Consejo de Universidades

ACUERDO PLENARIO N° 143

VISTO lo dispuesto por los artículos 43 y 46 inciso b) de la Ley Nº 24.521, el Acuerdo Plenario Nº 137 de fecha 20 de mayo de 2015, la Resolución Ministerial N° 284 de fecha 3 de mayo de 2016 y lo propuesto por la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho Nº 123, relativo al título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA, y

CONSIDERANDO:

Que el artículo 43 de la Ley de Educación Superior establece que los planes de estudios de carreras correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público, poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad o los bienes de los habitantes, deben tener en cuenta –además de la carga horaria mínima prevista por el artículo 42 de la misma norma- los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad de la formación práctica que establezca el MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES en acuerdo con el CONSEJO DE UNIVERSIDADES.

Que el Ministerio debe fijar asimismo, con acuerdo del CONSEJO DE UNIVERSIDADES, las actividades profesionales que quedan reservadas a quienes hayan obtenido un título comprendido en la nómina del artículo 43.

Que se prevé también, que dichas carreras deben ser acreditadas periódicamente por la COMISIÓN NACIONAL DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN UNIVERSITARIA (CONEAU) o por entidades privadas constituidas con ese fin (artículo 43, inciso b, Ley Nº 24.521), de conformidad con los estándares que establezca el MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES en consulta con el CONSEJO DE UNIVERSIDADES (art. 46, inciso b, Ley Nº 24.521).

Que en el presente caso este Consejo mediante Acuerdo Plenario Nº 137 ha entendido que el título de la carrera de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA corresponde a una profesión en la que se dan los supuestos de riesgo directo previstos en el artículo 43 de la Ley de Educación Superior, temperamento recogido por la Resolución Ministerial Nº

284/16, que dispuso la inclusión del respectivo título en la nómina de la norma de mención.

Que consecuentemente, resulta necesario fijar los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios de Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares de Acreditación de la respectiva carrera, así como las Actividades Profesionales Reservadas a quienes obtengan el título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA a fin de poner en vigencia el sistema previsto por la normativa de mención.

Que a esos fines, la Comisión de Asuntos Académicos -en su sesión de fecha 7 de julio de 2016 - ha analizado los documentos de base presentados por el Consorcio de Unidades Académicas con Carreras en Biotecnología (CONBIOTEC).

Que dicha propuesta ha sido aprobada por el CONSEJO INTERUNIVERSITARIO NACIONAL, mediante Resolución CE N° 815 del 4 de diciembre de 2012.

Que a la hora de incorporar a la carrera en el régimen del art. 43 de la Ley de Educación Superior, se valoró que la Biotecnología es la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos, para alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimientos, bienes y servicios, y teniendo en cuenta los avances tecnológicos asociados con el conjunto de disciplinas que soportan la formación del graduado en Biotecnología, la potencialidad transformadora de la Biotecnología sobre los entes biológicos y el ambiente es muy alta. La sociedad debe poder confiar en que esta potencialidad sea utilizada en beneficio del conjunto y en todos sus aspectos. La minimización del riesgo de errores y/o empleos incorrectos o perjudiciales de las tecnologías y conocimientos involucrados hacen imprescindible que exista una regulación general que, sin afectar la autonomía de las Instituciones, posibilite un contralor adecuado.

Que luego de un profundo análisis de todos los aspectos que integran el documento sometido a estudio de este Cuerpo, se ha llegado a definir los Contenidos Curriculares Básicos, la Carga Horaria Mínima, los Criterios de Intensidad de la Formación Práctica y los Estándares para la Acreditación de las carreras de que se trata, así como las Actividades Profesionales que deben quedar reservadas a quienes obtengan el título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA.

Que, a la hora de definirlos se ha considerado especialmente que la Biotecnología es la conjunción multidisciplinaria de diversas ciencias que facilitan el camino desde la investigación básica hasta su aplicación. De esta manera, comienza a surgir una fructífera interacción universidad-empresa que permite obtener, en un ambiente creativo, bienes y servicios útiles para la comunidad. Esta síntesis refleja la propia función de la Universidad que consiste en la generación y transmisión del conocimiento. Las carreras de Biotecnología se apoyan en dos pilares esenciales de la educación universitaria: la docencia y la investigación científica. Además, a través de la transferencia de tecnología se integra a la sociedad en campos tales como el agropecuario, la salud humana y animal, y el medio ambiente. El desarrollo de la Biotecnología impacta directamente en la estructura productiva del país.

Que frente a la necesidad de definir las actividades profesionales que deben quedar reservadas al título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA y, considerando la situación de otras titulaciones ya incluidas en el régimen del artículo 43 de la Ley de Educación Superior o que pudieran serlo en el futuro con las cuales pudiera existir –eventualmente- una superposición de actividades, corresponde aplicar el criterio general adoptado por este Consejo respecto del tema, declarando que la nómina de actividades reservadas a quienes obtengan el título respectivo se fija sin perjuicio de que otros títulos puedan compartir algunas de las mismas.

Que por otro lado, corresponde destacar que, tratándose de una experiencia sin precedentes para la carrera, todo lo que se aprobare en esta instancia debería estar sujeto a una necesaria revisión una vez concluida la primera convocatoria obligatoria de acreditación.

Que del mismo modo, y tal como lo propone la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 123, corresponde tener presentes los avances que puedan lograrse en el proceso de integración regional, los que podrían hacer necesaria una revisión de los documentos que se aprueben en esta instancia, a fin de hacerlos compatibles con los acuerdos que se alcancen en el ámbito del MERCOSUR EDUCATIVO.

Que de acuerdo a ello y teniendo presentes los avances que pudieran producirse en la materia, así como la eventual incorporación de instituciones universitarias nacionales a procesos experimentales en el ámbito regional y/o

internacional, corresponde introducir una previsión que contemple dos aspectos: la necesidad de revisar los documentos aprobados según lo exijan los avances internacionales, y el reconocimiento –en los procesos de acreditación- de situaciones excepcionales que pudieran surgir de la incorporación de algunas carreras a experiencias piloto de compatibilización curricular.

Que en la consideración, interpretación y aplicación, de las diferentes regulaciones dispuestas por este Acuerdo Plenario deberá tenerse presente que estos son requerimientos mínimos, indispensables para lograr una formación capaz de garantizar un ejercicio profesional responsable, debiendo procurarse dejar el más amplio margen posible a la iniciativa de las instituciones universitarias.

Que por ello, también en su interpretación y aplicación deben tenerse en cuenta los principios de autonomía y libertad de enseñanza.

Que por tratarse de la primera aplicación del nuevo régimen a esta carrera, la misma debe realizarse gradualmente, especialmente durante un período de transición en el que puedan contemplarse situaciones eventualmente excepcionales.

Por todo ello, atento lo aconsejado por la Comisión de Asuntos Académicos en su Despacho N° 123, y en ejercicio de la facultad conferida al Cuerpo por el artículo 43 de la Ley de Educación Superior,

EL CONSEJO DE UNIVERSIDADES

ACUERDA:

ARTÍCULO 1º.- Prestar acuerdo a la propuesta de contenidos curriculares básicos, de carga horaria mínima, criterios de intensidad de la formación práctica para las carreras correspondientes al título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA, así como a la nómina de actividades profesionales reservadas para quienes hayan obtenido el título respectivo, que obran como Anexo II, I, III y V del presente.

ARTÍCULO 2º.- Recomendar al MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES se aclare en la resolución respectiva que la determinación de las referidas actividades profesionales que deben quedar reservadas a quienes obtengan el título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA lo es sin perjuicio que otros títulos incorporados o que se incorporen al régimen del artículo 43 de la Ley de Educación Superior puedan compartir algunas de las mismas.

Consejo de Universidades

ARTÍCULO 3°.- Prestar conformidad a la propuesta de estándares de acreditación para las carreras de INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA, que obra como Anexo IV del presente

ARTÍCULO 4º.- Proponer al MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES que, en la resolución pertinente, disponga que los Anexos I, II, III, IV y V aprobados en el presente Acuerdo Plenario deben ser aplicados con un criterio de flexibilidad y gradualidad.

ARTÍCULO 5º.- Recomendar que en el proceso de acreditación se preste especial atención a los principios de autonomía universitaria y libertad de enseñanza, procurando *garantizar el necesario margen* de iniciativa propia a las instituciones universitarias para que organicen sus respectivas carreras.

ARTÍCULO 6º.- Recomendar al MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y DEPORTES que se establezca un plazo de DOCE (12) meses para que los establecimientos universitarios adecuen sus carreras de grado de INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA a las disposiciones precedentes, período durante el cual podrán presentarse voluntariamente a solicitar la acreditación. Una vez concluido dicho período podrán formularse las convocatorias obligatorias para solicitar la acreditación correspondiente según las previsiones del artículo 43 de la Ley Nº 24.521.

ARTÍCULO 7º.- Recomendar que el reconocimiento oficial y consecuente validez nacional de todas las nuevas carreras de INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA sea otorgado previa acreditación, con aplicación estricta de los documentos obrantes en los Anexos I, II, III, IV y V, no pudiendo iniciarse las actividades académicas hasta que ello ocurra.

ARTÍCULO 8º.- Recomendar que los documentos que se aprueben sean revisados por este Cuerpo una vez completado el primer ciclo de acreditación de las carreras existentes a la fecha del presente.

ARTÍCULO 9°.- Recomendar que los documentos que se aprueben sean revisados por este Cuerpo a fin de introducir las modificaciones que resulten necesarias de acuerdo a los avances que se produzcan en la materia en el ámbito del MERCOSUR EDUCATIVO.

ARTÍCULO 10°.- Recomendar que los documentos de mención sean revisados toda vez que los avances en los procesos desarrollados en el marco del sub-espacio UE-ALC lo tornen necesario.

ARTÍCULO 11°.- Recomendar que en la aplicación que se realice de los documentos aprobados, se tengan especialmente en cuenta las situaciones excepcionales que

Consejo de Universidades

pudieran derivarse de la participación de algunas de las carreras o instituciones que las imparten en procesos experimentales de compatibilización curricular en el en el marco del sub-espacio internacional reconocido en el artículo anterior.

ARTÍCULO 12°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

Aprobado por el CONSEJO DE UNIVERSIDADES, reunido en Plenario en la sede del CONSEJO INTERUNIVERISITARIO NACIONAL el 9 de noviembre de 2016.---

ABG. ALBOR A. CANTARD
SECRETARIO DE POLÍTICAS UNIVERSITARIAS

Consejo de Universidades

ANEXO I

CARGA HORARIA MÍNIMA PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

La carga horaria mínima total del plan de estudio será de 3750 horas, recomendándose su desarrollo a lo largo de cinco años.

Recomendación indicativa: Carga horaria mínima por bloque: En la carrera se considerarán 4 grupos básicos de materias, las cuales deben tener como mínimo las horas totales de teoría, práctico y laboratorio correspondiente al 55% de la carga horaria homogeneizada según la siguiente tabla:

Cuadro 1. Resumen de la carga horaria por bloques y áreas temáticas

Grupo	Horas
Ciencias Básicas	750
Tecnologías Básicas	575
Tecnologías aplicadas	575
Complementarias	175
TOTAL	**2075**

Las 1675 horas mínimas adicionales necesarias para llegar al mínimo de 3.750 horas del total de la carrera deben permitir que cada Institución Académica establezca las orientaciones y contenidos específicos que considere más adecuados en cumplimiento de los objetivos específicos de la misma.

La distribución de las 750 horas mínimas de Ciencias Básicas debe cubrir las siguientes disciplinas:

Disciplinas	Horas
Matemática	400
Física	225
Química	50
Sistemas de representación y Fundamentos de Informática	75
TOTAL	**750**

Estas 750 horas podrán completarse entre las materias específicas y alguna/s otra/s convenientemente integradas, según lo previsto en el punto 2.5 del plan de estudios y formación en "Estándares para la acreditación".

Consejo de Universidades

ANEXO II

CONTENIDOS CURRICULARES BÁSICOS PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

La definición de los contenidos curriculares básicos —que las carreras deberán cubrir obligatoriamente por ser considerados esenciales para que el título sea reconocido con vistas a la validez nacional— constituye una matriz básica y sintética de la que se pueden derivar lineamientos curriculares y planes de estudio diversos. Los contenidos alcanzan no sólo la información conceptual y teórica considerada imprescindible, sino las competencias que se desean formar, dejándose espacio para que cada institución elabore el perfil del profesional deseado. Toda carrera de ingeniería debe asegurar que los contenidos específicos sean adecuados para garantizar la formación correspondiente al perfil definido.

La definición de contenidos en las áreas de ciencias sociales, humanidades y economía, entre otras, queda al arbitrio de cada una de las instituciones, debiendo su diseño abarcar aspectos significativos y mantener coherencia con el perfil del graduado que se propone formar. Deben incluirse para todas las carreras terminales troncales contenidos orientados a la formación de una actitud emprendedora y proactiva.

- **Ciencias Básicas**

Las ciencias básicas abarcan los conocimientos comunes a todas las carreras de ingeniería, asegurando una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos.

El objetivo de los estudios en matemáticas es contribuir a la formación lógico-deductiva del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza. Estos estudios estarán orientados al énfasis de los conceptos y principios matemáticos más que a los aspectos operativos. Deben incluir Algebra Lineal, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Integral en una y dos variables, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística, además de temas de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado.

El objetivo de los estudios de la Física y Química será proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de su empleo en la Ingeniería. Estos estudios deben incluir: Mecánica, Electricidad y Magnetismo, Electromagnetismo, Óptica, Termometría y Calorimetría, Estructura de la Materia, Equilibrio Químico, Metales y no Metales, Cinética Básica en niveles y enfoques adecuados a los títulos de ingeniería, pudiendo cada uno de ellos incorporar

contenidos adicionales en Física, Química, Biología o Ciencias de la Tierra u omitir justificadamente algunos conocimientos de ciencias básicas que no se consideren esenciales para el título.

Se incluirán contenidos de sistemas de representación e informática.

- **Tecnologías Básicas**

Las tecnologías básicas deben apuntar a la aplicación creativa del conocimiento y la solución de problemas de la Ingeniería teniendo como fundamento las Ciencias Básicas. Los principios fundamentales de las distintas disciplinas deben ser tratados con la profundidad conveniente para su clara identificación y posterior aplicación en la resolución de tales problemas.
Las Tecnologías Básicas para el título de Ingeniero en Biotecnología y títulos similares deberán formar competencias en: Bioquímica, Biología Celular y Molecular, Fisiología y Genética de Microorganismos, Termodinámica, Fenómenos de Transporte, Fisicoquímica, Química Analítica Instrumental, Control Estadístico de Procesos y Control Automático Aplicado.

- **Tecnologías Aplicadas**

Deben considerarse los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y Tecnologías Básicas para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. A partir de la formulación de los problemas básicos de la ingeniería deben incluirse los elementos fundamentales del diseño, abarcando aspectos tales como el desarrollo de la creatividad, resolución de problemas de ingeniería, metodología de diseño, análisis de factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos, ambientales y de seguridad, estética e impacto social.

Las Tecnologías Aplicadas para el título de Ingeniero en Biotecnología y títulos similares deberán formar competencias en: Operaciones Unitarias, Gestión de Calidad, Bioprocesos, Ingeniería genética, Separaciones biotecnológicas, Biodepuraciones y Biorremediación.

- **Complementarias**

Como parte integral de un programa de Ingeniería y con el fin de formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones, deben formar competencias en Economía, Legislación, Organización Industrial, Gestión Ambiental, Formulación y Evaluación de Proyectos, y Seguridad del Trabajo y Ambiental.

El plan de estudios debe cubrir aspectos formativos relacionados con las ciencias sociales, humanidades y todo otro conocimiento que se considere indispensable para la formación integral del ingeniero.

El título de Ingeniero en Biotecnología y títulos similares deben proporcionar competencias en: Ética y legislación, Higiene y Seguridad Industrial, Ingeniería Ambiental, Economía, Formulación y Evaluación de Proyectos y Administración de Empresas.

Con respecto a los conocimientos en las áreas de Inglés Técnico y Computación, los mismos puedan adecuarse a las particularidades del Plan de Estudios de cada Unidad Académica, implementándose a través de un examen de competencia o computándose como carga horaria total dentro del Plan de Estudios. Para el primer caso, debe contemplarse un espacio de formación extracurricular para los alumnos que lo requieran, dentro de la Universidad y/o la respectiva Unidad Académica.

Cuadro 2: Carga Horaria y contenidos mínimos por áreas temáticas, subáreas e intensidad de formación práctica

Área	Subárea	Descriptores	Duración (Horas)
Ciencias Básicas	Matemática	Algebra Lineal, Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Integral en una y dos variables, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística, además de temas de Análisis Numérico y Cálculo Avanzado.	400
	Física	Mecánica, Electricidad y Magnetismo, Electromagnetismo, Óptica, Termometría y Calorimetría,	225
	Química	Estructura de la Materia, Equilibrio Químico, Metales y no Metales, Cinética Básica	50
	Otras	Sistemas de representación e informática	75
		Total ciencias básicas	**750**
Tecnologías Básicas	Bioquímica	Biomoléculas: Estructura, propiedades fisicoquímicas y funciones biológicas. Proteínas, ácidos nucleicos, polisacáridos, lípidos y membranas. Enzimas y cinética enzimática. Introducción al metabolismo y bioenergética. Métodos de purificación y caracterización de biomoléculas. Metabolismo de glúcidos, lípidos, aminoácidos y nucleótidos. Regulación e interrelación de vías metabólicas. Efectos hormonales sobre el metabolismo.	

Consejo de Universidades

		Receptores y hormonas. Fosforilación y segundos mensajeros. Enzimología avanzada	
	Biología Celular y Molecular	Componentes químicos de la célula. Técnicas de estudio a nivel celular y molecular. Compartimientos y estructuras subcelulares. Conceptos de bioenergética. Genética. Flujo de la información genética. Reproducción y desarrollo embrionario en animales y vegetales. Patrones de herencia. Técnicas histológicas	
	Fisiología y Genética de Microorganismos	Bacterias: aislamiento y conservación de cepas, metabolismo, productos y regulación del metabolismo secundario, elementos genéticos, estabilidad genética. Modificaciones genéticas, selección, estabilidad genética. Hongos: metabolismo, productos y regulación del metabolismo secundario, elementos genéticos, ploidía, ciclo biológico. Aplicaciones biotecnológicas: producción de metabolitos secundarios, antibióticos, enzimas	
	Termodinámica	Estado y propiedades intensivas y extensivas. Termometría y termoquímica. Calor y trabajo. Propiedades del cuerpo puro. Sistemas termodinámicos. Primer principio. Segundo principio. Entropía. Equilibrio de fases. Energía. Potencial termodinámico. Termodinámica de la combustión. Energía. Ciclos de gases y de vapores. Psicrometría.	
	Fenómenos de Transporte	Análisis dimensional. Mecánica de fluidos: Fluidos newtonianos y no newtonianos. Flujo viscoso, laminar y turbulento. Flujo de fluidos compresibles. Transferencia de calor: Mecanismos: conducción, convección y radiación. Convección natural y forzada. Radiación, leyes de Planck y de Stefan-Boltzman. Transferencia de materia: coeficiente de difusión. Difusión en estado estacionario y no estacionario. Convección. Transferencia entre fases. Estimación de propiedades de transporte	
	Fisicoquímica	Termodinámica de las soluciones. Equilibrios de fases y químicos. Cinética química. Fenómenos de transporte. Propiedades coligativas. Estado coloidal. Electroquímica. Pilas y micropilas. Corrosión y fotoquímica. Adsorción física y química.	
	Química Analítica Instrumental	Métodos espectroscópicos, cromatográficos, electroquímicos, radioquímicos y electroforéticos.	

Consejo de Universidades

		Introducción a la quimiometría. Determinación de estructuras con métodos instrumentales.	
	Control Estadístico de Procesos	Calidad. Control estadístico de la calidad. Prevención de desviaciones del proceso que afectan la calidad. Seguimiento de los datos de proceso en bases de datos relacionales	
	Control Automático	Aplicaciones de la transformada de Laplace a sistemas de control en lazo abierto, sistema de control en lazo cerrado. Función transferencia a partir de G(s) y H(s). Sistemas lineales y no lineales, sistemas continuos y discretos, sistemas variantes e invariantes con el tiempo. Modelos matemático de sistemas lineales. Función transferencia de los circuitos de adelanto de fase y de atraso de fase. Análisis del sistema de control en el dominio del tiempo. Estabilidad (condición de estabilidad ,criterio de Routh-Hurwitz, construcción de gráfico de raíces), Controladores (proporcional, derivativo, integral, métodos de ajuste de controladores). Introducción al Matlab. Transmisores (campo de medición, alcance, error, exactitud, precisión, sensibilidad, repetibilidad, histéresis, distintos tipos de transmisores). Medición de temperatura, presión, nivel, caudal, Introducción a los PLC'S	
		Total de tecnologías básicas	**575**
Tecnologías Aplicadas	Operaciones Unitarias	Transporte de fluidos y sólidos. Sedimentación. Agitación y mezclado de fluidos y sólidos. Emulsificación. Reducción de tamaño. Tamizado. Separaciones mecánicas: filtración, centrifugación, cristalización, separación por membranas. Osmosis inversa. Equipos para intercambio de calor. Extracción sólido-líquido. Prensado. Absorción. Destilación. Torres de enfriamiento	
	Gestión de Calidad	Conceptos básicos de calidad, su evolución. Control de calidad, aseguramiento de calidad, calidad total. Mejora continua. Reingeniería. Organización orientada a la calidad. Sistemas de aseguramiento de la calidad: GMP, GLP, Normas HACCP. Normas ISO 9000 2000, ISO 25 y otras de aseguramiento de la calidad. Calidad total. Métodos estadísticos aplicados a la administración de la calidad. Organismos	

		de acreditación y normalización nacionales y extranjeros	
	Bioprocesos	Relación entre variables biológicas e ingenieriles (reactores). Proceso biotecnológico integrado: upper stream, producción propiamente dicha, down stream. Influencia de las variables genéticas en etapas de no producción. Ecuación de balance macroscópico para el análisis de los procesos celulares y los reactores biológicos. Relación geometría/reactor - Modo de operación. Análisis cinético de procesos de crecimiento celular y formación de productos. Análisis estequiométrico de los procesos biotecnológicos. Aplicaciones del *quimiostato/auxostato. Introducción a la* ingeniería de control metabólico. Aplicaciones de modelos en biología molecular. Modelos estructurados y segregados. Optimización de procesos. Fundamentos del diseño de biorreactores. Transferencia de materia. Restricciones por difusión. Reactores ideales: mezcla completa. Flujo pistón. Flujo no ideal: dispersión, distribución de edades. Micro-macro fluido. Segregación. Conversión. Adimensionalización. Escalamiento de procesos: Scaling-up, Scaling-down. Reactores para células frágiles (Hibridomas, Plantas, etc), para células inmovilizadas, de membrana, para tratamientos de efluentes. Reactores para esterilización continua. Cálculo de ciclos térmicos de esterilización.	
	Ingeniería genética	Tecnología del DNA recombinante, clonado molecular, bancos genómicos y de cDNA, vectores. Sondas moleculares. Amplificación enzimática de ácidos nucleicos. Expresión de genes clonados. Ingeniería de proteínas Tipificación de genomas y ADN mitocondrial. Metodologías para la detección de organismos emergentes. Evaluación molecular de patógenos ambientales	
	Separaciones biotecnológicas	Técnicas de disrupción celular. Centrifugación. Sedimentadores. Fluidificación. Scale-up. Filtración. Filtración tangencial. Harvesting-diafiltración. Fibra hueca. Ultrafiltración. Extracción líquida-líquida. Extracción con biopolímeros. Scaling-up de cromatografía iónica. Afinidad, cromatografía de afinidad,	

Consejo de Universidades

		HPLC. Electrodiálisis. Extracción con fluidos supercrítica	
	Biodepuraciones y biorremediación	Organismos depuradores: características generales. Uso de fuentes alternativas de carbono, nitrógeno y fósforo. Tecnologías de biodepuración: lodos activados y biopelículas. Biosuplementación. Organismos especializados: selección y mejoramiento. Biotecnologías de eliminación de nitrógeno y fósforo. Degradación de compuestos halogenados. Tratamientos anaeróbicos Tratamientos previos fisicoquímicos. Bioprocesos depurativos de aguas residuales de origen urbano, agrícola o industrial: comparación y complementación con métodos fisicoquímicos. Degradación de residuos sólidos: metodologías y alcances. Derrames industriales. Mecanismos y alcances de la biorremediación, implementación de cepas. Muestreadores de campo y sondas. Determinaciones instrumentales de parámetros de calidad. Redes automatizadas de monitoreo y corrección. Monitoreo y control de efluentes	
		Total de Tecnologías Aplicadas	**575**
Complementarias	Ética y legislación	Ética en proyectos que involucran seres vivos. Bioética e industria. Legislación en Biotecnología y propiedad intelectual o industrial. Patentamiento internacional. Regulaciones	
	Higiene y Seguridad Industrial	Higiene y seguridad en el trabajo. Prevención de riesgos en el diseño y en la operación de plantas. Seguro de riesgo de trabajo. Normas ISO 18000 y otras del campo obligatorio	
	Ingeniería Ambiental	La Industria y el medio ambiente: Desarrollo sustentable. Protección del medio ambiente. Normas ISO 14000 y afines. Normas nacionales, provinciales y regionales. Métodos y procedimientos para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente por la industria. Tratamiento de residuos	
	Economía	Conceptos de macroeconomía. Microeconomía: teoría de la firma. Sistemas económicos internacionales, regionales y nacionales. Comercialización	
	Formulación y Evaluación de Proyectos	Proyectos. Conceptos básicos: ampliación, renovación de equipos, reingeniería y nuevos productos desde el punto de vista microeconómico. Finanzas de la empresa:	

Consejo de Universidades

		fuentes de recursos y costos del capital. Proyección de estados de resultados. Asignación de probabilidades a flujos de fondos futuros. Cuantificación de la incertidumbre. Análisis de sensibilidad	
	Administración de Empresas	La administración y su objeto de estudio: las organizaciones. Escuelas del pensamiento administrativo. Planificación. La Organización. Integración de Personal. La Dirección. El Control. Herramientas administrativas. Nuevos Enfoques Estratégicos	
	Total complementarias		**175**
Carga horaria homogeneizada			**2075**

Consejo de Universidades

ANEXO III

CRITERIOS DE INTENSIDAD DE LA FORMACIÓN PRÁCTICA PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

La formación práctica debe tener una carga horaria de al menos 750 horas, especificadas para los cuatro siguientes grupos: formación experimental, resolución de problemas de ingeniería, proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada. La intensidad de la formación práctica marca un distintivo de la calidad de un programa y las horas que se indican en esta normativa constituyen un mínimo exigible a todos los programas de ingeniería, reconociéndose casos donde este número podría incrementarse significativamente. Esta carga horaria no incluye la resolución de problemas tipo o rutinarios de las materias de ciencias básicas y tecnologías. Ante la diversidad de títulos esos mínimos pueden resultar insuficientes, y en el proceso de acreditación se juzgará su adecuación. Una mayor dedicación a actividades de formación práctica, sin descuidar la profundidad y rigurosidad de la fundamentación teórica, se valora positivamente y debe ser adecuadamente estimulada.

- **Formación experimental**

Se deben establecer exigencias que garanticen una adecuada actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas así como tecnologías básicas y aplicadas (este aspecto abarca tanto la inclusión de las actividades experimentales en el plan de estudios, considerando la carga horaria mínima, como la disponibilidad de infraestructura y equipamiento).

Se debe incluir un mínimo de 200 horas de trabajo en laboratorio y/o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados.

- **Resolución de problemas de ingeniería**

Los componentes del plan de estudios deben estar adecuadamente integrados para conducir al desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería. Se define como problema abierto de ingeniería aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiera la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías.

Todo programa debe incluir al menos en las tecnologías básicas y aplicadas 150 horas para esta actividad y constituye la base formativa para que el alumno adquiera las habilidades para encarar diseños y proyectos.

- **Actividades de proyecto y diseño**

Como parte de los contenidos se debe incluir en todo programa una experiencia significativa (mínima de 200 horas) en actividades de proyecto (preferentemente

integrados) y diseño de ingeniería. Se entiende por tales a las actividades que empleando ciencias básicas y de la ingeniería llevan al desarrollo de un sistema, componente o proceso, satisfaciendo una determinada necesidad y optimizando el uso de los recursos disponibles.

- **Práctica supervisada en los sectores productivos y/o de servicios**

Debe acreditarse un tiempo mínimo de 200 horas de práctica profesional en sectores productivos y/o de servicios, o bien en proyectos concretos desarrollados por la institución para estos sectores o en cooperación con ellos.

Consejo de Universidades

ANEXO IV

ESTÁNDARES PARA LA ACREDITACION DE LAS CARRERAS DE INGENIERIA EN BIOTECNOLOGÍA

Para la fijación de los estándares que se aprueban en el presente anexo se tomaron como ejes rectores el resguardo de la autonomía universitaria —a cuyo fin se les dio carácter indicativo, no invasivo—, y el reconocimiento de que las carreras a las que se aplicarán se enmarcan en el contexto de las instituciones universitarias a las que pertenecen, careciendo de existencia autónoma.

Tales criterios generales deberán ser respetados tanto en la aplicación como en la interpretación de los estándares que a continuación se consignan.

1. Contexto institucional

1.1. La carrera debe desarrollarse en una Universidad o Instituto Universitario donde se realicen actividades sustantivas en educación superior: docencia, investigación, extensión y difusión del conocimiento.

1.2. La misión institucional, los objetivos de la carrera, el funcionamiento y su reglamentación, el perfil profesional propuesto y el plan de estudios deben estar explícitamente definidos y deben ser de conocimiento público.

1.3. La institución debe tener definidas y desarrollar políticas institucionales en los siguientes campos:

a) investigación científica y desarrollo tecnológico.

b) actualización y perfeccionamiento del personal docente y de apoyo.

c) extensión, cooperación interinstitucional, difusión del conocimiento producido y vinculación con el medio social y productivo.

1.4. La carrera debe contar con un plan de desarrollo explícito, que incluya metas a corto, mediano y largo plazo atendiendo tanto al mantenimiento como al mejoramiento de la calidad.

1.5. La carrera deberá contar con una organización académica y administrativa adecuada que le permita alcanzar los objetivos y el perfil profesional que se ha propuesto. Las funciones deben estar claramente identificadas y distribuidas.

1.6. Deben existir instancias institucionalizadas de gestión académica responsables del diseño y seguimiento de la implementación del plan de estudios y su revisión periódica. Deberán implementarse mecanismos de gestión académica que garanticen el cumplimiento del perfil de graduado.

1.7. El decano y los directores académicos, jefes de departamentos o institutos deben poseer antecedentes compatibles con la naturaleza del cargo.

1.8. La carrera debe promover la extensión y cooperación interinstitucional.

1.9. Los sistemas de registro y procesamiento de información deben ser seguros, confiables, eficientes y actualizados.

1.10. Debe asegurarse el resguardo de las actas de examen.

2. Plan de estudios y formación

2.1. El plan de estudios debe preparar para el ejercicio de la ingeniería, explicitando las actividades para las que capacita la formación impartida. El plan de estudios debe incluir instancias supervisadas de formación en la práctica profesional para todos los alumnos.

2.2. Debe existir correspondencia entre la formación brindada, la denominación del título que se otorga y las actividades que la institución ha definido para la carrera.

2.3. El plan de estudios debe constituir una estructura integrada y racionalmente organizada.

2.4. La organización o estructura del plan de estudios debe tener en cuenta los requisitos propios de cada área, ciclo, asignatura, mediante un esquema de correlatividades definido por la complejidad creciente de los contenidos y su relación con las actividades para las que capacita.

2.5. En el plan de estudios los contenidos deben integrarse horizontal y verticalmente.

2.6. Los programas de las asignaturas u otras unidades equivalentes deben explicitar objetivos, contenidos, descripción de las actividades teóricas y prácticas, bibliografía, metodologías de enseñanza y formas de evaluación.

2.7. El plan de estudios debe incluir formación experimental de laboratorio, taller y/o campo que capacite al estudiante en la especialidad a la que se refiera el

programa. La instrucción referida a los procedimientos de seguridad debe ser una parte indispensable del trabajo experimental.

2.8. El plan de estudios debe incluir actividades de resolución de problemas de ingeniería, reales o hipotéticos, en las que se apliquen los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías.

2.9. El plan de estudios debe incluir actividades de proyecto y diseño de ingeniería, contemplando una experiencia significativa en esos campos que requiera la aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas, economía y gerenciamiento, conocimientos relativos al impacto social, así como habilidades que estimulen la capacidad de análisis, de síntesis y el espíritu crítico del estudiante, despierten su vocación creativa y entrenen para el trabajo en equipo y la valoración de alternativas.

2.10. El plan de estudios debe incluir contenidos orientados a formar ingenieros conscientes de sus responsabilidades sociales.

2.11. El plan de estudios debe incluir pronunciamiento sobre grado de dominio de idioma inglés exigido a los alumnos para alcanzar la titulación.

2.12. El plan de estudios debe incluir actividades dirigidas a desarrollar habilidades para la comunicación oral y escrita.

2.13. La evaluación de los alumnos debe ser congruente con los objetivos y metodologías de enseñanza previamente establecidos. Las evaluaciones deben contemplar de manera integrada la adquisición de conocimientos, la formación de actitudes, el desarrollo de la capacidad de análisis, habilidades para encontrar la información y resolver problemas reales.

3. Cuerpo académico

3.1. La carrera debe contar con un cuerpo académico en número y composición adecuado y con dedicación suficiente para garantizar las actividades programadas de docencia, investigación y vinculación con el medio.

3.2. El cuerpo académico debe incluir docentes con una adecuada y acreditada formación teórico práctica y experiencia profesional lograda en el ámbito de la producción de bienes y servicios.

3.3. El ingreso y la permanencia en la docencia deben regirse por mecanismos que garanticen la idoneidad del cuerpo académico y que sean de conocimiento público.

3.4. Salvo casos excepcionales, los miembros del cuerpo docente deben tener una formación de nivel universitario como mínimo equivalente al título de grado que imparte la carrera.

3.5. Debe contemplarse la participación de miembros del cuerpo académico en proyectos de investigación y desarrollo y en los programas o acciones de vinculación con los sectores productivos y de servicios de la carrera.

3.6. El cuerpo académico debe participar en actividades de actualización y perfeccionamiento.

4. Alumnos y graduados

4.1. La institución deberá tener en cuenta su capacidad educativa en materia de recursos humanos y físicos para la carrera, de modo de garantizar a los estudiantes una formación de calidad.

4.2. Deben existir mecanismos de seguimiento de los alumnos, medidas efectivas de retención y análisis de la información sobre rendimiento y egreso.

4.3. Debe existir documentación que permita evaluar la calidad del trabajo de los estudiantes.

4.4. Los estudiantes deberán tener acceso a apoyo académico que les faciliten su formación tales como tutorías, asesorías, orientación profesional, así como a material bibliográfico en cantidad suficiente, de buen nivel y calidad.

4.5. Debe estimularse la incorporación de los alumnos a las actividades de investigación, desarrollo y vinculación.

4.6. Debe fomentarse en los alumnos una actitud proclive al aprendizaje permanente. Deben preverse mecanismos para la actualización, formación continua y perfeccionamiento profesional de graduados.

5. Infraestructura y equipamiento

5.1. La carrera debe tener asegurada su sustentabilidad económica a lo largo del tiempo.

5.2. La infraestructura de la institución relacionada con la carrera debe ser adecuada en cantidad, capacidad y disponibilidad horaria a las disciplinas que se imparten y a la cantidad de estudiantes, docentes y personal administrativo y técnico, conteniendo los espacios físicos y los medios y equipamiento necesarios para el desarrollo de las distintas actividades de enseñanza que la carrera requiera.

5.3. El acceso y uso de los espacios debe estar garantizado por su propiedad o por convenios formalmente suscriptos.

5.4. Las características y el equipamiento didáctico de las aulas deben ser acordes con las metodologías de la enseñanza que se implementan.

5.5. La carrera debe tener acceso a bibliotecas y/o centros de información equipados y actualizados, que dispongan de un acervo bibliográfico pertinente, actualizado y variado.

5.6. La dirección y administración de la biblioteca a la que tenga acceso la carrera debe estar a cargo de personal profesional suficiente y calificado. El servicio a los usuarios y el horario de atención debe ser amplio. Debe disponerse de equipamiento informático, acceso a redes de base de datos y contarse con un registro actualizado de los servicios prestados y el número de usuarios.

5.7. La carrera debe tener acceso a equipamiento informático actualizado y en buen estado de funcionamiento, acorde con las necesidades de la misma y el número de alumnos a atender.

5.8. El equipamiento disponible en los talleres y laboratorios debe ser coherente con las exigencias y objetivos educativos del plan de estudios.

Consejo de Universidades

ANEXO V

ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL TÍTULO DE INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

1. Diseñar, proyectar y calcular instalaciones, equipamientos e instrumental involucrados en los procesos biotecnológicos.
2. Proyectar, dirigir y controlar la implementación, mantenimiento y operación de lo mencionado anteriormente.
3. Diseñar, dirigir y validar procesos biotecnológicos.
4. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
5. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.
6. Certificar el control de calidad de insumos y productos obtenidos mediante procesos biotecnológicos