vez son más las iniciativas que buscan promover un modelo de producción y consumo alternativo, bajo el concepto de economía circular, evitando la salida de materiales como residuos, y favoreciendo la regeneración de la naturaleza.

El presente curso introduce al estudiante en las consideraciones conceptuales de la economía circular (su importancia y sus principios) para visualizar oportunidades de aplicación de éstos en la

concepción y diseño de procesos y productos e interiorizar los conceptos clave que favorecen la circularidad.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar principios de la economía circular que mejoren la eficiencia en el uso de recursos en procesos y productos.

Resumen de contenidos: Recursos naturales y desarrollo sostenible. Concepto de economía circular. Ciclos de la economía circular (diagrama del sistema de la economía circular, ciclos tecnológicos, ciclos biológicos, energía en la economía circular). Aplicaciones de la economía circular.

## ASEGURAMIENTO DE LA INOCUIDAD EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Créditos: 4.

Descripción: Este curso está dirigido a las personas estudiantes de las carreras de Química Industrial e Ingeniería de Bioprocesos Industriales y pretende ser un complemento dentro de su formación académica. Con el curso, el estudiantado adquirirá el conocimiento para implementar, de manera colaborativa con profesionales de otras disciplinas, sistemas de gestión que aseguren la inocuidad de los alimentos en la industria, velando así por la salud pública.

El aseguramiento de la inocuidad en la industria alimentaria se debe en buena medida al control de peligros microbiológicos, por esta razón, el curso comprende la incidencia de los microorganismos como productores de enfermedades transmitidas a través de los alimentos; complementariamente, se estudiará los principales procedimientos y técnicas que se emplean a nivel de laboratorio, para determinar la presencia de estos. Por último, la normativa relacionada con el aseguramiento de la inocuidad es un eje destacado dentro del curso, pues establece los procesos y requerimientos mediante los que se llega a gestionar un sistema confiable.

El curso comprende espacios en el laboratorio para la puesta en práctica de la teoría asociada a los microorganismos, lo que favorece la concientización sobre la relevancia del aseguramiento de la inocuidad y el rol que, como personas profesionales, tienen las personas graduadas de ambas carreras en este ámbito.

Objetivo General: Al finalizar el curso la persona estudiante será capaz de proponer acciones para la implementación de sistemas de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, conforme a la naturaleza de los procesos productivos y los requerimientos establecidos en la normativa; mediante la participación en equipos interdisciplinarios.

Resumen de contenidos: Generalidades de los microorganismos de interés en la industria alimentaria. Contaminación en alimentos y enfermedades de transmisión alimentaria. Gobernanza y normativa para la gestión de la inocuidad alimentaria.

## TECNOLOGÍA DE DETERGENTES Y DISPERSIONES

Créditos: 3.

Descripción: Se estudian conceptos básicos del proceso de autoensamblado de moléculas anfífilas. Se analizará su estructura y la importancia de las interacciones hidrofóbicas que conducen a la formación de agregados. El curso, además, tratará temas relacionados con la química de superficies enfocado al estudio de la tensión superficial, estructura y propiedades de sistemas

micelares, termodinámica de superficies, bicapas y diagramas de fases y su aplicación. Subsecuentemente, se estudiarán conceptos relacionados con las propiedades de la carga eléctrica de capa doble y potencial zeta y su importancia en las interacciones de sistemas coloidales. Se considerarán fenómenos coagulación y floculación. Se concluirá discutiendo la formación y aplicaciones de macro, microemulsiones, geles y espumas. Se complementarán todos estos conceptos estudiados con sesiones de laboratorio.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de analizar las propiedades de los coloides, incluyendo los fenómenos de superficies, para su uso en diferentes disciplinas científicas y el desarrollo de nuevos materiales.

Resumen de contenidos: Introducción a la Química de Coloides. Autoensamblado de moléculas anfífilas. Química de superficies. Estructura y propiedades de micelas. Estabilidad de sistemas coloidales. Macro y micromulsiones. Asimismo, se incluirán sesiones de laboratorio que incluirán experimentos tales como los siguientes: determinación de CMC por medio de conductividad, tensión superficial y dispersión de luz dinámica, caracterización de la carga superficial de partículas por medio de la determinación del Potencial Z, síntesis y estabilización de nanopartículas metálica, determinación y análisis de resultados obtenidos por medio de Microscopía de Transmisión Electrónica, y estudio de microemulsiones por medio de Micro-Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).

## TRAZADORES QUÍMICOS

Créditos: 3.

Descripción: El curso está orientado primordialmente a las aplicaciones de trazadores químicos para el estudio del ciclo hidrológico, con énfasis en la interacción entre precipitación, aguas subterráneas y superficiales. La primera parte del curso está dirigida al estudio del ciclo hidrológico y la aplicación de trazadores ambientales y artificiales, entre ellos: isótopos estables y radioactivos, gases nobles, iones y nanopartículas fluorescentes. La segunda parte está dirigida a la utilización de información química para la construcción de modelos conceptuales y empíricos. Al finalizar el curso, la persona estudiante contará con los conocimientos fundamentales para evaluar el transporte de contaminantes en el ambiente, su identificación y trazabilidad, además de herramientas computacionales para la identificación y análisis de los procesos físicos y químicos que controlan el transporte de solutos desde la atmósfera hasta los mantos acuíferos.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de evaluar los resultados provenientes de mediciones isotópicas, físicas e hidroquímicas de índole experimental y/o industrial mediante el uso de técnicas estadísticas y quimiométricas para el aseguramiento de la validez de los métodos de análisis.

Resumen de contenidos: Introducción a la hidrología física y trazadores. Introducción a la modelación con trazadores químicos. Variaciones especiales. Visualización y análisis de datos en R.

## TÓPICOS EMERGENTES I

Créditos: 3.

Descripción: Este curso pretende abordar temáticas novedosas relacionadas con la Química Industrial y la Ingeniería de Bioprocesos Industriales que no estén incluidas en los cursos ofertados como obligatorios y optativos disciplinarios para dichas carreras.

En este curso, la persona estudiante definirá un tema emergente a estudiar, la documentará, analizará y presentará un informe final. Se conciben cuatro posibles enfoques para estudiar el tema emergente:

- Experiencia práctica en industria bajo la modalidad de pasantía, la cual involucrará la realización de un plan de trabajo, la ejecución de al menos 120 horas en la empresa y la presentación oral y pública de un informe de labores ante la persona docente y estudiantes de la Escuela de Química.
- Experiencia práctica de investigación en un laboratorio, la cual involucrará la realización de un plan de trabajo, la ejecución de al menos 120 horas en el laboratorio y la presentación de un póster o artículo científico donde la persona estudiante sea coautora.
- Experiencia práctica de investigación bibliográfica en temas especializados, la cual involucrará la definición de un tema de relevancia actual (es decir, con múltiples publicaciones en los últimos 10 años) y suficientemente especializado (es decir, que no se refiera a un área amplia del conocimiento sino que implique una especialización de la persona estudiante en un tema particular). Dicha investigación deberá llevar a la redacción de un artículo científico de tipo revisión con autoría compartida entre la persona estudiante y la persona tutora (quien no necesariamente será la persona docente del curso).
- Experiencia de estudios en el extranjero en una universidad debidamente acreditada y en temas atinentes a la carrera, pero distintos a los cubiertos en otros cursos optativos o regulares, de forma que la persona estudiante logre una formación complementaria a la malla curricular vigente.

El curso implicará el trabajo de la persona estudiante con una persona tutora, quien asignará al menos el 50% de la nota del curso. La persona docente calificará los planes de trabajo y productos finales según el enfoque seleccionado para la ejecución del curso.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de estudiar un área emergente de la química industrial o la ingeniería de bioprocesos industriales dentro de los enfoques propuestos para el curso, de forma que se especialice en temas avanzados y prácticos.

Resumen de contenidos: Desarrollo del plan de trabajo. Ejecución de las horas prácticas y seguimiento por parte de personas tutora y docente. Producto final. Entrega del producto final según el enfoque elegido. Los contenidos específicos de este curso se adaptarán según los intereses de la persona estudiante y la persona tutora.

## TÓPICOS EMERGENTES II

Créditos: 3.

Descripción: Este curso pretende abordar temáticas novedosas relacionadas con la Química Industrial y la Ingeniería de Bioprocesos Industriales que no estén incluidas en los cursos ofertados como obligatorios y optativos disciplinarios para dichas carreras. En este curso, la persona docente planteará una temática especializada atinente a una o ambas carreras y desarrollará esa temática

con la ayuda de bibliografía reciente, analizando las tendencias de la disciplina y en el contexto de investigación de punta, de forma que se brinde una perspectiva realista del estado del saber. Por ende, se pretende que la persona estudiante se familiarice con temas verdaderamente emergentes que le actualicen e introduzcan a la investigación como una herramienta para la generación de nuevo conocimiento.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de analizar un área emergente de la química industrial o la ingeniería de bioprocesos industriales bajo la guía de la persona docente de forma que profundice en las tendencias del área de conocimiento y la investigación.

**Resumen de contenidos:** Los contenidos específicos de este curso se adaptarán según el tema emergente seleccionado.

### TÓPICOS EMERGENTES III

Créditos: 4.

**Descripción:** Este curso pretende abordar temáticas novedosas relacionadas con la Química Industrial y la Ingeniería de Bioprocesos Industriales que no estén incluidas en los cursos ofertados como obligatorios y optativos disciplinarios para dichas carreras.

En este curso, la persona estudiante definirá un tema emergente a estudiar, la documentará, analizará y presentará un informe final. Se conciben cuatro posibles enfoques para estudiar el tema emergente:

- Experiencia práctica en industria bajo la modalidad de pasantía, la cual involucrará la realización de un plan de trabajo, la ejecución de al menos 170 horas en la empresa y la presentación oral y pública de un informe de labores ante la persona docente y estudiantes de la Escuela de Química.
- Experiencia práctica de investigación en un laboratorio, la cual involucrará la realización de un plan de trabajo, la ejecución de al menos 170 horas en el laboratorio y la presentación de un póster o artículo científico donde la persona estudiante sea coautora.
- Experiencia práctica de investigación bibliográfica en temas especializados, la cual involucrará la definición de un tema de relevancia actual (es decir, con múltiples publicaciones en los últimos 10 años) y suficientemente especializado (es decir, que no se refiera a un área amplia del conocimiento sino que implique una especialización de la persona estudiante en un tema particular). Dicha investigación deberá llevar a la redacción de un artículo científico de tipo revisión con autoría compartida entre la persona estudiante y la persona tutora (quien no necesariamente será la persona docente del curso).
- Experiencia de estudios en el extranjero en una universidad debidamente acreditada y en temas atinentes a la carrera, pero distintos a los cubiertos en otros cursos optativos o regulares, de forma que la persona estudiante logre una formación complementaria a la malla curricular vigente.

El curso implicará el trabajo de la persona estudiante con una persona tutora, quien asignará al menos el 50% de la nota del curso. La persona docente calificará los planes de trabajo y productos finales según el enfoque seleccionado para la ejecución del curso.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de estudiar un área emergente de la química industrial o la ingeniería de bioprocesos industriales dentro de los enfoques propuestos para el curso, de forma que se especialice en temas avanzados y prácticos.

Resumen de contenidos: Desarrollo del plan de trabajo. Ejecución de las horas prácticas y seguimiento por parte de personas tutora y docente. Producto final. Entrega del producto final según el enfoque elegido. Los contenidos específicos de este curso se adaptarán según los intereses de la persona estudiante y la persona tutora.

## TÓPICOS EMERGENTES IV

Créditos: 4.

Descripción: Este curso pretende abordar temáticas novedosas relacionadas con la Química Industrial y la Ingeniería de Bioprocesos Industriales que no estén incluidas en los cursos ofertados como obligatorios y optativos disciplinarios para dichas carreras. En este curso, la persona docente planteará una temática especializada atinente a una o ambas carreras y desarrollará esa temática con la ayuda de bibliografía reciente, analizando las tendencias de la disciplina y en el contexto de investigación de punta, de forma que se brinde una perspectiva realista del estado del saber. Por ende, se pretende que la persona estudiante se familiarice con temas verdaderamente emergentes que le actualicen e introduzcan a la investigación como una herramienta para la generación de nuevo conocimiento. Asimismo, se realizarán actividades de laboratorio semanales y complementarias a los temas discutidos en la clase de teoría.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de analizar un área emergente de la química industrial o la ingeniería de bioprocesos industriales bajo la guía de la persona docente de forma que profundice en las tendencias del área de conocimiento y la investigación.

Resumen de contenidos: Los contenidos específicos de este curso se adaptarán según el tema emergente seleccionado.

## INVESTIGACIÓN DIRIGIDA I

Créditos: 3.

Descripción: El curso de investigación dirigida está diseñado para contribuir a complementar el perfil profesional del Bachiller en el área de Ingeniería de Bioprocesos Industriales y Química Industrial, dándole la base para aplicar y ampliar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante sus carreras. Para esto, la persona estudiante tendrá que formular, ejecutar y evaluar una propuesta de investigación, basada en un bioproceso industrial, química industrial o bien un área afín con aplicaciones industriales, con la supervisión constante de la persona docente del curso y una tutora para cada estudio, con los recursos disponibles en la Escuela de Química o en otro laboratorio previo acuerdo con la persona docente. En algunos casos, los docentes encargados de proyectos le facilitan al estudiantado el desarrollo de su trabajo, por lo que es necesario el establecimiento de acuerdos docente-estudiante, con el fin de que el trabajo se lleve a cabo en forma ética.

A lo largo del curso se discuten valores éticos en la investigación, se fomenta el pensamiento creativo y divergente como parte del proceso de investigación, se desarrollan habilidades blandas orientadas al desarrollo de habilidades de trabajo en equipo y diseño de soluciones creativas a problemas reales desde un abordaje de economía circular. Se discuten e implementan como parte de la gestión del avance del proyecto de investigación metodologías Ágiles.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de investigación que le permitan el abordaje de temáticas en el área de Bioprocesos Industriales y Química Industrial, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional y el planeamiento de una propuesta de investigación orientada a la solución o estudio de un problema específico.

Resumen de contenidos: Ética e investigación. El enfoque cualitativo y cuantitativo de la Investigación Científica. Elementos implicados en formulación de un proyecto. Literatura científica. Escritura de una propuesta de investigación. Gestión de proyectos, mediante metodologías scrum.

## INVESTIGACIÓN DIRIGIDA II

Créditos: 3.

Descripción: El curso de investigación dirigida II está diseñado para dar continuidad al trabajo de investigación realizado en el curso de investigación dirigida I, brindando el espacio de laboratorio necesario para que puedan llevar a cabo los proyectos planteados el ciclo anterior. A lo largo del curso se discuten valores éticos en la investigación, se fomenta el pensamiento creativo y divergente como parte del proceso de investigación, se desarrollan habilidades blandas orientadas al desarrollo de habilidades de trabajo en equipo y diseño de soluciones creativas a problemas reales desde un abordaje de economía circular.

Se enfoca en el desarrollo de habilidades de investigación, ejecución y manejo de proyectos, se revisan metodología de seguimiento de proyectos, administración del tiempo, resolución creativa de problemas. Sistematización y presentación de resultados de investigación. En este ciclo, las personas estudiantes entran en la ejecución de la propuesta de investigación planteada en el primer ciclo en el curso de investigación dirigida I. Se fomenta el pensamiento crítico mediante la toma de decisiones informadas para mantener la marcha del proyecto de investigación, se promueven estrategias de búsqueda bibliográfica e investigación para la solución creativa de problemas propios del proceso de investigación. Por último, la persona estudiante debe ser capaz de elaborar una presentación oral y un informe final que le permita presentar y discutir los resultados de la investigación realizada, así como proponer de forma crítica mejoras al proceso de investigación realizado y sugerencias a futuras investigaciones en el campo seleccionado por el estudiante.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar habilidades de investigación que le permitan el abordaje de temáticas en el área de Bioprocesos Industriales y Química Industrial, mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de su formación profesional.

Resumen de contenidos: Debido a su naturaleza práctica y la variedad de las propuestas desarrolladas el ciclo anterior, el curso no cuenta con contenidos específicos. Se basa en la implementación experimental de metodologías definidas en la propuesta de investigación.

## CURSOS OPTATIVOS DE LA LICENCIATURA

### RECURSOS NATURALES Y CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Créditos: 4.

Descripción: Este curso brinda una visión general de los ciclos elementales y de las transformaciones biogeoquímicas en un contexto de cambio global. Se proveerán herramientas básicas para el análisis cuantitativo de procesos biogeoquímicos en ambientes terrestres, los océanos y la composición atmosférica a diferentes escalas temporales. Si bien el curso es de naturaleza teórica, se desarrollarán una serie de experiencias prácticas con apoyo tecnológico; en particular, software para el análisis de numérico, incluyendo Excel y R.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de discutir una visión global de los ciclos elementales y transformaciones biogeoquímicas que ocurren en los ambientes terrestres, los océanos, y la atmosfera, así como el impacto que tienen las actividades humanas sobre estos procesos.

Resumen de contenidos:

Introducción a la biogeoquímica. Los ciclos biogeoquímicos del agua, carbono, nitrógeno azufre y fósforo. Herramientas para el estudio de procesos biogeoquímicos. Reacciones biogeoquímicas en la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera. Introducción a la modelación biogeoquímica. Asimismo, este curso cuenta con actividades prácticas que se desarrollan bajo el acompañamiento de la persona docente durante y fuera de las horas de clase.

### MONITOREO AMBIENTAL

Créditos: 4.

Descripción: Este curso es una introducción al monitoreo ambiental, a las técnicas de muestreo y métodos analíticos y estadísticos empleados para medir y evaluar la contaminación ambiental (aire, agua, suelo y los sedimentos). En este curso se hace énfasis en el análisis de las fuentes de contaminantes ambientales y sus tipos, las técnicas de muestreo disponibles, así como la selección del instrumental analítico necesario para el análisis de muestras de aire, agua, suelo, y sedimentos. El curso aborda las temáticas correspondientes mediante la combinación de clases presenciales y prácticas de laboratorio con el fin de preparar al estudiante integralmente para realizar monitoreo químico-ambiental.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer mecanismos de monitoreo ambiental en el análisis de muestras de aire, de agua, de suelo y de sedimentos, así como la sistematización y evaluación estadística de la información generada.

Resumen de contenidos: Introducción al monitoreo y caracterización del ambiente. Establecimiento de los objetivos del muestreo y evaluación de la calidad de los datos en monitoreo ambiental. Tipos de contaminantes ambientales físicos y químicos. Evaluación de las propiedades físicas y los procesos químicos en sistemas ambientales. Impactos de la contaminación al ser humano y al ambiente. Muestreo y análisis del suelo, sedimentos y la zona vadosa (no saturada). Muestreo y

análisis de aguas superficiales, subterráneas y residuales. Muestreo y análisis de aire y contaminantes atmosféricos.

## CIENCIA DE POLÍMEROS

Créditos: 4.

Descripción: Se discuten temas teóricos y experimentales relacionados con la síntesis, caracterización y funcionalización de materiales poliméricos. Muchos de estos principios tienen como base la Química Orgánica y la Fisicoquímica, como los mecanismos de reacción para comprender y generalizar la combinación de grupos funcionales y la formación de nuevos enlaces; las fuerzas intra e intermoleculares y su importancia en el estado físico de los compuestos. Otros conceptos, como la cristalinidad, las temperaturas de transición o el peso molecular, deberán ser definidos y enfocados desde una perspectiva particular para ser aplicados a esta disciplina y facilitar la comprensión de las propiedades de las macromoléculas y las posibilidades de la aplicación industrial de los polímeros. La ciencia y la tecnología de los polímeros es una ciencia reciente de gran importancia desde el punto de vista científico e industrial pues se produce una gran cantidad de nuevos materiales con magníficas propiedades mecánicas, ópticas y térmicas, entre otros. Se estudiarán técnicas de caracterización de polímeros enfocadas a determinar estructura, morfología y peso molecular, así como los principales métodos de síntesis de polímeros a partir de monómeros por medio de reacciones de adición y de condensación. También se tratará la modificación química de polímeros existentes en la naturaleza para obtener materiales con propiedades más interesantes o que puedan ser procesados de manera adecuada. Se profundizará sobre las técnicas de análisis de materiales poliméricos.

Para complementar el conocimiento teórico, se llevarán a cabo prácticas de laboratorio lo que le permite al estudiante hacer aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos, así como desarrollar destrezas de laboratorio adicionales, análisis de información experimental, interpretación de datos y elaboración de conclusiones a partir de la aplicación de los conceptos teóricos en la interpretación de datos experimentales.

Objetivo General: Que la persona estudiante sea capaz de validar a nivel teórico y experimental la estructura, propiedades y preparación de los materiales poliméricos en el contexto de su eventual utilización en la industria.

Resumen de contenidos: Síntesis de polímeros. Técnicas de polimerización. Termodinámica de disoluciones macromoleculares. Técnicas de caracterización de polímeros. Temas avanzados en ciencia de polímeros. Debido a la naturaleza teórico-laboratorio del curso, se desarrollarán diversas prácticas experimentales, tales como las siguientes u otras similares: Polimerización de acrilamida en disolución acuosa, polimerización por suspensión de estireno con DBPO, policondensación interfacial de nylon 6,6, síntesis de acetato de celulosa, síntesis de poli(estireno) en emulsión, polimerización aniónica, copolimerización, síntesis de poliuretanos, síntesis de una resina epóxica y síntesis de una resina fenol-formaldehído.

## MATERIALES AVANZADOS

Créditos: 3.

Descripción: El curso desarrolla una serie de temas sobre materiales y tecnologías avanzadas. Algunas de estas tecnologías ya se están usando en Costa Rica (e.g., membranas) o son de uso

extendido (e.g. baterías de líquidos iónicos). El curso introduce a la persona estudiante a gran cantidad de materiales novedosos y avanzados, que le permitan proponer soluciones a problemas que se den en una empresa o país (e.g., tratamiento de aguas residuales, tratamiento de residuos ordinarios o peligrosos, reacciones químicas, métodos de separación) o, incluso, puede ser motivación para establecer nuevos emprendimientos. El curso se desarrollará mediante la invitación de expertos en el tema y la lectura de artículos de investigación en idioma inglés.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de proponer tecnologías y materiales avanzados idóneos para resolver problemas a nivel local, regional y nacional, tanto a nivel de empresas, gobiernos locales y otros sectores.

**Resumen de contenidos:** Nanotecnología. Biotecnología. Encapsulamiento de medicamentos. Líquidos iónicos / Solventes Eutécticos Profundos (DES). Tecnologías de separación. Baterías ion-litio y nuevos desarrollos. Otros materiales avanzados. Microfluídica (Lab on a Chip). Impresión 3D. Biofabricación.

## ASLAMIENTO Y PURIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS

**Créditos:** 4.

**Descripción:** El curso es integrado, con un componente de teoría y uno de laboratorio, siendo este último el más importante. El curso explora los diferentes tipos de metabolitos secundarios presentes en plantas y la importancia de las rutas biosintéticas que les dan orígenes. Siendo Costa Rica un país con alta biodiversidad, el curso sensibiliza a la persona estudiante respecto a la importancia de los metabolitos secundarios presentes en la biodiversidad y el rol que estos cumplen, siendo fuente de inspiración para el desarrollo de productos de uso industrial, especialmente en el desarrollo de nuevos fármacos. Se discute el papel que cumple un profesional en química en la validación de conocimiento etnobotánico y etnofarmacológico y se da una breve introducción a diversos sistemas de medicina tradicional y la validación de conocimiento.

Este curso brinda las bases para la comprensión del papel de los metabolitos secundarios en las plantas y como estos presentan bioactividades que les permiten ser utilizados en el tratamiento de enfermedades, se discutirán aspectos tales como: sinergismo, diversidad estructural en extractos de plantas, bioprospección, actividad biológica, entre otros conceptos asociados al área de conocimiento de la fitoquímica. De manera similar, se brinda al estudiante una oportunidad de experimentar un monitoreo de principios activos de origen natural en productos comercializables.

**Objetivo General:** Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar diferentes técnicas de laboratorio empleadas en la extracción, purificación y detección de los diferentes tipos de metabolitos secundarios más comunes en plantas medicinales para la investigación en fitoquímica.

**Resumen de contenidos:** Ética en la investigación. Rutas biosintéticas. Etnobotánica y etnomedicina. Productos naturales como fuente de inspiración para el desarrollo de fármacos. Fitoterapia. Legislación nacional sobre la inscripción de productos de origen natural. Control de calidad de productos naturales. Tamizaje fitoquímico. Introducción a la Química medicinal. Bioensayos. Biología sintética.

## FERMENTACIÓN INDUSTRIAL

Créditos: 4.

Descripción: Aunque los procesos fermentativos son casi tan antiguos como la humanidad misma, su industrialización se dio con el descubrimiento de la penicilina. Desde ese momento, se han creado y diseñado una miríada de procesos fermentativos para satisfacer el consumo de compuestos químicos finos, que son utilizados en la industria farmacéutica, alimenticia y agropecuaria, entre otros. Este curso enfrentará a la persona estudiante con diferentes conceptos y sistemas básicos en la producción, procesamiento y purificación de compuestos/productos de origen biológico mediante el uso de procesos fermentativos. El curso pondrá en contacto a la persona estudiante con una revisión de varios productos de origen biológico de interés industrial. Además, se discutirán detalladamente los métodos de producción y tipos de fermentadores utilizados para esta etapa. Tomando en cuenta que los productos se comercializan con varios grados de pureza, se estudiarán las técnicas relacionadas con recuperación, aislamiento, purificación y formulación de productos.

Objetivo General: La persona estudiante será capaz de evaluar procesos fermentativos de interés industrial mediante la aplicación de conceptos teóricos y prácticos que permitan el manejo y mejoramiento de procesos biotecnológicos para la producción y purificación de compuestos de interés industrial.

Resumen de contenidos: Introducción. Biotecnología y microbiología industrial. Aspectos de biología molecular y bioinformática y su relevancia en los procesos fermentativos. Nutrición microbiana. Sobreproducción de metabolitos. Fermentadores y su operación. Purificación de productos. Esterilidad en la industria.

## QUÍMICA FARMACÉUTICA

Créditos: 3.

Descripción: Durante este curso se discutirán las nociones fundamentales sobre la química farmacéutica y medicinal, enfocada principalmente en el diseño y desarrollo del fármaco, el mecanismo molecular por el cual actúa en el organismo y aspectos generales de su formulación. El énfasis del curso se centra en los aspectos químicos, bioquímicos y farmacológicos de la química farmacéutica. Se estudiarán las estrategias más comunes de desarrollo de los fármacos, identificación de los sitios de acción, farmacodinámica y farmacocinética.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de discutir las propiedades de las moléculas y su estructura, considerando aspectos farmacocinéticos, farmacodinámicos, de producción y tecnología, para su potencial uso como candidato a fármaco.

Resumen de contenidos: Historia y generalidades de Química Medicinal y Farmacéutica. Diseño, Descubrimiento y Desarrollo de Medicamentos. Blancos moleculares I: Receptores. Blancos moleculares II: Enzimas, inhibición e inactivación. Blancos moleculares III: Quimioterapia, agentes que interactúan con ADN. Metabolismo de medicamentos. Propiedades fisicoquímicas de medicamentos estrategias de optimización y exploración del SAR. Estudios relación estructura –

actividad cuantitativos. Diseño racional y herramientas in silico. Diseño de profármacos. Formulación de formas farmacéuticas. Biomedicamentos

## INGENIERÍA DE POLÍMEROS

Créditos: 3.

Descripción: Este curso incursiona en la ingeniería y diseño de polímeros, desde sus fundamentos matemáticos y físicos hasta su aplicación en sesiones de laboratorio. Se agendará al menos una gira durante el curso para complementar los conocimientos con una experiencia industrial.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de utilizar los principales modelos matemáticos y físicos que forman las bases de la ingeniería de polímeros.

Resumen de contenidos: Reología y reometría. Viscoelasticidad. Procesos de manufactura de polímeros. Diseño de productos poliméricos.

## TECNOLOGÍAS AMBIENTALES DEL AGUA

Créditos: 3.

Descripción: El agua es considerada un recurso indispensable para el desarrollo de la sociedad, el crecimiento económico, la salud y el bienestar de las personas. Asegurar agua en calidad y cantidad adecuada para el consumo y producción es un reto que debe abordarse desde el conocimiento de las mejores técnicas, tanto para la depuración de agua para consumo como para el tratamiento del agua residual generada, tanto en actividades antropogénicas como industriales.

En este curso, se introducen los conceptos principales relacionados con las características de las aguas, su importancia y usos a nivel industrial y los principales procesos de tratamiento que permiten abastecer de agua para consumo a los diferentes usuarios de este recurso y realizar un tratamiento adecuado a las aguas residuales, de forma que se cumpla con la normativa ambiental referente a este tema y se logre disminuir el impacto de la contaminación del agua en el medio ambiente. El estudiante aprenderá sobre las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, las operaciones y procesos unitarios de tratamiento, los criterios de diseño y la normativa correspondiente.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de establecer las operaciones y procesos adecuados para la depuración del agua y el tratamiento del agua residual, relacionados con actividades antropogénicas y procesos industriales.

Resumen de contenidos: Introducción a la gestión de las aguas y las aguas residuales. Tratamiento de agua para consumo. Agua para usos industriales. Tratamiento de aguas residuales.

## POLÍMEROS BIOBASADOS Y BIOPRODUCTOS

Créditos: 3.

Descripción: Los polímeros biobasados y bioproductos representan oportunidades a nivel nacional para dar tratamiento y obtener productos de alto valor agregado a partir de residuos agroindustriales, aplicando principios de economía circular y brindando una alternativa de tratamiento de estos, pues su desecho representa un reto para los productores y en muchas ocasiones, por el tipo de tratamiento utilizado, el impacto ambiental es alto. Por su parte, existe una necesidad mundial de generar nuevos materiales obtenidos de fuentes diferentes a las fósiles, forjando una economía más sostenible basada en energías renovables, biomasa y reciclaje.

En el curso se discutirán contenidos teóricos y experimentales relacionados con estos polímeros, principalmente el estudio de los procesos de obtención, síntesis, derivatización, propiedades físicas, procesamiento, fabricación, usos y aplicación de los principales polímeros de base biológica a partir de biomasa. Por su parte se evaluarán los principios de economía circular, análisis de ciclo de vida y biorrefinería en general.

Objetivo General: Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar los conceptos básicos de los polímeros biobasados y bioproductos para su obtención, modificación y aplicación industrial.

Resumen de contenidos: Introducción a los polímeros biobasados y bioproductos. Biobasados y bioproductos de interés industrial. Combustibles y derivados químicos. Aplicaciones de polímeros biobasados y bioproductos. Nanomateriales biobasados. Técnicas de caracterización de materiales biobasados y bioproductos. Procesos de degradación. Análisis de ciclo de vida. Además, se realizarán prácticas de laboratorio que incluyan al menos las siguientes temáticas: obtención de productos biodegradables, materiales biocompatibles y derivados de biomasa, aplicación de pruebas de caracterización, modificación de matrices biobasadas y formulación de productos a partir de polímeros biobasados.

ANEXO C

**PROFESORES DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN  
QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## ANEXO C

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

<b><u>Nombre del curso</u></b>	<b><u>Docentes</u></b>
Química general I	Marianelly Esquivel Alfaro
Lab. Química general I	Marianelly Esquivel Alfaro
Introducción a la química industrial	José Ángel Rodríguez Corrales
Introducción al Análisis de Datos	Irene Hernández Ruiz
Química general II	Marianelly Esquivel Alfaro
Lab. Química general II	Marianelly Esquivel Alfaro
Física I	Departamento de Física
Cálculo I	Escuela de Matemática
Química analítica cuantitativa	Germain Esquivel Hernández
Lab. Química analítica cuantitativa	José Ángel Rodríguez Corrales
Cálculo II	Escuela de Matemática
Probabilidad y estadística	Andrey Zamora Araya
Administración industrial e innovación	José David Ulloa Soto
Fisicoquímica	Lisbeth Jiménez Carrillo
Química orgánica I	Ana Francis Carballo Arce
Lab. Química orgánica I	Ana Francis Carballo Arce
Métodos instrumentales de análisis	Germain Esquivel Hernández
Lab. Métodos instrumentales de análisis	Rolando Sánchez Gutiérrez
Principios de ingeniería de procesos	Patricia Alvarado Aguilar
Química Orgánica II	Ana Francis Carballo Arce
Lab. Química Orgánica II	Ana Francis Carballo Arce
Evaluación y gestión de emprendimientos innovadores	José David Ulloa Soto
Procesos químico-biológicos	Sandra Valdés Díaz
Lab. Procesos químico-biológicos	Sandra Valdés Díaz
Operaciones unitarias	Mohammad Jihad Sasa Marín
Bioquímica I	Pablo Jiménez Bonilla
Introducción a la ciencia de Materiales poliméricos	Óscar Rojas Carrillo
Química inorgánica	Gilberto Piedra Marín
Gestión de riesgo químico	José Carlos Mora Barrantes
Estadística multivariada para Química	Andrey Zamora Araya
Bioquímica II	Pablo Jiménez Bonilla
Control de calidad	Orlando Armijo Montes
Producción más limpia	Carolina Alfaro Chinchilla
Diseño industrial	René Mora Casal
Formulación industrial de productos	Luis Roberto Villegas Peñaranda
Práctica profesional industrial	Carolina Alfaro Murillo
Métodos de investigación química	Germain Esquivel Hernández

## **Nombre del curso**

Sistemas integrados de gestión  
Trabajo final de graduación  
Gerencia industrial  
Principios de Six Sigma  
Aplicaciones industriales de la química de alimentos  
Introduction to biorefinery  
Chemometrics  
Diseño de procesos agroindustriales  
Industrial biotechnology  
Laboratorio de química inorgánica  
Ingeniería de bioprocesos alimentarios  
Regencia química y legislación nacional  
Quality management systems for medical devices  
Materiales para la industria biomédica  
Introducción a la nanotecnología  
Introducción a la tecnología del plástico  
Experiencias de química industrial  
Survey of chemical literature  
Introducción a la economía circular  
Aseguramiento de la inocuidad en la industria alimentaria  
Tecnología de detergentes y dispersiones  
Trazadores químicos  
Tópicos emergentes I  
Tópicos emergentes II  
Tópicos emergentes III  
Tópicos emergentes IV  
Investigación dirigida I y II  
Investigación dirigida II  
Recursos naturales y ciclos biogeoquímicos

Monitoreo ambiental

Ciencia de polímeros  
Materiales avanzados  
Aislamiento y purificación de metabolitos secundarios

Fermentación industrial  
Química farmacéutica  
Ingeniería de polímeros  
Tecnologías ambientales del agua  
Polímeros biobasados y bioproductos

## **Docentes**

Mohammad Jihad Sasa Marín  
Germain Esquivel Hernández  
Orlando Armijo Montes  
Carolina Alfaro Chinchilla  
Orlando Armijo Montes  
Carlos Cartín Caballero  
Rolando Sánchez Gutiérrez  
Orlando Armijo Montes  
Pablo Jiménez Bonilla  
Gilberto Piedra Marín  
Orlando Armijo Montes  
José Carlos Mora Barrantes  
Óscar Rojas Carrillo  
Marianelly Esquivel Alfaro  
Guillermo Jiménez Villalta  
Guillermo Jiménez Villalta  
Gerald Torrentes Espinoza  
José Ángel Rodríguez Corrales  
Carolina Alfaro Chinchilla  
Orlando Armijo Montes  
Óscar Rojas Carrillo  
Germain Esquivel Hernández  
Roy Pérez Salazar  
Manuel Sandoval Barrantes  
Roy Pérez Salazar  
Manuel Sandoval Barrantes  
Ana Francis Carballo Arce  
Luis Roberto Villegas Peñaranda  
Germain Esquivel Hernández  
José Pablo Sibaja Brenes  
Germain Esquivel Hernández  
José Pablo Sibaja Brenes  
Óscar Rojas Carrillo  
Óscar Rojas Carrillo  
Ana Francis Carballo Arce  
Víctor Álvarez Valverde  
Luis Roberto Villegas Peñaranda  
Juan José Araya Barrantes  
Guillermo Jiménez Villalta  
Mohammad Jihad Sasa Marín  
Marianelly Esquivel Alfaro

ANEXO D

**PROFESORES DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN  
QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## ANEXO D

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA EN QUÍMICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **CAROLINA ALFARO CHINCHILLA**

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

#### **PATRICIA ALVARADO AGUILAR**

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

#### **VÍCTOR ÁLVAREZ VALVERDE**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

#### **JUAN JOSÉ ARAYA BARRANTES**

Bachillerato en Química, Universidad de Costa Rica. Maestría en Química, Universidad de Costa Rica.

#### **ORLANDO ARMIJO MONTES**

Licenciatura en Ingeniería de Alimentos, Universidad de Costa Rica.

#### **ANA FRANCIS CARBALLO ARCE**

Doctorado en Química, Universidad de Ottawa, Canadá.

#### **CARLOS CARTÍN CABALLERO**

Maestría en Tecnología de Procesos, Universidad Wageningen, Países Bajos.

#### **GERMAIN ESQUIVEL HERNÁNDEZ**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

#### **MARIANELLY ESQUIVEL ALFARO**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

### **IRENE HERNÁNDEZ RUIZ**

Bachillerato en Ingeniería de Sistemas de Información, Universidad Nacional. Licenciatura en Administración de la Tecnología informática, Universidad Nacional.

### **LISBETH JIMÉNEZ CARRILLO**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional. Doctorado en Ciencias, Universidad de Santiago de Compostela, España.

### **GUILLERMO JIMÉNEZ VILLALTA**

Bachillerato en Química, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería de Polímeros, Universidad Akron, Ohio, Estados Unidos de América.

### **PABLO JIMÉNEZ BONILLA**

Bachillerato en Química Industrial, Universidad Nacional. Doctorado en Ingeniería en Biosistemas, Universidad Auburn, Alabama, Estados Unidos de América.

### **JOSÉ CARLOS MORA BARRANTES**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional. Maestría en Gestión y Estudios Ambientales, Universidad Nacional.

### **RENÉ MORA CASAL**

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

### **ROY PÉREZ SALAZAR**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

### **GILBERTO PIEDRA MARÍN**

Bachillerato en Química, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Química, Universidad Estatal de Dakota del Sur, Estados Unidos de América.

### **JOSÉ ÁNGEL RODRÍGUEZ CORRALES**

Bachillerato en Química Industrial, Universidad Nacional. Doctorado en Química, Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos de América.

### **ÓSCAR ROJAS CARRILLO**

Doctorado en Ciencias Naturales (Química), Universidad de Postdam, Alemania.

### **ROLANDO SÁNCHEZ GUTIÉRREZ**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

### **MANUEL SANDOVAL BARRANTES**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional. Doctorado en Química Sostenible, Universidad Complutense de Madrid, España.

### **MOHAMMAD JIHAD SASA MARÍN**

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

### **JOSÉ PABLO SIBAJA BRENES**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad de Nacional.

### **GERALD TORRENTES ESPINOZA**

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica. Maestría en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

### **JOSÉ DAVID ULLOA SOTO**

Maestría en Economía del Desarrollo, Universidad Nacional.

### **SANDRA VALDÉS DÍAZ**

Licenciatura en Biología, Universidad de La Habana, Cuba. Maestría en Agricultura Ecológica, Universidad Nacional.

### **LUIS ROBERTO VILLEGAS PEÑARANDA**

Licenciatura en Química Industrial, Universidad de Nacional.

### **ANDREY ZAMORA ARAYA**

Maestría en Estadística, Universidad de Costa Rica.



CONSEJO NACIONAL  
DE RECTORES

UCR

TEC

UNA

UNED

UTN  
Universidad  
Técnica Nacional