



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL

EXP. 6209/15

Res. 569/16

ACTA N° 48, de fecha 6 de abril de 2016.

VISTO: La propuesta del Plan de estudios para el Curso de Tecnólogo en Biotecnología Industrial;

RESULTANDO: I) que el Departamento de Desarrollo y Diseño Curricular del Programa de Planeamiento Educativo realizó la adecuación curricular de fs. 2 a 25 y su respectivo Esquema Curricular a fs. 26 y 27;

II) que la misma fue trabajada en el marco del Convenio con el Parque Tecnológico de Pando, integrando la Comisión de Trabajo referentes de los Programas de Planeamiento Educativo y de Educación en Procesos Industriales y de la Asamblea Técnico Docente;

CONSIDERANDO: I) que el Programa de Educación Terciaria tomó conocimiento de la propuesta;

II) que no habiendo objeciones a lo solicitado, este Consejo estima pertinente la aprobación del Plan de Estudios propuesto;

ATENTO: a lo expuesto;

EL CONSEJO DE EDUCACIÓN TÉCNICO-PROFESIONAL POR UNANIMIDAD (TRES EN TRES), RESUELVE:

1) Aprobar el Plan de estudios del Curso de Tecnólogo – Orientación Biotecnología Industrial – Plan 2015, que a continuación se detalla:

## ESQUEMA DE DISEÑO CURRICULAR

Identificación	Código SIPE	DESCRIPCIÓN			
Tipo de Curso	028	Tecnólogo			
Orientación	13D	Biotecnología			
Sector	410	Química, Termodinámica y Agroenergía			
Modalidad	Presencial				
Perfil de Ingreso	Egresados de la Educación Media Superior en sus diversas modalidades.				
Duración	Horas totales:	Horas semanales:	Semanas:		
	2368 horas	Entre 20 y 25 horas	16 cada Semestre		
Perfil de Egreso	<p>El Egresado conoce el sistema productivo de su especialidad, sus procesos, los procedimientos y sus fundamentos, por lo cual está en condiciones de participar activamente en los espacios productivos, así como supervisar el adecuado desempeño de los trabajadores que participan de las diferentes secuencias del proceso.</p> <p>Ante el emergente de problemáticas es capaz de buscar soluciones principalmente operativas y éticas, que articulan el hacer concreto con el conocimiento disponible.</p> <p>Se establecen las siguientes funciones mínimas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de parámetros productivos en bioprocesos industriales y agroindustriales.</li> <li>- Implementación de técnicas de manejo y tratamiento de residuos de acuerdo con los protocolos de producción más limpia.</li> <li>- Control y monitoreo de variables que afecten al desarrollo y viabilidad de microorganismos y biocatalizadores presentes en bioprocesos.</li> <li>- Control de variables en ejecución de planes de aseguramiento de calidad de bioprocesos productivos.</li> </ul>				
Créditos Educativos y Certificación		240 Créditos aproximadamente			
	Título	Tecnólogo en Biotecnología			
Fecha de presentación:	Nº Resolución del CETP:	Exp. Nº 6209/15	Res. Nº 569/16	Acta Nº 48	Fecha 06/04/16

### FUNDAMENTACIÓN.

La educación tecnológica forma parte del desarrollo científico y tecnológico del país, en la medida en que participa en la formación de profesionales que se involucran en procesos productivos y de generación de conocimientos que intervienen en forma determinante en la generación e incorporación de innovaciones en las cadenas productivas y empresas del sector, de todo el país.

Si bien el conocimiento científico y el conocimiento tecnológico provienen de



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

diferentes enfoques y distintos ámbitos, guardan una relación estrecha aunque no deberían confundirse. Es importante distinguirlos porque tienen origen, naturaleza, contenido y alcances diferentes.

El conocimiento científico se genera formalmente a partir de demandas de las disciplinas, con exigencias metodológicas propias a cada una de ellas, para construir conocimiento cuya validación corresponde a la respectiva comunidad científica.

El conocimiento tecnológico, por su lado, responde a demandas cognitivas propias del sistema productivo y su validación, se establece de acuerdo a la eficacia en el cumplimiento de los fines buscados.

Por las actuales exigencias internas y las derivadas del modo de inserción internacional que procura el Uruguay, tanto las estrategias competitivas como los sistemas y programas de educación tecnológica que se implementen, deben ser de la más alta calidad.

La innovación tecnológica plantea desafíos cognitivos de actualización y creación de conocimiento propio, lo que genera exigencias en las relaciones que se establecen entre la educación tecnológica, la investigación aplicada, la enseñanza y el trabajo. Estas son condiciones ineludibles a integrar en la estructura organizacional de un plan de estudios en un Área Tecnológica, ya que para la resolución de los problemas productivos, se requiere la formación de individuos críticos y con capacidad investigativa, que sepan mantener abiertos, los mecanismos de circulación del conocimiento interinstitucional con articulación regional, nacional e internacional.

Por lo expuesto, la formación de los recursos humanos en un Área Tecnológica requiere trayectos educativos y científicos que busquen y premien la calidad y que puedan capacitar personal en suficiente cantidad, ya que, la obtención de

beneficios sociales de la producción de conocimiento no depende de la mera existencia de ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo tecnológico; requiere una correcta articulación de éstas áreas entre sí y con los sectores sociales que participan en la utilización, procesamiento y consumo de ese conocimiento.

El diseño de un plan de formación tecnológica que aporte al desarrollo en Uruguay tiene limitados puntos de partida al interior del mismo, dependiendo de los actores e instituciones con la iniciativa y el conocimiento suficientes. Esto determina la necesidad de crear nuevos puntos de apoyo que defiendan las características más destacables de las experiencias exitosas ya iniciadas.

Las nuevas experiencias no deberían ser llevadas a cabo por un actor o desde un único lugar. En primer lugar, reconocemos el papel del estado como convocante de actores a partir de políticas de estímulos a todos los niveles. A su vez, las instituciones productivas deben propiciar el desarrollo de la educación tecnológica en el país, partiendo de la identificación de problemas y oportunidades, con propósito de resolverlos en espacios integrados para la creación y la educación.

El C.E.T.P. – P.T.P. tienen desde el año 2013 un Convenio firmado que establece algunas líneas de cooperación y trabajo conjunto, que son el marco para el desarrollo de esta propuesta. Dicho Convenio marco, establece explícitamente algunas líneas de trabajo conjunto prioritario vinculadas a la cooperación para el desarrollo del campo tecnológico y la promoción social de la investigación tecnológica, así como el desarrollo de propuestas formativas vinculadas al desarrollo de capacidades técnicas.

Algunas de las características de las Empresas Biotecnológicas Uruguayas, se presentan en el Informe realizado por el “Observatorio Educación y Trabajo UTU” (Programa de Planeamiento Educativo, Graciela Sanguinetti, Junio 2015)



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

que remite al Informe de Carlos Bianchi (2014) denominado “Empresas en el Área de Biotecnología en Uruguay 2010 - 2012”, encargado por el Consejo Sectorial de Biotecnología y la Asociación Uruguaya de Biotecnología.

Según la metodología aplicada se identificaron 62 Empresas que emplean de manera más o menos intensiva biotecnología para diversos fines productivos, de las cuales se entrevistaron 37. Algunas de las principales características de las empresas encuestadas son:

- Participan en diversos sectores de la economía nacional y aplican técnicas biotecnológicas con diferentes niveles de complejidad.
- Principalmente se concentran en los sectores de Medicina y Salud (kits de diagnósticos, servicios de diagnóstico y producción de los insumos), Biofármacos (de uso humano y veterinario) y Agroindustrias (inoculantes microbianos y servicios de mejoramiento genético y material de propagación vegetal).
- De 25 Empresas con líneas de desarrollo en biotecnología y diferentes niveles de complejidad, 15 son Empresas dedicadas a producción de bienes o servicios biotecnológicos.
- La mayoría fueron creadas después del año 2000.
- Son mayoritariamente jóvenes, pequeñas y medianas, pero también existen Empresas de mayor tamaño que diversificaron su producción incorporando la ruta biotecnológica al tiempo que mantienen su producción tradicional.
- Son firmas muy activas en el comercio exterior tanto como exportadoras y en importaciones.
- Actúan en variados sectores de actividad: salud humana y animal, producción agropecuaria, servicios especializados, entre otros.
- Tienen una alta proporción de profesionales científico – técnicos.

- Aumento de facturación, aumento de las ventas en el comercio exterior y se encuentran en un proceso de franco crecimiento, medido en términos de inversión, innovación y empleo.

- Basan su estrategia en el uso intensivo de conocimiento y aplican técnicas de biotecnología moderna; entre otras.

Con respecto al empleo, para el período estudiado se registró un crecimiento y la previsión general es que no disminuirá. Y Bianchi plantea como uno de los desafíos para el sector, la necesidad de cubrir una demanda creciente de recursos humanos altamente calificados, lo cual interpela a la UT rol cumplirá en este sentido, siendo un estímulo y constituye un estímulo para la creación de la propuesta del Tecnólogo en Biotecnología.

#### OBJETIVOS DEL PLAN.

- Formar profesionales con conocimientos y competencias necesarios que aporten desde su especialidad, al desarrollo estratégico y productivo del país.

- Promover procesos de consolidación democrática propiciando una formación sustentada en una ética de los Derechos Humanos, así como la integración de ciudadanos al conocimiento en general y al profesional – técnico - tecnológico en particular.

- Generar soluciones pertinentes a diversas problemáticas y trascender la división entre pensamiento y práctica, sustentada en procesos caracterizados por un hacer pensado y un pensar haciendo, aspecto fundamental para la concreción de una formación tecnológica.

- Contar con opciones de salida y reconocimiento que permita al sujeto continuar su formación en niveles educativos superiores.

- Ofrecer mecanismos de movilidad horizontal y vertical, donde el estudiante pueda construir trayectorias de acuerdo a sus intereses y expectativas



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

profesionales.

Objetivos específicos:

- Formar recursos humanos sólidamente capacitados para participar en el desarrollo y la implementación de tecnologías de base biotecnológica en escala productiva.
- Colaborar en el establecimiento industrial y productivo de la biotecnología en el país y consolidar grupos de investigación que contribuyan al crecimiento del conocimiento tecnológico en sus respectivas áreas y líneas de trabajo.
- Contribuir a generar nuevas tecnologías y a consolidar desarrollos existentes con mínimo impacto ambiental.
- Propiciar el desarrollo de profesionales actualizados en las metodologías y los avances de las diversas ramas que involucra la Biotecnología Industrial, su entorno regulatorio nacional e internacional, aspectos de Propiedad Industrial específicos del área y que se promuevan contactos personales con profesionales que trabajan activamente en el desarrollo de Empresas de Biotecnología establecidas en el ámbito nacional y/o regional.

#### PERFIL DE INGRESO.

El estudiante debe haber aprobado un nivel de Educación Media Superior.

#### MARCO CURRICULAR.

La propuesta para la formación de tecnólogos en BIOTECNOLOGÍA articula tres aspectos fundamentales:

- A. Tecnológico - Científico: Involucra la comprensión de procesos, funcionamiento de equipos, competencias para la implementación de técnicas analíticas y de control y conocimientos vinculados con la especialidad.
- B. Organizacional: Implica la comprensión y relacionamiento con facetas de la administración de recursos materiales y humanos enmarcada en las normas

técnicas y legales que rigen la operación de las instituciones industriales del país.

C. Cultural: Refiere a los valores, las ideas y la ética en las que se deben apoyar las actividades profesionales.

Lo decisivo en la formación del Tecnólogo en Biotecnología, además de las competencias específicas que requieren conocimientos y destrezas manipulativas, se relaciona con la capacidad de comprender procesos, de rutina o innovadores, identificando desde su especialidad, necesidades y oportunidades para desarrollar o implantar soluciones técnicas pertinentes, evaluándose sistemáticamente no sólo desde esta perspectiva, sino también desde las organizativas, económicas, socio ambientales y socioculturales.

La formación se apoya en tres pilares básicos:

- Un diseño curricular determinado por las competencias y habilidades que se desean que el Egresado incorpore.
- La existencia de un equipo docente con perfil académico específico para cada Asignatura, con experiencia en actividades industriales y de investigación, lo cual es decisivo para definir la calidad de la enseñanza.
- Vínculos con las Industrias Biotecnológicas que desde su realidad industrial, pueden aportar elementos para la construcción del modelo educativo.

Un Egresado de este Programa une conocimiento y "saber hacer", siendo su reto profesional el de utilizar su conocimiento y su "saber hacer" para participar creativamente en los procesos productivos, aplicando instrumentos, técnicas y conocimientos en la resolución de problemas planteados por la realidad. Su trabajo implica la creación o modificación de un objeto o proceso tecnológico, involucrando muchas técnicas y también el control de calidad, es decir, la verificación de que el sistema propuesto cumple con las condiciones requeridas

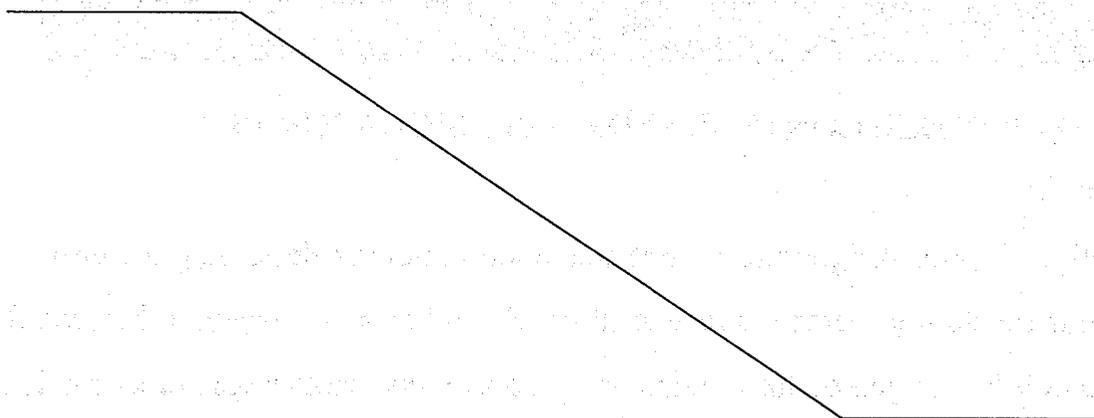


para constituir una solución al problema planteado con sentido de eficiencia, siendo las condiciones económicas, un aspecto relevante que establece la viabilidad. Muchas actividades tecnológicas son esencialmente innovadoras y ese carácter dinámico es un rasgo que también debe ser introducido en las inquietudes pedagógicas.

### Diseño Curricular

Primer año			
Semestre 1 - 40 créditos 16 semanas + una semana de seminario		Semestre 2 - 40 créditos 16 semanas + una semana de seminario	
Asignatura	Hs	Asignatura	Hs
Matemática	4	Bioestadística	3
Química General*	8	Análisis Instrumental I	5
Biología	6	Química Orgánica	5
Bioética	3	Lab. Macromolecular	4
Inglés I	3	Introducción a la Biotecnología	4
Introducción al Lenguaje Científico	2	Inglés II	3
Total	26	Total	24

\*Los estudiantes que provienen del EMT de química la puedan cursar en modalidad de oyentes sólo si lo desean. No tienen obligación de cursar esta asignatura y por tanto no deben aprobar.



Segundo año			
Semestre 3 - 40 créditos 65 semanas + una semana de seminarios		Semestre 4 - 40 créditos 15 semanas + una semana de seminarios	
Asignatura	Hs	Asignatura	Hs
Aseguramiento de Calidad	3	Microbiología	6
Análisis Instrumental II	4	Legislación	3
Bioquímica	6	Farmacología	4
Físico - Química	5	Fisiología animal	5
Genética	7	Fisiología vegetal	5
		Emprender y Gestionar una Empresa	2
Total	25	Total	25

Tercer año			
Semestre 5 15 semanas + una semana de seminarios		Semestre 6 15 semanas + una semana de seminarios	
Asignatura	Hs	Asignatura	Hs
Bioprocesos, Medio Ambiente y Residuos	5	Pasantía	20
Bioprocesos Alimentarios	5		
Bioprocesos y Salud Humana	5		
Bioprocesos Agrarios	5		
Metodología de Proyecto Aplicado	4		
Total	24	Total	20

## DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LAS ASIGNATURAS.

### BIOLOGÍA.

El objetivo de esta Asignatura es trabajar conocimientos de Biología Celular y Molecular desde una perspectiva evolutiva. Se trabajarán conceptos básicos de la teoría celular, origen de las células procariotas y eucariotas; así como analizar y comprender los distintos procesos de funcionamiento y control celular y los



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

mecanismos hereditarios que los regulan. Asimismo conocer la estructura y función de los diferentes organelos celulares. Se abordarán los procesos de diferenciación celular desde el desarrollo y formación de tejidos. Se pretende un abordaje Teórico - Práctico favoreciendo el trabajo en laboratorio.

#### QUÍMICA GENERAL.

El objetivo del Curso Teórico Práctico de Química General implica construir conocimientos, procedimientos y promover actitudes; pero el énfasis no debe estar en los primeros, sino en las últimas, ya que son éstas las que dirigen la conducta. Se abordarán los Principios de la Termodinámica, la estructura atómica, el enlace químico, las reacciones químicas en solución acuosa y las formas de expresión de concentración de una solución. Se hará énfasis en los procesos de óxido reducción como relevantes en el mantenimiento del metabolismo celular. Se incorporará el estudio de Sistemas en Equilibrio, así como los factores que afectan la rapidez de las Reacciones Químicas.

#### MATEMÁTICA.

Muchas de las Asignaturas de la Carrera requieren que los estudiantes dominen ciertos temas de matemáticas, no solamente como conocimiento básico, sino que además hayan desarrollado destreza en su manejo. En distintas pruebas diagnósticas de conocimiento previo se ha constatado que los estudiantes no poseen esta destreza, por lo tanto, se incluye esta Asignatura en la currícula. El docente que dicte la Asignatura debe tener en cuenta hacer énfasis más en las aplicaciones y en el desarrollo de destreza de trabajo con los temas desarrollados en la secuencia de contenidos que en el desarrollo formal de los fundamentos de éstos.

#### INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE CIENTÍFICO.

El objetivo de esta Asignatura es fortalecer los aspectos comunicativos

específicos en esta área ya sea escritos, orales o con herramientas específicas como presentaciones digitales u otras.

#### INGLÉS.

Se desarrollará un Inglés Básico aplicado al área de conocimiento, es decir desarrollando terminología específica al Área de la Biotecnología.

#### BIOÉTICA.

Este Curso representa un espacio de interacción entre la actividad científica y sus implicancias éticas, en general y entre la ética y las ciencias biológicas, en particular. Se tratan los desafíos planteados a la Ética por los avances recientes de la Biología, particularmente la genética y la biología molecular, así como los avances en otras Áreas de la Biología y disciplinas vinculadas, como las ciencias ambientales, la conservación de la naturaleza y el uso de animales en la experimentación y/o producción. Asimismo, se busca discutir las concepciones sobre la ciencia y su método – conceptos de verdad, neutralidad, construcción social, etc. – y la responsabilidad ética y social del investigador.

#### BIOESTADÍSTICA.

Se trabajará en esta Asignatura la estadística aplicada: Probabilidad, esperanzas, leyes límites, estadística paramétrica, estadística no paramétrica.

#### LABORATORIO MACROMOLECULAR.

El taller puede caracterizarse como de "adquisición de saberes y aplicación práctica de conocimientos". Es un espacio que permite coordinar contenidos de diversas Asignaturas dando así la posibilidad de tratamiento horizontal de diversas temáticas y/o actividades experimentales. El objetivo de este Curso/Taller es ejemplificar el método científico a través de prácticas concretas vinculadas a áreas de interés que constituyan un acercamiento a la biotecnología, involucrando el manejo de GLP.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## QUÍMICA ORGÁNICA.

La Química Orgánica o Química de la gran parte de los compuestos del Carbono, constituye una de las disciplinas en torno a la cual se ha construido nuestra interpretación sobre el desarrollo de la vida en La Tierra. Su abordaje, tiene mucho de descriptiva, pero también de predictiva alrededor de los mecanismos y tipos de reacción a los que se ha llegado a través de las teorías generales, el trabajo de laboratorio, las técnicas analíticas, la creatividad, deseos de conocimiento y avance de la especie humana. La Química Orgánica como disciplina, contiene la mayoría de los principios activos de las especialidades farmacéuticas que ingerimos y es la base de los polímeros y sustancias que han llevado a la industria química al sitial de honor que hoy ocupa. Reúne de manera coherente el estudio del más extenso universo de sustancias químicas natural y sintética y de los procesos químicos en los que ellas participan.

## INTRODUCCIÓN A LA BIOTECNOLOGÍA.

La Biotecnología se refiere a “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”. (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992).

El objetivo de este Curso pretende brindar un panorama general de las principales áreas de acción de la Biotecnología actual y pasada. La Biotecnología es un área multidisciplinaria, que emplea la biología, química y procesos, con gran uso en agricultura, farmacia, ciencia de los alimentos, ciencias forestales y medicina.

## ANÁLISIS INSTRUMENTAL.

Actualmente existen una gran cantidad de poderosas herramientas para obtener información cualitativa y cuantitativa acerca de las propiedades de la materia.

Esta Asignatura proporcionará los conocimientos necesarios para aprovechar al máximo las posibilidades que brindan esos instrumentos analíticos, lo cual redundará en un uso inteligente de los mismos para la resolución eficaz de problemas analíticos que se presenten en el trabajo de laboratorio o planta.

### **BIOQUÍMICA.**

El Curso de Bioquímica está sustentado en la necesidad de que el estudiante incorpore los conocimientos fundamentales para el entendimiento de los cambios químicos (metabólicos) que sufren las especies químicas presentes en los organismos vivientes y la participación de éstos en el campo productivo. La caracterización de la Bioquímica como ciencia particular, remite a sus orígenes, ya que se nutre de varias ciencias históricas, como la Física, la Química y la Biología, con las cuales ha compartido objetos y metodologías de estudio. En el desarrollo contemporáneo de las Ciencias la Bioquímica ha jugado un papel central al proveer razones, fundamentos, evidencias y proyecciones en relación al fenómeno vital, o biológico.

### **FÍSICO - QUÍMICA BIOLÓGICA.**

El objetivo del Curso es presentar a los estudiantes las distintas técnicas utilizadas en el estudio de las macromoléculas de interés biológico, desde los fundamentos físicos de las técnicas a sus aplicaciones en Bioquímica. Deberá estar orientado específicamente de modo de incorporar el uso de herramientas que habiliten a la dilucidación de planteos vinculados con las propiedades físico químicas de las moléculas presentes en los seres vivos. Los procesos metabólicos constituyen el paradigma de las aplicaciones de la termodinámica en cuanto a conversiones de energía que mediante reacciones químicas aplicadas mantienen los sistemas alejados del equilibrio, constituyéndose así en el soporte de la vida. En el mismo se abordan los aspectos físicos de los



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

fenómenos de interacción entre la materia y la energía, el estudio de los elementos básicos de esas interacciones a través de la mecánica cuántica, los métodos espectroscópicos y la estadística.

#### **ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.**

El Aseguramiento de la Calidad es el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas, aplicadas en un sistema de calidad para que los requisitos de calidad de un producto o servicio sean satisfechos. El objetivo de esta Asignatura es el de trabajar en el conocimiento y puesta en práctica de los sistemas de calidad en el laboratorio y en planta. Estas habilidades permitirán seguir una línea de acción dirigida a conseguir un trabajo basado en un conjunto de actividades debidamente programadas y sistemáticas, contribuyendo a la prevención de errores.

#### **MICROBIOLOGÍA.**

Este Curso Teórico - Práctico tiene como objetivo presentar los principales grupos de microorganismos desde una perspectiva evolutiva. Y a su vez demostrar los principales métodos de trabajo y experimentación en microbiología en la actualidad.

#### **LEGISLACIÓN.**

Se desarrollará en esta Asignatura la Legislación relativa a la Biotecnología y sus áreas de aplicación, tanto nacional como regional. Asimismo se trabajarán las regulaciones nacionales y departamentales (digestos departamentales).

#### **FARMACOLOGÍA.**

Esta Asignatura pretende contribuir con herramientas que ayuden a comprender el vínculo entre la Biotecnología y la Industria Farmacéutica analizando las oportunidades de su desarrollo. La Biotecnología puede contribuir a abrir un nuevo paradigma de investigación: en el diseño racional de drogas. En efecto,

en lugar de examinar miles de moléculas hasta identificar una útil, el nuevo enfoque consiste en determinar las causas de las reacciones bioquímicas que producen una enfermedad para luego formular un compuesto químico para detenerlas.

#### FISIOLOGÍA ANIMAL.

El Curso tiene como objetivo general que el estudiante conozca y comprenda los mecanismos fisiológicos que subyacen a la vida animal. El estudiante se familiariza con la terminología básica en Fisiología y adquirirá los conocimientos adecuados sobre los principios elementales de la disciplina.

#### GENÉTICA.

En esta Asignatura el estudiante obtendrá los fundamentos básicos de los distintos aspectos que involucra la genética en la actualidad. Desde los aspectos moleculares, análisis genético, genética de poblaciones y evolución molecular. A su vez, se pretende entender el origen de la diversidad genética y desarrollar en el estudiante el contexto de las aplicaciones actuales de la disciplina.

#### FISIOLOGÍA VEGETAL.

Esta Asignatura brindará los conceptos vinculados con los diferentes aspectos que aborda la Fisiología Vegetal, como ser: el comportamiento de las plantas en relación al ambiente en el cual se desarrollan en todas las etapas de su ciclo vital, desde la germinación de la semilla, crecimiento, nutrición y reproducción.

#### EMPRENDER Y GESTIONAR UNA EMPRESA.

Proporcionará herramientas para constituir una empresa, conseguir financiamientos para comenzar una actividad empresarial en esta área y el marco legal e impositivo de las empresas en Uruguay. Asimismo se trabajarán los derechos y obligaciones de empresarios y trabajadores.



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

## **METODOLOGÍA DE PROYECTO.**

Esta Asignatura pretende desarrollar capacidades vinculadas al diseño y desarrollo de proyectos ligados a la Biotecnología, otorgando herramientas para diseñar, presentar y desarrollar proyectos tecnológicos económicamente viables. Pretende enfatizar en la comprensión del proceso que implica el desarrollo de un proyecto desde que se diseña hasta que se implementa.

## **BIOPROCESOS.**

Incorporan los conceptos que se relacionan con el desarrollo de los procesos productivos considerando los aspectos técnicos, económicos, legales y regulatorios de los mismos en las diversas aplicaciones tan diversas como la elaboración de materias primas para biofármacos, aditivos para alimentos y/o procesos industriales en general y los criterios de mejoramiento e implementación de sistemas de calidad en procesos ya existentes.

## **BIOPROCESOS, SALUD HUMANA Y ANIMAL.**

Se desarrollarán en las siguientes Áreas: Nutrición y Salud, Diagnóstico, Biofármacos, Vacunas y Nuevos antibióticos.

## **BIOPROCESOS, MEDIO AMBIENTE Y RESIDUOS.**

Se desarrollarán en las siguientes Áreas: Tecnologías más limpias (blancas) y Biorremediación.

## **BIOPROCESOS ALIMENTARIOS.**

Se desarrollarán en las siguientes Áreas: tradicional y modernos para la producción, envasado y etiquetado de alimentos.

## **BIOPROCESOS AGRARIOS.**

Se desarrollarán en las siguientes Áreas: Técnicas de cultivo y propagación, Nuevas variedades de cultivos, Biofertilizantes y Biocontrol o control biológico de plagas.

## PERFIL DE EGRESO.

El Egresado conoce el sistema productivo de su especialidad, sus procesos, los procedimientos y sus fundamentos, por lo cual está en condiciones de participar activamente en los espacios productivos, así como supervisar el adecuado desempeño de los trabajadores que participan de las diferentes secuencias del proceso.

Ante el emergente de problemáticas es capaz de buscar soluciones principalmente operativas y éticas, que articulan el hacer concreto con el conocimiento disponible.

Se establecen las siguientes funciones mínimas:

- Control de parámetros productivos en bioprocesos industriales y agroindustriales.
- Implementación de técnicas de manejo y tratamiento de residuos de acuerdo con los protocolos de producción más limpia.
- Control y monitoreo de variables que afecten al desarrollo y viabilidad de microorganismos y biocatalizadores presentes en bioprocesos.
- Control de variables en ejecución de planes de aseguramiento de calidad de bioprocesos productivos.

## PROPUESTA METODOLÓGICA.

Los procesos de enseñanza en educación tecnológica deben incorporar cambios metodológicos, didácticos y actitudinales para propiciar la participación activa de los estudiantes en la organización y desarrollo de los contenidos educativos, con el aporte de experiencias, opiniones, iniciativas que estimulen, sobre la base de un conocimiento sólido, el desarrollo de la capacidad crítica y de trabajo en equipo, que prepare para implicarse activamente como profesionales y como ciudadanos, en los asuntos relacionados con la tecnología. Los contenidos se

modificarán y actualizarán durante toda su vida profesional, pero sus actitudes y valores se deben incorporar desde el inicio.

El estudiante debe ser el actor principal de las actividades y la función del docente es propiciar que en las mismas, desarrollen su autonomía para aprender a aprender, pensar y actuar.

Este Programa debe caracterizarse por:

- Coherencia del plan de estudios con el perfil de los estudiantes que egresan.
- Corta duración. Requiere 3 años (6 semestres) de dedicación.
- Responde a las necesidades del sector industrial nacional.
- Buen nivel de calidad académica.
- Adecuado balance entre teoría y práctica.
- Exigentes condiciones para la selección de los docentes: experiencia industrial; experiencia docente; antecedentes académicos.
- Laboratorios adecuados.
- Pasantías industriales.
- Fuerte vinculación entre la institución educativa y las industrias del sector.

Para la implementación de las actividades pedagógicas, se recurre a distintos dispositivos educativos:

- Asignaturas.
- Talleres.
- Prácticas en laboratorios.
- Seminarios.
- Entornos virtuales de aprendizaje.
- Proyectos.
- Prácticas curriculares.
- Visitas didácticas.

- Otros.

## ACTIVIDADES CURRICULARES.

La articulación entre la formación y su vinculación con el medio, apunta a profundizar el carácter formativo superior – terciario - tecnológico de la propuesta a través de Actividades Curriculares, a los efectos de asegurar una experiencia significativa vinculada al área en la que se desempeñará el futuro profesional, para que antes de su egreso y en forma progresiva, participe en alguna de las siguientes:

### a- INVESTIGACIÓN APLICADA.

La finalidad de estas actividades es desarrollar proyectos en los cuales el estudiante se enfrente a situaciones problemáticas o centros de interés vinculados a procesos biotecnológicos. Son desarrolladas con las siguientes modalidades:

- por equipos de trabajo de estudiantes acompañados por docentes.
- con la participación de grupos de estudiantes que se integran a una línea o proyecto de investigación preexistente.

### b- EXTENSIÓN.

Son las actividades que apuntan a profundizar la relación de la institución con el entorno, por medio de la generación e implementación de propuestas que solucionen problemáticas concretas identificadas en los territorios. Las propuestas podrán ser de tres tipos:

- 1- desarrollo de proyectos para solucionar problemas que demanden conocimiento tecnológico.
- 2- actividades que apunten a responder a problemáticas sociales concretas por medio del compromiso ciudadano amplio de docentes y/o estudiantes.
- 3- actividades que apunten a resolver problemáticas u otras situaciones de los

Centros Educativos propios o cercanos.

c- PASANTÍAS CURRICULARES:

Son actividades pedagógicas, de contenido práctico, cuya finalidad es contribuir a la formación profesional del estudiante mediante el cumplimiento de un programa preestablecidos entre el C.E.T.P.- U.T.U. y Organizaciones, Empresas Públicas o Privadas seleccionadas en el área de la especialidad.

d- ENSEÑANZA - APRENDIZAJE A DISTANCIA.

El plan de estudios propone actividades de enseñanza – aprendizaje a distancia, a las que se dedica un mínimo de 20% de la carga horaria total.

e- SISTEMA DE ADJUDICACIÓN DE CRÉDITOS EDUCATIVOS.

Los dispositivos Educativos y las Actividades Curriculares son medidos en base a una unidad llamada crédito educativo que corresponde a las horas reloj de trabajo estudiantil requeridas para la aprobación de un dispositivo educativo.

Un crédito educativo equivale a 15 horas reloj de trabajo estudiantil, que incluye las horas de clase, de trabajo asistido y de estudio personal. Es la unidad de medida de las actividades académicas que comprende horas de clase y dedicación al estudio personal. La asignación de créditos se realiza con los siguientes coeficientes:

- Hora de Clase, Taller y Laboratorio: 1 hora= 2 créditos.

- Hora del componente integrado: 1 hora= 1 crédito.

PLAN OPERATIVO.

Docentes.

Los docentes que tomen las horas y no tengan una asignatura de su misma área al semestre anterior o siguiente del mismo año, estarán a cargo de las tutorías educativas, seguimientos, apoyos educativos, producción de proyectos, acompañamiento de las Pasantías, etc. En el caso particular de los docentes del

Semestre V, serán los responsables de acompañar a los docentes durante el proceso de las Pasantías y/o proyecto en el Semestre VI.

### Materiales.

Primer y Segundo Semestre (definir cantidades por los docentes a cargo de los Cursos):

Matraces, pipetas, balones, probetas, vasos de bohemia, Microscopio, porta objetos y cubre objetos, Placas de Petri ,Ependorf , Micropipetas, buretas, matraces aforados, Equipo de electroforesis vertical, equipo de electroforesis horizontal, transiluminador, centrífuga(s) de mesa, termociclador, micropipetas, puntas para pipetas, recipientes tipo tupper balones, matraces vidrios, pipetas serológicas acirlamida, bis-acirlamida, agarosa, colorante coomasie R250, etanol, metanol, ácido acético.

Materiales a gestionar con el Parque o futuras adquisiciones: centrífuga refrigerada con varias capacidades, estufa(s) para cultivo de bacterias, incubador con agitación orbital (shaker) para cultivos, cabina de flujo laminar, heladera con freezer.

### BIOPROCESOS.

El equipamiento necesario para el trabajo práctico en Bioprocesos debe incluir:

#### A- Planta Piloto.

Una pequeña Planta Piloto que tuviera las siguientes características:

- Áreas se dispuestas según un orden lógico, correspondiente a la secuencia de las operaciones y a los niveles requeridos de limpieza.
- Superficies interiores paredes, suelos y techos lisos, sin grietas ni fisuras, recubiertos con pintura epoxi para minimizar la emisión de partículas y permitir la limpieza de forma fácil y efectiva y en caso necesario, fácil desinfección.
- Conducciones, puntos de luz y ventilación y otros servicios diseñados de



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

forma de evitar la creación de zonas difíciles de limpiar. Para las operaciones de mantenimiento, posibilitar el acceso a todos estos elementos desde el exterior de las áreas de trabajo.

- Instalaciones de control de aire independiente (temperatura, humedad, presión, etc.) adecuadas a los productos manipulados, a las operaciones realizadas y al medio ambiente exterior.

- Contar con los siguientes servicios:

- Fuerza motriz.
- Aire comprimido libre de aceite.
- Vapor Puro.
- Gases especiales (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He y O<sub>2</sub>).
- Agua Fría y Caliente.
- Equipo de Soporte UPS y Generador Eléctrico.
- Generación y Loop de Agua Purificada (calidad PW según USP31).

B- Área de Procesos de Fermentación y Cultivo Celular.

Requiere el siguiente equipamiento:

- Bioreactores.
- Agitadores (Shakers) termostatizados para desarrollo de cultivo en erlenmeyers.
- Cabina de Seguridad Biológica.
- Equipo de Filtración Tangencial con capacidad de Microfiltración y Ultrafiltración.
- Centrifuga Refrigerada para escala Productiva.
- Espectrofotómetro UV/Vis.
- pH metro/conductímetro.
- Equipo Homogenizador por alta presión (Disruptor Celular) con capacidades

para escala de Laboratorio – Piloto.

- Autoclave de doble puerta para ingreso/esterilización/egreso de materiales.
- Cámara de refrigeración (4°C).
- Ultra freezer (-86°C).
- Baños termostatzados.
- Tanques de Nitrógeno Líquido.
- Balanzas y demás equipos tradicionales de laboratorio.

#### Área de Purificación.

Esta Área debe incluir equipos para purificación de proteínas y equipos para conservación de productos elaborados o semi-elaborados, entre ellos:

- Cromatógrafo de Proteínas que permita trabajar con seguridad y calidad en una escala de Laboratorio/ Piloto.
- Cabina de Flujo Laminar.
- Equipo de Filtración Tangencial con capacidad de Microfiltración y Ultrafiltración.
- Espectrofotómetro UV/Vis.
- Phmetro/conductímetro.
- Cámara de refrigeración (4°C).
- Balanza y demás equipos de laboratorio tradicional.

#### Área de control de calidad, microbiología y biología molecular.

Para las actividades de Biología Molecular y de Control Analítico, se debe contar con:

- Cabina de Seguridad Biológica en compartimiento de uso Restringido.
- Espectrofotómetro UV/Vis.
- pHmetro/conductímetro/Ion Selectivo.
- Microscopio Óptico con capacidad de para captura de imágenes digitales en

tiempo real y desarrollo de análisis cuantitativos.

- Centrifugas con control de temperatura y rotores intercambiables.
- Baños termostatzados.
- Termociclador con opción de gradiente térmico.
- Equipo para electroforesis de proteínas.
- Equipo para electroforesis de ácidos nucleicos.
- Transiluminador.
- Tanques de Nitrógeno Líquido.
- Campana de extracción de gases.
- Equipo para producción de Agua Purificada PW para uso en laboratorio.

Área de actividades especiales.

Para asegurar el almacenamiento y calidad de las materias prima en forma adecuada como así también el uso y mantenimiento específico del equipamiento e instrumental, se debe contar con un área específica separada del Área de Bioprocesos, que incluya el siguiente equipamiento:

- Lavadero de materiales.
- Área de preparación de soluciones y medios, acondicionamiento de materiales.
- Depósito de reactivos, materiales y materias primas.

Revisión del plan.

El plan tendrá un seguimiento continuo, en el cual se establecerán las necesidades de realizar ajustes en la propuesta presentada. Ver Plan de Seguimiento adjunto.

BIBLIOGRAFÍA.

Acevedo-Díaz, José Antonio, Revista. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 5, núm. 2, abril, 2008, pp. 133-169.

Adkins, C. Termodinámica del equilibrio, Ed. Reverté, Barcelona. Ediciones varias.

Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA.,Cádiz, España. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92050202>.

Biología molecular de la Célula. Bruce Alberts , Ediciones Omega,tercera edición 1994.

Brown y otros, Química: la ciencia central, Ed. Prentice Hall, México. Ediciones varias.

Carey, Química Orgánica, 3ª. Edición, México, 1999. Ed. McGraw-Hill.

Comercio Exterior, Industria farmacéutica y biotecnología. Oportunidades y desafíos para los países en desarrollo, vol. 42, núm. 11, México, noviembre de 1992, pp. 1009-1018.

Freifelder. Physical biochemistry. Applications to biochemistry and molecular biology. W.H. Freeman and Co. (ed.) 1982.

Donald Voet, Judith G. Voet, Charlotte W. Pratt, Editorial Willey: Fundamentos De Bioquímica 2002.

Emilio Muñoz Biotecnología y sociedad: encuentros y desencuentros. Primera edición 2001. Cambridge University Press, Madrid 2001.

Formación y Perfeccionamiento Docente Propuesta de elaboración del programa de Química Orgánica del EMT en Química Básica e Industrial (2004). ANEP - UTU.

Galagovsky, Lydia, Química Orgánica.Fundamentos teóricos - prácticos para el laboratorio. Ed Eudeba. 1999. Buenos Aires.

Guía del Curso de Química Orgánica I, Especialidad Profesorado Semipresencial del IPA, elaborada por los Profesores Reina Pintos Ganón y



Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Álvaro RodríguezCuns en colaboración con el Departamento de Educación a Distancia de la Dirección de Harper, 14ª Edición, R.Murray, D.Granner, P.Mayes y V.Rodwell. Bioquímica Editorial El Manual moderno, S.A de C-V. Mexico-Santafe de Bogotá.

J.David Rawn, Bioquímica, 1ª Edición, Editorial Interamericana McGraw-Hill.

Jésus.Florez, Farmacología Humana 3ª Edición, Editorial Mason, Barcelona, 1997.

Lehninger Principios de Bioquímica, Nelson-Cox-Cuchillo, 3º Edición, Ediciones Omega.

Lubert Stryer, Bioquímica, 3ª Edición en adelante, Editorial Reverté.

Mahan y Myers. Química: curso universitario, Ed. Addison Wesley, U.S.A. Ediciones varias

Mathews-Van Holde, Bioquímica, 2ª Edición en adelante, Editorial McGraw-Hill Interamericana.

Mc Graw-Hill, Morrison, R.T. y Boyd, R.N., Química Orgánica, 5ª. Edición, México, Ed. Addison Wesley Longman de México, S.A. de C.V., 1998.

McMurry, J., Química Orgánica, 5ª. Edición, México, Ed. International Thomson Editores, S.A. de C.V., 2001.

Perrenoud, P.(2001). Ensinar: agir na urgência, decidir na certeza. Editorial Artmed. Brasil.

Programa del Curso de Fisico Química Biológica de la Facultad de Ciencias. UdelaR 2015.

Publicación periódica de divulgación científica. Farmanuario Guía Fármaco-Terapéutica. (Ediciones desde año 2000 en adelante). quimica-2891.pdf

T.Devlin, Bioquímica, 4ª Edición, Editorial Wiley-Liss.

Wade, L.G. Jr., Química Orgánica, 2ª. Edición, México, Ed. Prentice Hall

Hispanoamericana, S.A. de C.V., 1993.

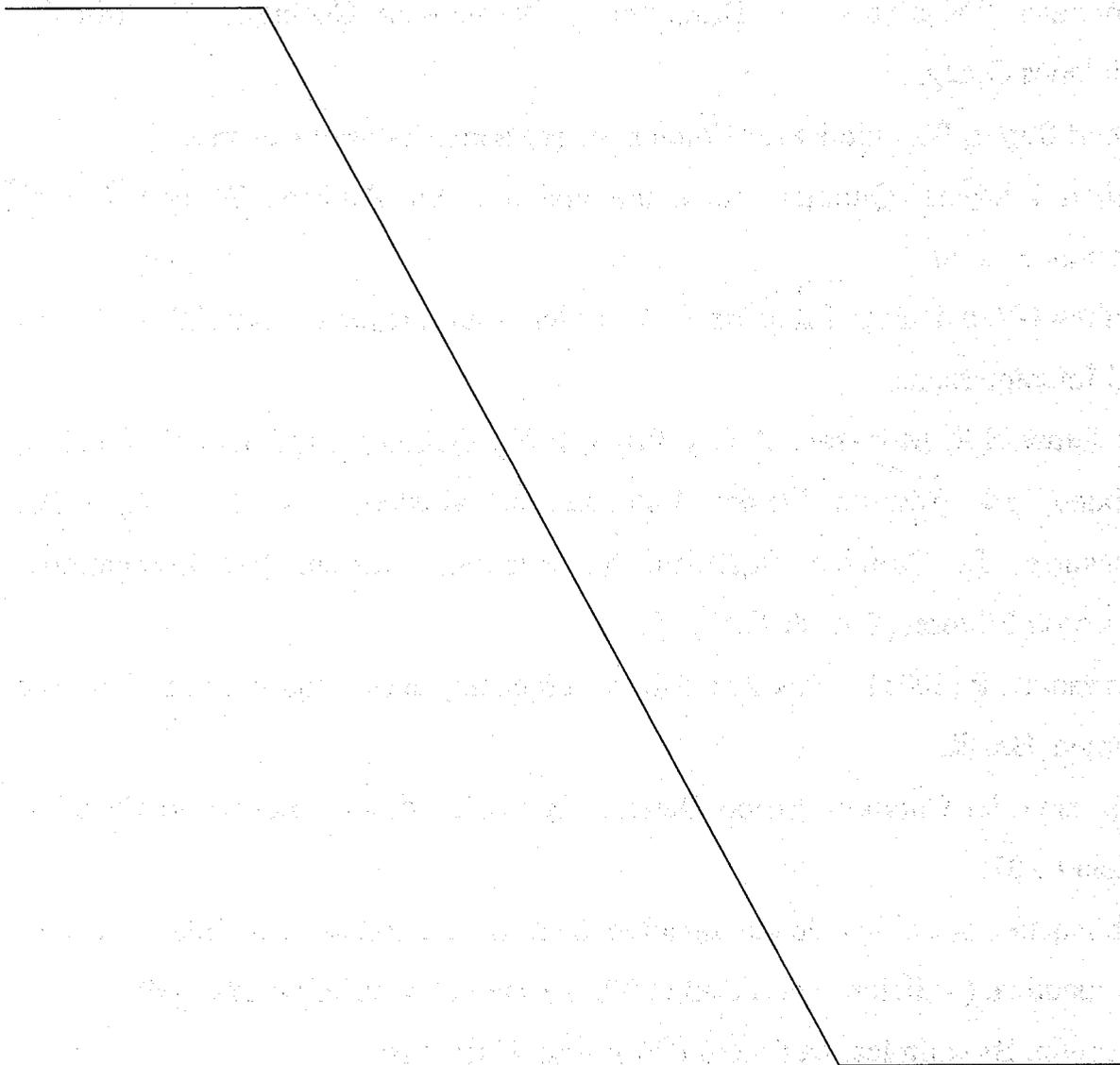
<http://med.unne.edu.ar/home/images/documentos/carreras/Enfermer%C3%ADa/bio.>

[http://quimicapr.uniandes.edu.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56&Itemid=166.](http://quimicapr.uniandes.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=56&Itemid=166)

[http://www.ffyb.uba.ar/secretaria-academica/programa-de-las-asignaturas?es.](http://www.ffyb.uba.ar/secretaria-academica/programa-de-las-asignaturas?es)

[http://www.uv.mx/agronomia/files/2013/03/BIOQUIMICA.pdf.](http://www.uv.mx/agronomia/files/2013/03/BIOQUIMICA.pdf)

[www.uco.es/informacion/conozca/fichastecnicas/g\\_bioquimica.pdf.](http://www.uco.es/informacion/conozca/fichastecnicas/g_bioquimica.pdf)





Consejo de Educación  
Técnico Profesional  
Universidad del Trabajo del Uruguay

Esquema Curricular Tecnólogo (028) Plan 2015  
Orientación: Biotecnología Industrial (0541)

Semestre	Área	ASIGNATURAS			Horas Estudiante				Créditos Educativos	Horas Docente						
		Cód.	Componente	Descripción	Semanales 45'	Semanales 60'	Seminarios	Total Horas Semestrales 16 semanas		Semanales 45	Integradas semanal mensual	Seminarios	Horas Departamento	Total Horas Semestrales 16 semanas		
1	1	803	26498	CT	MATEMÁTICA	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
		631	36771	CT	QUÍMICA GENERAL*	8	6	-	128	13	8	-	-	2	160	
		026	88808	CT	BIOLOGÍA	6	4,5	-	96	9	6	-	-	2	128	
		0541	04667	CT	BIOÉTICA	3	2,25	-	54	5	3	-	-	2	80	
		388	20157	CF	INGLÉS I	3	2,25	-	54	5	3	-	-	2	80	
		0541	16594	CF	INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE CIENTÍFICO	2	1,5	-	32	1	2	-	-	2	64	
					SUBTOTAL			26	19,5	-	428	39	26	-	12	608
1	2	0541	04668	CT	BIOESTADÍSTICA	3	2,25	-	48	5	3	-	-	2	80	
		425	02001	CT	ANÁLISIS INSTRUMENTAL I	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		631	36543	CT	QUÍMICA ORGÁNICA	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		0541	23861	CT	LAB. MACROMOLECULAR	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
		0541	16595	CT	INTRODUCCIÓN A LA BIOTECNOLOGÍA	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
		388	20158	CF	INGLÉS II	3	2,25	-	48	5	3	-	-	2	80	
					SUBTOTAL			24	18	-	384	38	24	-	12	576
2	3	0541	41851	CT	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	3	2,25	-	48	5	3	-	-	2	80	
		425	02002	CT	ANÁLISIS INSTRUMENTAL II	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
		034	88851	CT	BIOQUÍMICA	6	4,5	-	96	9	6	-	-	2	128	
		0541	88851	CT	FÍSICO - QUÍMICA - BIOLÓGICA	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		0541	17101	CT	GENÉTICA	7	5,25	-	112	11	7	-	-	2	144	
					SUBTOTAL			25	18,75	-	400	39	25	-	10	430
2	4	0541	29201	CT	MICROBIOLOGÍA	6	4,5	-	96	9	6	-	-	2	128	
		0541	25356	CF	LEGISLACIÓN	3	2,25	-	48	5	3	-	-	2	80	
		0541	15458	CT	FARMACOLOGÍA	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
		690	37732	CT	FISIOLOGÍA ANIMAL	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		690	37731	CT	FISIOLOGÍA VEGETAL	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		149	13627	CT	EMPRESARISMO Y GESTIONAR UNA EMPRESA	2	1,5	-	32	1	2	-	-	2	64	
					SUBTOTAL			25	18,75	-	400	37	25	-	12	592
3	5	0541	05071	CT	BIOPROCESOS, MEDIO AMBIENTE Y RESIDUOS	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
		0541	05072	CT	BIOPROCESOS ALIMENTARIOS	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	

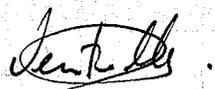
	0541	05073	CT	BIOPROCESOS SALUD HUMANA Y ANIMAL	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
	0541	05074	CT	BIOPROCESOS AGRARIOS	5	3,75	-	80	8	5	-	-	2	112	
	0541	28787	CT	METODOLOGIA DE PROYECTO APLICADO	4	3	-	64	6	4	-	-	2	96	
				SUBTOTAL	24	18		384	38	24			12	544	
3	6	0541	36161	CT	PASANTIA/PROYECTO	25	18,75	-	400	40	20	-	-	2	352
				SUBTOTAL	25	18,75		400	40	20				352	
								2396	231					3013	

2) Pase al Programa de Planeamiento Educativo y siga a la Dirección de Comunicaciones para su inclusión en la página web y al Departamento de Administración Documental para comunicar a los Programas de Educación en Procesos Industriales, a la Mesa Permanente de la Asamblea Técnico Docente y dar cuenta al Consejo Directivo Central. Hecho, archívese.



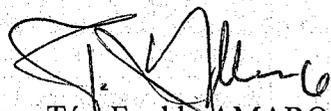
Ing. Agr. María Nilsa PÉREZ HERNÁNDEZ

Directora General



Mtro. Téc. Miguel VENTURIELLO BLANCO

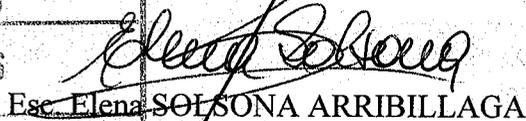
Consejero



Mtro. Téc. Freddy AMARO BATALLA

Consejero

PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO
11 ABR 2016
<b>RECIBIDO</b>



Esc. Elena SOLSONA ARRIBILLAGA

Secretaria General

PROGRAMA PLANEAMIENTO EDUCATIVO
11 ABR. 2016
ENTRADA

CONSEJO DE EDUCACION TECNICO - PROFESIONAL
08 ABR. 2016
SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO
SALIDA

NC/fv