Artículo original

Análisis de la Disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos para la carrera Ingeniería Química y propuesta para su perfeccionamiento

Analysis of the Chemical and Biological Foundations Discipline for the Chemical Engineering career and proposal for its improvement

Taimí Bessy Horruitiner* https://orcid.org/0000-0001-7595-5547
Dunia Rodríguez Heredia; https://orcid.org/0000-0003-4676-7314

Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: taimib@uo.edu.cu

RESUMEN

Las transformaciones socioeconómicas y culturales experimentadas en el país, han demandado profesionales cada vez mejor calificados científica y tecnológicamente, con elevado sentido humanista y siempre comprometidos con la revolución. Para satisfacer esas demandas, la educación superior cubana ha transitado por un constante y siempre ascendente proceso evolutivo manifestado en las cinco generaciones de planes de estudio. El plan de estudios E en la carrera de Ingeniería Química identifica los problemas generales y frecuentes a los que el futuro egresado de la carrera se enfrentará. Para resolver estos problemas el egresado debe aplicar los fundamentos teóricos esenciales adquiridos en su formación a través del desarrollo de un sistema integrado de habilidades adquirido durante la carrera. Para lograr la adquisición de conocimientos básicos esenciales que les permita aprehender los conocimientos de las asignaturas específicas y niveles de competencia adecuados, se incluyen en el currículo base diferentes disciplinas entre las que se encuentra Fundamentos Químicos y Biológicos que aporta un sólido sistema de conocimientos de las ciencias químicas y bioquímicas. De ahí que el objetivo de este trabajo sea analizar críticamente el programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos con el propósito de identificar sus aspectos positivos y negativos en el plan de estudios E, teniendo en cuenta que una de sus principales premisas es la esencialidad de los contenidos. A partir de lo anterior se presentan propuestas concretas para perfeccionar

el diseño de la misma en función de garantizar una mejor adquisición de los contenidos por los estudiantes.
Palabras clave: contenidos esenciales; programa de la disciplina; fundamentos químicos y biológicos; ingeniería química; plan de estudio E.

ABSTRACT

The socio-economic and cultural transformations experienced in the country have demanded increasingly scientifically and technologically qualified professionals, with a high humanistic sense and always committed to the revolution. To meet these demands, Cuban higher education has gone through a constant and always ascending evolutionary process manifested in the five generations of study plans. The curriculum E in the Chemical Engineering career identifies the general and frequent problems that the future graduate of the career will face. To solve these problems, the graduate must apply the essential theoretical foundations acquired in their training through the development of an integrated system of skills acquired during the career. To achieve the acquisition of essential basic knowledge that allows them to apprehend the knowledge of the specific subjects and appropriate levels of competence, different disciplines are included in the base curriculum, among which is Chemical and Biological Foundations, which provides a solid system of knowledge of the chemical and biochemical sciences. Hence, the objective of this work is: To critically analyze the program of the discipline Chemical and biological foundations in order to identify positive and negative aspects of the discipline in the E curriculum, taking into account that one of its main premises is the essentiality of the contents. Based on the above, concrete proposals are presented to improve its design in order to guarantee a better acquisition of the content by students.
Keywords: essential contents; program of the discipline, chemical and biological foundations; chemical engineering, curriculum E.

Recibido: 18/09/2020
Aceptado: 10/01/2021

Introducción

Las transformaciones socioeconómicas y culturales experimentadas en Cuba durante toda la etapa revolucionaria, han demandado profesionales cada vez mejor calificados científica y tecnológicamente, con elevado sentido humanista y siempre comprometidos con la revolución. Para satisfacer esas demandas, la educación superior cubana ha transitado por

un constante y siempre ascendente proceso evolutivo manifestado en las distintas generaciones de planes de estudio. Desde 1977, en la enseñanza de la Ingeniería Química en Cuba, se han implementado 5 planes de estudio (desde el A hasta el E) con especificaciones y aspiraciones superiores en cada momento. [1]

Uno de los principales puntos en los que se enfoca el plan de estudios E, es el desarrollo de un proceso de formación continua durante toda la vida que transcurre en tres etapas: la formación de perfil amplio en el pregrado orientado hacia el ejercicio de la profesión en el eslabón de base, la preparación para el empleo y la formación de posgrado. [2] Esta concepción ha posibilitado la reducción del tiempo de duración de las carreras y como resultado formar en menos tiempo los profesionales que la sociedad necesita y demanda.

Para lograr la adquisición de conocimientos básicos esenciales de las asignaturas específicas, niveles de competencia adecuados y la formación integral en el futuro egresado, se incluyen en el currículo base diferentes disciplinas entre las que se encuentra Fundamentos Químicos y Biológicos, que aporta un sólido sistema de conocimientos de las ciencias químicas y bioquímicas. De ahí que se propone como objetivo de este trabajo, analizar críticamente el programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos en el plan de estudios E con el propósito de identificar sus aspectos positivos y negativos y realizar propuestas para su perfeccionamiento.

Fundamentación teórica

La industria de procesos químicos es uno de los más importantes sectores de la industria moderna. Produce más de 70,000 productos, cuyas ventas anuales representan el 4% de la economía mundial. [3] Por tal diversidad de productos y procesos, el objetivo principal de la actuación de un ingeniero químico consiste en producir productos químicos y bioquímicos con la calidad requerida, al más bajo costo posible, con la máxima seguridad y el mínimo deterioro ecológico. Siendo su objeto de trabajo esos procesos y sus interacciones con el ambiente al más bajo costo posible y con la máxima seguridad. [1]

La producción de productos químicos y bioquímicos se realiza por medio de operaciones industriales en las que se desarrollan una secuencia de transformaciones físicas, químicas y bioquímicas que, tomadas en su conjunto, constituyen un proceso. En esta diversidad de procesos, el ingeniero químico pone de manifiesto sus modos de actuación característicos tales como evaluar, operar, analizar y diseñar tanto la totalidad del proceso como los equipos utilizados en él; así como su desempeño en la actividad de investigación y desarrollo logrando que la operación de la planta se realice económicamente, con eficiencia

y seguridad, sin provocar daños ambientales y garantizando que los productos satisfagan los requisitos y especificaciones establecidos. [1]

El ingeniero químico actúa sobre una enorme diversidad de procesos en los que debe resolver los problemas que se presentan apoyándose en fundamentos científicos sólidamente establecidos, que se pueden interpretar en término de leyes y principios agrupados en bloques de conceptos fundamentales. [1]

Teniendo en cuenta el objetivo principal de la actuación de un ingeniero químico, su objeto de trabajo, la diversidad de procesos en los que actúa, los modos y la esfera de actuación, y para darle solución a los problemas más generales y frecuentes identificados en el Plan de estudios E, es preciso que éstos tengan pleno dominio de los aspectos esenciales que, de forma general, se presentan en los procesos en los que se incluye la estructura fenomenológica de los mismos, y como un componente insoslayable, un sólido sistema de conocimientos de las ciencias químicas y bioquímicas. Por lo que es imprescindible la presencia de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos en el currículo de la carrera de Ingeniería Química.

La disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos pertenece al currículo base del Plan de estudios “E” de la carrera. En esta disciplina se recogen los aspectos esenciales que se presentan en las industrias químicas y bioquímicas, en términos de la estructura fenomenológica de los procesos, estudiando los más frecuentes que en ellas se manifiestan. La disciplina, a través de las asignaturas presenta los conceptos, leyes y teorías esenciales para el estudio de estos fenómenos, a un nivel que permita identificarlos, caracterizarlos y analizarlos cuando se presentan en las esferas de actuación profesional aportando conocimientos básicos para la solución de los problemas profesionales más frecuentes. [4]

Materiales y métodos

Según el documento base para el diseño de los planes de estudio “E”, una de las concepciones de ese nuevo plan de estudios es la reducción del tiempo de duración de las carreras lo que impone un mayor nivel de esencialidad en los contenidos de las disciplinas. [2] Para ello se deben seleccionar aquellos contenidos que son fundamentales para el logro de los objetivos previstos en la carrera. Esto contribuye a la disminución de asignaturas y al adecuado balance entre las horas presenciales y el tiempo de autopreparación de los estudiantes, ya que el proceso de aprendizaje no se restringe a los tiempos de las actividades académicas presenciales.

Por lo expuesto anteriormente, el análisis del programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos, se sustenta en las premisas y bases conceptuales para el diseño de los planes de estudio “E”, para lograr su perfeccionamiento desde la lógica interna de sus asignaturas y sistemas de conocimientos y, a su vez, permita alcanzar un mayor grado de racionalidad en cuanto a la distribución de sus contenidos.

Para la realización del trabajo fue aplicado el método sintético-analítico, que permitió determinar los aspectos positivos y negativos del programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos, obtener las relaciones esenciales entre los programas analíticos de las asignaturas que conforman la disciplina y la elaboración de una propuesta de reestructuración del sistema de conocimientos de la disciplina.

Resultados y su discusión

La disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos, tiene la misión de propiciar la adquisición y consolidación de habilidades y hábitos de autoaprendizaje en el futuro profesional. Esto implica una concepción cualitativamente superior en lo metodológico y lo educativo en comparación con los diseños aplicados en planes de estudio anteriores.

En el plan de estudio “E”, la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos, está integrada por 6 asignaturas La tabla 1 muestra la distribución de las asignaturas que componen la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos en el curso regular diurno y su equivalente en el curso por encuentros.

Tabla 1- Asignaturas de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos en el plan de estudio E

Asignaturas Plan E Curso Diurno	Equivalentes para Asignaturas Plan E Curso por Encuentros
Química General	Química General
Análisis Químico	Análisis Químico
Química Orgánica	Química Orgánica y Biológica
Fundamentos de Biotecnología	
Química Física 1	Química Física 1
Química Física 2	Química Física 2
Total Asignaturas: 6	Total Asignaturas: 5

Papel que desempeñan las asignaturas de la disciplina

A continuación, se muestran los contenidos obligatorios de cada asignatura, (tabla 2). La secuencia de estas asignaturas en la disciplina está dada por la necesidad de los conocimientos precedentes de cada una de ellas. En el programa de la disciplina se

muestran las habilidades generalizadoras que los estudiantes deben lograr, a través del conocimiento adquirido en cada una de las asignaturas, y cuenta también con habilidades comunes a todas las asignaturas de la disciplina.

Tabla 2- Núcleos esenciales y habilidades generalizadoras de cada asignatura de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos.

Asignatura	Contenidos obligatorios
Química General	Enlace químico. Estequiometría y Disoluciones
Análisis Químico	Métodos Químicos e Instrumentales de Análisis Químico Cuantitativo.
Química Orgánica	Hidrocarburos y compuestos aromáticos, derivados halogenados, oxigenados y nitrogenados. Estructura. Propiedades y aplicaciones. Métodos de obtención de laboratorio e industrial. Principales biomoléculas. Estructura. Propiedades y función.
Fundamentos de Biotecnología	Enzimas. Metabolismo. Microbiología ambiental y aplicada. Temas de Biotecnología.
Química Física 1	Estudio del comportamiento de los gases reales. Fugacidad. Principios termodinámicos. Equilibrio de fases.
Química Física 2	Estudio cinético y del equilibrio de reacciones químicas y electroquímicas. Catálisis. Química de superficie: Tensión superficial y adsorción.

A través de los conocimientos obligatorios se evidencia la presencia de los invariantes del conocimiento, con amplias posibilidades de aplicación en las disciplinas propias de la profesión. En cuanto a lo instructivo el contenido de esta disciplina abarca desde la estructura y las propiedades químicas de sustancias inorgánicas y orgánicas y las vías metabólicos que ocurren en lo microorganismos presentes en los procesos fermentativos más importantes hasta las propiedades termodinámicas en procesos físicos y químicos, el equilibrio de fases y procesos de adsorción y catálisis.

Valoración de los rasgos relevantes de la disciplina

Aspectos positivos

➢ En cuanto a la estructura del programa de la disciplina

El programa de la disciplina está estructurado adecuadamente según lo establecido en el Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior [(5)] y el Manual de Normas y Procedimientos de la Universidad de Oriente [(6)], pues cuenta con:

- Datos generales: Nombre de la carrera, de la disciplina, total de horas y por formas organizativas (clases y práctica laboral) para cada tipo de curso.

- Fundamentación de la disciplina describiendo el papel y lugar que desempeña la disciplina en el plan de estudio y su vínculo con otras disciplinas afines; problemas que resuelve, objeto de estudio y propósito que se persigue con su estudio.
- Objetivos generales formulados de manera clara, precisa y en términos de aprendizaje.
- Contenidos de la disciplina donde se plasman los conocimientos esenciales a adquirir y habilidades principales a dominar tanto en la disciplina en general como en cada una de las asignaturas componentes en particular. Además de los valores a desarrollar en los futuros profesionales.
- Indicaciones metodológicas generales para su organización: donde se precisa la manera de concretar las indicaciones emitidas en la carrera para los diferentes tipos de curso, así como precisiones de cómo ejecutar el proceso docente educativo en la disciplina para alcanzar los objetivos propuestos.
- Bibliografía básica de la disciplina: en la que se muestran los textos básicos de cada asignatura

➢ Integración

En la disciplina existe un proceso de integración horizontal, vertical e interdisciplinar, que es hoy una necesidad de la práctica con la intensificación de las relaciones entre ciencias naturales, sociales y técnicas, [(7)] la cual se evidencia en los siguientes ejemplos:

Tanto Química General como Análisis Químico constituyen la base de los conocimientos a adquirir en las restantes asignaturas de la disciplina, por lo que tienen elevado nivel de consecutividad la Química general y Química orgánica, Análisis Químico y Química orgánica, Análisis Químico y Fundamentos de Biotecnología, Química General y Química Física.

La asignatura Química General proporciona elementos esenciales desde el nivel estructural para la comprensión del enlace químico y la predicción de las propiedades físicas y químicas de compuestos que sirven de base para la comprensión de la estructura y propiedades de los hidrocarburos, derivados oxigenados, nitrogenados y las biomoléculas estudiados en la Química Orgánica. Además, desde el Análisis Químico al estudiarse métodos cualitativos y cuantitativos para la determinación de compuestos químicos, así como del instrumental necesario para ello, se soporta el aprendizaje de métodos para la identificación y determinación de la estructura de biomoléculas tratados en la Química Orgánica y a su vez para la determinación de la actividad enzimática en Fundamentos de Biotecnología y la determinación de metabolitos de interés producto de procesos

fermentativos. De igual manera, es el soporte de las actividades de laboratorio de las dos Química Física que utilizan, entre otros, métodos ópticos.

También, existe un proceso de integración interdisciplinar**,** que se manifiesta con otras disciplinas de la carrera, como, por ejemplo, Principios de Ingeniería Química, Operaciones y Procesos Unitarios e Ingeniería de los Materiales

El mayor nivel de integración se evidencia con la Ingeniería de procesos (Disciplina Principal Integradora) donde los estudiantes se enfrentan a disímiles procesos a analizar para lo que requieren aplicar los contenidos recibidos en la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos. Por ejemplo: la aplicación de los conocimientos sobre la estequiometría de reacciones químicas pertenecientes a la asignatura Química General en el análisis de algunos procesos industriales como la producción de helado, de cal viva cal hidratada, etc. [(8)]; los relacionados con la termodinámica, cinética y equilibrio químico al analizar reacciones químicas que ocurren en el proceso analizado, así como, los principios y leyes de la Química Física; el control la calidad de materias primas, productos semielaborados y productos finales de un proceso químico determinado tratados en el Análisis Químico; las nociones fundamentales para los procesos biotecnológicos, como el de producción de cerveza, desde Fundamentos de Biotecnología; el análisis de procesos donde intervienen compuestos orgánicos (hidrocarburos, urea, etc.). Además, desde el tratamiento que se le da en las asignaturas a las estrategias curriculares (medio ambiente, la de formación económica y la de inglés) también permite el vínculo con la Ingeniería de procesos.

De forma general, los distintos niveles de integración evidencian la adecuada secuencia en el diseño de estas, dado por la necesidad de los conocimientos precedentes en cada una de ellas, es decir, cada asignatura de la disciplina es soporte de la que le sigue, constituyendo una base importante en la impartición de los conocimientos de la asignatura posterior.

Viéndolo así, se puede decir que la disciplina está adecuadamente diseñada.

- Sobre los objetivos de la disciplina

Los objetivos de la disciplina, formulados como objetivos generales, muestran la unidad indisoluble entre los aspectos educativos e instructivos. Dichos Objetivos generales se derivan de los objetivos generales de la carrera, teniendo en cuenta los objetivos que debe cumplir el egresado y que representan la imagen del profesional que se desea formar. Se precisan los modos de actuación, así como los conocimientos y la influencia educativa asociadas a ellos; esta última expresada en valores a desarrollar en los estudiantes. De los objetivos generales plasmados en el programa de la disciplina se derivan los objetivos

particulares de cada asignatura recogidos a su vez en los programas de las diferentes asignaturas.

En el primer objetivo se precisan los aspectos esenciales que deben dominar los estudiantes desde el punto de vista instructivo. Los siguientes objetivos declarados en el programa de la disciplina van enfocados a la formación integral y a la preparación de los estudiantes para resolver los problemas más frecuentes de la profesión, a su continua superación y autopreparación, así como el fortalecimiento de la formación humanista y se potencian el uso correcto de la lengua materna.

- Sobre las formas organizativas, métodos y medios de enseñanza

Entre las pautas para el diseño del plan de estudio E está la disminución del tiempo de duración máximo de la carrera, siendo de 4 años para el curso regular diurno y de 5½ años para el CPE, lo que implica una reducción en el número de horas de las disciplinas y por ende un reordenamiento en las asignaturas. En el plan D perfeccionado, la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos contaba con 9 asignaturas quedando reducida a 6 en el plan de estudio E (tabla 3).

Tabla 3- Reorganización de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos plan E

Fundamentos Químicos y Biológicos			
Plan D	Horas totales	Plan E	Horas totales
1. Química General 1	60	1. Química General	66
2. Química General 2	54	2. Análisis Químico	56
3. Química Orgánica	62	3. Química Orgánica	66
4. Análisis Químico	54	4. Fundamentos de Biotecnología	60
5. Bioquímica	66	5. Química Física I	80
6. Química Física 1	70	6. Química Física II	80
7. Química Física 2	70	Total	408
8. Microbiología	48		
PROPIA1	68		
Total	552		

Como puede apreciarse, en el plan E hubo una reducción importante en el fondo de tiempo de la disciplina correspondiente a 144 horas, lo que conllevó a la reducción de la cantidad de asignaturas y a la reorganización de los contenidos de las asignaturas que desaparecen. Del plan D se eliminaron las asignaturas Propia 1 y Química General 2. Los contenidos de la Química General 2 se redistribuyeron en las Química Física 1 y 2. También se reorganizaron los contenidos de la Bioquímica quedando lo referente a las biomoléculas en la Química Orgánica y los restantes (enzima y metabolismo) junto a la Microbiología y elementos básicos de la biotecnología conformaron la asignatura

Fundamentos de Biotecnología. La presencia de esta nueva asignatura prepara a los estudiantes a enfrentar los retos biotecnológicos actuales, enfocados en el vasto potencial de la utilización de células vivas o sus partes en la producción de nuevas sustancias en una amplia variedad de áreas en las que se incluyen la agricultura, la bioelectrónica, los productos químicos, la energía, el medioambiente, los alimentos y medicamentos. [8]

Esta reorganización se realizó en aras de lograr mayor nivel de esencialidad en los contenidos de la disciplina mediante la selección de aquellos contenidos que son fundamentales para el logro de los objetivos previstos en la disciplina asegurando una adecuada secuencia lógica y pedagógica de los mismos.

La tabla 4 muestra el aumento del número de conferencias de manera general con respecto al Plan D con el propósito de que, desde su carácter generalizador y ante la reducción del número de horas, les permita a los estudiantes apropiarse de los contenidos esenciales, aplicando como método fundamental la enseñanza problémica que contribuye a que los estudiantes sean capaces de asumir los retos que le plantee su actividad profesional y su inserción en la actividad económica y productiva. Además se puede constatar, cómo en la disciplina hay un gran número de horas destinadas a actividades prácticas (clases prácticas y laboratorios) potenciando que el estudiante aprenda haciendo como forma de lograr la apropiación de las habilidades que lo preparan para solucionar problemas profesionales desde la disciplina. La aprehensión de esas habilidades dependerá también de la realización de la actividad independiente por el estudiante, correctamente orientada y controlada convenientemente, poniendo de manifiesto que el estudiante es el centro del proceso y la función de guía u orientadora de los profesores.

Tabla 4- Distribución del tiempo de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos

			Fondo de tiempo por forma de enseñanza					Relación de otras formas de clases a conferencias
Año	Asignatura	Total horas	C	CP	L	S	PLI	
1	Química General	66	20	26	20	-	-	2,3
1	Análisis Químico	56	18	12	26	-	-	2,11
2	Química Orgánica	66	20	26	8	12	-	2,3
2	Fundamentos de Biotecnología	60	16	18	10	16	-	2,75
2	Química Física 1	80	24	44	6	6	-	2,33
2	Química Física 2	80	18	52	8	2	-	2,88
Totales		408	116	178	78	36	-	2,51

La vinculación entre las actividades académicas e investigativas se logra en los laboratorios y seminarios en los que los estudiantes, desde diferentes perspectivas, investigan siempre con una adecuada orientación del profesor. Además en el programa se explicita la

posibilidad de realizar las prácticas de laboratorio en unidades docentes fortaleciendo el vínculo con el componente laboral de la disciplina. Esto confirma que la disciplina está científicamente concebida y están presentes los rasgos científicos que caracterizan las tendencias dominantes en la Educación Superior.

Aspectos negativos

- Sobre la integración de los contenidos

Con la disminución del fondo de tiempo de la disciplina se eliminó la asignatura Química General 2 (ubicada en el segundo semestre de 1er año) donde se trataban temas como Termodinámica, Equilibrio Químico y Cinética Química, siendo una base importante para la comprensión del resto de las asignaturas de la disciplina. En el actual plan de estudio, esos contenidos se imparten en segundo año y al ser prerrequisitos de las otras asignaturas de la disciplina dificultan su impartición, la compresión y asimilación de los nuevos contenidos. Por ejemplo:

- El equilibrio químico, necesario para la valoración ácido base en Análisis Químico actualmente se imparte en la Química Física 1 por lo que el profesor debe disponer del fondo de tiempo de la asignatura para familiarizar a los estudiantes con ese contenido que es desconocido para ellos.
- La cinética química es prerrequisito para la comprensión de la cinética enzimática y para la cinética del crecimiento microbiano temas de Fundamentos de biotecnología.
- Con la eliminación de la asignatura los estudiantes comienzan la Química Física sin base para comprender los contenidos tratados en la asignatura, por lo que el profesor debe dedicarle tiempo a conceptos, definiciones y procedimientos sobre termodinámica, cinética química, equilibrio químico que en el plan D se impartían en la Química General 2.

- En cuanto a la esencialidad de los contenidos

En el programa de la disciplina se aprecia que la asignatura Química General, cuenta con un sistema de conocimientos extenso que, resumidamente, incluye las evidencias experimentales para la determinación de la estructura del átomo, la Ley periódica, el enlace químicos (metálico, iónico y covalente incluyendo el de los compuestos complejos), las leyes de la estequiometría, concepto de disolución, diferentes formas de expresar la concentración de una disolución, proceso de disolución de sólidos en líquidos y propiedades coligativas. El análisis del sistema de conocimientos de la asignatura arroja que todos los contenidos declarados no son esenciales, por lo que la asignatura podría ser rediseñada ajustándose a los basamentos del plan de estudios E en cuanto a la esencialidad de los contenidos.

Propuesta para dar solución a los aspectos negativos

Rediseñar el programa de la asignatura Química General

El análisis del sistema de conocimientos permite determinar qué es esencial y qué no lo es, lo cual se muestra en la tabla 5. Se propone que los contenidos no esenciales mostrados en la tabla sean eliminados; los esenciales mantenidos y se agreguen los contenidos que no estaban comprendidos en el programa de la asignatura.

Tabla 5- Redefinición de los contenidos de la Química General

¿Qué no es esencial?	Historia para la determinación de la estructura del átomo
	Compuestos complejos
¿Qué es esencial?	Estructura atómica y tabla periódica. Enlace químico. Estequiometria y disoluciones
¿Que agregar?	Nomenclatura química (puede orientarse un trabajo extraclase como forma de evaluación. Además puede utilizarse la posibilidad que brindan las TICs para crear o utilizar tutoriales o programas interactivos que faciliten el auto aprendizaje y posibilitando la evaluación de la actividad)
	Termodinámica
	Cinética química
	Equilibrio químico (equilibrio molecular, iónico y Redox)

Si el fondo de tiempo de la asignatura no fuese suficiente para lo que se propone agregar, podría redistribuirse el total de horas de la disciplina. Desde la definición de los objetivos debe precisarse el nivel de asimilación, el conocimiento, la habilidad, y el nivel de profundidad con el que se tratarán los temas que se proponen incluir, manteniendo la premisa de la esencialidad de los contenidos. Es decir, que reciban los fundamentos de cada tema (definiciones, conceptos, principios y leyes que rigen estas ramas de la Química).

Los compuestos complejos quedarían para la superación profesional (cursos, entrenamientos, diplomados, conferencias especializadas, etcétera) según las necesidades personales y de los organismos empleadores. Esto posibilitaría el proceso de formación continua asegurando la formación permanente y la actualización sistemática de los graduados de la carrera.

La propuesta se basó en:

- La orientación del plan de estudios E de determinar los contenidos más esenciales, es decir, lo esencial de lo esencial.
- La flexibilidad curricular que posibilita el plan de estudios E permitiría que los contenidos que no sean incluidos dentro de la Química General puedan ser redirigidos a asignaturas del currículo propio u optativo/electivo en dependencia de las necesidades e intereses de estudiantes, profesores y entidades empleadoras de la región.

- La Química General es la única asignatura de la disciplina que se imparte en el 1er semestre de 1er año, por lo que sus contenidos tituyen requisitos previos para el resto de las asignaturas de la disciplina e incluso de otras disciplinas del currículo base.
- La existencia de bibliografía que reúne todo el contenido.

Conclusiones

Los rasgos relevantes de la disciplina se encuentran en la concepción de la disciplina como tal, en la que se precisa la función que ésta desempeña en la formación del Ingeniero Químico en concordancia con el modelo del profesional definido en el plan de estudios E; la estructura del programa y diseño de las asignaturas así como los niveles de integración intra e interdisciplinarios.

Los rasgos negativos de la disciplina están relacionados con dificultades en la integración y consecutividad de contenidos. Además de la existencia de contenidos no esenciales en algunas asignaturas. Ambos aspectos dificultan la impartición y asimilación de los contenidos.

Se propone mejorar el diseño de la disciplina, particularmente el de la asignatura Química General, reorganizando su sistema de conocimientos en función de garantizar una mejor asequibilidad de los conocimientos por parte de los estudiantes.

Referencias Bibliográficas

1. COMISIÓN NACIONAL DE CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Ministerio de Educación Superior. Plan de Estudio “E”, carrera Ingeniería Química. 2017.
2. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Documento base para el diseño de los planes de estudio “E”. 2015.
3. ÁLVAREZ BORROTO, R., CABRERA MALDONADO, E. V. y ROSERO ESPÍN, M. V. Los paradigmas de la ingeniería química: las nuevas fronteras. *Revista Educación Química*. 2017, **28**, pp. 196-201.
4. CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos. 2018.
5. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. Reglamento del Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior. 2018.
6. VICERRECTORÍA DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE. Manual de Normas y Procedimientos de la Universidad de Oriente. 2018.

7. CEJAS YANES, E., CEDEÑO PÉREZ, M.C. La relación interdisciplinaria entre Fundamentos químicos y biológicos y Procesos químicos tecnológicos. *Revista Pedagogía Profesional*. 2017, **15**(3).

8. VILLALONGA GONZÁLEZ, M., UGARTE MARCHENA, M., AGUIRRE AZAHARES, N., GARCÍA LORA, R. Actividades interdisciplinarias en las asignaturas Ingeniería de Procesos I y Química General I en primer año de la carrera de Ingeniería Química. *Revista Cubana de Química.* 2016, **28**(1), pp. 394-408.

9. FERNÁNDEZ SANTANA, E., AMENEIROS MARTÍNEZ, J. M. El paradigma técnico económico actual y la ingeniería química en Cuba y en el mundo. *Revista Educación Química*. 1997, **8**(2), pp. 104-109

Conflictos de interés

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses

Contribución de cada autor al artículo:

Taimi Bessy Horruitiner: investigación de los fundamentos teóricos y confección del informe final.

Dunia Rodríguez Heredia: preparación y revisión de los informes preliminar y final.