

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

División Académica

DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE REDISEÑO DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

Alexander Cox Alvarado



OPES ; no 41-2022

CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior
División Académica

DICTAMEN SOBRE LA SOLICITUD DE REDISEÑO DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

Alexander Cox Alvarado



OPES; N° 41-2022

378.728.6
C877d

Cox Alvarado, Alexander

Dictamen sobre la solicitud de rediseño del bachillerato en ingeniería de bioprocesos industriales de la Universidad Nacional / Alexander Cox Alvarado. -- Datos electrónicos (1 archivo : 660 kb). -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2022.
(OPES ; no. 41-2022).

ISBN 978-9977-77-493-0
Formato pdf (61 páginas)

1. INGENIERÍA. 2. BIOPROCESOS INDUSTRIALES. 3. BACHILLER UNIVERSITARIO. 4. OFERTA ACADÉMICA. 5. PLAN DE ESTUDIOS. 6. PERFIL PROFESIONAL. 7. PERSONAL DOCENTE. 8. UNIVERSIDAD NACIONAL. 9. COSTA RICA. I. Título. II. Serie.



PRESENTACIÓN

El estudio que se presenta en este documento (OPES; no 41-2022) se refiere al dictamen sobre la solicitud de rediseño del Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales 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 *Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales, 2022*, elaborado por la Universidad Nacional. La revisión del documento estuvo a cargo de la Dra. Katalina Perera Hernández, Jefa de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión No. 44-2022, artículo 8, inciso a), celebrada el 8 de noviembre de 2022.



Eduardo Sibaja Arias
Director de OPES

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Datos generales	1
3. Resumen de los cambios efectuados.....	2
4. Justificación.....	3
5. Objetivos del Bachillerato	4
6. Perfil académico-profesional	5
Saber Conceptual	5
Saber Procedimental	5
Saber actitudinal	6
7. Requisitos de ingreso	7
8. Requisitos de permanencia y de graduación.....	8
9. Listado de los cursos.....	8
10. Descripción de las actividades académicas de la carrera	8
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.....	8
12. Conclusiones	9
13. Recomendaciones.....	9
ANEXO A.....	10
ANEXO B.....	14
ANEXO C	50
ANEXO D	53

1. Introducción

La solicitud de rediseño del Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales de la Universidad Nacional (UNA), fue enviada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UNA, Francisco González Alvarado, en nota UNA-R-OFIC-1716-2022, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹.

Cuando se rediseñan carreras de grado ya existentes se utiliza lo normado en los Lineamientos mencionados, los cuales establecen los siguientes temas, que son la base del estudio que realiza la OPES:

- Datos generales
- Resumen de los cambios efectuados
- Justificación del rediseño
- Propósitos u objetivos de la carrera
- Perfil académico-profesional
- Requisitos de ingreso
- Requisitos de graduación
- Listado de los cursos
- Descripción de los cursos
- Correspondencia del equipo docente con los cursos asignados.

A continuación, se detalla cada uno de estos aspectos.

2. Datos generales

Por medio del dictamen OPES-6/2012 el Consejo Nacional de Rectores aprobó la creación del *Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales*. Este rediseño se realiza con base en la experiencia de haber impartido la carrera por nueve años y con miras hacia

¹ Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013.

un futuro proceso de acreditación. Las unidades académicas base son las escuelas de Química y de Biología, ambas parte de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Se otorgará el diploma de *Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales*.

2. Resumen de los cambios efectuados

En la documentación enviada por la Universidad Nacional, se envía este resumen de los cambios efectuados:

El presente plan de estudios es un rediseño del plan que se ofertó a partir de 2013. El programa de Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales ha representado una oferta única en el país, para la formación de profesionales especializados en la industrialización de procesos que involucran agentes biológicos. Los profesionales graduados durante los años recientes han tenido una gran aceptación en el mercado laboral. Al cumplirse 10 años de la oferta de bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales, de la Universidad Nacional, como parte del proceso de revisión y actualización de la carrera, se han encontrado oportunidades de mejoras que llevan al presente rediseño.

El rediseño intensifica la base matemática incorporando temas de ecuaciones diferenciales, y álgebra lineal, a su vez que mantiene las ya ofrecidas en el primer plan: cálculo integral y diferencial y bioestadística. Esto en concordancia con los perfiles ingenieriles a nivel internacional, que se caracterizan por tener esta base. Además, se incrementa la cantidad de materias relacionadas con fenómenos ingenieriles (teóricos y prácticos), como balances de masa y energía, y laboratorios de operaciones unitarias. De igual manera, el plan de estudios mantiene las líneas que han sido identificadas por el sector industrial costarricense como relevantes: control de calidad, y biomateriales. En el caso de los biomateriales, la industria de dispositivos médicos emplea a la gran mayoría de los egresados de la carrera. Estos elementos también han sido recalcados como relevantes por industriales del sector farmacéutico.

Finalmente, en la educación moderna el desarrollo de habilidades y destrezas ha cobrado mucha más relevancia. Esto se refleja en el plan, en la incorporación de un segundo curso de investigación dirigida, donde los estudiantes realizarán un proyecto mucho más amplio. Además, en los diversos cursos se ha promovido el desarrollo de mecanismos de evaluación que promuevan las habilidades blandas.

Los cambios en la estructura curricular son los siguientes:

- Se definen nuevas áreas disciplinares: Matemáticas; Ciencias Básicas; Ciencias de la Ingeniería y Diseño Ingenieril. Las áreas disciplinares del plan del 2011 eran Biotecnología; Química y Tecnologías Convergentes e Ingeniería.
- Se incorporan dos cursos nuevos del área de las Matemáticas: Álgebra Lineal y Ecuaciones diferenciales.
- Se incluyen cursos regulares nuevos: Química general II; Química Analítica para Bioprocesos; Biomateriales; Balances de Masa y Energía; Termodinámica; Biología de los Microorganismos; Planificación y Evaluación de Proyectos; Diseño Industrial; Control de calidad y Práctica Profesional Industrial.
- Se incluyen cursos optativos disciplinares nuevos: Genómica y Proteómica Computacional; Introducción a la Bioinformática; Aislamiento y Purificación de Metabolitos Secundarios; Bioindicadores de Contaminación; Biorremediación; Química Bioinorgánica.

- Hay unos cursos regulares que pasan a optativos: Genética General; Biotecnología Industrial; Técnicas de Cultivo de Tejidos Animales; Técnicas de Cultivo de Tejidos Vegetales; Nanotecnología; Ingeniería Genética.
- Se ajusta la malla curricular cambiando algunos cursos de nivel o de ciclo lectivo.

3. Justificación

En la documentación enviada por la Universidad Nacional, se justifica el rediseño del Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales de la siguiente manera:

“La versatilidad productiva de un país desarrollado se basa en su capacidad científica y tecnológica, fortalecida por la innovación tecnológica en los avances productivos. En países como Costa Rica, se hace cada vez más necesario el aumento en la generación de ciencia y tecnología y la integración de esos conocimientos con el sector productivo y las necesidades del país.

La Ingeniería de Bioprocesos Industriales es una rama interdisciplinaria que integra los conocimientos químicos, biológicos y principios tradicionales de la ingeniería, con el fin de solucionar diversos problemas a nivel de producción, salud y energía. Un bioproceso es cualquier proceso que utiliza células vivas para crear un producto, mientras que la ingeniería es la rama de la ciencia del diseño y construcción de procesos o máquinas complejas. En conclusión, la ingeniería en bioprocesos es la planeación, construcción, ejecución y revisión de procesos biológicos y mecánicos requeridos para crear nuevos productos (antibióticos, alimentos, bebidas, enzimas, productos industriales obtenidos por fermentación, cultivos celulares, tisulares y parenquimáticos).

En el año 2012 se aprobó el primer plan de la carrera de Bachillerato en Ingeniería en Bioprocesos Industriales, de manera conjunta entre la Escuela de Química y la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional, ofertándose por primera vez en el año 2013. Para la sesión inaugural del curso lectivo del año 2017 se gestionó la visita del Dr. Andreas Liese, de la Universidad Técnica de Hamburgo, una universidad alemana especializada en ingeniería. Durante su visita, y como parte del proceso de revisión y actualización constante de la carrera, se recibió una asesoría externa sobre la malla curricular. Tomando en cuenta su trayectoria y experiencia en el campo, esta asesoría fue recibida positivamente por los miembros de la comisión curricular de la carrera de Ingeniería en Bioprocesos Industriales.

El Dr. Liese considera que el programa de estudios requiere fortalecer el perfil de ingeniería. Desde su experiencia en la Universidad Técnica de Hamburgo, el ingeniero debe conocer las operaciones de trabajo ingenieril más que las operaciones disciplinares de su contraparte técnica, en este caso químicos y biotecnólogos. La malla curricular previa era muy fuerte en elementos científicos, los cuales no se requieren tan a profundidad en un perfil ingenieril. Producto de este análisis, surge la necesidad de actualizar la malla curricular para mejorar la idoneidad hacia el perfil ofertado. Además, el perfil se debe de ajustar a las necesidades específicas del mercado costarricense. Por estas razones, surge en el 2017 la primera propuesta de rediseño curricular.

Adicionalmente, producto de un acercamiento con miras hacia un futuro proceso de acreditación, se estudiaron los criterios curriculares de la oficina de acreditación del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), representante del acuerdo de Washington para la acreditación internacional de carreras de ingeniería en Costa Rica. Producto de esta revisión surge la necesidad de ampliar la base matemática de la malla.

Además, la nueva malla se contextualiza en un periodo en el cual Costa Rica apunta hacia bioprocesos y biorrefinería. De acuerdo con la Estrategia Nacional de Bioeconomía, se busca “cimentar una Costa Rica con producción sostenible de alto valor agregado en todas sus regiones y biocidades emergentes, basada en el aprovechamiento justo y equitativo de su biodiversidad, el uso circular de la biomasa y en el progreso biotecnológico del país como sociedad del conocimiento”.

(Universidad Nacional, Resumen ejecutivo, Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales, 2022).

La justificación del rediseño es clara y cumple con los elementos establecidos.

5. Objetivos del Bachillerato

Según la Universidad Nacional, los objetivos del Bachillerato son los siguientes:

Objetivos generales:

- Formar profesionales en el área de Ingeniería de Bioprocesos Industriales con capacidad de realizar una aplicación integrada de la química, la biología celular y molecular, la microbiología y la ingeniería, para el diseño y ejecución de diversos bioprocesos en la industria.
- Formar investigadores capaces de diseñar y ejecutar proyectos en las diversas áreas que abarca la Ingeniería de Bioprocesos Industriales para proponer soluciones a las necesidades de las empresas e instituciones relacionadas.
- Estrechar los vínculos de la Universidad con el sector productivo nacional de manera que se logre satisfacer las necesidades de profesionales en el área de la ingeniería de bioprocesos industriales.

Objetivos específicos:

- Generar alternativas innovadoras en el diseño y gestión de líneas de producción en industrias con bioprocesos, para potenciar el crecimiento del sector productivo nacional.
- Poseer una visión integral de las diferentes áreas de la Ingeniería de Bioprocesos Industriales que le permita identificar las necesidades del sector productivo y así diseñar las estrategias para la solución de éstas.
- Lograr habilidades intelectuales y manuales que le permitan desarrollar las destrezas en el trabajo con microorganismos, diseño y evaluación de biomateriales.
- Promover los principios éticos y morales que rigen su profesión y velar por su cumplimiento.

(Universidad Nacional, Resumen ejecutivo, Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales, 2022)

Los objetivos planteados están acordes con el grado y nombre de la carrera propuesta.

6. Perfil académico-profesional

A continuación, se detalla el perfil académico del graduado en Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales:

Saber Conceptual

Al concluir el plan de estudios cada estudiante tendrá conocimientos sobre los siguientes temas:

- Las transformaciones biológicas aplicadas a los procesos productivos en la industria.
- Conceptos y aplicación de genética, biología celular y molecular, que le permitan la manipulación de secuencias genómicas (ácidos nucleicos) y/o proteínas con distintos fines a nivel industrial.
- Operaciones unitarias, diseño, escalamiento y optimización de biorreactores para diferentes procesos industriales.
- Conceptos de cinética y fluidodinámica, así como de síntesis, biosíntesis y bioprocesos.
- Conceptos y aplicaciones en la ciencia de los materiales, biomateriales y nanotecnología.
- Conceptos de evaluación técnica, control y operación de procesos productivos donde ocurren transformaciones biológicas.
- Normas, especificaciones y legislación que regulan la producción y liberación de productos biotecnológicos derivados de los procesos industriales.
- Conceptos de la gestión de proyectos
- Conceptos generales sobre aspectos gerenciales de una empresa

Saber Procedimental

Al finalizar el plan de estudios cada estudiante tendrá capacidades para lo siguiente:

- Manejar programas y simulación de fenómenos químico-biológicos.

- Manejar de instrumentación analítica básica y especializada en el campo de los bioprocesos industriales.
- Diseñar, optimizar, controlar y escalar procesos que utilizan células, microorganismos, biomateriales y/o sus productos.
- Aplicar técnicas de manipulación, modificación, clonaje y transferencia de materiales genéticos, así como diversas biotécnicas moleculares.
- Diseñar y desarrollar nuevos materiales y procesos aplicando tecnologías convergentes.
- Adaptar técnicas de biocatálisis para el diseño y/o mejoramiento de productos.
- Realizar consultorías e informes técnicos relacionados con inscripción, patentes, licenciamiento de bioproductos y bioprocesos industriales.
- Formular, ejecutar y dirigir proyectos referidos a la ingeniería de bioprocesos, así como analizar e interpretar los datos obtenidos.

Saber actitudinal

Al finalizar el plan de estudios cada estudiante:

- Será capaz de desempeñarse activamente en equipos de trabajo, en diferentes contextos: científico, social y empresarial.
- Procurará mantenerse actualizado en la aplicación de nuevas tecnologías y continuar su desarrollo profesional y académico a través de estudios superiores.
- Asumirá posiciones de liderazgo bajo un marco de respeto, seguridad, consideración y tolerancia hacia los demás miembros de su entorno laboral.
- Actuará según los principios éticos y morales que rigen su profesión y vela por su cumplimiento.
- Será capaz de emprender e innovar en los diferentes ámbitos que abarca su perfil profesional.
- Desarrollará su capacidad para trabajar en equipos multidisciplinarios, locales, nacionales o internacionales.

- Entablará adecuadas relaciones humanas, de respeto mutuo ante la diversidad.
- Promoverá una conciencia social sostenible con su entorno y su medio laboral.
- Desplegará una ética centrada en el desarrollo humano, laboral.
- Será líder en su grupo de trabajo y mantendrá una actitud vigilante para que se apliquen los principios de equidad, justicia, sostenibilidad ambiental y cultural en su lugar de trabajo.
- Asumirá como parte integral de su quehacer, los aspectos éticos, tanto en el plano personal como en el profesional.
- Respetará a las personas de la comunidad, el trabajo comunitario y su promoción.
- Se actualizará de manera permanente en el área de estudio y áreas afines.
- Tendrá disposición para resolver problemas con los recursos disponibles a su alcance.

(Universidad Nacional, Resumen ejecutivo, Bachillerato en Ingeniería de Bioprocesos Industriales, 2022)

De acuerdo con lo descrito, la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior considera que el perfil profesional se adecúa a los resultados de aprendizaje esperados establecidos en el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana para el grado de Bachillerato. ²

7. Requisitos de ingreso

Según la Universidad Nacional, se establece como requisito de ingreso lo siguiente:

- Haber aprobado el proceso de admisión a esta casa de estudios, lo cual incluye la aprobación de la Educación Media.
- Tener al menos la nota de admisión establecida para esta carrera, o en su defecto, haber aprobado 36 créditos aprobados del plan de estudios.

² CSUCA, Marco de Cualificaciones para la Educación Superior Centroamericana, 2018.

8. Requisitos de permanencia y de graduación

Los requisitos de permanencia están normados en los reglamentos correspondientes de la Universidad Nacional. Los requisitos de graduación son la aprobación de todos los cursos del plan de estudios. Adicionalmente, para graduarse, el estudiante debe cumplir con los demás requisitos financieros y administrativos de la Universidad Nacional.

9. Listado de los cursos

La estructura curricular, presentada en el Anexo A, consta de 142 créditos en ocho ciclos de diecisiete semanas. Se impartirán dos ciclos al año.

Lo anterior cumple con la normativa para el grado de Bachillerato.

10. Descripción de las actividades académicas de la carrera

Los programas de los cursos y demás actividades académicas de la carrera se muestran en el Anexo B. Hay catorce cursos optativos, que se seleccionarán de la lista mostrada en el Anexo A de acuerdo con los intereses del estudiante.

Las actividades académicas corresponden o están acorde con el grado y titulación propuesta.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas

Los nombres de los profesores de cada uno de los cursos de la carrera propuesta aparecen en el Anexo C. Todos ellos poseen grados iguales o superiores al de Licenciatura. En el Anexo D se presentan los nombres y los grados académicos de los profesores de la carrera propuesta. Esta Oficina considera que las normativas vigentes se cumplen.

12. Conclusiones

La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*³, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*⁴ y con los procedimientos establecidos por el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*.

13. Recomendaciones

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

- Que se proceda con el rediseño del Bachillerato *en Ingeniería de Bioprocesos Industriales* de la Universidad Nacional, de acuerdo con los términos expresados en este dictamen.
- Que la Universidad Nacional realice evaluaciones internas durante el desarrollo de la carrera.

³ Aprobada por el CONARE en la sesión del 10 de noviembre de 1976.

⁴ Aprobada por el CONARE en la sesión 19-2003, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS
INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

<u>CICLO Y CURSO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>I ciclo</u>	<u>18</u>
Estudios generales I	3
Estudios generales II	3
Inglés I	4
Cálculo I	4
Química general I	3
Laboratorio de química general I	1
<u>II ciclo</u>	<u>18</u>
Estudios generales III	3
Estudios generales IV	3
Inglés II	4
Cálculo II	4
Química general II	3
Laboratorio de química general II	1
<u>III ciclo</u>	<u>18</u>
Álgebra lineal	4
Química analítica para bioprocesos	3
Laboratorio de Química analítica para bioprocesos	3
Biorgánica	3
Laboratorio de Biorgánica	1
Física I	3
Laboratorio de Física I	1

CICLO Y CURSO	CRÉDITOS
<u>IV ciclo</u>	<u>18</u>
Ecuaciones diferenciales	4
Fisicoquímica I	3
Física II	3
Laboratorio de Física II	1
Balance de masa y energía	3
Biología general y laboratorio	4
<u>V ciclo</u>	<u>18</u>
Bioquímica I	3
Operaciones unitarias I	3
Termodinámica	3
Biología de los microorganismos	3
Laboratorio de Biología de los microorganismos	0
Bioestadística I y práctica	3
Optativo disciplinario I	3
<u>VI ciclo</u>	<u>18</u>
Bioquímica II	3
Cinética y reactores químicos	3
Operaciones unitarias II	3
Laboratorio operaciones unitarias	2
Fundamentos de biología molecular y celular	4
Optativo disciplinario II	3
<u>VII ciclo</u>	<u>18</u>
Investigación dirigida I	3
Planificación y evaluación de proyectos	3
Diseño de biorreactores	3
Fisiología y genética microbiana y laboratorio	4
Biomateriales	2
Optativo libre	3

CICLO Y CURSO	CRÉDITOS
<u>VIII ciclo</u>	<u>16</u>
Investigación dirigida II	3
Diseño industrial	3
Control de calidad	3
Práctica profesional industrial	4
Optativo disciplinario III	3
Total de créditos del programa	142

Lista de cursos optativos (todos de tres créditos):

Genómica y Proteómica Computacional
 Introducción a la Bioinformática
 Aislamiento y Purificación de Metabolitos Secundarios
 Bioindicadores de Contaminación
 Biorremediación
 Genética General
 Biotecnología Industrial
 Nanotecnología
 Tratamiento de efluentes
 Bioprospección de organismos del suelo
 Biotecnología de algas
 Química farmacéutica
 Materiales poliméricos
 Tecnología de plásticos

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS
INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DEL BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

Curso: INGLÉS I

Descripción:

Este curso brinda a los estudiantes los instrumentos básicos con respecto a la comprensión de lectura: vocabulario general y estructuras gramaticales, que le permitan comprender textos a nivel explícito e implícito.

Objetivo general:

- Mostrar un repertorio básico de estructuras sencillas relativas a datos personales y a situaciones cotidianas con un vocabulario de nivel profesional concerniente a las diferentes carreras.
- Objetivos específicos
- Mostrar comprensión auditiva a nivel básico mediante la aplicación de estrategias como captar la esencia de lo que se dice.
- Mostrar comprensión de lectura de textos básicos para identificar ideas centrales y de apoyo.
- Interactuar oralmente en diversas situaciones de la vida cotidiana básicas mediante la aplicación de técnicas de reformulación y rectificación.
- Comunicarse en forma escrita mediante técnicas básicas de composición a nivel de oración.

Contenidos:

Técnicas de comprensión a nivel de texto completo, aspectos gramaticales, afijos, técnicas de comprensión a nivel de párrafo, rastreo.

Curso: CÁLCULO I

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.

Contenidos:

- Límites de funciones reales de variable real
- Derivadas
- Aplicaciones de la derivada
- Integrales
- Aplicaciones de la integral

Curso: QUIMICA GENERAL I

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 esta. 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:

Aplicar las bases teóricas y prácticas fundamentales sobre las cuales se estructura la química para el estudio de los procesos químicos relacionados con la Ingeniería en Bioprocesos.

Contenidos: temáticos:

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.

Curso: LABORATORIO DE QUIMICA GENERAL I

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 las bases prácticas fundamentales sobre las cuales se estructura la química para el estudio de los procesos químicos relacionados con la Ingeniería en Bioprocesos.
- Objetivos específicos
- Resolver diversos problemas que requieran de un razonamiento lógico-matemático.
- Desarrollar las destrezas prácticas en el manejo de los instrumentos y equipos de laboratorio, que permitan aplicar los conceptos teóricos.

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.

Curso: INGLÉS II

Descripción:

Este curso continúa el desarrollo de las cuatro habilidades de la lengua (comprensión auditiva, conversación, lectura y escritura) iniciado en Inglés I.

Objetivo general:

Comunicarse adecuadamente en situaciones tanto cotidianas como académicas a nivel básico.

Contenidos:

- Cláusulas relativas (which, who, that). Oraciones subordinadas.(because, so).. Transiciones de orden (signposting). Adjetivos.
- Expresiones para expresar disculpas. Imperativos. Voz pasiva en el tiempo. Primer Condicional

Curso: CÁLCULO II

Descripción general:

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.

Contenidos:

- Funciones en varias variables
- Optimización
- Aplicaciones de la integral
- Coordenadas polares
- Números complejos
- Integrales impropias
- Sucesiones y series
- Series de potencias

Curso: QUIMICA GENERAL II

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:

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

Contenidos temáticos.

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.

Curso: LABORATORIO DE QUIMICA GENERAL II

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 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.

Contenidos:

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

Curso: ÁLGEBRA LINEAL

Descripción general:

En este curso se abordan, de manera justificada y práctica, los conceptos básicos sobre matrices y sistemas de ecuaciones lineales. Se da énfasis al desarrollo de los temas de espacios vectoriales de dimensión finita, transformaciones lineales y el cálculo de valores y vectores propios de una matriz o una transformación lineal, con el fin de que el estudiante pueda aplicar estos Contenidos: en las distintas ramas de su quehacer profesional.

Objetivo general:

Fomentar el estudio del Álgebra Lineal como herramienta para la solución de problemas en diversos campos.

Contenidos:

- Matrices y sistemas de ecuaciones lineales
- Álgebra y geometría vectorial
- Espacios vectoriales reales de dimensión finita
- Transformaciones lineales y matrices
- Valores y vectores propios

Curso: QUÍMICA ANALÍTICA PARA BIOPROCESOS

Descripción del curso:

La temática desarrollada en el curso introducirá al estudiante a los aspectos básicos, destrezas y herramientas necesarias teórico-prácticas relacionadas con los métodos y técnicas del análisis cuantitativo, el control de calidad y su vinculación con los bioprocesos industriales y la biotecnología. Se hará énfasis en la aplicación de conceptos estadísticos básicos, uso de correcto de cifras significativas, estequiometría, equilibrio químico, electroquímica y métodos instrumentales para la resolución de problemas analíticos.

Objetivo general:

Aplicar los principios de análisis químico cuantitativo para la resolución de problemas analíticos diversos y relacionados con los bioprocesos industriales.

Contenidos:

- Introducción a la Química Analítica
- El proceso analítico
- Equilibrio ácido-base y disoluciones amortiguadoras
- Métodos clásicos de análisis
- Química electro-analítica
- Espectroscopía molecular
- Separaciones analíticas
- Técnicas inmunoanalíticas

Curso: LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA PARA INGENIERÍA EN BIOPROCESOS INDUSTRIALES

Descripción del curso:

En este curso se pretende desarrollar destrezas y habilidades de laboratorio, que son requeridas para tener un buen desempeño en el análisis de laboratorio. Se debe manejar y relacionar los aspectos básicos de las técnicas de análisis conocidas como clásicas, como lo son los métodos gravimétricos y volumétricos, con los conceptos explicados en el curso de teoría. En la parte instrumental se conocerá la fundamentación teórica, el manejo y aplicación de las técnicas potenciométricas, espectrofotométricas, electroforéticas y de bioensayos, todas ellas conducidas a cuantificar matrices en el campo industrial, biológico y farmacéutico.

Objetivo general:

Desarrollar habilidades y destrezas instrumentales relacionadas con los principios de análisis químico para la cuantificación y caracterización de analitos presentes en matrices relacionadas con los bioprocesos industriales, así como el análisis y presentación de los resultados.

Contenidos:

- Evaluación de resultados analíticos.
- Balanza analítica.
- Calibración de equipo volumétrico.
- Preparación y valoración de una disolución de hidróxido de sodio.
- Análisis de vinagre.
- Calibración del pHmetro y análisis de productos comerciales.
- Análisis espectrofotométrico de hierro (II) con o-fenantrolina.

- Análisis de cafeína por HPLC.
- Electroforesis de colorantes e indicadores.
- Selectividad y linealidad de un biosensor de glucosa.

Curso: BIORGÁNICA

Descripción:

En este curso el estudiante aprenderá conceptos fundamentales de química orgánica, los cuales le permitirán comprender mejor las reacciones orgánicas y su importancia en la naturaleza y en la transformación de la materia que nos rodea, en especial de la estructura de los organismos vivos y de los materiales inertes que hoy son claves para el funcionamiento y avance de nuestro mundo. Se ofrece al estudiante las nociones básicas de los grupos funcionales con base en su estructura química, su reactividad; mecanismos de reacción para que pueda comprender procesos, síntesis y la resolución de problemas, así como la importancia de la ética en el manejo de sustancias que pueden ser tóxicas o contaminantes para el medio ambiente. Entendiendo el abordaje de las temáticas y propósitos del curso desde la articulación de los saberes: saber conocer, saber hacer y saber ser.

Objetivo general:

Analizar los conceptos biológicos y químicos fundamentales del estudio de la vida, su origen, evolución, su organización en ecosistemas y el aprovechamiento que el ser humano hace de ellos.

Contenidos:

- Alcanos y cicloalcanos
- Alquenos
- Alquinos
- Compuestos aromáticos
- Estereoisomería
- Compuestos halogenados
- Compuestos halogenados
- Alcoholes y fenoles y tioles
- Éteres y epóxidos
- Química del carbonilo
- Aldehídos y cetonas
- Ácidos carboxílicos y derivados
- Aminas y amidas
- Heterociclos y lípidos
- Carbohidratos
- Proteínas

Curso: LABORATORIO DE BIORGÁNICA

Descripción:

Se brinda al estudiante la oportunidad de realizar trabajos prácticos en la temática de la parte teórica del curso, utilizando cristalería y equipos especializados con el propósito de desarrollar habilidades y destrezas propias de la Química Orgánica.

Este curso de laboratorio establece una relación entre los principios teóricos abordados en el curso de teoría con los conceptos de aplicación práctica, mediante la realización de una serie de experimentos, con los que se pretende el desarrollo de destrezas prácticas, el conocimiento de las propiedades físicas y químicas de origen natural. También se pretende relacionar el curso a los usos industriales y de uso diario de los componentes orgánicos, así como concientizar a los estudiantes en la identificación, el análisis y el planteamiento de soluciones a problemas en este campo del conocimiento y su impacto en la vida diaria, a través de la implementación ética en el manejo de sustancias y sus efectos en la naturaleza. Entendiendo el abordaje de las temáticas y propósitos del curso desde la articulación de los saberes: saber conocer, saber hacer y saber ser.

Objetivo general:

Desarrollar destrezas para la resolución de problemas orgánicos a través de las prácticas de laboratorio y relacionar estos experimentos con lo visto en el curso de teoría.

Contenidos:

- Manejo del Índice Merck y seguridad.
- Recristalización
- Extracción
- Destilación
- Cromatografía
- Hidrocarburos
- Nitración de la Acetanilida
- Alcoholes
- Análisis experimental
- Análisis funcional
- Esterificación
- Carbohidratos
- Proteínas

Curso: FÍSICA I

Descripción:

En este curso se estudia la Mecánica de una partícula y de los sistemas de varias partículas, que ayudarán a la persona estudiante a comprender algunos de los fenómenos físicos involucrados en muchos aspectos de la vida moderna, en la naturaleza y la técnica, y sobre todo a obtener la formación académica a un nivel matemático adecuado para un profesional en ciencias o ingeniería. Paralelamente a este curso, la persona estudiante irá adquiriendo conocimientos de Álgebra, Análisis vectorial, Cálculo Diferencial e Integral en una y más variables, los cuales resultan de gran utilidad en la explicación de la teoría y resolución de problemas desde las primeras semanas de clases.

Se utiliza Cálculo diferencial e integral en una variable para aplicarlos a problemas de física general universitaria.

Objetivo general:

Contribuir a desarrollar conocimientos de Física General en el área de la Mecánica y su aplicación en diversos escenarios y al quehacer profesional de la carrera.

Contenidos:

- Escalares y vectores
- Movimiento unidimensional
- Movimiento en dos y tres dimensiones
- Rotación de cuerpos rígidos
- Leyes del movimiento de Newton
- Aplicaciones de las leyes de Newton
- Trabajo y energía cinética
- Energía potencial y conservación de la energía
- Momento lineal, impulso y colisiones
- Dinámica del movimiento de rotación
- Equilibrio
- Movimiento periódico
- Ondas mecánicas

Curso: LABORATORIO DE FÍSICA I

Descripción:

Este es un curso práctico bimodal que se desarrollará con base en experimentos didácticos en cada una de las sesiones semanales. Se estudiará el concepto de medición, los errores en las mediciones, el análisis y tratamiento de los errores experimentales y la importancia de la interpretación de las gráficas en la experimentación, es decir, constituye el complemento experimental que todo curso de física requiere. El alumno corroborará los conceptos de cinemática y dinámica estudiados en la teoría, midiendo las variables planteadas en los objetivos de cada experimento, cuantificando y distinguiendo los diferentes tipos de errores que se presentan al realizar las mediciones.

Asimismo, compilará mediante cuadros o tablas los datos obtenidos utilizando el SIU (Sistema Internacional de Unidades) preferiblemente; e interpretará estos resultados usando gráficas aplicando el criterio de mínimos cuadrados cuando se requiera.

Objetivo general:

Introducir al estudiante en técnicas de experimentación, estadística básica y análisis de mediciones de magnitudes físicas aplicados en conceptos de cinemática y dinámica.

Contenidos:

- Mediciones e incertidumbre.
- Incertidumbre propagada e incertidumbre estadística.
- Análisis gráfico.
- Cinemática: Movimiento Rectilíneo uniforme, Movimiento Rectilíneo uniforme acelerado y movimiento bidimensional.
- Dinámica: Segunda Ley de Newton, fricción y aceleración en un plano inclinado.
- Conservación de la energía mecánica.
- Conservación de la cantidad de movimiento lineal.
- Dinámica circular. Fuerza centrípeta en función del periodo.

Curso: ECUACIONES DIFERENCIALES

Descripción:

Este es un curso que aborda la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias. En este, se estudia primero las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, revisando las técnicas básicas para determinar la solución (lineales, variables separables, exactas, entre otras). Además, se estudian las ecuaciones diferenciales de orden superior con coeficientes constantes, así como las técnicas básicas en la resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales. Por otro lado, se aprovecha el hecho de que los estudiantes ya han llevado cursos de física y química, para analizar aplicaciones en estas áreas que involucren la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Objetivo general:

Estudiar las ecuaciones diferenciales ordinarias, y los sistemas de ecuaciones diferenciales, para su aplicación en diversas áreas.

Contenidos:

- Ecuaciones diferenciales de primer orden
- Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior
- Sistemas de ecuaciones diferenciales

Curso: FISICOQUÍMICA I

Descripción:

Se pretende que el estudiante reconozca la importancia del conocimiento y comprensión de los conceptos básicos de la fisicoquímica aplicados a los procesos industriales. Lo anterior le permitiría entender y describir los procesos relacionados con ciertos sistemas, así como resolver problemas cotidianos que se le presenten dentro de una industria.

Objetivo general:

Analizar los diferentes sistemas en equilibrio, reales o ideales, donde se apliquen los conceptos básicos de la termodinámica para la comprensión de los procesos físicos y químicos en la

naturaleza y en los procesos industriales.

Contenidos:

- Termodinámica
- Disoluciones
- Electroquímica
- Sistemas coloidales

Curso: FÍSICA II

Descripción:

Este curso está destinado a personas estudiantes que ingresan a las carreras de Ingeniería en Topografía y Catastro, Ingeniería en Bioprocesos Industriales y Química Industrial. En éste se dan las bases de la Física General Universitaria, según la Descripción clásica.

Se estudia Electricidad y Magnetismo, que ayudarán al estudiante a comprender algunos de los fenómenos físicos involucrados en muchos aspectos de la vida moderna, en la naturaleza y en la técnica, y sobre todo a obtener la formación académica a un nivel matemático adecuado para un profesional en las ramas de las ciencias o de las ingenierías.

Se utiliza Cálculo Diferencial e Integral en una variable para aplicarlos a problemas de física general universitaria.

Objetivo general:

Contribuir a que el estudiantado posea los conocimientos de Física General Universitaria en el área de Electricidad y Magnetismo desde un punto de vista actual. Que los procedimientos, valores y actitudes adquiridos le permitan obtener otros conocimientos en otras áreas de la Física General; así como los criterios necesarios para cualquier profesional en el área de las ciencias exactas y naturales o en el área de las ingenierías, con la profundización necesaria.

Contenidos:

- Carga y campos eléctricos
- Ley de Gauss
- Potencial eléctrico
- Corriente, resistencia y fuerza electromotriz
- Capacitancia y dieléctricos
- Circuitos en corriente directa
- Campo magnético y fuerzas magnéticas
- Fuentes de campo magnético
- Inducción electromagnética
- Inductancia
- Corriente alterna
- Ondas electromagnéticas

Curso: BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

Descripción:

Este curso presenta los principios de ingeniería de bioprocesos, de modo que sea accesible a estudiantes que no han llevado cursos de ingeniería. Se espera que un Ingeniero en Bioprocesos Industriales, pueda interpretar diagramas de flujo de un proceso productivo; así como también que se ocupe de la transformación de la materia (reactivos) en productos, mediante reacciones biológicas y/o químicas. Para ello se debe ocupar de procesos de cambios de fase y solubilidad, así como de las instalaciones donde se dan las transformaciones, tomando en cuenta los requerimientos energéticos como también factores económicos.

Uno de los cálculos básicos que debe realizar un ingeniero de bioprocesos industriales, son los cálculos de balances de materia y energía, de manera que se pueda establecer los caudales máxicos de todas las corrientes materiales, así como las necesidades energéticas que intervienen en los procesos para establecer los servicios auxiliares en un proceso productivo.

El curso se realiza mediante clases magistrales, con explicaciones de resolución de problemas, mediante esquemas y finalmente diagramas de procesos. En cada clase se dejarán varios problemas para que el estudiante practique de manera individual y adquiera la destreza deseada.

Durante el curso se realizan dos giras a industrias, donde se visitará el proceso productivo, con el fin de que el estudiante pueda realizar un esquema del diagrama de flujo del proceso productivo. Asimismo, en el trabajo final, se deberá buscar por parte del estudiantado una industria donde realizará el diagrama de flujo de un proceso productivo seguido de un balance de materia y energía, empleando la simbología señalada en el artículo 219 del Decreto No.35695 del reglamento a la Ley No.8412 título I.

Objetivo general:

Desarrollar conceptos, técnicas y destrezas básicas para la formulación y resolución de problemas de ingeniería, utilizando los principios básicos del balance de masa y energía, así como el análisis de procesos en la solución de estos.

Contenidos:

- Introducción: Unidades y dimensiones. Fuerza y Peso. Mediciones convencionales: Densidad, gravedad específica, mol, composición química, presión, temperatura. Energía. Conversiones. Ecuación química y estequiometría. Técnicas para resolución de problemas.
- Representación y análisis de datos: Errores en datos y cálculos. Presentación de datos experimentales. Análisis de datos. Representaciones graficas en coordenadas logarítmicas. Métodos generales de representación de datos. Diagramas de flujo del proceso.
- Balances de materia: Sistemas y alrededores. Elección de base de cálculo. Balance global de materia. Balance individual de materia. Balances de materia sin y con reacción química. Cálculos de reciclaje, derivación y purgado. Estequiometría del crecimiento y formación de producto.
- Gases, vapores, líquidos y sólidos: Ley de gases ideales. Presión de vapor y líquidos. Saturación. Equilibrios vapor-líquido en sistemas multicomponentes. Balances de materia que implican condensación y vaporización.
- Balance de energía: Energía interna y entalpía. Calores de disolución, de mezcla y de reacción. Cálculo de cambios de entalpía. Aplicación del balance global de energía, sin reacción química. Balance de energía con reacción química. Procesos reversibles y balance de energía mecánica. Balance de energía para un cultivo celular.

- Resolución de problemas simultáneos de balances de materia y energía.

Curso: BIOLOGÍA GENERAL

Descripción:

La biología es, dentro de las ciencias exactas, la encargada de estudiar los seres con vida y todas sus interrelaciones en el ambiente que los rodea. Es así como este curso pretende describir los distintos biocompuestos y los diversos procesos metabólicos como parte importante en todos los niveles de organización de los seres vivos, sobre todo considerando la función que cumplen, así como los últimos descubrimientos en cuanto a su síntesis y su participación en el origen de las primeras formas vivientes. Además, se estudiarán las principales teorías biológicas, los hechos y principios científicos que las sustentan, así como la metodología biológica para llegar a formar los conceptos de unidad, continuidad y diversidad de la vida. A través del curso se pretende aproximar al estudiantado, al pensamiento crítico y la aplicación del método científico, así como conducirles a la comprensión de los hechos y principios básicos de la biología, con lo que se espera promover su madurez individual, social y el trabajo en equipo.

El curso cuenta con sesiones de laboratorio tipo A, las cuales están enfocadas en complementar los Contenidos: abarcados en la teoría y además promover aspectos procedimentales y actitudinales mediante la aplicación de los conceptos, brindando al estudiantado la posibilidad de desarrollar, en un nivel básico, habilidades, destrezas y actitudes para la comprensión de los conceptos biológicos abordados durante el curso. El curso se aprueba en conjunto: sesión de teoría y laboratorio, ya que el tipo de laboratorio es dependiente.

Objetivo general:

Analizar diferentes bio-compuestos y procesos metabólicos como parte importante en todos los niveles de organización de los seres vivos, considerando la función que cumplen, así como los últimos descubrimientos en cuanto a su síntesis y su participación en el origen de las primeras formas vivientes.

Contenidos:

- Origen de la vida
- Biocompuestos
- La célula
- Membrana celular
- Metabolismo celular y energía
- Fotosíntesis
- Respiración aeróbica y anaeróbica
- Niveles de organización en plantas
- Niveles de organización en animales
- Reproducción celular
- Genética
- Evolución
- Diversidad biológica
- Ecología

Curso: BIOQUÍMICA I

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 estos. 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:

Desarrollar el conocimiento y las relaciones básicas que favorezcan el entendimiento de conceptos bioquímicos fundamentales.

Contenidos:

- El agua como medio biológico
- Carbohidratos
- Lípidos
- Aminoácidos y proteínas
- Ácidos nucleicos
- La energía y los organismos
- Catálisis enzimática

Curso: OPERACIONES UNITARIAS I

Descripción:

El curso desarrolla la teoría básica de los fenómenos de transferencia o transporte de cantidad de movimiento, energía y masa y su aplicación a los modelos de procesos de mayor interés en la Ingeniería. Los principios y métodos estudiados en este curso forman el pilar para desarrollar procesos y operaciones con transferencia de momentum, calor y masa, cinética (dinámica) y control de procesos, análisis, simulación y optimización de sistemas, investigación ingenieril, etc.

Objetivo general:

Integrar conocimientos de ciencias básicas (Matemáticas, Física, Química, Fisicoquímica) y ciencias básicas de ingeniería de procesos (fenómenos de transporte, termodinámica, análisis de procesos), para la formación en Ingeniería orientada al diseño, modelación y simulación de operaciones de transferencia de calor y materia.

Contenidos:

- Mecánica de fluidos
- Hidrostática
- Las ecuaciones de movimiento
- Balances macroscópicos
- Flujo incompresible en conductos
- Medidores de caudal
- Bombas
- Flujo compresible en conductos
- Impulsores de gases
- Flujo gas-líquido en conductos
- Flujo alrededor de cuerpos sumergidos
- Sedimentación y separación de partículas

Curso: TERMODINÁMICA

Descripción:

El curso ofrece al estudiante los conocimientos básicos que le permitirán un acercamiento inicial a los problemas de reacciones químicas en la industria, como paso previo a la comprensión de las operaciones unitarias de proceso.

Objetivo general:

Aplicar los conceptos y principios básicos de la Termodinámica de manera que le permita al estudiante utilizarlos en el análisis energético y másico de las situaciones que se encontrará en los diferentes campos de la Ingeniería, así como en el campo industrial.

Contenidos:

- Unidades, dimensiones
- Balances de masa y energía
- Fenómenos de transporte
- Utilización de diagramas de fases

Curso: BIOLOGÍA DE LOS MICROORGANISMOS

Descripción:

Este curso ofrece al estudiantado los conocimientos básicos de los principales grupos de microorganismos, su metabolismo, fisiología, control, importancia e interacciones con el ambiente. En las sesiones de laboratorio el estudiantado aprenderá las destrezas y las técnicas necesarias para manipulación, detección, aislamiento, control e identificación presuntiva de los microorganismos.

Objetivo general:

Adquirir los conocimientos básicos de la biología de los microorganismos para su desempeño profesional.

Contenidos:

- Clasificación de los microorganismos
- Microorganismos eucariotas
- Bacteria y Archaea
- Virus
- Control de poblaciones microbianas
- Ecología microbiana
- Inmunología

Curso: BIOESTADÍSTICA I

Descripción:

Este curso comprende conceptos básicos y las aplicaciones teórico-prácticas de la estadística en la investigación científica moderna, con el objetivo de que el estudiantado sea capaz de desarrollar destrezas para procesar datos biológicos obtenidos en experimentos de laboratorio o campo, para un óptimo desarrollo en su campo laboral, todo esto enmarcado en las condiciones éticas del trabajo estadístico.

Objetivo general:

Aplicar las bases teóricas de la estadística descriptiva e inferencial, al campo de la Biología, con software actualizados como herramientas fundamentales para la ejecución de los análisis y para el desarrollo de destrezas para el procesamiento de datos biológicos.

Contenidos:

- Diseño experimental
- Medidas de tendencia central
- Distribuciones de frecuencias
- Errores de muestreo
- Pruebas estadísticas

Curso: BIOQUÍMICA II

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 el estudio del catabolismo y el anabolismo en sus temas más básicos. 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:

Desarrollar el conocimiento y las relaciones básicas que favorezcan el entendimiento de conceptos fundamentales del metabolismo primario.

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

Curso: CINÉTICA Y REACTORES QUÍMICOS

Descripción:

El curso permite un acercamiento inicial a los problemas de reacciones químicas y fluido dinámicas en la industria, como paso previo a la comprensión de las operaciones unitarias de proceso.

Objetivo general:

Conocer las reacciones químicas, principalmente en el proceso de transformación de la materia, llevadas a cabo en un reactor químico, con el fin de obtener un aumento en la productividad de los procesos químicos.

Contenidos:

- Relación de las matemáticas, termodinámica y los fenómenos de transporte.
- Tipos de reactores químicos.
- Características de los reactores químicos.
- Balance de materia y de energía para los diferentes tipos de reactores.
- Dimensionamiento de los reactores químicos.
- Análisis comparativo de los reactores químicos.
- Reactores en serie y en paralelo.
- Reactores homogéneos isotérmicos.
- Reactores homogéneos no-isotérmicos.
- Reactores heterogéneos y reacciones catalizadas por sólidos.
- Diseño de reactores catalíticos.
- Diseño para reacciones múltiples.
- Material de construcción para los diferentes tipos de reactores.

Curso: OPERACIONES UNITARIAS II

Descripción:

El curso aborda la iniciación del estudiante en el análisis y aplicación de los diferentes procesos unitarios en el contexto industrial. El curso se desarrollará a través de clases teóricas y con posibilidad de visitas a las industrias.

Objetivo general:

Dominar los conceptos sobre procesos industriales básicos, así como sus formas de evaluación y diseño.

Contenidos:

- Transferencia de calor
- Transferencia de masa
- Operaciones unitarias

Curso: LABORATORIO OPERACIONES UNITARIAS

Descripción:

En el curso de Laboratorio de Operaciones Unitarias, el estudiante complementará los conocimientos teóricos adquiridos en los cursos de Operaciones Unitarias I y II, estudiando la operación de algunos equipos donde se produce la transferencia de fluidos, calor o masa desde un enfoque práctico. A través del trabajo en equipo, las personas estudiantes recolectarán, analizarán e interpretarán estadísticamente datos experimentales utilizados en la solución de problemas típicos de diseño, escalamiento u operación de bioprocesos. También perfeccionarán sus destrezas para reportar la información obtenida de forma correcta, tanto oral como escrita.

Objetivo general:

Comprender y analizar de manera práctica los principios fundamentales de algunas operaciones unitarias que se utilizan para el diseño, escalamiento u operación de bioprocesos.

Contenidos:

- Diseño de experimentos
- Reporte de laboratorios
- Bombas centrífugas
- Tanques agitados
- Intercambiadores de calor
- Filtro prensa
- Columna de destilación
- Reactor tipo airlift

Curso: FUNDAMENTOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR Y CELULAR

Descripción:

El curso pretende facilitar a los (as) estudiantes las bases genéticas de la herencia e identificar y conocer los mecanismos moleculares responsables de la transmisión, expresión y regulación de la información genética. Además, se profundiza en las generalidades de la célula; principalmente la eucariota, en los conceptos básicos sobre estructura, composición, origen y evolución, con el fin de que el estudiante de la carrera de Bioprocesos Industriales pueda aplicar los conocimientos adquiridos en cursos avanzados y en su futuro desempeño profesional; lo anterior mediante la contextualización de los conceptos aprendidos empleando estrategias de aprendizaje integrales como talleres, infografías y complementos bioinformáticos. La parte experimental busca el acercamiento del estudiante a las técnicas generales para el estudio de la célula desde una perspectiva básica a nivel molecular valorando aspectos éticos de la investigación científica. Durante el curso se promueven valores y principios éticos necesarios para el desarrollo y comunicación de las actividades científicas.

Objetivo general:

Integrar a nivel genético, celular y molecular las bases fundamentales de la vida, con el fin de que este conocimiento sirva al estudiante como una herramienta científica para su desenvolvimiento en cursos posteriores y para su desempeño profesional en el área de las ciencias biológicas y biotecnología.

Contenidos:

Teoría

- Genes, cromosomas y herencia
- ADN: estructura, replicación y variación
- El código genético y la transcripción
- Expresión y Regulación Genética
- Introducción a la célula y estructura de la membrana citoplasmática
- Transporte de moléculas pequeñas a través de la membrana
- Compartimentos intracelulares y clasificación de proteínas
- Tráfico vesicular intracelular y transporte entre compartimentos celulares
- Mecanismos de comunicación celular
- Citoesqueleto y movilidad celular
- Uniones celulares y matriz extracelular

Laboratorio

- Introducción/manipulación de equipo de laboratorio de biotecnología.
- Extracción de ADN genómico.
- Electroforesis de ADN genómico y productos de PCR.
- Electroforesis de proteínas
- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
- Secuenciación automatizada.
- Introducción al análisis bioinformático de secuencias de ADN.
- Herramientas bioinformáticas para el análisis y visualización de proteínas.

- Talleres temáticos Biología Molecular.
- Talleres temáticos Biología Celular.
- Otras prácticas de laboratorio asociadas a tópicos de Biología Celular.

Curso: INVESTIGACION DIRIGIDA I

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, dándole la base para aplicar y ampliar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el curso de Bioprocesos Industriales y a lo largo de la carrera de Ingeniería en Bioprocesos Industriales, en general. Para esto, el estudiante tendrá que formular, ejecutar y evaluar una propuesta de investigación, basada en un bioproceso industrial o bien un área afín con aplicaciones industriales, con la supervisión constante del profesor del curso y un profesor tutor para cada estudio, con los recursos disponibles en la Escuela de Química o en otro laboratorio previo acuerdo con el profesor encargado. En algunos casos, los profesores encargados de proyectos les facilitan a los estudiantes el desarrollo de su trabajo, por lo que es necesario el establecimiento de acuerdos profesor-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.

Objetivo general:

Desarrollar habilidades de investigación que le permitan al estudiante el abordaje de temáticas en el área de Bioprocesos Industriales, 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.

Contenidos:

- Ética e investigación.
- El enfoque cualitativo y cuantitativo de la Investigación Científica. Introducción al Pensamiento creativo y divergente, ¿Cómo fomentarlo?
- Elementos implicados en formulación de un proyecto
- Literatura científica
- Escritura de una propuesta de investigación
- Gestión de proyectos, mediante metodologías scrum.

Curso: PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Descripción:

En este curso se estudian los principios básicos para la planificación, preparación y evaluación de proyectos, así como algunos modelos cuantitativos para la toma de decisiones que permitan al estudiantado diseñar, evaluar y tomar decisiones sobre los proyectos en la industria. El objeto de estudio de la teoría de la planificación es el proceso de preparación y evaluación de proyectos

Objetivo general:

Aplicar los principios básicos para la planificación, preparación y evaluación de proyectos y algunos modelos cuantitativos para la toma de decisiones que le permitan diseñar, evaluar y tomar decisiones sobre los proyectos en la industria.

Contenidos:

- Alcances de un proyecto, estudios técnicos (Ingeniería del Proyecto, variables técnicas, tamaño, localización, organización (costos, estudios legales), estudio financiero (flujo de caja, financiamiento y tasa de descuento), evaluación (evaluación económica y social, análisis de riesgo y de sensibilidad).
- Construcción o formulación de modelos, técnicas de solución o algoritmos, soluciones por computadora y los aspectos filosóficos de la toma de decisiones y el control de calidad.

Curso: DISEÑO DE BIORREACTORES

Descripción:

Este curso proporcionará al estudiante los conocimientos necesarios del diseño de biorreactores, para liderar la planificación de una nueva industria o ejecutar transformaciones en una ya existente. El estudiante aprenderá los conceptos de elección y armado de un reactor, para después poder realizar su montaje y escalado. Además de las clases magistrales se plantearán estudios de casos y visitas a industrias para que, a través de esas estrategias, el estudiante pueda analizar la forma en que los conceptos son aplicados.

Objetivo general:

Adquirir los conocimientos básicos acerca del diseño de reactores y desarrollar las destrezas y los conocimientos necesarios en la selección y condiciones necesarias para el trabajo con un reactor biológico.

Contenidos:

- Análisis de reacciones químicas y bioquímicas
- Enzimas
- Fermentaciones
- Esterilización
- Fenómenos de Transporte y Transferencia en Reactores Biológicos
- Diseño e Implantación de Bioprocesos Industriales
- Procesos típicos

Curso: FISILOGÍA Y GENÉTICA MICROBIANA

Descripción:

En este curso se dará a conocer al estudiante aspectos de la fisiología de los microorganismos, en donde se contempla: estructura, función, energía metabólica, crecimiento, respuesta microbiana al stress y sistemas de adaptación. Además, el curso promueve en el estudiante el aprendizaje de los principales mecanismos que controlan la información genética de los microorganismos, su genoma, mecanismos de replicación, expresión génica y regulación.

Objetivo general:

Adquirir los conocimientos relacionados con la estructura, fisiología y genética de los microorganismos para analizar los procesos que permiten a los microorganismos participar en las diversas técnicas y procedimientos biológicos y biotecnológicos.

Contenidos:

- Estructuras subcelulares de los microorganismos
- Crecimiento microbiano
- Metabolismo de los microorganismos
- Mecanismos de transporte celular
- Respuesta microbiana al stress: vida microbiana en ambientes extremos (extremófilos)
- Genética bacteriana
- Genética de bacteriófagos
- Genética de microorganismos eucariotas (hongos y levaduras)
- Aplicaciones de la genética microbiana

Curso: BIOMATERIALES

Descripción:

La asignatura describe los biomateriales, desde la perspectiva de su composición, estructura y propiedades, poniendo de relieve el interés que tienen estos sistemas desde el punto de vista de la optimización del biomaterial y eficiencia del diseño, que puede servir de modelo en el diseño de nuevos sistemas naturales y artificiales (enfoque biomimético). Se plantea el estudio de los biomateriales como sistemas diseñados para sustituir y/o regenerar estos tejidos, con finalidades terapéuticas o de diagnóstico clínico. Se revisan los diferentes tipos de biomateriales, sus características y las interacciones con el organismo receptor. Se describen también las técnicas que permiten evaluar la biocompatibilidad de los materiales.

Objetivo general:

Brindar al estudiante los principios básicos la ciencia de biomateriales, para que como futuros profesionales tengan una visión amplia del potencial de esta disciplina en el campo de la medicina regenerativa, mediante el desarrollo de dispositivos biomédicos, nanomedicinas o kits de diagnóstico/tratamiento.

Contenidos:

- Biomateriales
- Polímeros en Medicina y Farmacia
- Caracterización de Biomateriales
- Evaluación del desempeño biológico de los biomateriales
- Biomateriales poliméricos sintéticos
- Biomateriales cerámicos, vítreos y vitrocerámicos
- Materiales en cirugía maxilofacial: Reparación ósea y dental
- Biomateriales metálicos
- Infraestructura requerida para el procesamiento, manipulación y envase de dispositivos médicos

Curso: INVESTIGACIÓN DIRIGIDA II

Descripción:

El curso de investigación dirigida II está diseñado para dar continuidad al trabajo de investigación realizado en el curso de investigación dirigida I, brindándole a los estudiantes 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 los 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, el 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

Desarrollar habilidades de investigación que permitan al estudiante el abordaje de temáticas en el área de Bioprocesos Industriales, mediante la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de su formación profesional.

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.

Curso: DISEÑO INDUSTRIAL

Descripción:

Este curso proporciona al estudiantado los conocimientos necesarios para liderar la planificación de una nueva industria o ejecutar transformaciones en una ya existente.

Además de las clases magistrales, se plantean estudios de casos y visitas a industrias; a través de esas estrategias, el estudiante podrá analizar la forma en que los conceptos son aplicados en industrias que han sido bien planificadas, y en otros que no lo han sido.

Objetivo general:

Proporcionar al estudiante los conocimientos necesarios para participar en la planificación de una nueva industria química y/o ejecutar transformaciones en una ya existente, aplicando conceptos de ingeniería, ambientales y económicos en su quehacer.

Contenidos:

- Tipos de industria de manufactura más comunes (papel, textil, cueros, alimentos, metalmecánica, química, farmacéutica, plásticos, agroquímica, etc.)
- Fundamentos de ecodiseño.
- Fundamentos de estudio de ciclo de vida de un producto.
- Desarrollo industrial costarricense.
- Fundamentos de ingeniería de diseño (definición y planificación del proceso, materias primas y auxiliares, control de calidad, balance de masa y energía, dimensionamiento de equipo, selección de materiales, definición y planificación de procesos ambientales de manejo de desechos, efluentes, y gases).
- Fundamentos de diseño económico (capital de inversión, capital de trabajo, porcentaje de rentabilidad, optimización).
- Permisos y legislación, situación costarricense.

Curso: CONTROL DE CALIDAD

Descripción:

El curso de Control de Calidad se enfoca en enseñar al estudiante el concepto moderno de calidad, como su aseguramiento y aplicación en la industria nacional e internacional. Asimismo, el estudiante conocerá el uso de diferentes herramientas que le permitan establecer un robusto proceso de control de calidad y definir los mecanismos de muestreo con validez estadística y aceptación universal. En complemento al moderno concepto de calidad se estudiarán las técnicas de trabajo en equipo y productividad para que una compañía industrial sea competitiva en el mundo globalizado, esto se realizara a través de ejercicios basados en casos reales e investigaciones de diferentes empresas.

Durante las clases 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, además se utilizarán técnicas interactivas que representen de una forma vivencial los procesos de control de calidad que utilizan actualmente en la industria, a través de juegos participativos donde se simularan procesos en los cuales se debe aplicar los conocimientos creando gráficos o desarrollando propuestas que conecten con los sistemas de gestión que aplican a los diferentes procesos de calidad, ambiente y seguridad.

Complementando programa 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 proporcionando a los estudiantes herramientas y conocimiento aplicable en las industrias de servicio o bienes.

Objetivo general:

Desarrollar conocimiento y uso de herramientas aplicadas al control de calidad en el área industrial y de servicio, para desarrollar y proponer iniciativas que tengan enfoque hacia la mejora continua, resolución de problemas, incrementos de productividad, valor agregado y servicio al cliente.

Contenidos:

- Conceptos de Calidad
- Organización de la empresa para la calidad y organización del departamento de calidad.
- Normalización: Historia de las normas ISO 9001:2008 ISO 17025:2005 OSHAS 18001 FSC2200
- 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
- Metrología conceptos básicos

Curso: PRÁCTICA PROFESIONAL INDUSTRIAL

Descripción:

Este curso proporciona al estudiante la oportunidad de aplicar los conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes y valores adquiridos y consolidar su formación integral mediante una experiencia práctica profesional en contacto con la realidad nacional y su objeto de estudio en la industria.

El curso es totalmente práctico, con la guía del profesor y un tutor de la industria, además le permite repasar todos los Contenidos: adquiridos hasta este nivel. El proyecto que desarrollará el estudiante dependerá del énfasis que haya seleccionado.

Objetivo general:

Desarrollar labores de una industria, empresa, laboratorio o institución, mediante la realización de las actividades propias de este sector, como espacio de aprendizaje, de forma tal que posibilite la proyección social y profesional del estudiantado.

Contenidos:

- Análisis químicos
- Listas de chequeo
- Cuestionarios de análisis
- Catálogos de desechos
- Criterios de evaluación de industrias
- Sistemas de monitoreo
- Sistemas de información para desechos y efluentes industriales

- Escritura de informes técnicos
- Colaboración en sistemas de control de calidad

Cursos optativos

Curso: TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Descripción:

Este curso busca comprender los fenómenos fisicoquímicos y biológicos que se desarrollan en los diferentes sistemas diseñados para el tratamiento de efluentes. Se analizarán los conceptos del diseño de sistemas biológicos aplicados a este tipo de tratamientos, enfatizando en casos prácticos que serán abordados en el laboratorio con el objetivo de reforzar conceptos teóricos y exponer al estudiante a un aprendizaje aplicado de las temáticas contenidas en el curso.

Objetivo general

Analizar y valorar los procesos de tratamiento biológico para los distintos tipos de efluentes.

Contenidos:

- Introducción
- Caracterización de aguas residuales
- Pretratamiento
- Tratamientos
- Sistemas aerobios
- Sistemas anaerobios
- Remoción de nutrientes
- Aplicaciones y ejemplos

Curso: BIOPROSPECCIÓN DE MICROORGANISMOS DEL SUELO CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO INDUSTRIAL

Descripción:

La exploración de la diversidad y potencial de los microorganismos ambientales es de gran interés e importancia ya que estos poseen características metabólicas muy especializadas, de las cuales se pueden direccionar hacia la producción de metabolitos y degradación de sustancias y xenobióticos. Un ejemplo importante es el suelo, pues contiene una gran diversidad de poblaciones microbianas, que podrían tener potencial a nivel industrial. Para tal fin, la Bioprospección se avoca a la búsqueda de los microorganismos y/o productos del metabolismo y de sus genomas para su utilización en procesos industriales o biotecnológicos.

En el curso se desarrollará el tema de la microbiología del suelo, así como el aislamiento (por técnicas de bioprospección), estudio, evaluación y aplicación de los microorganismos con potencial biotecnológico industrial. El curso se complementa con prácticas de laboratorio concordantes con lo visto en las sesiones teóricas, para lograr desarrollar las destrezas y habilidades de este tipo de técnica. Además, si fuera requerido, se elaborarán algunas giras a laboratorios especializados en

el área de la Bioprospección para observar algunas aplicaciones y conocer la situación a nivel nacional.

Objetivo general:

Analizar los microorganismos del suelo para evaluar sus potencialidades a nivel biotecnológico industrial.

Contenidos

- Introducción
- Microbiología de suelos
- Bioprospección
- Evaluación de las potencialidades biotecnológicas de los microorganismos
- Aplicaciones

Curso: BIOTECNOLOGÍA DE MICROALGAS

Descripción:

El uso de las microalgas en los procesos biotecnológicos es muy variado y va a depender del fin último del proceso al que se pretende llegar. Es por eso que este curso pretende acercar al estudiante a las tecnologías utilizadas para la obtención de las diferentes sustancias activas más comúnmente aplicadas a nivel industrial en este campo. Con esto se pretende que el futuro profesional logre tener una visión más amplia del uso de estos microorganismos y pueda llevar a cabo procesos en donde se utilicen estas tecnologías.

Objetivo general:

Analizar las bases científicas y tecnológicas de la biotecnología de microalgas y las implicaciones que esto ha tenido en la sociedad actual.

Contenidos:

- Introducción a la Biotecnología de microalgas
- Caracterización de los diferentes grupos de microalgas
- Cultivo de microalgas bajo condiciones controladas en el laboratorio
- Cuantificación del crecimiento algal
- Trabajo con biorreactores: producción a gran escala
- Condiciones para la máxima generación de biomasa
- Metabolitos de interés: Estructura, distribución y organización
- Otras aplicaciones de la biotecnología de microalgas

Curso: GENÓMICA Y PROTEÓMICA COMPUTACIONAL

Descripción:

Este curso tiene como fin introducir al estudiante en el estudio y desarrollo de la genómica y proteómica comparativa con el propósito de establecer un sólido conocimiento en los modelos de comparación y predicción de los genomas y proteomas completos de los organismos. Además, se introduce al estudiante en la programación de matrices de ADN para el procesamiento de datos de expresión, mediante el lenguaje “R”, ambiente aplicativo de gran importancia para los estudiantes de biología con énfasis en biotecnología.

Objetivo general:

Enseñar a los estudiantes de bioinformática la forma y metodología computacional para comparar genomas y proteomas de diferentes organismos (bacterias, arqueas y eucariotas).

Contenidos:

- Conceptos y entorno general de la bioinformática, genómica y proteómica
- Búsqueda automática de genomas
- Búsqueda y empleo de información proteómica
- Homologías en bases de datos biológicas
- Búsqueda de patrones “orf” en organismos
- Genómica comparativa y evolutiva
- Bioinformática estructural
- Predicción de estructuras en proteómica
- Ingeniería genética del ADN y genotecas
- Bio-ontologías en biología computacional
- Bio-chips (introducción: parte I)
- Bio-chips (programación en “R”: parte II)
- Bio-chips (programación en “R”: parte III)
- Bio-chips (programación en “R”: parte IV)

Curso: INTRODUCCIÓN A LA BIOINFORMÁTICA

Descripción:

El curso de Introducción a la Bioinformática permite al estudiante conocer aspectos básicos como: su definición y ambientación en la disciplina, fuentes de información biológica y bases de datos genéticas y moleculares, herramientas informáticas de uso frecuente para búsqueda, modelación y simulación de datos y objetos biológicos, Además, procesamiento digital de imágenes biológicas y una introducción a la programación aplicada en casos reales y prácticos de la Bioinformática. Así mismo, incluye una introducción en el campo de la programación bioinformática, con el fin de preparar al estudiante de Biotecnología para introducirse en un nuevo campo de oportunidades tecnológicas: como lo es la gestión y desarrollo de software en Biotecnología. Por tanto, el estudio de la Bioinformática puede ayudar al estudiante a enfrentar los desafíos y oportunidades propias en un mundo de continuo cambio.

Objetivos generales:

- Incentivar al estudiante la construcción y apropiación de un sistema de conocimiento significativo, que abarca desde los aspectos básicos hasta los tópicos que ilustren el estado actual de la Bioinformática en la Biotecnología.
- Preparar al estudiante para el desarrollo de la Bioinformática con el propósito de analizar información genética y proteómica con diferentes modelos y programas automáticos que aceleran la interpretación de numerosas variables empleadas en biotecnología.

Contenidos:

- Bioinformática
- Fuentes de información y bases de datos biológicas
- Análisis de secuencias de ADN
- Comparación y alineamiento de secuencias genéticas
- Predicción de genes y promotores
- Bioinformática estructural
- Genómica y proteómica
- Inteligencia artificial y bioinformática

Curso: AISLAMIENTO Y PURIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Descripción:

Este curso pretende servir de apoyo y dar las bases fundamentales para el conocimiento químico de sustancias vegetales y animales de interés biotecnológico. Se dará el conocimiento necesario para la recolección, preparación, preservación, identificación y evaluación de los componentes químicos de origen natural, la farmacología y el uso tradicional de esos compuestos o sus derivados para mejorar la salud y el bienestar del ser humano y animal. En el laboratorio se desarrollarán técnicas apropiadas en la extracción de metabolitos secundarios de algunas especies vegetales y/o animales con el fin de transmitir las diferentes herramientas y sus usos con aplicaciones en el campo de la biotecnología.

Objetivo general:

Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos para lograr el aislamiento y purificación de metabolitos secundarios en plantas y animales.

Contenidos:

- Botánica
- Compuestos de origen terpénico.
- Aceites esenciales.
- Drogas fenólicas y derivados glicosidados.
- Flavonoides y compuestos relacionados.
- Heterósidos cardioactivos y saponinas.
- Alcaloides 1
- Alcaloides 2

- Extracciones e identificaciones de algunos metabolitos secundarios o sustancias activas de animales marinos y terrestres.

Curso: BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN

Descripción:

Este curso trata de una serie de tópicos que permite al estudiante conocer y determinar la influencia de la contaminación ambiental, sea esta por causas naturales o antropogénicas, sobre la composición y estructura de las comunidades biológicas que viven en los distintos ecosistemas. Se enfocará principalmente en los ecosistemas acuáticos, así como en el estudio de los cambios que se producen en estos bajo condiciones adversas.

Objetivo general:

Ofrecer al estudiante una visión integrada de los organismos bioindicadores de contaminación en diversos ecosistemas y proporcionarle las técnicas adecuadas para evaluar su estado de salud.

Contenidos:

- Bioindicadores de contaminación: conceptos generales
- Ecosistemas acuáticos
- Ecosistemas terrestres
- Biotecnología ambiental aplicada

Curso: BIORREMEDIACIÓN

Descripción:

El curso tratará el tema de la descontaminación ambiental con énfasis en métodos biológicos, pero además se introducirán temas relacionados con la remediación física y química. Los métodos de remediación biológicos son aquellos que hacen uso de organismos como: plantas, algas, hongos, bacterias y cianobacterias, para eliminar o reducir contaminantes en los medios del agua, suelo y aire. La aplicación de estos métodos contribuirá a la eliminación o reducción de contaminantes en dichos medios, lo cual permitirá una reutilización de estos.

En las sesiones de laboratorio el estudiante aprenderá sobre algunas técnicas de producción de biomasa microbiana, microorganismos y plantas, los diferentes sistemas de biorremediación que se requieren construir para su utilización, así como métodos de análisis químico-físico. En las giras se mostrará la problemática del manejo de residuos en diferentes actividades económicas realizadas en el país, como por ejemplo la industria, así como también los impactos sobre el ambiente que se genera en las zonas urbanizadas.

Objetivo general:

Introducir los métodos de remediación ambiental, con especial énfasis en los métodos de remediación biológica (biorremediación) y describir las aplicaciones de esta técnica en el campo de la biotecnología ambiental.

Contenidos:

- Contaminación Ambiental
- Biotecnología Ambiental
- Remediación Física y Química. Remediación Biológica - Biorremediación
- Remediación Biológica – Bacterias y hongos (*Micorremediación*)
- Remediación Biológica – Plantas (*Fitorremediación*)
- Remediación Biológica – Cianobacterias y Algas (*Ficorremediación*)

Curso: QUIMICA FARMACÉUTICA

Descripción:

Este curso da al estudiante las nociones teóricas básicas, así como las metodologías necesarias para la absorción, transporte y distribución, basados fundamentalmente en fenómenos físicos; fenómenos que condicionan el reparto del fármaco entre las diversas fases del sistema biológico.

Objetivo general:

Reconocer la estructura de los fármacos como entidades moleculares que constituyen objetivos de síntesis orientada a una actividad biológica determinada.

Contenidos:

- Introducción al diseño de fármacos
- Relaciones estructura-actividad (SAR/QSAR)
- Diseño de fármacos y metabolismo
- Diseño y formulación de formas farmacéuticas

Curso: MATERIALES POLIMÉRICOS

Descripción:

En el presente curso se brindan los conocimientos con mayor profundidad de los materiales poliméricos. Muchos de estos principios tienen como base la Química Orgánica y la Físicoquímica, como por ejemplo 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 los pesos moleculares, 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, es decir, los materiales plásticos. 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, térmicas, etc. Estos nuevos materiales se pueden obtener por modificación química de la estructura polimérica que ya se encuentra en la naturaleza o, aún más interesante pues ofrece una serie de nuevas posibilidades, a partir de monómeros funcionalizados, los cuales reaccionan de forma específica para producir una nueva entidad química de alto peso molecular.

Objetivo general:

Estudiar las principales técnicas de síntesis de polímeros y los procesos de caracterización de estas macromoléculas, relacionando sus propiedades macroscópicas con el ordenamiento molecular de sus estructuras.

Contenidos:

El curso es integrado y constará de una parte teórica y el análisis de polímeros, síntesis y la caracterización de productos se llevará a cabo con sesiones experimentales.

- Estructura de polímeros
- Estadística conformacional
- Polímeros en disolución
- Morfología de polímeros
- Transiciones y relajaciones de los polímeros
- Propiedades mecánicas de los polímeros
- Polimerización

Curso: TECNOLOGÍA DE PLÁSTICOS

Descripción:

Este curso brinda al estudiante conocimientos sobre obtención y propiedades de los plásticos y su efecto en la vida moderna para que tenga un panorama general sobre la importancia de estos materiales a nivel industria, así como su influencia en el medio ambiente. Se estudiarán los aspectos relacionados con el uso de aditivos, cargas y refuerzos, así como los fenómenos de adhesión.

Objetivo general:

Estudiar las principales técnicas de procesamiento de plásticos, diseño de moldes y caracterización de los materiales plásticos de mayor uso en el sector industrial, incluyendo materiales plásticos para embalajes, vajillas, empaque, hasta materiales avanzados como los dispositivos biomédicos.

Contenidos:

- Propiedades de polímeros comerciales
- Adhesivos
- Cargas, aditivos y refuerzos
- Transformación de plásticos

Curso: GENÉTICA GENERAL

Descripción:

El curso facilitará a los estudiantes las bases genéticas para comprender los mecanismos de la especiación. Por lo que el curso comprende procesos por los cuales se da la biosíntesis de proteínas relacionándola con la importancia de la transcripción génica y las posibles alteraciones del ADN, los mecanismos de la herencia; la importancia de estos y como se regula la transmisión de caracteres.

Objetivo general:

Comprender la base molecular del material hereditario y los mecanismos que lo rigen a nivel celular y poblacional para entender la naturaleza de la variabilidad genética.

Contenidos

- Contexto histórico de la Genética
- Análisis de otros casos
- Interpretación citológica
- Estructura y función del cromosoma
- Material Genético
- Otro ácido nucleico: RNA
- Proceso de Transcripción
- Maduración del ARNm
- Código Genético
- Síntesis de proteínas
- Expresión y Regulación Genética
- Modelos probables de regulación en eucariontes
- Mutaciones génicas
- Tecnología de DNA recombinante
- Herencia extranuclear

Curso: BIOTECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Descripción:

Este curso tiene como propósito fundamental dar al estudiante de conocimientos orientados a la producción y eliminación de compuestos químicos mediante procesos de biotransformación. Esto le permitirá al estudiante tener una mejor orientación en sus labores como profesional en el campo de la química industrial moderna.

Estas herramientas biotecnológicas (PCR, Secuenciación, enzimas de restricción, fermentaciones industriales, biocatálisis, inmovilización de enzimas, biorremediación) y su evaluación multidisciplinaria en diversos procesos industriales le permitirá al estudiante proponer, evaluar y analizar críticamente procesos y productos generados biotecnológicamente.

Objetivo general:

Desarrollar conocimientos y habilidades básicas que favorezcan el entendimiento de conceptos biotecnológicos en el contexto nacional e internacional.

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 bio-compuestos y biocombustibles
- Ingeniería sanitaria
- Biotecnología Vegetal y Biotecnología Azul

Curso: NANOTECNOLOGÍA

Descripción:

En este curso el estudiante adquirirá conocimientos sobre los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la nanociencia y la nanotecnología, su aplicación a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa; el reconocimiento y la capacidad de análisis de problemas físicos, químicos y biológicos en el ámbito de la nanociencia y la nanotecnología para plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución; el desarrollo de trabajos de síntesis. Asimismo, se caracterizarán y estudiarán las propiedades de materiales en la nanoescala; la manipulación de instrumentos y materiales estándar propios de laboratorios de ensayos físicos, químicos y biológicos para el estudio y análisis de fenómenos en la nanoescala y la interpretación de los datos obtenidos mediante medidas experimentales.

Objetivo general:

Comprender los principios básicos de nanotecnología como referentes de las tecnologías convergentes, para el desarrollo de sistemas nanométricos con aplicaciones en ingeniería de materiales, biotecnología, agricultura, alimentos, farmacia, entre otras.

Contenidos:

- Síntesis de Nanomateriales: Molecule-Based Devices.
- Nanoelementos y nanoestructuras
- Caracterización en nanotecnología.
- Nanodesarrollos en medicina y farmacia.
- Nano-biotecnología.

Curso: GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA

Descripción:

Este curso proporciona al estudiante los conocimientos necesarios sobre regulación ambiental, para que planifique y ejecute los procesos a su cargo dentro de los marcos institucionales de regulación, y de competitividad a nivel nacional e internacional.

El curso se desarrollará a través de clases magistrales, y estudios de casos. Dichos estudios permitirán enfrentar al estudiante con la aplicación de los conceptos de regulación ambiental que se estudian; y lo orientarán al análisis de dichos conceptos en el sector productivo.

Objetivo General:

Analizar y valorar los impactos que generan las diferentes actividades productivas, la población en general y el modelo de desarrollo económico sobre los recursos de la geosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera, para fomentar en el estudiante el ejercicio de su profesión bajo el concepto de sustentabilidad.

Contenidos:

- Ambiente y desarrollo sustentable.
- Industrialización, servicios y medio ambiente
- Gestión de recursos naturales
- Políticas de gestión ambiental
- Análisis de procesos industriales.

ANEXO C

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE
BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

ANEXO C

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

CURSO	PROFESOR
Inglés I y II	Escuela de Literatura y Cs. del Lenguaje
Cálculo I	Escuela de Matemática
Química general I	Marianely Esquivel Alfaro
Laboratorio de química general I	Marianely Esquivel Alfaro
Cálculo II	Escuela de Matemática
Química general II	Óscar Rojas Carrillo
Laboratorio de química general II	Óscar Rojas Carrillo
Álgebra lineal	Escuela de Matemática
Química analítica para bioprocesos	José Rodríguez Corrales
Laboratorio de Química analítica para bioprocesos	José Rodríguez Corrales
Biorgánica	Roy Soto Fallas
Laboratorio de Biorgánica	Roy Soto Fallas
Física I y II y sus laboratorios	Departamento de Física
Ecuaciones diferenciales	Escuela de Matemática
Fisicoquímica I	Guillermo Jiménez Villalta
Balance de masa y energía	Mohamed Jihad Sasa Marín
Biología general y laboratorio	José Pereira Chaves
	Jorge Alfaro Montoya
Bioquímica I	Pablo Jiménez Bonilla
Operaciones unitarias I	Carolina Alfaro Chinchilla
Termodinámica	Óscar Rojas Carrillo
Biología de los microorganismos y laboratorio	Carolina Marín Vindas
Bioestadística I y práctica	Karol Ulate Naranjo
	Meyer Guevara Mora
	Júnior Pérez Molina
Bioquímica II	Pablo Jiménez Bonilla
Cinética y reactores químicos	Esteban Durán Herrera
Operaciones unitarias II	Mohamed Jihad Sasa Marín
Laboratorio operaciones unitarias	René Mora Casal
Fundamentos de biología molecular y celular	Carolina Sancho Blanco
Investigación dirigida I	Ana Carballo Arce
Planificación y evaluación de proyectos	José David Ulloa Soto
Diseño de biorreactores	Esteban Durán Herrera
Fisiología y genética microbiana y laboratorio	Silvia Mau Incháustegui
Biomateriales	Lisbeth Jiménez Castillo

CURSO**PROFESOR**

Investigación dirigida II
Diseño industrial
Control de calidad
Práctica profesional industrial

Ana Carballo Arce
Carolina Alfaro Chinchilla
Karlay Solano Villalobos
Carolina Alfaro Chinchilla

Optativos:

Genómica y Proteómica Computacional
Introducción a la Bioinformática
Aislamiento y Purificación de Metabolitos Secundarios
Bioindicadores de Contaminación
Biorremediación
Genética General
Biotecnología Industrial
Nanotecnología
Tratamiento de efluentes
Bioprospección de organismos del suelo
Biotecnología de algas
Química farmacéutica
Materiales poliméricos
Tecnología de plásticos
Gestión ambiental para la Industria

Stefany Solano González
Stefany Solano González
Jorengeth Rodríguez Rodríguez
Carola Scholz
Carola Scholz
Federico Villalobos Brenes
Pablo Jiménez Bonilla
Guillermo Jiménez Villalta
Carola Scholz
Keilor Rojas Jiménez
Narcy Villalobos Sandí
Víctor Álvarez Valverde
Guillermo Jiménez Villalta
Guillermo Jiménez Villalta
Ana Carballo Arce

ANEXO D

**PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE
BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS
ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LAS ACTIVIDADES DEL LICENCIATURA EN INGENIERÍA DE BIOPROCESOS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

CAROLINA ALFARO CHINCHILLA

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

JORGE ALFARO MONTOYA

Maestría en Ciencias de Animales, Universidad A&M de Texas, Estados Unidos de América.

VÍCTOR ÁLVAREZ VALVERDE

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

ANA CARBALLO ARCE

Doctorado en Química, Universidad de Ottawa, Canadá.

ESTEBAN DURÁN HERRERA

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

MARIANELY ESQUIVEL ALFARO

Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional.

MEYER GUEVARA MORA

Licenciatura en Biología, Universidad Nacional.

GUILLERMO JIMÉNEZ VILLALTA

Bachillerato en Química, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ingeniería de Polímeros, Instituto de Tecnología de Tokio, Japón.

LISBETH JIMÉNEZ CASTILLO

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Química, Universidad de Santiago de Compostela, España.

PABLO JIMÉNEZ BONILLA

Bachillerato en Química Industrial, Universidad Nacional.

CAROLINA MARÍN VINDAS

Licenciatura en Biología, Universidad Nacional. Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile.

SILVIA MAU INCHÁUSTEGUI

Maestría en Microbiología, Universidad de Costa Rica.

RENÉ MORA CASAL

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

JOSÉ PEREIRA CHAVES

Bachillerato en Biología Tropical, Universidad Nacional. Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Nacional.

JÚNIOR PÉREZ MOLINA

Licenciatura en Biología, Universidad Nacional. Doctorado en Fisiología Vegetal, Universidad de Viçosa, Brasil.

JOSÉ RODRÍGUEZ CORRALES

Licenciatura en Química Industrial, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Química, Instituto Politécnico de Virginia, Estados Unidos de América.

JOENGETH RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Licenciatura en Biología, Universidad Nacional.

ÓSCAR ROJAS CARRILLO

Licenciatura en Química Industrial, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad de Postdam, Alemania.

KEILOR ROJAS JIMÉNEZ

Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica.

CAROLINA SANCHO BLANCO

Bachillerato en Biología Tropical, Universidad Nacional. Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, Universidad Nacional.

MOHAMED JIHAD SASA MARÍN

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica.

CAROLA SCHOLZ

Maestría en Biología, Universidad de Hannover, Alemania.

KARLAY SOLANO VILLALOBOS

Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura, Tecnológico de Costa Rica.

STEFANY SOLANO GONZÁLEZ

Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad de Liverpool, Inglaterra.

ROY SOTO FALLAS

Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de Costa Rica. Doctorado en Química, Universidad de Concepción, Chile.

KAROL ULATE NARANJO

Doctorado en Recursos Naturales, Centro de Investigaciones del Noroeste, República Mexicana.

JOSÉ DAVID ULLOA SOTO

Maestría en Economía, Universidad Nacional.



CONSEJO NACIONAL
DE RECTORES

UCR

TEC

UNA

UNED

UTN
Universidad
Técnica Nacional



/Consejo Nacional de Rectores



www.conare.ac.cr



2519-5700



1.3 km. norte de la Embajada de los Estados Unidos. Pavas, San José, Costa Rica