

Análisis crítico de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos, una visión desde la Química Física

Critical analysis of the discipline Chemical and Biological Fundamentals, a view from Physical Chemistry

Bárbara Ricci Creagh-Limia^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5518-8141>

Dunia Rodríguez-Heredia¹ <https://orcid.org/0000-0003-4676-7314>

Claudia Castillo-Gonzalez¹ <https://orcid.org/0009-0007-6916-9604>

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

* Autor para correspondencia: baby@uo.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se analizó críticamente la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos de la carrera de Ingeniería química, con el propósito de identificar sus aspectos positivos y negativos para su continuo perfeccionamiento. Se tuvo en cuenta las premisas y bases conceptuales para el diseño de los planes de estudios E, artículo 236 de la Resolución 47/22 del MES y se aplicaron los métodos sintético analítico y el inductivo deductivo. Se determinó que el programa está científicamente concebido con una adecuada estructura, existe una intra e interdisciplinariedad entre los contenidos de las asignaturas y cuenta con métodos y medios que favorecen la adquisición de habilidades en los estudiantes. También se determinaron aspectos negativos como: sistema de conocimientos muy extensos en la Química Física I y II, ausencia de conocimientos precedentes en el momento de impartir ciertos contenidos en algunas asignaturas. Se hizo la propuesta de solución para el perfeccionamiento de estos aspectos negativos.

Palabras clave: plan E; ingeniería química; programa analítico; fundamentos químicos y biológicos; química física.

ABSTRACT

In this work, the Chemical and Biological Fundamentals discipline of the Chemical Engineering degree was critically analyzed, with the purpose of identifying its positive and negative aspects for its continuous improvement. The premises and conceptual bases for the design of the E study plans, article 236 of Resolution 47/22 of the MES, were taken into account and the synthetic analytical method was applied. It was determined that the program is scientifically conceived with an adequate structure, there is intra- and interdisciplinarity between the contents of the subjects and it has methods and means that favor the acquisition of skills in students. Negative aspects were also determined such as: very extensive knowledge system in Physical Chemistry I and II, absence of prior knowledge at the time of teaching certain contents in some subjects. A solution proposal was made to improve these negative aspects.

Keywords: plan E; chemical engineering; analytical program; chemical and biological foundations; physical chemistry.

Recibido: 06/09/2024

Aceptado: 12/12/2024

Introducción

El plan de estudios E surge como resultado del perfeccionamiento de la Educación Superior. Perfeccionamiento que comienza a finales de la década del 70 del pasado siglo, atravesando por diferentes planes de estudio, desde el A, B, C, C perfeccionado y el D, siendo este último mucho más flexible que los anteriores, con una reducción del tiempo dedicado a las actividades presenciales, un incremento de las actividades dirigidas al estudio independiente, perfeccionándose los métodos para el control y evaluación del aprendizaje. Una característica de este plan es la presencia de una disciplina principal integradora propiciando la integración de los contenidos de las demás disciplinas, hay un perfeccionamiento de las estrategias curriculares prestando atención al empleo de programas profesionales en la solución de problemas complejos, a la formación económica y ambiental. Además, con un sistema de evaluación caracterizado por actividades evaluativas sistemáticas.⁽¹⁾

Debido al cambio del contexto socioeconómico nacional e internacional, en el curso 2015-2016 el Ministerio de Educación Superior, convocó a una nueva transformación curricular que se corresponde con una quinta generación de planes de estudio - Plan de estudio E ⁽¹⁾, identificándose las siguientes deficiencias:

1. Debido al cambio del contexto socioeconómico nacional e internacional, en el curso 2015-2016 el Ministerio de Educación Superior, convocó a una nueva transformación curricular que se corresponde con una quinta generación de planes de estudio - Plan de estudio E ⁽¹⁾, identificándose las siguientes deficiencias: Insuficiente precisión del eslabón base y de los problemas profesionales más generales y frecuentes.
2. La formulación de algunos objetivos y contenidos realmente necesarios para la formación de perfil amplio no es satisfactoria.
3. Insuficiente articulación entre pregrado y posgrado
4. La duración de la carrera retrasa el ciclo de formación y la encarece
5. El vínculo de la carrera con los organismos empleadores no alcanza los niveles deseados, lo que limita el impacto de la universidad en el territorio y la atención a los estudiantes en la práctica laboral
6. Insuficiente empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las actividades docentes.
7. La formación no propicia suficientemente el dominio de un idioma extranjero

Lo anterior justifica la necesidad del diseño del plan E, respaldado por un proceso docente educativo que prioriza el aprendizaje y la formación de habilidades para la gestión del conocimiento. Diseñado considerando que la carrera tendrá una duración de cuatro cursos académicos para el curso diurno y cinco cursos y medio para el curso por encuentros y enfocado hacia la formación integral del estudiante donde el proceso docente educativo debe sentar las bases para el desarrollo del aprendizaje del estudiante de forma independiente, así como para el amplio y generalizado uso de las tecnologías de la información y comunicación y desarrollo de habilidades para la gestión del conocimiento.

Contempla el desarrollo de un proceso de formación continua durante toda la vida, que consta de 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⁾

La carrera de Ingeniería Química centra su atención en el objetivo principal de la actuación de un ingeniero químico, que 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.⁽¹⁾

En la práctica profesional actual el recién graduado de la carrera de ingeniería química deberá resolver los problemas profesionales más generales y frecuentes inherentes a su objeto de trabajo, que se manifiestan en el eslabón de base de la profesión.

De ahí que el modelo del profesional de la carrera de ingeniería química se ha concebido a partir de las premisas y bases conceptuales establecidas para el plan E como nueva generación de planes de estudio, cuyo objetivo principal es la formación de ingenieros químicos revolucionarios, cultos, competentes y aptos para servir a su patria dándole solución a los problemas que la vida les presente, con un sólido dominio de la ciencia y la técnica pertinentes al ámbito de su profesión, con un sistema de valores que lo capacite para un desempeño caracterizado por una eficacia creciente durante toda su vida activa.⁽¹⁾

Para lograr este modelo, la estructura curricular de la carrera es de perfil amplio, flexible, está científicamente concebida, es realista y pertinente.

Teniendo en cuenta que la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos forma parte de esa estructura curricular de la carrera de ingeniería química, se propone como objetivo de este trabajo analizar críticamente la disciplina con el propósito de identificar sus aspectos positivos y negativos para su continuo perfeccionamiento y así garantizar el aprendizaje y la formación de habilidades en los estudiantes.

Fundamentación teórica

La disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos forma parte del currículo base de la carrera con 408 horas totales en el curso diurno.⁽³⁾

Función de la disciplina

La disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos se ocupa del estudio de los fenómenos químicos, físico-químicos y biológicos más frecuentes de la

Industria de Procesos. En esta disciplina se presentan los conceptos, leyes y teorías esenciales para el estudio de estos fenómenos, a un nivel que permitan identificar, caracterizar y analizar los fenómenos que determinan el comportamiento de los procesos en la Industria Química.

La disciplina FQB está integrada por seis asignaturas, las cuales están distribuidas en los dos primeros años de la carrera como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1- Estructura de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos

Asignaturas de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos en curso diurno				
Asignaturas	Ubicación		Horas Totales	Examen Final
	Año	Periodo		
Química General	1 ^{er}	1 ^{er}	66	x
Análisis Químico	1 ^{er}	2 ^{do}	56	
Química Orgánica y Biológica	2 ^{do}	1 ^{er}	66	
Fundamentos de Biotecnología	2 ^{do}	2 ^{do}	60	
Química Física I	2 ^{do}	1 ^{er}	80	x
Química Física II	2 ^{do}	2 ^{do}	80	x
Total	-	-	408	

Papel de las asignaturas en la disciplina

Química General

Conocimientos esenciales a adquirir

Enlace químico. Estequiometría y Disoluciones.

Habilidades principales a dominar

- Inferir las estructuras y propiedades físicas y químicas de sustancias inorgánicas simples y/o compuestas binarias a partir de los modelos generales que explican el enlace iónico, covalente y metálico.
- Determinar la proporción de las sustancias que intervienen en un proceso químico.

Análisis Químico

Conocimientos esenciales a adquirir

Métodos Químicos e Instrumentales de Análisis Químico Cuantitativo.

Habilidad principal a dominar

- Determinar la concentración de componentes en una muestra dada, haciendo uso de métodos de análisis químico e instrumental.

Química Orgánica y Biológica

Conocimientos esenciales a adquirir

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.

Habilidad principal a dominar

- Predecir la estructura, propiedades físico-químicas y los métodos más generales de síntesis de los compuestos químicos orgánicos.

Química Física I

Conocimientos esenciales a adquirir

Estudio del comportamiento de los gases reales. Fugacidad. Principios termodinámicos. Equilibrio de fases.

Habilidades principales a dominar

Determinar las propiedades termodinámicas en procesos físicos y químicos, así como construir e interpretar los diagramas de fase y calcular propiedades en sistema en equilibrio de uno hasta tres componentes.

Química Física II

Conocimientos esenciales a adquirir

Estudio cinético y del equilibrio de reacciones químicas y electroquímicas. Catálisis. Química de superficie: Tensión superficial y adsorción.

Habilidades principales a dominar

- Determinar las composiciones de equilibrio de reacciones homogéneas gaseosas, líquidas y en reacciones heterogéneas gas-sólido, constante de velocidad y órdenes de reacción, así como cuantificar los procesos electroquímicos determinando la dirección, extensión y velocidad de las

reacciones químicas en sistemas homogéneos en fase gaseosa, fase líquida y en sistemas heterogéneos.

- Determinar los parámetros característicos de la adsorción y la catálisis.

Fundamentos de Biotecnología

Conocimientos esenciales a adquirir

Enzimas. Metabolismo. Morfología, fisiología y genética microbiana. Microbiología ambiental y aplicada. Temas de Biotecnología.

Habilidades principales a dominar

- Determinar el comportamiento de los microorganismos en procesos biotecnológicos y de la industria alimentaria a partir de leyes que rigen su crecimiento y metabolismo.

Sistema de Conocimientos

Enzimas: clasificación, mecanismo de acción y cinética enzimática. Conceptos básicos de la microbiología. Morfología, citología y reproducción de bacterias, levaduras y hongos filamentosos. Crecimiento microbiano. Nutrición microbiana. Factores que influyen en el crecimiento microbiano. Curvas de crecimiento. Teoría de Fermentación continua en estado estacionario. Genética microbiana. Microbiología de los alimentos, del agua y del aire. Introducción a la Biotecnología. Principales herramientas en Biotecnología. Productos Biotecnológicos. Seguridad Biológica.⁽³⁾

Métodos utilizados

Para el análisis del programa de la disciplina se tuvo en cuenta las premisas y bases conceptuales para el diseño de los planes de estudios E ⁽²⁾, el artículo 236 de la Resolución 47/22 del MES ⁽⁴⁾, el Manual de normas y procedimientos de la Universidad de Oriente ⁽⁵⁾, se aplicaron los métodos sintético analítico y el inductivo deductivo, que permitieron determinar los aspectos positivos y negativos, del programa de la disciplina, obtener las relaciones esenciales entre los programas analíticos de las asignaturas y la elaboración de una propuesta de reestructuración del sistema de conocimientos.

Resultados y su discusión

Análisis crítico de la disciplina FQB

Aspectos positivos

Estructura del programa de la disciplina

Según el artículo 236 de la Resolución No 47/22 del Ministerio de Educación Superior ⁽⁴⁾ el programa de la disciplina tiene una adecuada estructura ya que presenta los datos generales de la disciplina, donde se muestra la carrera a la cual pertenece la misma, el total de horas y las horas clases tanto de curso diurno como por encuentros. Se muestran los fundamentos o principios básicos de la misma planteando de qué manera la disciplina aporta al dominio de los aspectos esenciales que el futuro ingeniero químico empleará en su modo de actuación. Esto se logra, a través de la integración entre las asignaturas que la componen y entre esta y otras disciplinas de la carrera fundamentalmente las del ejercicio de la profesión.

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. ⁽⁶⁾

El proceso de integración vertical de los conocimientos se evidencia según se avanza en el estudio de la misma, la secuencia de las asignaturas en la disciplina está dada por la necesidad de los conocimientos precedentes de cada una de ellas.

Integración vertical (intradisciplinaria)

Química General	Química Física I
Análisis Químico	Química Física II
Química Orgánica y Biológica	Fundamentos de Biotecnología

La **Química General** proporciona contenidos esenciales del enlace químico necesario para la comprensión de la estructura y propiedades de los hidrocarburos, derivados oxigenados, nitrogenados y las biomoléculas estudiados en la **Química**

Orgánica y Biológica. Además aborda acerca de las disoluciones y sus diferentes formas de expresar la concentración, muy útil en el **Análisis Químico** que al estudiar los métodos cualitativos y cuantitativos para la determinación de compuestos químicos, así como del instrumental necesario para ello, permite la asimilación de conocimientos necesarios en la identificación de grupos funcionales de los compuestos orgánicos, así como el aprendizaje de métodos instrumentales utilizados en prácticas de laboratorio en la **Química Física**. La **Química Física I** a su vez brinda aspectos esenciales sobre los gases ideales, reales y mezclas de estos, lo cual va a ser necesario para la asimilación y comprensión de la termodinámica, el equilibrio de fases, el equilibrio químico, la cinética química, así como los procesos de adsorción y catálisis abordados estos últimos en la **Química Física II**. A su vez la **Química Física II** aporta el aprendizaje de la cinética que constituye conocimiento precedente para la cinética enzimática que se imparte en **Fundamentos de Biotecnología**

También existe una integración horizontal entre las asignaturas de la disciplina que se imparten en un mismo año

Integración horizontal (intradisciplinaria)

Primer año: Química General y Análisis Químico

Segundo año: Química Orgánica y Biológica con Fundamentos de Biotecnología.

Química Física I y Química Física II

Además, existe un proceso de integración interdisciplinaria, que se manifiesta con otras disciplinas del ejercicio de la profesión, como, por ejemplo, Principios de Ingeniería Química, Operaciones y Procesos Unitarios e Ingeniería de los Materiales como se muestra en la figura 1.

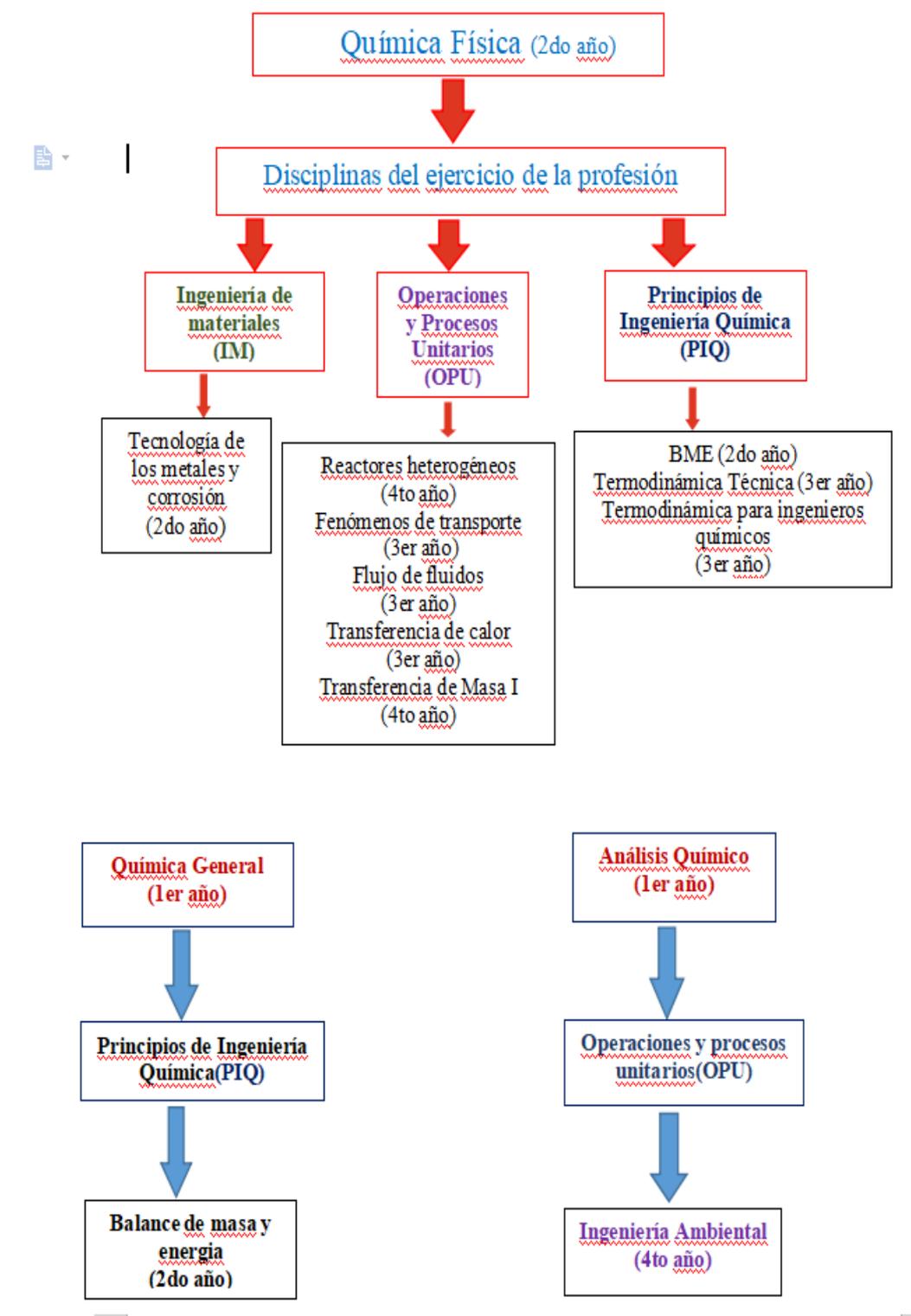


Fig. 1-Integración horizontal y vertical interdisciplinaria

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; los relacionados con la termodinámica, cinética y equilibrio químico abordados en la Química Física al analizar reacciones químicas que ocurren en el proceso analizado, así como, el control la calidad de materias primas, productos semielaborados y productos finales de un proceso químico determinado, utilizando los métodos de análisis estudiados en 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.), abordados en la Química Orgánica y Biológica. 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 de las asignaturas en la disciplina evidencian la adecuada secuencia en el diseño de esta. Cada asignatura de la disciplina es soporte de la que le sigue, Por lo que se puede decir que la disciplina está adecuadamente diseñada.

Objetivos

Se precisan los objetivos generales de la disciplina de manera clara y precisa en consonancia con el modelo del profesional y con el papel que desempeña la disciplina en la carrera

Contenidos

Se presentan los conocimientos esenciales a adquirir, las habilidades principales a formar además de los valores fundamentales a desarrollar en los futuros profesionales.

Indicaciones metodológicas

Se precisan las indicaciones metodológicas generales para su organización.

Se orienta la preparación de las asignaturas que la integran para el cumplimiento de los objetivos de la disciplina en ambos tipos de curso, de manera general, en vínculo con el modelo del profesional y con el papel que desempeña la disciplina en la carrera.

Formas organizativas, métodos y medios de enseñanza de la disciplina

Respecto al plan D, el plan E tiene 144 horas menos, con un total de 408 horas. En la tabla 2 se muestran las formas organizativas de la enseñanza en la disciplina y se puede decir que existe un predominio de actividades prácticas, evidenciado por la relación de otras formas de clases a conferencias, con lo cual se favorece el trabajo independiente y el auto-aprendizaje de los estudiantes, se contribuye a lograr en estos el desarrollo de la capacidad de educarse por sí mismos, apropiándose así de metodologías de trabajo y habilidades para resolver cualquier problema profesional que se le presente en su vida laboral. En resumen, se favorece el protagonismo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Tabla 2- Fondo de tiempo de las formas organizativas de la enseñanza en la disciplina.

Año	Asignatura	Total horas	Fondo de tiempo por forma de enseñanza					Relación otras formas de clases a conferencias
			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 I	80	26	44	6	6	-	2,33
2	Química Física II	80	18	52	8	2	-	2,88
Totales		408	116	178	78	36	-	2,51

Se proponen métodos y medios de enseñanza que potencian lo anteriormente dicho como: La enseñanza problémica en conferencias, ejercicios en clases prácticas en los cuales los estudiantes desarrollan habilidades que tributan a su modo de actuar como ingeniero químico. Uso de las TIC que se manifiesta en la presencia de las asignaturas en la plataforma EVA.

Bibliografía

Se propone la bibliografía básica a consultar en las diferentes asignaturas. Por todo lo anterior se puede decir que la disciplina está científicamente concebida

No obstante, a lo anterior se observan algunos aspectos negativos, estos son:

1. Sistema de conocimientos muy extensos en las asignaturas Química Física I y II, lo que nos exhorta a trabajar en la determinación de la esencialidad de los contenidos.

Solución: Eliminar contenido y pasarlo a otra asignatura, según la tabla 3.

Tabla 3. Sistema de conocimientos de Química Física I a trasladar para Química General

ASIGNATURA	SISTEMA DE CONOCIMIENTOS
Química General	Disoluciones diluidas de soluto poco volátil. Aumento de la temperatura de ebullición. Descenso de la temperatura de congelación.
Química Física I	Disoluciones diluidas de soluto poco volátil. Aumento de la temperatura de ebullición. Descenso de la temperatura de congelación, la presión osmótica y propiedades coligativas en disoluciones electrolíticas. (Trasladar a la Química General)

Como en Química Física se repite una parte del contenido impartido ya en Química General, correspondiente a las propiedades coligativas, se propone trasladar todo el contenido para impartirlo en la Química General y disponer de ese tiempo para otros aspectos del tema de equilibrio de fases.

2. Ausencia de conocimientos precedentes en el momento de dar ciertos contenidos en algunas asignaturas.

En la asignatura Fundamentos de Biotecnología dentro de su sistema de conocimientos se encuentra: las enzimas, su clasificación, mecanismo de acción y cinética enzimática y para lograr su asimilación se necesita que los estudiantes tengan como conocimiento precedente algunos conceptos relacionados con cinética química que se imparte en la Química Física II.^(7,8) Estos conocimientos no se logran porque ambas asignaturas se imparten en el mismo periodo ^(9,10) y cuando los estudiantes reciben los contenidos de enzimas, aún no se ha impartido cinética, en Química Física II, es por eso que como solución se propone como estudio independiente de la primera conferencia relacionada con las enzimas, su clasificación, mecanismo de

acción, responder un cuestionario con los aspectos de cinética que deben conocer para poder asimilar la cinética enzimática. Las posibles preguntas a responder son:

1. ¿Qué es la cinética química?
2. ¿Qué es velocidad de reacción? Formas de expresarla
3. ¿Cuáles son los factores que influyen en la velocidad de la reacción?
4. Ecuación cinética de la velocidad
5. ¿Qué es un catalizador?

La bibliografía a utilizar sería:

Alpha Rosa Lara, Química general, págs 386-402.

3. Bibliografía básica con errores de impresión que influye negativamente en la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes en su estudio independiente. (Química Física I y II)

Solución: confeccionar una fe de erratas por parte del profesor, de la materia que está impartiendo.

Conclusiones

Se realizó el análisis crítico de la disciplina determinando que entre los aspectos positivos se encuentra que el programa está científicamente concebido con una adecuada estructura, que existe una intra e interdisciplinaria entre los contenidos de las asignaturas, hay precisión de los objetivos y contenidos para la formación de perfil amplio y presencia de métodos y medios que favorecen la adquisición de habilidades en los estudiantes para la solución de los problemas más generales y frecuentes en el ejercicio de la profesión, además de un amplio uso de las tecnologías de la información y comunicación. Entre los aspectos negativos se determinó que existe un sistema de conocimientos muy extenso tanto en la Química Física I como en la Química Física II, ausencia de conocimientos precedentes en el momento de impartir ciertos contenidos en algunas asignaturas, una bibliografía básica con errores de impresión que influye negativamente en la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes en su estudio

independiente (Química Física I y II). De acuerdo a lo anterior, se hizo la propuesta de solución para el perfeccionamiento de estos aspectos negativos.

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. CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Programa de la disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos.2018.
4. MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR.Resolución47/2022.Reglamento del proceso docente y de dirección del trabajo para las carreras universitarias.2022.
- 5, VICERRECTORÍA DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE. Manual de Normas y Procedimientos de la Universidad de Oriente.2018.
6. CEJAS-YANES, E., Cedeño-Pérez, M.C.” La relación interdisciplinaria entre Fundamentos químicos y biológicos y Procesos químicos tecnológicos”. *Revista Pedagógica Profesional*. 2017, **15**(3) ISSN: 1684-5765.
7. BESSY-HORRUITINER, T; RODRÍGUEZ-HEREDIA, D. Análisis de la Disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos para la carrera Ingeniería Química y propuesta para su perfeccionamiento. *Revista Tecnología Química*. 2021,**41**(1), pp. 109-122. ISSN: 2224-6185.
8. RODRÍGUEZ-HEREDIA, D; BESSY-HORRUITINER, T. El inglés y la autogestión del aprendizaje en el Seminario Integrador de Fundamentos de Biotecnología. *Revista Tecnología Química*. 2021,**41**(3), pp. 536-551. ISSN: 2224-6185.
9. CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Programa de la asignatura Química Física II.2018.
10. CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA. Programa de la asignatura Fundamentos de Biotecnología. 2018.

Conflicto de interés

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses en el manuscrito presentado.

Contribución de los autores

Bárbara Ricci Creagh Limia: concepción de la investigación y participación activa de los resultados.

Dunia Rodríguez Heredia: concepción de la investigación, revisión y aprobación de la versión final del trabajo.

Claudia Castillo González: concepción de la investigación y participación activa de los resultados.