

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**Propuesta de asignaturas a impartir en el currículo Propio y
Optativo/Electivo de la Disciplina Operaciones y Procesos unitarios**

Tesis en opción al título de Ingeniero Químico.

Por

Autor: Claudia Alvarado Velázquez

Tutor: MsC. Yolanda García Martínez

Colaborador: Ing. Orlando Manuel Stable Rodríguez

Cienfuegos, 2015

PENSAMIENTO

“No hay nada que nos evite el estrés del camino hacia nuestros sueños. No es una alfombra roja, sino un camino lleno de hoyos, piedras y lodo, pero sé que al final podremos lograr lo que tanto anhelamos, si soportamos lo suficiente y podamos decir: ¡Ha valido la pena!”

Edgar Martínez

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis y quien soy, a mi madre, mi hermano y mi tío Rafael. Toda una vida no me alcanza para agradecerles todo su amor y sacrificios, este es el principio de mi contribución a ustedes. Los amo mucho.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora y amiga: Yolanda García Martínez por su ayuda incondicional, aliento constante y acogerme en su casa para hacer esta importante tarea.

A mi madrecita querida por estar siempre a mi lado, guiándome a lo largo del camino y a quien le debo todo lo que soy y por quien seguiré esforzándome cada día más. Gracias por todo tu infinito amor.

A mi hermano Oscar Ernesto, por estar ahí para molestarme mucho pero también para ayudarme cuando más lo necesito.

A mis tíos Liuba, Juan Miguel y Esperanza que los quiero un montón pero en especial a mi tío Rafael y mi tía Marlene que me han ayudado incondicionalmente durante toda mi vida con un amor desmedido.

A Ramón, mi padrastro, por todos estos años de sacrificio y dedicación.

A mis abuelitos que En Paz Descansen. Ojalá y el tiempo les hubiese alcanzado para que vieran los logros de sus nietos.

A mis primos que los quiero un montón en especial a Anay por aguantarme...Ana i miss you.

A mis amigos Anamarys, Luis Ernesto y Javier por brindarme su apoyo y seguridad, espero que siempre formen parte de mi vida donde quiera que nos encontremos.

A la familia García Conde por todo el amor brindado en estos 5 años, siempre serán parte de mi vida.

A todos mis compañeros de clase por compartir estos 5 años, nunca los olvidaré.

A los profesores del departamento en especial a Rolando por toda la ayuda brindada y su paciencia.

A Orlando por sacarme de un gran apuro, siempre lo tendré presente.

A todos, mi amor más sincero y profundo.

GRACIAS.

SÍNTESIS

SÍNTESIS

El presente Trabajo de Diploma constituye una investigación de tipo exploratoria que tiene como objetivo elaborar una propuesta de asignaturas para el currículo Propio y Optativo/Electivo de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios, que estén en correspondencia con las características del sector industrial del territorio y que responda tanto a los modos de actuación de la profesión, como a las motivaciones de los estudiantes. El mismo se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología de investigación educativa en la que se combinan el enfoque cualitativo y cuantitativo. Como resultado fundamental de la investigación se define como propuesta de asignatura para el currículo Propio a la Tecnología del Petróleo, así como propuestas de asignaturas a ofertar en el currículo Optativo/Electivo a la Tecnología Azucarera, la Tecnología Ambiental y Sistemas Novedosos de Separación.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

Introducción	2
Antecedentes	2
Justificación del estudio	6
Problema de Investigación	9
Objetivo General	9
Objetivos específicos	9
Límites del alcance de la investigación	10
Capítulo 1: Marco teórico de la investigación	13
1.1. Definición de Currículo	13
1.2. Conceptualización Del Currículo Universitario.	18
1.3. El Currículo de la Carrera de Ingeniería Química	23
1.3.1. La evolución de la Carrera de Ingeniería Química.	23
1.3.2. El desarrollo de la carrera de Ingeniería Química en Cuba.	27
1.4. Condiciones para la Elaboración del Currículum.	38
1.5. Generalidades del Proceso de Formación del Profesional	39
1.6. Indicaciones complementarias a los presidentes de las comisiones nacionales de carrera de los CES del MES sobre el documento base para la elaboración de los planes de estudio “d”.	40
1.7. Del Plan de Estudio	42
1.7.1. Características del plan de estudio “D”	44
1.8. Documentos Principales	48
1.8.1. El Modelo del Profesional	48
1.8.2. El Plan del Proceso Docente	49
1.8.3. Los Programas de las Disciplinas	49
Conclusiones Parciales	50
Capítulo 2: Metodología de la investigación	53

Capítulo 2: Metodología de la Investigación	54
2.1. Caracterización de la carrera de Ingeniería Química en Cienfuegos.	54
2.1.1. La carrera en la actualidad	57
2.1.2. En la formación del profesional la gestión del Departamento se ha centrado en:	58
2.1.3. En cuanto al aseguramiento material de la carrera se puede afirmar que:	60
2.1.4. Proyección de la profesión hacia el territorio y/o el país.	64
2.1.5. Grado de satisfacción de profesores, estudiantes y empresas con la calidad del proceso de formación.	65
2.2. Propuesta de Asignaturas para el currículo Propio y Optativo/Electivo de la Disciplina OPU en la carrera Ingeniería Química de la universidad de Cienfuegos (UCF) en el curso 2014-2015.	67
2.2.1. Programa del Currículo Propio y Optativo/Electivo del curso 2014-2015.	67
2.3. Metodología para la elaboración de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/ electivo para la disciplina OPU.	72
2.3.1. Diseño Metodológico de la Investigación:	72
2.3.2. Metodología	74
2.4. Métodos científicos utilizados en la elaboración de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/electivo	76
Capítulo 3: Análisis de los resultados	78
3.1. Análisis de los Resultados	78
3.1.1. Análisis de los resultados de la selección de los indicadores	78
3.2. Selección y jerarquización de los indicadores	85
3.3. Análisis del comportamiento de los indicadores seleccionados	87
3.4. Elaboración de la propuesta	111
3.5. Propuesta de asignaturas para el currículo Propio y Optativo/Electivo de la Disciplina OPU de la carrera de Ingeniería Química.	112
Conclusiones	115
Recomendaciones	cxviii
Referencias Bibliográficas	120

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El principio de que el perfeccionamiento de los planes de estudios ha de concebirse como un proceso continuo, como una labor ininterrumpida de la Educación Superior es reconocido por investigadores de diferentes latitudes y orientaciones (**Ma Antonia Casanova & 2012; E. Delgado, 2008**). Las diferencias en el orden pedagógico, epistemológico o sociológico se disuelven cuando se trata de reconocer la necesidad de transformar el currículo según la dinámica cambiante de la ciencia, la tecnología y la sociedad desde una doble perspectiva global y local (**Villarruel, 2010**). Mientras, se observa una tendencia a vincular la calidad del diseño y el desarrollo curricular con la pertinencia, la responsabilidad social y los contextos específicos en que se desarrolla (**Sobrinho, 2008**).

En Cuba, desde la fundación del Ministerio de Educación Superior (MES) como organismo rector de este nivel educativo (1983) se han gestado cuatro generaciones de Planes de Estudio que se configuran mediante un amplio proceso de consulta y participación de los principales actores encargados de la formación de los profesionales y de expertos de las entidades empleadoras de los egresados de las aulas universitarias. A tales efectos se crean las llamadas Comisiones Nacionales de Carrera (CNC) que adscritas a un centro rector (Universidad con la mayor tradición en el ejercicio de la carrera específica) e integradas también por profesores distinguidos de otras Universidades se encargan de coordinar este proceso.

(**Horruitiner, 2006**) introduce el concepto de transformación curricular para explicar cómo se produce la construcción de los planes de estudio en Cuba. En síntesis, considera la presencia de cuatro fases para lograr un enfoque de sistema en este proceso: preparación, diseño, ejecución y evaluación.

(**Zayas, 2002**) por su parte ofrece un análisis esencial de las regularidades en el proceso de diseño curricular en la Educación Superior del contexto cubano, en particular en el complejo problema de la descentralización y la flexibilidad del Plan de Estudios.

Otros autores han ofrecido valiosas aportaciones a las concepciones sobre el diseño y desarrollo curricular en la ES de Cuba (**Fuentes, 1997; González, Hernández, Hernández, & Sanz, 2004; Hernández & Corona, 2008**).

El proceso de elaboración de la cuarta generación de los Planes de Estudio (Planes D) vigentes en la actualidad fue caracterizado en documento emitido por el organismo rector de la actividad (**MES, 2003a**). De este documento se han sintetizado: las causas que entonces determinaron la necesidad de producir una transformación curricular; las normas que se establecieron para la implementación de las categorías del currículo base, propio y optativo-electivo; y las características principales de un Plan de Estudios determinado esencialmente por el llamado Modelo del Profesional y los Modos de Actuación exigidos a los egresados de cada carrera.

Así, entre las principales causas de las transformaciones curriculares entonces llevadas a efecto se encuentran:

- **La necesidad de hacer corresponder los modos de actuación del profesional en numerosas carreras a la estructura del mercado laboral que se venía configurando en el país.**
- **El perfeccionamiento empresarial que se venía introduciendo y generalizando en las entidades laborales demandaban la introducción en los Planes de Estudios de nuevos contenidos asociados a la Gestión del Conocimiento, la Ciencia y la Innovación en el entorno laboral de las Universidades.**
- **La Informatización de la Sociedad comenzaba a demandar nuevas exigencias curriculares y provocaba profundas transformaciones en los métodos de enseñanza, implicando cambios importantes en los roles tradicionales del profesor y el estudiante.**
- Los estudios **realizados por entonces** acerca de la calidad de los graduados universitarios, investigación conjunta del **Centro de Estudios para el perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES)** y la Dirección de Formación de Profesionales del MES, revelaron un conjunto de insuficiencias y limitaciones que igualmente refuerzan la idea de nuevos planes de estudio.

- **El creciente papel de la Educación Superior Cubana en la formación de profesionales procedentes del exterior o en el desarrollo de programas de carreras universitarias en el extranjero aconsejaron poner en sintonía, siempre partiendo de las realidades y encargos sociales, los planes de estudios de las carreras con las tendencias universales. De tal manera, se podría garantizar la equivalencia y convalidación de las titulaciones universitarias en un escenario caracterizado por la globalización y el reconocimiento internacional a nuestro sistema educativo.**

En correspondencia con las **circunstancias** expuestas anteriormente, el nuevo Plan de estudio “D” se diseñó con las características principales siguientes:

- El concepto de formación básica debe ser asumido con mayor amplitud, incorporando con igual prioridad los aspectos básico-específicos de cada carrera, así como otros de carácter más general, indispensables para un profesional en la época actual, como son la gestión del conocimiento, la calidad, las habilidades de dirección, el marketing, etcétera.
- En el modelo de perfil amplio, se pueden instrumentar salidas terminales diferentes o perfiles, a partir de un tronco común, que brinden una respuesta más integral a las demandas de profesionales para el campo de que se trate. La adecuada relación entre lo diverso y lo común será la garantía de un enfoque coherente en el plan de estudio.
- Las CNC determinarán centralmente el currículo base de la carrera, que deberá asegurar el enfoque estratégico de la misma y, en consecuencia, el dominio esencial de los modos de actuar del profesional. A partir del currículo base y también, como respuesta a los objetivos generales de la carrera, **cada centro decidirá el modo de completar su plan de estudio particular, en correspondencia con sus características y las de cada territorio.** Así, a partir de ese currículo base, se abre un espacio complementario en los CES, de carácter más táctico, en el cual los marcos curriculares de su potestad, se han de perfeccionar constantemente.
- Lo planteado en el punto anterior no excluye que **también el currículo base sea objeto de perfeccionamiento periódico**, tarea que deben cumplir las CNC, en correspondencia con lo establecido en las reglamentaciones vigentes. La adecuada relación entre ambas partes del currículo debe ser objeto de control y supervisión por

todas las instancias en las que se desarrolla el trabajo metodológico y, en especial, por las CNC.

Las normas que, atendiendo a las particularidades de cada una de las carreras, definieron las relaciones entre currículo base, propio, y optativo-electivo, vinculadas con el objeto que ocupa a este trabajo, se relacionan a continuación:

- La parte del plan de estudio que el CES puede decidir, debe incluir contenidos que tienen carácter obligatorio para todos los estudiantes de la carrera en dicho CES, dirigidos a satisfacer necesidades específicas del desarrollo regional; así como un espacio optativo/electivo para que los propios estudiantes puedan decidir, individualmente, cómo completar su formación, con lo cual se da respuesta también a legítimos intereses de desarrollo personal de cada estudiantes.
- El currículo base que elabora la CNC no podrá ser mayor del 80 % del total del plan de estudio ni menor del 70 %.
- Las asignaturas optativas/electivas deben abarcar, como mínimo, un 10 % del total del plan de estudios.
- El número máximo de exámenes finales en los tres primeros años ha de ser de 6 en total en cada uno de esos años y de 4 en los restantes años de la carrera.

De acuerdo con lo anterior, se pueden identificar tres niveles de prioridad en la determinación de los contenidos del plan de estudios, a saber:

- Contenidos precisados por las Comisiones Nacionales de Carrera (**estatales**), de obligatorio cumplimiento para todos los CES, que aseguran los objetivos esenciales del modelo del profesional y de las diferentes disciplinas.
- Contenidos, precisados por cada CES (**propios**), en correspondencia con las particularidades del proceso de formación en cada carrera y centro, y que deben cursar obligatoriamente todos los estudiantes.
- Contenidos que son escogidos por cada estudiante (**optativos/electivos**), a partir de las ofertas que el CES le brinda, que sirven de complemento para su formación integral y que incluso pueden ser seleccionados de entre las asignaturas que se imparten en otras carreras.

En realidad la inclusión de las asignaturas optativas en el Plan de Estudios es una práctica que, al menos en la Carrera de Ingeniería Química, aparece mucho antes (López, 1984) y una organización tan prestigiosa como la American Society for Engineering Education (ASEE, 1983) en sus proposiciones desde la década de los ochenta identificaba las electivas técnicas de las electivas en el campo de las Humanidades.

El llamado currículo propio, por lo visto también aparece considerado en los planes de estudio de diferentes universidades pero en este caso, se declaran asignaturas propias las relacionadas con áreas de idiomas extranjeros o en ámbitos en que la Institución ha alcanzado altos factores de impacto en la Investigación y el postgrado (UPM, 2015).

Justificación del estudio

La Carrera de Ingeniería Química en Cienfuegos surge en el 2009 como parte de una estrategia para la formación de un número considerable de ingenieros químicos en un breve período de tiempo (**Universitaria, 2008**). Se alegaba entonces la grave contradicción entre el crecimiento alcanzado y prospectivo del sector industrial en la provincia y el reducido número de egresados cienfuegueros de esta profesión que se graduaban en Universidades de otras provincias. Un aliento especial representó la reactivación y ampliación de la Refinería de Petróleo y el proyecto inversionista para el desarrollo de la Industria Petroquímica. Además, fueron identificados del total de 23 ámbitos de trabajo definidos para el objeto de la profesión en el Plan de Estudios de la carrera, 18 empresas o entidades (un 78%) radicadas en la provincia. Se advertía también la rehabilitación, ampliación y/o modernización en la Fábrica de Cemento, en la Central Termoeléctrica, en la Industria Azucarera y otras empresas ubicadas en Cienfuegos.

La incertidumbre económica de los años siguientes a la fundación de la carrera detuvo el proyecto de creación de la Petroquímica al tiempo que se reajustaban los plazos de la ampliación que se viene efectuando en la Refinería de Petróleo. Mientras, otras industrias y servicios han experimentado un avance creciente y se proyectan posibles oportunidades en el mediano plazo; ello demuestra la presencia de un escenario diferente al existente en el momento de creación de la carrera. En este sentido, debe considerarse

además, que otros cambios pueden acontecer en el futuro, por lo que deberá preverse que esta situación se reitere.

La problemática del Currículo Propio y Optativo - Electivo en la carrera fue objeto de análisis en el reducido claustro de nuestro Departamento y/o con la participación de profesores invitados y expertos de la producción en reuniones metodológicas que han discutido los informes presentados por profesores principales (**R. Delgado & Guesa, 2011**) y por la jefa de Carrera (Currículo propio y optativo de las disciplinas del tercer nivel correspondiente a la formación del profesional) (**Chou & Delgado, 2012**). Esta última propuesta tuvo un carácter emergente y se centró en la disciplina integradora pero constituyó una primera aproximación de las necesidades existentes y tuvo la virtud de contar con el apoyo de los niveles de dirección de la Universidad y algunos directivos de empresas. Se aprobó entonces como principales orientaciones:

- Respetar, como regla, los contenidos sugeridos en el Plan de Estudios por la Comisión Nacional de Química tanto para el Currículo Propio como el Optativo – Electivo.
- Aproximar las sugerencias del Plan, en cuanto al desarrollo de las disciplinas del ejercicio de la profesión, a las fortalezas del claustro de la Facultad, de la Universidad y del territorio.
- Ofrecer un enfoque en el Currículo Propio y Optativo de la Ingeniería de Procesos que se inserte en la estructura científica y de postgrado de la Facultad.
- Orientar las dos opcionales de IP a proyectos que resuelvan problemas de las áreas químicas de la provincia en particular en Petróleo-Química, Alimenticia, Azucarera, y de Conglomerantes con la participación de profesores adjuntos de la Industria.
- Alinear los trabajos de diploma a la solución de problemas mediante las metodologías empleadas en los proyectos de las opcionales de la disciplina integradora de la Carrera.

En la mencionada actividad fueron aprobadas las primeras versiones de título (que resume la orientación principal) y contenidos aproximados de las asignaturas del currículo propio y optativo-electivo en el caso de la disciplina OPU.

En los últimos cursos la dinámica de implementación de estos acuerdos pasó por las posibilidades del joven claustro que debió asumirla, por la formación y experiencias

previas de los profesores adjuntos, y por la simultaneidad impostergable de hacer coincidir deberes de la docencia y necesidades de una rápida superación postgraduada por parte de los profesores del Departamento (Informe de autoevaluación, variable profesores, 2014).

A todo lo anteriormente expuesto se suma que en el curso 2014-2015 donde la carrera se encamina a realizar su segunda graduación, se han recibido indicaciones expresas de la CNC de que el currículo propio y optativo electivo debe ser perfeccionado y estar en permanente correspondencia con las características del territorio, así como con los cambios que se han venido produciendo en la actualización del Plan D.

Es preciso destacar por último que la propia introducción de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios (OPU) marcó el período fundacional de la carrera de Ingeniería Química y su permanente actualización ha corrido parejo con los principales progresos de la Industria Química.

Todo ello configura como una tarea inaplazable la conducción de una investigación que tome en consideración las necesidades y potencialidades actuales de la industria de la provincia, evalúe la experiencia docente acumulada, reconozca legítimos intereses estudiantiles y tenga en cuenta los criterios del personal de las industrias en que se insertan nuestros, **elementos determinantes de la configuración de currículo propio y optativo electivo** pertinente para el desarrollo de la carrera y en esta dirección se inscribe el presente trabajo.

Esta contradicción entre el nivel alcanzado hasta el presente en el diseño y desarrollo curricular de la disciplina OPU en relación con las asignaturas “propias” y optativas-electivas y el nivel que demanda la formación profesional competente y pertinente del egresado de nuestra carrera caracteriza la situación problemática de la presente investigación.

Problema de Investigación

Necesidad de que el currículo propio y optativo/electivo de la disciplina OPU se corresponda con las características del territorio y responda tanto a los modos de actuación de la profesión, como a las motivaciones de los estudiantes.

Objetivo General

- Elaborar una propuesta de asignaturas para el currículo propio y optativo- electivo de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios que estén en correspondencia con las características del sector industrial del territorio y que responda tanto a los modos de actuación de la profesión, como a las motivaciones de los estudiantes.

Objetivos específicos

- Seleccionar y jerarquizar los indicadores a analizar para la determinación de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo- electivo de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios.
- Definir las asignaturas del currículo propio y optativo- electivo desde la perspectiva del análisis de cada indicador.
- Contrastar los resultados del análisis de cada uno de los indicadores para obtener la propuesta final de asignaturas del currículo Propio y Optativo/Electivo.

Beneficios esperados

Los elementos aportados en el presente trabajo servirán de fundamento para la elaboración de programas de las asignaturas propias y optativas de la Disciplina Operaciones y Procesos Unitarios debidamente fundamentados en el orden de las exigencias académicas, de las legítimas preferencias estudiantiles y de las necesidades del sector industrial del territorio.

La metodología seguida en esta investigación, en sus orientaciones principales, presenta una capacidad de transferencia para proseguir en el empeño de perfeccionar el currículo

propio y optativo - electivo de la Carrera de Ingeniería Química de la Universidad de Cienfuegos.

La bibliografía recopilada en formato electrónico principalmente sobre Planes de Estudio, en Universidades de reconocido prestigio, podrían constituir referentes para el trabajo metodológico del Departamento y futuros estudios comparativos.

Límites del alcance de la investigación

La propuesta, atendiendo a la naturaleza y alcance de la investigación, constituye un estudio exploratorio, fundamentado y debidamente contextualizado pero espera por el trabajo metodológico de la disciplina para su definitiva y pormenorizada elaboración y lo que aún es más trascendente la ejecución de sus ideas y planteamientos en el escenario de las actividades docentes.

CAPÍTULO I

CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Definición de Currículo

El Diccionario Real de la Academia Española (DRAE) nos revela que el término curriculum es un vocablo latino que significa “carrera” y este significado alcanza un sentido inmediato en la Educación, relacionado con formación profesional universitaria. Se comprende así que en la obra fundacional de la teoría e investigación del campo que nos ocupa haya sido acuñada la expresión “TheCurriculum” por el profesor universitario estadounidense John Franklin Bobbit en 1918.

Llama la atención que casi dos décadas antes de la publicación de este clásico en el pujante contexto industrial inglés, George Edward Davis(1850–1906), químico industrial y profesor de Manchester TechnicalSchool arribó a una conclusión de extraordinario valor didáctico: la diversidad de los procesos químicos industriales encontraban como elementos comunes, como expresión de su unidad orgánica, ciertas operaciones y procesos como la destilación, la absorción, la tostación, el secado, y otros. Davis descubrió así el concepto central (más tarde llamado operación unitaria) que condicionó el nacimiento de una nueva profesión y racionalizó su primer programa de estudios en el curso titulado: 12 LecturesonChemicalEngineering(**Zumalacárregui & Hernández, 2011**). Al otro lado del Atlántico, aunque se impartieron antes programas de Química Industrial Práctica, la fundación de un programa de Ingeniería Química se fija en 1888 desarrollado por Lewis Mill Norton(1852 – 1893) en el MassachussetsInstitute of Technology (MIT) de los Estados Unidos (**Wankat, 2009**). Ninguno de los dos fundadores de la carrera de Ingeniería Química pudo conocer la obra de Bobbit. Tanto Davis como Norton tienen el excepcional mérito de iniciar la revelación de los nexos entre los progresos de las producciones químicas de fines del siglo XIX, la lógica interna de las ciencias en que estos se asientan y los procesos formativos de una nueva profesión.

La teoría que se encargaría de “iluminar” los procesos adecuados para el diseño y desarrollocurricular es preciso reiterar que encontraron en “TheCurriculum” su primer momento. (**Sanz, 2004**)ofrece un valioso resumen de las aportaciones iniciales de esta

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

obra estructurada en seis secciones que asombran por la vigencia que anuncian sus títulos: Fines y procesos; capacitación para la eficiencia ocupacional; educación para el desarrollo ciudadano; educación para la eficiencia física; educación para el empleo del tiempo libre y educación para la intercomunicación social. Es destacable como este autor define como premisas para la construcción de un curriculum científico cuatro pilares: partir del estudio de lo social, del desempeño profesional, de las deficiencias en el manejo práctico de un saber y de las formas psicológicas en las que un sujeto aprende.

La discusión de la naturaleza polisémica que caracteriza al curriculum escapa del objetivo que guía el presente trabajo pero es necesario reconocer los principales hitos que acompañan su desarrollo.

En este sentido, sobresale la obra publicada en 1949 "Basic Principles of Curriculum and Instruction" que se convirtió en un referente obligado de la literatura especializada sobre curriculum. Los planteamientos del autor de este clásico Ralf W. Tyler se identifican con el paradigma tecnológico, permeado por el pragmatismo, pero su propuesta curricular resumidas en las 4 preguntas para elaborar cualquier currículo tuvo una amplia difusión y un reconocido valor instrumental:

1. ¿Qué fines desea alcanzar el programa educativo?
2. ¿Cuáles experiencias educativas ofrecen mayores posibilidades de alcanzar estos fines?
3. ¿Cómo se puede organizar de manera eficaz esas experiencias?
4. ¿Cómo podemos comprobar si se han alcanzado los objetivos propuestos?

En la década de los 60, desde el escenario universitario estadounidense, se impulsa una reforma curricular basada en la concepción disciplinar del conocimiento científico. En la universidad los programas de estudios se organizan alrededor de la "estructura de las disciplinas", y se acepta como postulado que la enseñanza de los conocimientos científicos debe estar centrada en los métodos disciplinarios de la investigación. J. Schwab y P. Phenix resumen esta orientación en la máxima de que los procedimientos que se siguen para producir ciencia deben ser los que se utilicen para lograr que el alumno pueda comprenderla y asimilarla. Esta visión parcelaria del planeamiento y la

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

enseñanza de las ciencias aunque criticada por los que abogan por una visión interdisciplinaria y holística del currículo tiene una importante influencia en el pensamiento espontáneo del profesorado de las ciencias y las tecnologías (**Saravia, 2011**).

Como respuesta a esta visión fragmentada del currículo, (**Zayas, 2002**) detalla la esencia del llamado currículo globalizador que se caracteriza por estructurarse y consecuentemente desarrollarse sobre la base de problemas interdisciplinarios que generalmente se agrupan en unidades modulares. En los estudios de pregrado tal concepción modular no se ha extendido, sin embargo una gran difusión presentan en los estudios de postgrado.

En cada una de las proposiciones consideradas (que no abarcan todas las propuestas elaboradas en la segunda mitad del siglo XX) se advierte una concepción general del currículo que incluye tanto planeación como ejecución y evaluación del proceso educativo.

Más recientemente, en el plano internacional se advierte una tendencia a situar en un lugar privilegiado dentro del currículo la formación de competencias profesionales y humanas que promuevan una integralidad en el ser social (**Miguel, 2005**).

(**Ma Antonia Casanova & 2012**) se inscribe en esta tendencia al concebir el currículo como una propuesta teórico-práctica de las experiencias de aprendizaje básicas, diversificadas e innovadoras, que la institución en interacción con su entorno deben ofrecer al alumnado para que consiga el máximo desarrollo de capacidades y dominio de competencias que le permitan integrarse satisfactoriamente en su contexto logrando una sociedad democrática y equitativa.

(**Horruitiner, 2008**)precisa el término de formación integral, la idea rectora básica del currículo universitario, al indicar que el quehacer de las universidades cubanas debe centrarse en la formación de valores en los profesionales, dotándolos de cualidades de alto significado humano, capaces de comprender la necesidad de poner sus conocimientos al servicio de la sociedad. Implica también la necesidad de lograr un profesional creativo, independiente, preparado para mantenerse constantemente actualizado y responder a las dinámicas transformaciones del desarrollo de su profesión y del país.

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

Un enfoque que por su valor desde una triple perspectiva: pedagógica, psicológica y sociológica ha tenido repercusión en el diseño y desarrollo curricular de la Educación Superior Cubana es el llamado enfoque histórico cultural. La investigadora González (2003) sintetiza que un currículo sustentado en este enfoque debe:

- Formular objetivos que emanan de las exigencias de la sociedad, del país y de la profesión, a partir de las tareas generalizadoras y básicas de la misma, que se concretan de modo integral en el modelo del egresado.
- Determinar contenidos con el nivel de esencia y de integración, necesarios para el desarrollo del pensamiento teórico y la formación multilateral del estudiante.
- Centrar el proceso en la actividad de los estudiantes – individual y colectiva- con formas, métodos, medios de enseñanza y modos de evaluación, que propicien un proceso personal de adquisición del contenido, mediante la interacción del estudiante con el objeto de conocimiento, la colaboración y orientación social.
- Garantizar un grado de flexibilidad que permite atender a particularidades y necesidades de los estudiantes y de las situaciones de enseñanza aprendizaje.

El Currículum es un instrumento que está al servicio del profesor, que debe ayudarlo y guiarlo en el desempeño de su práctica profesional. Hasta tal punto esto es así que, por muy bien fundamentada que esté una propuesta curricular y por encomiables que sean las intenciones que se proponga, su repercusión efectiva, su poder para transformar la realidad de las aulas, será escasa o nula si no cumple satisfactoriamente esta función de ayuda y guía a los profesores, que son en último término los responsables directos de su aplicación (**Salvador, Sacristian, Guerra, & Santome, 2005**).

En la Educación Superior el diseño curricular ha pasado por ciertas etapas y en este momento es objeto de reevaluación. A caracterizar este proceso está dirigida esta investigación, con el fin de entender las causas de su comportamiento y poderlo encausar del modo más eficiente y eficaz, en aras de contribuir a resolver los problemas que ahí se presentan, en tanto que el mismo influye, decisivamente, en el proceso de formación de los profesionales universitarios (**Zayas, 2002**)

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

El diseño curricular es aquella teoría que, debidamente aplicada, posibilita determinar las cualidades a alcanzar por el egresado y la estructura organizacional del proceso docente, a nivel de la carrera y unidades subordinadas **(Zayas, 2002)**.

La defensa de los planes de estudio ante la sociedad constituye un acto académico de singular importancia, toda vez que permite compartir con los empleadores, a partir de un debate científico, las cualidades que se pretenden lograr en cada profesional. Cuando el resultado de ese acto de defensa es positivo, y se acepta el currículum propuesto, éste deja de ser solo de la universidad para pasar a serlo de toda la sociedad. De ahí su importancia **(Horruitiner, 2006)**

El currículum es la síntesis de elementos culturales que incluye conocimientos, valores, costumbres, creencias y hábitos, los cuales conforman una propuesta político-educativa pensada e impulsada por diversos grupos y sectores sociales. “Puede ser considerado como todo aquello que transpira en la planificación, la enseñanza y el aprendizaje de una institución educativa”, por lo que comprende tanto los procesos de acción como la acción misma **(E. Delgado, 2008)**

En los diferentes países de la Unión Europea, el curriculum se encuentra en permanente proceso de revisión para tratar de dar respuesta a las cambiantes necesidades de nuestra dinámica sociedad. El curriculum trata de responder a las preguntas: ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿cuándo enseñar?, ¿para qué enseñar?, etc. En la actualidad el diseño curricular es el elemento clave de este proceso de planificación de la enseñanza.

No obstante, bajo la existencia de un curriculum básico, centralizado y normativo, que debería ser compartido por todos los profesionales de la educación, caben múltiples interpretaciones y formas de trabajo **(M. A. Casanova, 2006)**.

El diseño curricular desde un punto de vista técnico negaría esta posibilidad al considerar que el profesorado debe regirse exclusivamente por criterios externos, definidos desde entes externos a él. El curriculum sería entendido como un “plan de estudios”, según el cual los docentes deben limitarse a aplicar fielmente los diseños curriculares realizados por otros considerados más competentes: sus objetivos, contenidos, metodología, sistemas de evaluación, etc. con el fin de lograr una pretendida eficacia **(Carmen Álvarez, 2012)**.

El diseño curricular supone “una propuesta teórico-práctica de las experiencias de aprendizaje básicas, diversificadas e innovadoras, que la escuela en colaboración con su entorno deben ofrecer al alumnado para que consiga el máximo desarrollo de capacidades y dominio de competencias, que le permitan integrarse satisfactoriamente en su contexto logrando una sociedad democrática y equitativa”(Ma Antonia Casanova & 2012).

En resumen este trabajo reconoce la concepción amplia de currículo que implica considerar tres momentos fundamentales: el diseño o proceso de elaboración teórica inicial de la propuesta, la ejecución o desarrollo curricular y la evaluación, presente tanto en la planificación, el desarrollo, como en la calidad del profesional formado.

El alcance de esta investigación está orientada a la primera fase, el diseño o transformación (en el sentido dado por Horuitiner, 2006) curricular del nivel de sistematicidad del currículo correspondiente a la disciplina, y a la evaluación de esta propuesta conforme será descrito más adelante.

El estudio de los fundamentos y tendencias teóricas sobre el curriculum es un fenómeno relativamente reciente en el campo de la educación. La escuela como Institución social ha ido evolucionando a la par que la sociedad, por ello su transformación no es simplemente la expresión de la evolución de un sistema educativo que tiende a ser más desarrollado es a su vez consecuencia de la necesidad de adecuación de la escuela a las nuevas necesidades sociales (Fernández & González, 2008).

1.2. Conceptualización Del Currículo Universitario.

La diversidad de conceptualizaciones existentes sobre currículo plantea la necesidad de explicitar claramente qué posición se asume cuando se aborda el campo de lo curricular. En este epígrafe abordaremos aquellos aspectos que consideramos deben de estar presente en una concepción del currículo universitario en la época actual. El currículo en las Instituciones de Educación Superior (IES) constituye una propuesta educativa que surge y se desarrolla en condiciones sociales concretas que lo determinan. Tiene por tanto un carácter contextualizado que le imprime un sello particular y limita su extrapolación a otros contextos diferentes. Responde a los requerimientos que la época, el tipo de sociedad, país y región reclama a las universidades en cuanto a la formación de los recursos humanos profesionales necesarios para el desarrollo social. Implica una

construcción, una propuesta y una praxis que se sustenta en supuestos epistemológicos, sociales, psicológicos y pedagógicos que deben quedar claramente explicitados por la institución educativa (Sanz, 2004).

(Horruitiner, 2007a), desde su posición de Director de Formación de Profesionales del Ministerio de Educación Superior constituye una autoridad de reconocido prestigio en nuestro contexto y su libro “La Universidad Cubana: El Modelo de formación” constituye un referente obligado al abordar la temática que nos ocupa. El autor subraya una conceptualización que resulta importante aplicarla a la transformación que demanda precisamente el presente trabajo:

“La transformación curricular es un proceso continuo que se da en dos niveles de actuación. El primero es el resultado de su aplicación misma y el segundo es consecuencia de la acumulación de cambios del primer nivel. Cuando estos cambios del segundo nivel ocurren se reproduce el ciclo preparación-diseño-aplicación-evaluación”.

La breve trayectoria de la carrera y del claustro de su departamento, en particular, en una disciplina central del currículo como es la de Operaciones y Procesos Unitarios, demanda con toda urgencia conducir con la mayor participación posible de los actores comprometidos con el desarrollo de la formación, el ciclo del segundo nivel por sus fases iniciales de diseño, preparación e incluyendo la evaluación de esta proyección inicial.

Para llevar a cabo una propuesta al nivel de sistematicidad de la disciplina en nuestra Educación Superior se cuenta con las orientaciones estratégicas dadas para la carrera en el llamado Documento Central del Plan de Estudio “D” para la carrera de Ingeniería Química (Viera, 2007).

La estructura curricular de las carreras definidas en el Documento Base Ministerial (MES, 2003b) deben presentar como características:

- a) Amplitud del perfil del egresado.
- b) Flexibilidad.
- c) Equilibrio adecuado entre formación profesional y humana.

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

- d) Concepción científica.
- e) Centrado en el estudiante.
- f) Participativo.
- g) Ajustado a las realidades en que se desarrolla.
- h) Pertinencia.

Dada la orientación de este trabajo es oportuno analizar el sentido que le confiere el documento programático a la flexibilidad de la estructura curricular, citando:

“Al dejar a cada CES la potestad de decidir sobre un fondo de tiempo que asciende a un 20 % del total del plan de estudio, de manera que pueda acentuar la pertinencia de los contenidos a las peculiaridades de la región; y abrir opciones con no menos del 10 % del fondo total del plan de estudio que, a través de asignatura optativas y electivas, permitan al estudiante matizar la formación básica del perfil amplio con tópicos especiales, ya sea para ampliar las opciones laborales o para satisfacer inclinaciones personales” (p.1).

La convergencia entre los investigadores cubanos sobre la necesidad de amplitud y flexibilización del currículo se observa en los estudios de **(Sanz, 2004)** al expresar:

“Nos identificamos con una concepción amplia de currículo donde se destaca su carácter de proyecto y de proceso articulados a través de la evaluación que potencia su dinamismo, flexibilidad y posibilidad de ajuste y perfeccionamiento en dependencia del contexto y de las necesidades de formación” p.18).

La dialéctica entre obligatoriedad y flexibilidad se expresa claramente en la orientación refrendada en la sección correspondiente al Currículo Base de la disciplina (Garcell y Viera, 2007) donde se precisa:

“El fondo de tiempo y los contenidos declarados en esta parte del programa de la disciplina, son de cumplimiento obligatorio para todos los CES. El número de asignaturas, los programas de estas y sus contenidos, así como la distribución semestral que se indica; tienen el carácter de sugerencia. Es potestad de cada

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

CES utilizar estos elementos del modo que se indica, o de cualquier otro que estime pertinente” (p.1).

Para el currículo propio la flexibilidad tiene un alcance mayor según se expresa:

“Es potestad de cada CES utilizar el fondo de tiempo asignado a esta parte: total o parcialmente en esta disciplina, en combinaciones del contenido de esta con otras, o totalmente en otras; ya sea por necesidades de un perfil terminal, o porque concurren circunstancias regionales o de cualquier otro tipo (temporales o no), que lo justifique. En todo caso, la mayor pertinencia de los contenidos, debe ser la razón determinante de la decisión adoptada”. (p.2)

Para el currículo optativo electivo se expresa exactamente la misma orientación en cuanto a flexibilidad y conviene reiterar: *“En todo caso, la mayorla **mayor pertinencia** de los contenidos, debe ser la razón determinante de la decisión adoptada”.*

Aunque exista una tácita concordancia de que la pertinencia se asocia a indicador de calidad académica de institución, plan de estudio o programa merece una mirada detenida la conceptualización de esta categoría puesto que ella es “la razón determinante de la decisión adoptada”.

Un libro como “Curriculum y Formación Profesional” (**González et al., 2004**) asocia en 6 ocasiones a lo largo de su exposición la pertinencia con calidad académica pero sólo al analizar los criterios curriculares de una Universidad venezolana explicita el término de pertinencia social cuando afirma *“Se refiere a la incorporación en el curriculum de los conocimientos, tecnologías, valores, formas de concebir el proceso de enseñanza y aprendizaje, las formas de dar respuesta a los problemas del entorno, la manera en que la Universidad participa conjuntamente con la comunidad para responder a las exigencias actuales y futuras de la sociedad” (p.91).*

(Horruitiner, 2007a) incluye el término “pertinencia de los graduados” y lo asocia a en qué medida la formación obtenida garantiza un desempeño adecuado, en correspondencia con las demandas del mundo del trabajo, precisando como factores influyentes en las transformaciones curriculares que garanticen la pertinencia del graduado, **el profundo conocimiento del marco laboral donde se ha de desempeñar**

el futuro graduado; así como los cambios previstos en los años siguientes como consecuencia del desarrollo científico-técnico, del papel desempeñado por esa profesión en la vida económica y social. En relación con el patrón de calidad de una carrera este autor asocia pertinencia con impacto social, significando en el primer término de su completa definición de pertinencia de una carrera: “Pertinencia significa que la carrera responde al encargo de la sociedad y contribuye al desarrollo socioeconómico de la nación y/o de la región a la cual tributa sus egresados...”

El sentido de pertinencia “integral” expuesto por un profesor colombiano, (**Malagón, 2003**), abarca un marco referencial de mayor alcance al que presenta este trabajo, pero se puede comprender la importancia de su concepción para orientar las acciones de cualquier transformación curricular. Se cita a continuación el concepto dado por este autor:

“Le apostamos al concepto de pertinencia integral que sea capaz de explicar la relación teoría práctica (Proyecto Educativo Institucional - propuesta curricular - práctica curricular) y la relación universidad - sociedad... y más importante todavía, si las acciones de vinculación universidad-sociedad se encuentran a la base de los proyectos curriculares y se da una retroalimentación permanente entre el currículo y las acciones de esa vinculación”.(p.22)

La flexibilidad del currículo no es una característica exclusiva de la formación del profesional en nuestro país. Muy por el contrario, en el marco de la convergencia europea, por ejemplo, se ha adoptado un sistema de créditos (ETCS) que con relativa autonomía aplican las universidades europeas y que incluye ciertas regularidades para las asignaturas optativas (Plan de Estudios de Ingeniería Química, Universidad de Málaga, 2014). En esta Universidad de un total de 240 ETCS que deben superar los alumnos para recibir la titulación de Ingenieros Químicos, son ofertadas asignaturas que totalizan 84 créditos, de las cuales electivamente deben cursar las correspondientes a 24 ETCS. Exactamente un 10% del Plan de Estudios es destinado al llamado currículo optativo. En la Universidad de Granada, el currículo optativo alcanza un mayor peso específico al representar 36 créditos de un total de asignaturas ofertado correspondientes a 78 créditos. De

manera que en esta Universidad la Carrera de Ingeniería Química proyecta un currículo optativo que representa un 15% del Plan de Estudios (Grado en Ingeniería Química, Universidad de Granada, 2015).

Del escenario estadounidense se dispuso de los Planes de Estudio de la carrera de la Universidad de Texas (ChemicalEngineeringCatalog 2014 - 2016; 2015) y del Course 10 del Massachusetts Institute of Technology (MIT CourseCatalog 2014 - 2015; 2015). En la Universidad de Texas el currículo electivo comprende 13 créditos de un total de 128 para la carrera desarrollada en 4 cursos, algo más de un 10% dedicado al currículo electivo. Por su parte el MIT, en su célebre programa del Course 10, desarrolla 162 créditos de asignaturas obligatorias y 22-24 de electivas limitadas, entre un 12 - 13%.

De esta limitada bibliografía disponible no es riguroso arribar a una comparación generalizadora pero sí es posible afirmar categóricamente que la flexibilidad del currículo universitario es una categoría universal socio histórica y por supuesto contextualizada en un escenario socioeconómico y con una determinada orientación político - ideológica en sus fines y principios.

Por su parte la pertinencia es una categoría íntimamente asociada a la proyección social del programa académico y en nuestra carrera, en particular, se expresa ente todo en los vínculos, desde lo curricular, con el sector productivo del entorno social, para transformarlo a partir de la aplicación del conocimiento científico técnico de avanzada y para resultar transformada, enriquecida, por la experiencia de los protagonistas de las producciones químicas del territorio.

1.3. El Currículo de la Carrera de Ingeniería Química

1.3.1. La evolución de la Carrera de Ingeniería Química.

El análisis histórico lógico que se pretende desarrollar a continuación permite a partir del pasado, comprender mejor el presente y predecir con cierta objetividad los escenarios más probables del futuro en el objeto bajo estudio. Se trata por razones obvias de resaltar sólo los hitos en el devenir de las disciplinas que fueron conformándose principalmente

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

en el contexto de ciertas universidades estadounidenses en correspondencia con los progresos y exigencias de la industria química que experimentó este país en el siglo XX.

Sin embargo, los primeros antecedentes para la organización de la ingeniería química como disciplina se encuentran en el contexto de la Inglaterra de fines del siglo XIX (Zumalacárregui & Hernández, 2011) y se resumen a continuación:

- En 1881 se crea la Sociedad Británica de Química Industrial (British Society of Chemical Industry).
- En 1887 en la Escuela Técnica de Manchester (Manchester Technical School) G. E. Davies desarrolla un curso con una nueva orientación: en lugar de profundizar en el detalle de cada industria química específica se basó en el principio de que la práctica de la química industrial por encima de su diversidad podría ser enseñada considerando un relativamente reducido número de operaciones comunes.
- En 1901, se publican íntegramente sus conferencias con el título de «Handbook of Chemical Engineering».
- Davies ofrece la primera definición de la profesión del ingeniero químico al identificarlo que debe poseer un conocimiento profundo de la química aplicada, pero su misión fundamental es la de adecuar, construir y mantener una serie de equipos para la realización de ciertas operaciones industriales.

Un conjunto de razones socio-históricas que escapan del objetivo de este trabajo hace que el centro de gravedad de la ingeniería química se desplace hacia los Estados Unidos.

(Wankat, 2009; Zumalacárregui & Hernández, 2011) constituyen las fuentes que para este trabajo proporcionaron una periodización del desarrollo de la carrera. Ellos recopilaron los datos reportados por estudios de diferentes autores, que se intentan resumir en los siguientes acontecimientos:

- En 1888, el químico Lewis Mills Norton organiza el primer curso de Ingeniería Química en el Departamento de Química del Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.), concediendo un interés especial a “**las operaciones mecánicas**”.
- En 1905 se crea el «School of Chemical Engineering Practice» en el MIT.

- En 1908 se funda el «American Institute of Chemical Engineers» (AIChE) con el objetivo de apoyar y facilitar la comunicación entre los ingenieros químicos.
- En 1923 Lewis y colaboradores del MIT publican «Principles of Chemical Engineering», ofreciendo por vez primera el tratamiento cuantitativo de las operaciones unitarias de los procesos de la Industria Química. La importancia de la introducción del concepto de operación unitaria fue fundamental en cuanto a la definición concreta del ámbito de actuación del ingeniero químico en la industria y motivó el rápido reconocimiento de la Ingeniería Química como disciplina independiente con una metodología propia.
- El período entre 1925 y 1935 se caracteriza por la generalización del empleo de los balances de masa y energía para estudiar las operaciones de los procesos químicos. Industrial Stoichiometry e Industrial Chemical Calculations son dos textos clásicos de este momento y sus títulos anuncian sus contenidos.
- La década que va desde 1935 hasta el final de la Segunda Guerra Mundial se caracteriza por la importancia que adquiere la Termodinámica aplicada y el Control de Procesos en la Ingeniería Química. En esta época aparecen los clásicos “Chemical Engineering Thermodynamics” y “Thermodynamics for Chemical Engineers”. El profesor de la Universidad de Kansas Robert H Perry publica el “Chemical Engineering Handbook”, cuya octava edición circula aún hoy en nuestras aulas.
- Entre 1945 y 1955 comienza el desarrollo de la cinética aplicada, cuyos progresos se resumen en “Chemical Engineering Kinetics”. En 1950 se publica “Unit Operations”, en el que se clasifican por primera vez las operaciones básicas en tratamiento de sólidos, transporte de fluidos, transferencia de masa y transferencia de energía.
- En 1957 se celebra en Ámsterdam un Congreso de Ingeniería Química que perfila el concepto de Ingeniería de las Reacciones Químicas. Se publican los libros “Reaction Kinetics for Chemical Engineers” (1959) y “Chemical Reactor Engineering” (1962).

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

- La década de los 60 trae un intenso desarrollo científico basado en los fenómenos de transporte. Se publica el libro “Transport Phenomena” (1960) que sienta definitivamente las bases de la moderna ciencia de la Ingeniería Química.
- La década de 1965 a 1975, es considerada como un período centrado en la interdisciplinariedad. Se desarrollan nuevas tecnologías en contacto con otras áreas de la ciencia y de la ingeniería como son las tecnologías de polímeros y plásticos, la bioingeniería y la tecnología de alimentos.
- A partir de los 80 se distinguen tanto el control como la simulación de procesos químicos, se fortalecen los fundamentos de las disciplinas del ejercicio de la profesión, se incluyen los cálculos computacionales, la moderna biología, cursos de economía y negocios, y suficientes electivas para permitir cierto grado de especialización.
- En 1991 el “Fourth World Congress of Chemical Engineering. Strategies for 2000” indicaba como áreas con mayor perspectiva de evolución para el fin de siglo (i) el desarrollo de modelos matemáticos adaptados a la potencia de los nuevos ordenadores, (ii) la modificación de procesos o productos basadas en consideraciones ambientales, (iii) el cambio en las estimaciones económicas de rentabilidad al considerar en el análisis no sólo el coste de fabricación sino el ciclo completo de vida del productos incluyendo su utilización o reciclado y (iv) la mejora de la intensidad energética de los procesos.

En resumen los principales factores de cambio en el currículo de la carrera deben estar dados por:

La aparición de nuevos materiales. Este tipo de productos, precisarán de métodos de síntesis capaces de controlar con gran exactitud su composición y estructura con el reto consiguiente para los ingenieros de diseño de procesos.

La mejora de la intensidad energética de los procesos. Para responder a este desafío es clave la innovación en el diseño de procesos, el control y las operaciones de fabricación.

La preocupación de la sociedad hacia los impactos ambientales de la actividad humana en general y de la industria química en particular. Esta es la principal presión de cambio

que está recibiendo la ciencia y la ingeniería y los ingenieros químicos están en una situación privilegiada para materializar esta exigencia social.

La demanda de una sinergia disciplinar relacionada con las investigaciones “a ciclo completo” promovida principalmente en los campos de la salud, la alimentación, la conservación del medio y la utilización y reutilización de recursos limitados.

1.3.2. El desarrollo de la carrera de Ingeniería Química en Cuba.

No ha sido posible disponer de un texto monográfico sobre este problema, ni siquiera comparar el correlato de varios autores. Los hechos que resultan de interés son aportados por las autoras ya referidas del “Instituto Politécnico José Antonio Echeverría” (IPSJAE) (**Zumalacárregui & Hernández, 2011**). Sólo un párrafo le dedican estas investigadoras a la historia de la carrera en su etapa fundacional pre-revolucionaria y luego se centran en el desarrollo de la Ingeniería Química en el IPSJAE que para orgullo de todos es desde 2004 una carrera acreditada de excelencia. La segunda fuente, esencial en el análisis de los cambios experimentados en los planes de estudio de la carrera, es el DCPE (Viera, 2006). Los datos sobre las revistas que promueven la divulgación de los resultados de investigación en áreas vinculadas a la Ingeniería Química son el resultado de las pesquisas de los autores.

De cualquier modo se destacan como impulsos en la formación de los ingenieros químicos cubanos:

Los estudios de Ingeniería Química se inician en 1947, fecha en que abre sus puertas la insigne Universidad de Oriente. Acontece este hecho cuando la Industria Química insertada en el entorno socioeconómico del siglo XX experimenta un momento de expansión, y los llamados complejos petroquímicos impulsan una revolución de nuevos procesos y productos.

La Universidad Central “Marta Abreu”, en el centro del país, funda en 1956 la carrera de Química que comparte un tronco común con la carrera de Ciencias Químicas en las asignaturas de formación básica, para, a partir del tercer año, iniciar la impartición de las del ejercicio de la profesión. Por entonces se habían sentado definitivamente las bases de la moderna ciencia de la Ingeniería Química.

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

En 1961 se iniciaban los estudios de Ingeniería Química en la Universidad de La Habana y en 1964 se inaugura la sede de la nueva Facultad de Tecnología en la Ciudad Universitaria José Antonio Echeverría” (CUJAE). Siguiendo las tendencias mundiales, a la carrera de Ingeniería Química se le sumó la de Ingeniería Bioquímica, ambas a partir de un tronco común.

En 1973 aparece el primer número de “Centro Azúcar”, la Revista trimestral de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas que publica artículos científicos relacionados con la tecnología, cultivo de la caña, maquinaria, energética, organización y gestión de las producciones azucareras y sus derivados. En su versión digital actual el alcance se amplía hacia temas relacionados con el medio ambiente y secciones extendidas hacia energías renovables, petróleo y petroquímica. La revista es arbitrada por especialistas de gran experiencia y prestigio.

En 1978 se funda la Sociedad Cubana de Química (SCQ), que agrupa en su seno a ingenieros y licenciados de esta disciplina. Sus congresos internacionales se han convertido en el escenario por excelencia para el intercambio científico y pedagógico de químicos, ingenieros químicos, bioquímicos y profesores de Química, con una significativa participación de colegas de otros países.

En 1980, se funda la revista científica “Tecnología Química”, publicación cuatrimestral arbitrada y editada por la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Oriente. Se publican estudios inéditos sobre temas de Ingeniería Química e Ingeniería de Alimentos, relacionados con el estudio de tecnologías, procesos y aparatos, temas sobre la enseñanza de la Ingeniería Química, Informática aplicada, Proyectos de equipos químicos y biotecnológicos, ingeniería de los materiales, economía de la industria química, controles de procesos y otros problemas relacionados con la profesión.

En 1985 es creada “La Revista Cubana de Química”, publicación del MES, coauspiciada por la SCQ y editada por la Universidad de Oriente. Publica trabajos tanto de las ciencias químicas como de la ingeniería química e investigaciones en el campo de la enseñanza de estas materias.

A las tres Universidades de mayor tradición en Cuba, en el periodo postrevolucionario se suman las Universidades de Camagüey y Matanzas como centros en los que se desarrolla

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

la carrera de Ingeniería Química. La más joven carrera del país se funda en 2009 en nuestra Universidad de Cienfuegos.

El Documento Central de Plan de Estudios (Viera, 2006) incluye un análisis de las características principales de los Planes de Estudio que abarcan las generaciones que precedieron a la actual cuarta versión. Es en estas dos fuentes que se centra el resumen de esta periodización tratando de destacar sus cambios esenciales:

1. Los Planes A aparecen como resultado de la fundación en 1976 del Ministerio de Educación Superior y sus estructuras centralizadas le confieren “una explicable rigidez”. Se pretende unificar en el país los Planes de Estudio de todas las Universidades. La centralización se refleja también en las normativas para el trabajo metodológico que a pesar de encontrar en el profesorado de la época un inicial rechazo potenciaron la preparación didáctica de las asignaturas (Comunicación personal, profesor consultante Rolando Delgado). El peso predominante de la pedagogía tradicional y la formación pedagógica espontánea de la mayoría del claustro de la época hacen comprender que la relación entre teoría y práctica favoreciera a la primera. Al rol del profesor y de la enseñanza se le confería la importancia máxima y se minimizaba relativamente la actividad práctica del alumno, su actividad independiente de aprendizaje. Consecuentemente, el balance armónico entre conocimientos adquiridos y habilidades desarrolladas se inclinaba hacia los conocimientos.
2. A esta concepción corresponde la imposición de una carga lectiva presencial alta que dificultaba también la actividad independiente del alumno. En particular (**Zumalacárregui & Hernández, 2011**) destaca la estructura de Facultades para atender las carreras con perfiles diferentes: Tecnología de los Procesos Químicos, Tecnología de los Procesos Alimentarios y Tecnología de las Producciones Azucareras. No se aclara si existía un tronco común o cómo se estructuraban estas carreras.
3. Los Planes de Estudio B implantados en el curso 82 - 83 se asientan en las concepciones didácticas desarrolladas en este período por el directivo del Departamento de Trabajo Metodológico del MES Licenciado en Física Carlos

- Álvarez de Zayas, y recopiladas inicialmente en su Tesis de Doctor en Ciencias (1989).
4. La derivación gradual de los objetivos, como categoría rectora, a lo largo de los diferentes niveles de sistematicidad de la carrera desde la disciplina, asignatura, tema y clase.
 5. La relación teoría-práctica se desplaza hacia la práctica pero continúa la teoría siendo favorecida.
 6. Se especifica que se observa un Incremento en el número de asignaturas comunes entre las especialidades del perfil, sin hacer mención a la estructura de especialidades vigentes.
 7. En esta época se reporta la integración en la CUJAE de las Facultades definidas en el epígrafe anterior y finalmente las tres carreras, mayoritariamente coincidentes, se funden en la carrera de Ingeniería Química para dar respuesta a las industrias químicas, alimentarias, azucareras y biotecnológicas.
 8. En el curso 1990-1991, se comienza a implementar el Plan C ya con un enfoque diferente, sobre la base del concepto de perfil amplio de la carrera y del egresado. Entre las características destacadas en el Plan de Estudios se aprecia:
 9. Un cambio conceptual en el sistema de evaluación que pone el peso específico en la evaluación sistemática y su integración cualitativa y no en los exámenes finales lo que se refleja en la reducción drástica del número de tales exámenes (13 en toda la carrera)
 10. La carga docente estudiantil se ve reducida como resultado de investigaciones (Iglesias M., 1988) y la propia opinión de los estudiantes en el Congreso de la FEU, definiéndose una carga estudiantil no mayor de 54 horas de trabajo total por semana.
 11. Se incluyen en el Plan de Estudios a tenor con la tendencia internacional las asignaturas facultativas y opcionales sin que se aclare las orientaciones específicas que siguieron estas asignaturas en la Carrera.
 12. Según (**Horruitiner, 2006**) ya en este Plan C la elevada preparación del claustro permitió “una mayor integración del estudio con el trabajo, una mejor articulación del trabajo científico estudiantil y una relación más equilibrada entre

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

los aspectos de carácter centralizado y los que quedaban en manos de las universidades para su decisión” (p.65).

Las características del Plan D aparecen detalladas en el DCPE y sólo se van a destacar determinadas regularidades generales y sobre todo en lo referente a la disciplina OPU y las sugerencias sobre el Currículo propio y optativo electivo.

La tabla 1.3.1 recoge en cifras tanto el Plan de Estudio del Currículo Base como del Propio y del Optativo Electivo. Los indicadores ayudan a revelar la importancia concedida a la formación básica en el currículo base, así como a la trascendencia que se le otorga a la Práctica Laboral - Investigativa y al rol de eje central de la carrera atribuido a la asignatura de Ingeniería de Proceso. Los datos que aparecen demuestran en cifras la significativa parte del PE dado al CP.

Tabla 1.3.1 PLAN DE ESTUDIOS INGENIERÍA QUÍMICA CNC

DISCIPLINAS	TOTAL HORAS	DE %
Formación Básica	1776	38 (30)
Ingeniería	1246	27 (21)
Ingeniería de Procesos (Práctica Laboral-Inv)	808	17 (14)
Trabajo de Grado	840	18 (15)
Subtotal Currículo Base	4670	100
Propias	531	9
Optativas-Electivas	641	11
Total	5842	

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

Una comparación discreta de este Plan de Estudios con el de la Universidad de Granada, homologado en el marco de la convergencia europea a través de los llamados créditos europeos estándar (ETCS) mostrado en la Tabla 1.3.2, pone de manifiesto la superioridad en materia de formación desde la práctica y del vínculo Universidad-Sector Productivo que se logra en nuestra Universidad por orientación indicativa del Estado Cubano. El área del llamado currículo propio no se advierte en este Plan de Estudios y en las optativas se advierte una diferencia dada por el número de asignaturas ofertadas con respecto a las que deben superar que es numéricamente mayor en la Universidad de Granada. Aunque las cifras no siempre atrapan la cualidad, la ponderación cuantitativa ofrecida para el trabajo de grado hace pensar que su alcance debe ser necesariamente de menores exigencias.

Tabla 1.3.2 PLAN DE ESTUDIOS ING. QUÍM. DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

	ETCS	%
Básicas	72	30
Ingeniería	120	50
Optativas a cursar	36	15
Optativas ofertadas	72	
Prácticas Empresas		
Trabajo Fin de Carrera	12	5
Total créditos a cursar	240	

La tabla 1.3.3 demuestra la ponderación cuantitativa que orienta o sugiere la CNC, acerca de las disciplinas del ciclo de formación profesional. Cuando se analizan las disciplinas, sin tener en cuenta la Disciplina Integradora IP que como ya fue destacado se encarga principalmente de la vinculación del desarrollo curricular de la carrera con el sector productivo y su pertinencia académica y social, la disciplina de OPU encabeza tanto el

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

peso específico del currículo base (40.9%) como el propio y observa un equilibrio con la importante disciplina de Análisis de Procesos. De nuevo queda clara la orientación de la carrera hacia la práctica profesional en el entorno productivo.

Tabla 1.3.3 Currículo Base - Propio y Optativo del PE del CNC

Disciplina	Base Hrs %	Propio Hrs %	Optativo Hrs %
Análisis de Procesos	242 20.4	78 26	68 11
Principios de Ingeniería Química	188 15.8		
Ingeniería de los Materiales	128 10.8		
Operaciones y Procesos Unitarios	484 40.9	90 30	69 11
Fundamentos de Automatización	142 11.9		
Subtotal	1184 41		
Ingeniería de Procesos	1710 59	135 44	504 78
Total	2884	303	641

El último análisis que resulta de interés hacer al examinar el currículo optativo electivo de la carrera es, al menos, por los títulos deducir la intención instructiva y disciplinaria de la oferta de otra Universidad del contexto español, que conviene insistir es cómo echar una ojeada al panorama universitario europeo. La tabla 1.3.4 relaciona las asignaturas optativas de lo que llaman dos itinerarios curriculares que deben entenderse como perfiles

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

terminales de la carrera en función de ofertar una posible orientación hacia el mercado del trabajo o a las motivaciones profesionales (Universidad Rey Juan Carlos, 2015).

Tabla 1.3.4 ASIGNATURAS OPTATIVAS DE 5° CURSO

Itinerario A: Petróleo y Energética

1° Cuatrimestre	CRÉDITOS
Petroleoquímica	6,0
Recursos Energéticos	6,0
Gestión Energética en la Industria	4,5
Gestión de la Calidad	4,5
2° Cuatrimestre	
Ingeniería de Polímeros	6,0
Tecnología del Petróleo	6,0
Catálisis y Reacciones Heterogéneas	6,0
Análisis de Riesgos y Legislación	4,5
Dirección y Organización de Empresas	6,0
Prácticas en Empresas	6,0
Itinerario B: Ingeniería Medioambiental	
1° Cuatrimestre	CRÉDITOS
Tratamiento de Aguas Residuales	6,0
Gestión de Residuos Industriales	6,0
Contaminación Atmosférica	6,0
Gestión de la Calidad	4,5
2° Cuatrimestre	
Evaluación del Impacto Ambiental	4,5
Análisis Ambiental	6,0

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

Catálisis y Reacciones Heterogéneas	6,0
Análisis de Riesgos y Legislación	4,5
Dirección y Organización de Empresas	6,0
Prácticas en Empresas	6,0

Tabla 1.3.5.	
Asignaturas del Currículo Propio y del Optativo Electivo sugerido por la CNC	
Asignatura	Sistema de Conocimientos
Propia	Problemas ambientales relacionados con la contaminación atmosférica por diversas fuentes y sus consecuencias. Su control y tratamiento. Manejo y tratamiento de desechos tóxicos y peligrosos. Sistemas de separación de disoluciones, partículas e iones mediante procesos de membranas. Operaciones de Extracción.
Optativa A	Clasificación hidráulica de tamaños de partículas. Fundamentos. Tipos de clasificadores: espiral, rastrillo y de taza. Variables de operación y sus influencias sobre estas operaciones. Cálculo de la capacidad de estos equipos. Clasificación de partículas y separación sólido – líquido en régimen centrífugo. Fundamentos. Hidrociclones: aplicaciones, construcción y principio de funcionamiento; variables controlantes. Centrífugas: características generales, variables de operación, selección y cálculo de centrífugas sedimentadoras y filtrantes. Características esenciales de los procesos de condensación de vapores mezclados con gases incondensables. Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor y de otros parámetros típicos.

	<p>Selección y cálculo térmico e hidráulico del condensador para separar estas mezclas.</p> <p>Características generales de las operaciones de adsorción e intercambio iónico. Aplicaciones. Método del punto de ruptura y de la curva de salida para el cálculo de adsorbedores e intercambiadores iónicos de lecho fijo. Efecto de las variables de operación sobre las dimensiones y el comportamiento de los equipos.</p>
Optativa Electiva B	<p>Sistemas especiales en procesos de absorción. Absorción con reacción química. Arreglos de operación de adsorbedores con flujos en serie y en paralelo. Arreglos con recirculación y otros. Recipientes encamisados con y sin agitación para el calentamiento o enfriamiento de líquidos. Generalidades, características constructivas, cálculo y evaluaciones de éstos.</p>

Tabla 1.3.6 PROGRAMA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA. UNIVERSIDAD RJC. Asignatura: Optativa. N° de créditos: 6 (4,5 teóricos + 1,5 prácticos). Ciclo/Curso: 2 /5.

BLOQUE I. ASPECTOS GENERALES. MODELIZACION

BLOQUE II. ANALISIS Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Medida de la contaminación atmosférica. Caracterización y muestreo. Emisión e inmisión. Análisis y medidas de contaminantes. Vigilancia y control de la calidad del aire.

BLOQUE III. TECNICAS DE ELIMINACION DE PARTICULAS

Cámaras de sedimentación. Introducción. Tipos de equipos. Diseño. Aplicaciones.

Colectores de inercia y ciclones. Introducción. Colectores por inercia.

Colectores de baja pérdida. Ciclones. Determinación de la eficacia. Aplicaciones.

Precipitadores electrostáticos. Introducción. Tipos de equipos. Aplicaciones.

Filtros. Introducción. Tipos de equipos. Filtros de mangas. Aplicaciones

Lavadores y absorbedores. Introducción. Tipos de equipos para la eliminación de partículas.

Aplicaciones.

BLOQUE IV. TECNICAS DE RECUPERACION Y ELIMINACION DE COV Y COMPUESTOS INORGANICOS

Separación por membranas. Introducción. Tipos de equipos. Aplicaciones. Límites de aplicación.

Condensación. Con líquidos refrigerantes, criogénica. Condiciones de aplicación.

Procesos de adsorción. En lecho fijo. En lecho fluidizado. En lechos móviles. Tipos de adsorbentes. Ventajas e inconvenientes.

Procesos de absorción. Equipos: torres de pulverización, lavadores de choque, torres de relleno, torres de platos. Instalaciones. Ventajas e inconvenientes. Límites de aplicación de cada equipo.

Biofiltración. Biofiltros abiertos y cerrados. Límites de aplicación. Ventajas e inconvenientes.

Biolavado. Técnicas utilizadas. Aplicabilidad. Ventajas e inconvenientes,

Sistemas de combustión. Introducción. Tipos de equipos. Aplicaciones

BLOQUE V. TECNICAS DE RECUPERACION Y ELIMINACION DE CONTAMINANTES GASEOSOS EN GASES AGOTADOS

Desulfuración por inyección de adsorbentes. Métodos secos, semisecos y húmedos. Tipos de adsorbentes. Operación en planta. Límites de aplicación. Ventajas e inconvenientes. Eliminación de NO_x. Métodos de reducción catalítica selectiva y no selectiva. Otros métodos. Ventajas e inconvenientes de cada proceso.

1.4. Condiciones para la Elaboración del Currículum.

El diseño del currículum para que se constituya en un proceso racional y cuyos alcances sean congruentes con los planteamientos de la reforma curricular, requiere tener presente las siguientes condiciones mínimas:

a). Capacidad y Disposición para el Trabajo Participativo.

El proceso de diseño del currículum tiene que ser el producto de la toma de decisiones colectivas e intencionadas. Las propuestas de currículos están destinadas al fracaso si los encargados de su concreción no participan. Es imprescindible entonces la organización de equipos de trabajo dispuestos a sostener un esfuerzo importante de reflexión, discusión y concreción de propuestas (Sánchez & Navarro, 2009).

b). Formación Disciplinaria y Pedagógica.

Dado que los procedimientos y técnicas para el diseño del currículo deben ser formulados por los equipos responsables del trabajo, es importante reunir un mínimo de formación en aspectos pedagógicos y disciplinarios. Los primeros son necesarios para la fundamentación de la estructura del currículo, y los segundos para organizar (por disciplinas), secuenciar (por núcleos) y dosificar (por materias y/o asignaturas) los conocimientos y contenidos. Para validar las propuestas generadas, es necesario asegurar la inclusión de conocimientos y opiniones de expertos (Sánchez & Navarro, 2009).

c). Carácter Sistemático y Continuo.

En el sentido que se garantice el trabajo sostenido. Cada participante deberá aportar sus conocimientos en estos procesos (Sánchez & Navarro, 2009).

d). Visión Amplia y Prospectiva.

Es necesario que en el diseño del currículo se discutan los objetos de trabajo de las distintas prácticas profesionales, mirando hacia el futuro, y partiendo de la realidad del entorno regional y nacional. Es aquí en donde la información recopilada en la etapa de elaboración del perfil tiene importantes aportes que hacer (Sánchez & Navarro, 2009).

Por otra parte, ha de tenerse presente que el diseño del currículum ha de tener su definición en las siguientes bases (Sánchez & Navarro, 2009):

- los avances de las disciplinas científicas, tecnológicas y humanísticas.
- los perfiles y necesidades profesionales actuales y emergentes, en el marco del desarrollo social, económico, cultural, científico y tecnológico.
- los fines y principios de la universidad.

1.5. Generalidades del Proceso de Formación del Profesional

La formación de los profesionales de nivel superior es el proceso que, de modo consciente y sobre bases científicas, se desarrolla en las instituciones de educación superior para garantizar la preparación integral de los estudiantes universitarios, que se concreta en una sólida formación científico técnica, humanística y de altos valores ideológicos, políticos, éticos y estéticos, con el fin de lograr profesionales revolucionarios, cultos, competentes, independientes y creadores, para que puedan desempeñarse exitosamente en los diversos sectores de la economía y de la sociedad en general (**"Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior ,"** 2007).

La formación de los profesionales se desarrolla de forma curricular (el proceso docente educativo) y extracurricular. (**"Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ,"** 2007)

La investigación científica extracurricular y la extensión universitaria, así como la participación en tareas de alto impacto social, se integran a esta labor de formación, constituyendo elementos de vital importancia para la formación integral de los estudiantes.

El modelo de formación de la educación superior cubana es de perfil amplio y se sustenta en dos ideas rectoras fundamentales:

- La unidad entre la educación y la instrucción, que expresa la necesidad de educar al hombre a la vez que se instruye.
- El vínculo del estudio con el trabajo, que consiste en asegurar desde el currículo el dominio de los modos de actuación del profesional, en vínculo directo con su actividad profesional.

Este modelo presenta particularidades para cada modalidad de estudio.

El profesional de perfil amplio es aquel que posee una profunda formación básica que le permite resolver, con independencia y creatividad, los problemas más generales y frecuentes que se presentan en su objeto de trabajo.

Esta formación le servirá de base para la adquisición de nuevos conocimientos y le permitirá su adaptación a nuevas condiciones de su objeto de trabajo.

La vinculación del estudio con el trabajo expresa la necesidad de formar al estudiante en contacto directo con su profesión, bien a través de un vínculo laboral estable durante toda la carrera, o a partir de un modelo de formación desarrollado desde el trabajo.

1.6. Indicaciones complementarias a los presidentes de las comisiones nacionales de carrera de los CES del MES sobre el documento base para la elaboración de los planes de estudio “d”.

Como todos conocen, el Documento Base (DB) para la elaboración de los planes de estudio “D”, resume las bases conceptuales que sustentan el perfeccionamiento de los planes y programas de estudio, constituyendo la guía fundamental para la elaboración de los documentos rectores por parte de las comisiones nacionales de carreras (CNC).

Por la importancia y responsabilidad que tiene la labor que realizan estas comisiones y con el propósito de lograr un trabajo lo más uniforme posible, hemos considerado conveniente precisar más algunos de los aspectos medulares que están contenidos en el DB y que caracterizan a esta nueva generación de planes de estudio; así como brindar algunas indicaciones y sugerencias complementarias que ayuden a elevar la calidad del trabajo que tienen a su cargo (MES, 2004).

Sobre los perfiles terminales

- Es importante puntualizarle a las CNC que **los perfiles o salidas terminales** se diseñan a partir de los contenidos propios de los CES, atendiendo a necesidades nacionales o territoriales, y están dirigidos a aportarle al futuro egresado una preparación mayor en un campo o esfera de actuación de la profesión, pero **no constituyen especialidades**. Esta orientación ayudará a que el futuro egresado sea más eficiente en su etapa de adiestramiento laboral, si su ubicación se corresponde con ese perfil y que dicha preparación pueda continuar en la educación de postgrado.

Estos perfiles pueden ser definidos por la CNC en sus documentos rectores, o pueden ser propios de cada CES, de acuerdo con las demandas del encargo social del país o de cada uno de los territorios. **En este último caso, es recomendable que las CNC elaboren indicaciones metodológicas que propicien un mejor trabajo de los CES en esta dirección (MES, 2004).**

Sobre la determinación de los contenidos del plan de estudio (MES, 2004)

- La presencia de tres tipos de contenidos diferentes (estatales, propios y optativos-electivos) conduce a la posibilidad de que existan diferentes tipos de disciplinas:
 - Disciplinas en las que todas las asignaturas forman parte del tronco común.
 - Disciplinas en las que algunas asignaturas forman parte del tronco común, mientras que otras abarcan contenidos propios y/o optativos-electivos, que deciden los CES.
 - Disciplinas en las que todas sus asignaturas abarcan contenidos propios y/o optativos-electivos, por lo cual tanto el programa de la disciplina como los de las correspondientes asignaturas, son elaborados por los CES.
- En los casos comprendidos en las dos últimas plecas, es oportuno significar que esos contenidos pueden estar dirigidos a **particularizar más en algunos de los campos o esferas de actuación determinados en el currículo base o a incorporar otros que respondan a necesidades particulares del territorio.**
- Para facilitar el diseño de los contenidos propios y optativos-electivos por los CES, **es recomendable que las CNC elaboren indicaciones complementarias** relacionadas con su ubicación en el plan de estudios, su posible cuantía, así como otras que, en cada caso, se considere necesario.
- Se recomienda a las CNC que en la elaboración de los programas de las disciplinas pertenecientes al tronco común (cuyos contenidos lo decide la propia comisión), **participen activamente los CES homólogos**, incorporando a los colectivos que elaborarán cada programa a sus profesores de mayor experiencia científica y pedagógica.

- Se sugiere que **el diseño de cada programa de disciplina se defienda internamente ante la CNC**, como parte del proceso de diseño del plan de estudio, con vistas a asegurar que respondan a las nuevas características de este perfeccionamiento.

Sobre la actividad presencial de los estudiantes (MES, 2004)

- Las CNC deben realizar un **balance adecuado de las horas totales asignadas a las asignaturas de las diferentes disciplinas** correspondientes al tronco común, teniendo en cuenta el máximo de horas de clases por semana que se establece como norma para cada año académico y a su vez posibilitando la incorporación de posibles contenidos propios y/o optativos electivos por los diferentes CES.
- Las CNC deben hacer un **estudio detallado de la carga total de trabajo semanal de los estudiantes**, considerando las horas promedio que deben dedicar a las otras formas organizativas de la enseñanza, es decir, a la autopreparación, a las consultas, a la práctica laboral y al trabajo investigativo, de manera que se eviten sobrecargas innecesarias que afecten el cumplimiento de los objetivos generales establecidos en los programas de estudio. **Se recomienda elaborar indicaciones metodológicas a los CES** sobre este particular que contribuyan a una mejor organización del proceso de formación

1.7. Del Plan de Estudio

El plan de estudio es el documento fundamental de carácter estatal que establece la dirección general y el contenido principal de la preparación del profesional. Está integrado por: el Modelo del Profesional, el Plan del Proceso Docente y los Programas de Disciplina, definidos en los artículos 66, 67 y 68 del Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior.

El Modelo del Profesional es el documento principal del plan de estudio y comprende: ("**Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior.** ," 2007)

- Breve caracterización de la carrera que contenga una síntesis de su desarrollo histórico en el país, su objeto de trabajo, los modos de actuación, los principales campos de acción y esferas de actuación; así como las funciones del profesional.

➤ Los objetivos generales a lograr en la carrera.

El Modelo del Profesional es el mismo para la carrera, en ambas modalidades de estudio.

El Plan del Proceso Docente es el documento que ofrece una información general sobre el contenido fundamental de la carrera y su organización durante los años de estudio previstos.

Este documento contiene las disciplinas diseñadas y las asignaturas que la integran; precisando su tiempo total, y el correspondiente a las clases y a la actividad investigativo laboral; así como su distribución por año de estudio. Se fijan también los exámenes finales, los trabajos de curso y el tipo de evaluación de la culminación de los estudios.

El Plan del Proceso Docente tiene una estructura particular en cada modalidad de estudio. (**"Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ," 2007**)

El Programa de la Disciplina es el documento que refleja las características más importantes de la misma, y constituye la descripción sistemática y jerárquica de los objetivos generales a lograr y de los contenidos esenciales a asimilar. Debe contener: (**"Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ," 2007**)

1. Datos preliminares y fundamentación de la disciplina.
2. Objetivos generales.
3. Contenidos:
 - Conocimientos esenciales a adquirir;
 - Habilidades principales a formar;
 - Valores fundamentales a los que tributa.
4. Indicaciones metodológicas generales para su organización.
5. Bibliografía.

El plan de estudio se elabora para cada carrera en correspondencia con las necesidades sociales existentes en el país, los avances científicos y tecnológicos de la época actual y las particularidades de la profesión en cuestión. (**"Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ," 2007**)

El plan de estudio se estructura con un enfoque en sistema. La carrera se organiza horizontalmente en años académicos y verticalmente en disciplinas y estas, a su vez, en asignaturas. Los años se organizan en períodos lectivos, en cada uno de los cuales se planifica un grupo de asignaturas, permitiendo así dosificar los contenidos. ("Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ," 2007)

Para culminar la carrera, el estudiante deberá aprobar todas las asignaturas del plan, así como trabajos o proyectos de curso previstos y no asociados a asignaturas. En todos los casos se realizará un ejercicio de culminación de los estudios, de acuerdo con lo establecido para cada plan de estudio. ("Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. ," 2007)

1.7.1. Características del plan de estudio “D”

Una de las principales tareas de la educación superior cubana es el perfeccionamiento continuo de los planes de estudio, demostrando así la forma en que las universidades han comprendido la pertinencia de la educación superior, que ha adquirido nuevas y urgentes dimensiones en la actualidad.

Desde el año 1976 hasta la fecha, se han aplicado tres generaciones de planes de estudio, en el afán de formar las nuevas generaciones de profesionales en el continuo proceso de adecuación a las demandas de la realidad cubana, sin desconocer las principales tendencias presentes en otros países.

En el año 2003, la situación existente convocó a realizar transformaciones cualitativas en los planes de estudios vigentes, fundamentadas principalmente por los cambios económicos y sociales experimentados en el país, en respuesta a las condiciones del contexto internacional, y muy especial, al inicio de una etapa cualitativamente superior de la universalización de la educación superior.

A esto se unió la necesidad de nuevos cambios en la formación de los profesionales, como consecuencia del desarrollo vertiginoso de la ciencia y la tecnología, avizorado a partir del proceso de mejora continua a que estuvieron sometidos los planes “C” perfeccionados vigentes hasta entonces.

Todas estas transformaciones cualitativas dieron lugar a una nueva generación de planes de estudio: **los planes “D”**. El diseño de estos planes está concebido para lograr la **formación de un profesional de perfil amplio**, es decir, un profesional dotado de una profunda formación básica; capaz de resolver, en el eslabón de base de su profesión, los problemas más generales y frecuentes que se presentan en las diferentes esferas de su actividad profesional.

Dicho profesional deberá continuar superándose a través de las distintas formas de educación de posgrado que hoy existen en nuestro país, para mantenerse actualizado en su actividad laboral y, en los casos necesarios, para garantizar su recalificación y reorientación profesional.

Los documentos rectores que caracterizan el plan de estudio y que son elaborados centralmente por las Comisiones Nacionales de Carreras son:

- El modelo del profesional.
- El plan del proceso docente.
- Los programas de las disciplinas.

El modelo del profesional contiene la caracterización de la profesión y el sistema de objetivos generales de la carrera que debe cumplir el futuro egresado en su proceso de formación.

En la caracterización se precisa el objeto de la profesión, que comprende tanto el objeto de trabajo, que es la parte de la realidad donde se manifiestan los problemas; como los modos de actuación, es decir, la manera en que el egresado resuelve los problemas. También aparecen determinados los campos de acción, que constituyen los fundamentos teóricos de dicha profesión y que se concretan en las actividades propias de la profesión denominadas esferas de actuación.

El sistema de objetivos generales de la carrera representa, en un lenguaje pedagógico, la imagen del profesional que se desea formar, precisándose en dichos objetivos los sentimientos, las convicciones, las capacidades y las habilidades profesionales que debe poseer el egresado para contribuir, de manera responsable y eficiente, al desarrollo sostenible del país.

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

El plan del proceso docente es el documento que ofrece una información general sobre el total de horas, el contenido de la carrera y su organización durante los años de estudio previstos. Este plan se estructura en tres espacios curriculares: el currículo base, el propio y el optativo/electivo, que le ofrece una mayor flexibilidad con respecto a los planes de estudio anteriores.

- El currículo base, de carácter estatal y determinado centralmente por la Comisión Nacional de cada carrera, que deberá asegurar el enfoque estratégico de la misma, y en consecuencia, el dominio esencial de los modos de actuar del profesional.
- El currículo propio determinado por cada centro, que incluye contenidos de carácter obligatorio para todos los estudiantes de la carrera en dicho centro, dirigidos a satisfacer necesidades específicas del desarrollo regional. Este currículo abre un espacio complementario en los centros de educación superior de carácter más táctico, que pueden ser perfeccionados continuamente.
- El currículo optativo/electivo es el espacio con que cuentan los estudiantes para decidir individualmente cómo completar su formación a partir de las propuestas realizadas por el centro, con lo cual se da respuesta también a legítimos intereses de desarrollo personal.

El plan de estudio se organiza por disciplinas, definidas como agrupaciones sistémicas de contenidos de una o varias ramas del saber que, con un criterio lógico y pedagógico, se establecen para asegurar el cumplimiento del modelo del profesional. Cada disciplina se estructura en subsistemas denominados asignaturas.

El proceso de elaboración y aprobación de los planes D de las carreras que se desarrollan en las universidades adscritas al MES, culminó con una defensa pública ante un tribunal conformado por profesionales de los organismos y organizaciones más afines a cada carrera, y con la oponencia de uno o dos expertos, también de la producción o los servicios, según el caso (MES, 2003a).

Estos planes de estudio, a la vez que incorporan nuevos elementos relacionados con las transformaciones que se requieren atender en este perfeccionamiento, deben ser expresión de la continuidad del proceso de perfeccionamiento de la educación superior,

que se manifiesta desde el surgimiento del MES en el año 1976, y que partió de lo alcanzado por la Reforma Universitaria (MES, 2003b).

1. Logros de la educación superior cubana que deben preservarse, dada su vigencia

En primer lugar nuestro actual modelo de Universidad Científica, Tecnológica y Humanista, dirigida a preservar, desarrollar y promover la cultura de la humanidad.

Unido a lo anterior, y ya en el plano de los conceptos pedagógicos que sustentan nuestro modelo de formación, deben ser preservados como importantes conquistas de nuestra educación superior:

- El Modelo Pedagógico de Perfil amplio, basado fundamentalmente en la necesidad de una formación básica profunda que le permita al profesional resolver los principales problemas que se presenten en las diferentes esferas de su actuación profesional.
- Los principios fundamentales que sustentan este modelo, que son:
 - La prioridad de los aspectos de carácter educativo en el proceso de formación, en estrecha e indisoluble unidad con los instructivos.
 - El vínculo entre el estudio y el trabajo, en sus diferentes modalidades posibles.

Como tercer aspecto a tener en cuenta, relacionado con nuestras concepciones curriculares, se tiene:

- La unidad dialéctica entre los aspectos de carácter esencial, o invariantes, que por su relativa estabilidad se centralizan garantizando el logro de los principales propósitos trazados; y aquellos que por tener un carácter más dinámico o cambiante se descentralizan, quedando en manos de cada CES.
- Las tradiciones de trabajo colectivo de nuestros profesores, que se concretan en el trabajo metodológico que tiene lugar en los diferentes niveles de sistematicidad de la carrera, como vía fundamental para el perfeccionamiento continuo del proceso de formación.
- El enfoque en sistema del proceso de formación, en el cual los objetivos y los contenidos esenciales se estructuran verticalmente en disciplinas, y horizontalmente en años académicos, lo que hace que ambos subsistemas sean

objeto del diseño curricular, tanto a nivel de Comisiones Nacionales de Carrera como a nivel de cada CES.

Al igual que ocurrió con los Planes C, estos nuevos planes deben ser validados en actos de defensa pública, ante los principales OACE e instituciones de la sociedad vinculados a cada carrera, previo a su aprobación definitiva por el Ministro de Educación Superior y que actualmente certifican el nivel de “carrera autorizada” en nuestro sistema de Evaluación y Acreditación de Carreras Universitarias vigente (MES, 2003b)

1.8. Documentos Principales

1. Documentos de carácter estatal o rectores

Los documentos estatales que caracterizan el Plan de Estudio y que son elaborados centralmente por las CNC son los siguientes:

- El Modelo del Profesional
- El Plan del Proceso Docente
- Los Programas de las Disciplinas

Además de estos tres documentos, las CNC elaborarán también **Indicaciones Metodológicas y de Organización**, en las que se precisen otros aspectos que contribuyan a su mejor interpretación y ejecución por los CES homólogos.

1.8.1. El Modelo del Profesional

El Modelo del Profesional es el documento principal del plan de estudio. Ha de contener una breve caracterización de la carrera, donde se haga una pequeña reseña histórica de su desarrollo en el país, se precise su objeto de trabajo y se caractericen brevemente las principales esferas de actuación profesional, así como los campos de acción fundamentales.

Igualmente deberá contener los objetivos generales educativos e instructivos a lograr en la carrera, formulados de modo que queden explícitas tanto las habilidades profesionales básicas a lograr, como los valores fundamentales que caracterizan a ese profesional. La formulación, por separado o de modo integrado, de estos dos tipos de objetivos será decisión de cada CNC.

1.8.2. El Plan del Proceso Docente

El Plan del Proceso Docente refleja el contenido fundamental de la carrera y su organización durante los años de estudio previstos. Debe contener todas las disciplinas que han sido diseñadas centralmente por las CNC (currículo base); su tiempo total, y el correspondiente a las clases y a la actividad investigativo-laboral; su distribución por año de estudio; los trabajos de curso; los exámenes finales; y las formas de culminación de los estudios.

Las CNC presentarán el Plan del Proceso Docente desglosando cada disciplina en asignaturas, para brindar una mayor información a los CES homólogos. Esta estructuración por asignaturas será asumida como una sugerencia de la CNC, que puede ser aceptada o modificada por los CES homólogos en dependencia de las condiciones específicas en que dicha disciplina se desarrolla.

1.8.3. Los Programas de las Disciplinas

El programa de cada disciplina es el documento que refleja las características más importantes de la misma, y constituye la descripción sistemática y jerárquica de los objetivos generales a lograr y de los contenidos esenciales a asimilar. Debe contener los elementos siguientes:

- Datos preliminares y fundamentación de la disciplina
- Objetivos Generales –educativos e instructivos- de la disciplina. Igualmente, en este caso su formulación por separado o integrados será decisión de cada CNC.
- Contenidos básicos de la disciplina:
 - Conocimientos esenciales a adquirir
 - Habilidades principales a dominar
 - Valores fundamentales de la carrera a los que tributa
- Indicaciones metodológicas generales para su organización, de modo que los CES homólogos, a partir de estas, puedan elaborar los programas de cada una de las asignaturas.

Capítulo I: Marco teórico de la investigación

De considerarlo adecuado, las CNC podrán incorporar, además, los programas de cada una de las asignaturas de la disciplina que, como sugerencia, podrá ser aceptada o modificada por cada CES homólogo.

Conclusiones Parciales

La educación superior cubana se caracteriza por su alta capacidad de convocatoria. Ello ha permitido, entre otras cosas, que los aspectos esenciales de los currículos estudiados en cada carrera sean comunes a todas las universidades donde se imparten, en un esfuerzo de integración que incorpora además, como garantía de su idoneidad, a toda la sociedad al análisis, discusión y aprobación de cada uno de esos planes de estudio (**Horrutiner, 2007a**)

La vinculación del estudio con el trabajo constituye la segunda idea rectora de la educación superior cubana. Ella expresa la necesidad de formar al estudiante en contacto directo con su profesión, bien a través de un vínculo laboral estable durante toda la carrera, o a partir de un modelo de formación desarrollado desde el trabajo (**Horrutiner, 2007b**).

CAPÍTULO II

CAPITULO 2: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPITULO 2: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se presenta la caracterización de la carrera de Ingeniería Química en Cienfuegos y se muestra la metodología para la elaboración de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/ electivo para la disciplina OPU.

2.1. Caracterización de la carrera de Ingeniería Química en Cienfuegos.

La carrera de Ingeniería Química en la Modalidad Presencial, del Plan de Estudio D abrió sus puertas en la Universidad de Cienfuegos en el curso académico 2009/2010, a 30 años de la fundación del núcleo de la actual Universidad, el Instituto Superior Técnico de Cienfuegos.

La apertura de la carrera contó como principales elementos de fundamentación:

- La provincia experimentaba una notable reactivación de su sector industrial que se convertía en el peso principal de la economía local.
- Entre los principales exponentes de su parque industrial y de la actividad vital de la provincia se encontraban ámbitos identificados por el Plan de Estudios de la Carrera como propios del Ingeniero Químico, entre los cuales merece destacarse:
 - * La industria de la refinación del petróleo.
 - * Producción de cemento y diferentes materiales de la construcción.
 - * La industria alimentaria.
 - * La esfera del turismo.
 - * La industria azucarera y sus derivados.
 - * Producción de bebidas y licores.
 - * Sistemas termo energéticos y de refrigeración.
 - * Centrales termoeléctricas.
 - * Las ramas acuicultura y camaronicultura.
 - * Elaboración y conservación de productos de origen biológico.
 - * Tratamiento de agua y de efluentes.
 - * Centros de educación superior y otros.
 - * Centros de investigación.
 - * La esfera de la dirección política.

- La bahía cienfueguera representa un importante Complejo Portuario de la costa sur del país. Su actividad y excelencias naturales da aliento adicional al desarrollo ulterior de toda inversión en la esfera productiva y turística.
- La reactivación de la Refinería de Petróleo de Cienfuegos, constituyó uno de los proyectos más importantes del ALBA y se convirtió en punto clave para la refinación de los hidrocarburos necesarios en la cuenca del Caribe. La concreción de los planes de ampliación en estos años han convertido a la Planta de Refinación en un modelo de procesos y operaciones unitarios relevantes y actuales de la Industria Química
- Todo el conjunto de inversiones previsto en el plan prospectivo de la economía de la provincia apuntaba a una necesidad creciente de ingenieros químicos de perfil amplio como se define en el Modelo del Profesional de la Carrera.
- La existencia en la provincia, de un grupo importante de ingenieros químicos con un elevado nivel de experiencia en la Ingeniería y el Análisis de Procesos que habían participado en el diseño y luego reconversión de importantes emplazamientos químicos como la Industria de Fertilizantes, la Planta de Plásticos y la Papelera de Damují. Estos competentes profesionales de la Ingeniería Química y otros podían actuar como profesores adjuntos de las disciplinas claves en el tercer nivel de formación, el nivel de formación profesional de la carrera.
- El análisis curricular conducido por un grupo de expertos demostraba que:
 - * En las Facultades de la Universidad de Cienfuegos, y principalmente en el Departamento de Ingeniería Mecánica -acreditado por la JAN de excelencia- se encontraba un grupo de profesores, Doctores en Ciencias, con reconocida experiencia para el desarrollo de las asignaturas de las disciplinas de Ingeniería de los Materiales y Fundamentos de Automatización.
 - * El Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), centro de referencia en materia energética al nivel nacional, cuenta potencialmente con el claustro capaz de desarrollar con la necesaria pertinencia las asignaturas relacionadas con la disciplina de Principios de la Ingeniería Química y parte de las asignaturas de la disciplina de Operaciones y Procesos Unitarios.

Capítulo II: Metodología de la Investigación

- * Los Departamentos de las llamadas Ciencias Básicas de la Universidad de Cienfuegos posee el personal docente idóneo para impartir las 25 asignaturas del primer nivel de formación de la carrera, que abarca los dos primeros años de la carrera, y una parte de las ocho asignaturas de la disciplina nuclear de Fundamentos Químicos y Biológicos que se extiende a lo largo de los tres primeros años de la carrera.
- * En los principales polos industriales y del sector de la ciencia y técnica de la Provincia se identifican profesionales con una vasta experiencia en la Ingeniería de Procesos y en Operaciones y Procesos Unitarios relevantes de la Industria Química, que pueden fungir como profesores adjuntos y fortalecer el naciente claustro de la carrera.
- * Se cuenta en la Universidad con los laboratorios necesarios en el área de las ciencias básicas, de computación básica y de análisis de proceso. Los laboratorios en las disciplinas de PIQ, de Tecnología de Materiales y algunos relacionados con operaciones unitarias se encuentran en la carrera de Ingeniería Mecánica y aunque su equipamiento de modo general es obsoleto podrían ser utilizados de acuerdo con las necesidades de la carrera. Los laboratorios asociados a asignaturas del nivel de formación profesional de cuarto año deberían ser coordinados con la cercana Universidad Central de las Villas (UCLV).
- * Se presentan las oportunidades para la cooperación efectiva en la disciplina integradora de Ingeniería de Procesos con la UCLV y las entidades químicas más importantes de la provincia.

Al momento de abrirse la carrera, su Departamento Docente contaba con un grupo reducido de profesores que tenía como jefe a la única Profesora Titular, Doctora en Ciencias, y el resto recién ingresaban en la docencia universitaria como instructores graduados de formación: dos ingenieros y dos licenciados químicos.

Este núcleo de Departamento se encargó de:

- * La coordinación del Plan de Impartición de la Carrera, incluidos los laboratorios docentes.
- * La impartición de las asignaturas de Fundamentos Químicos y Biológicos durante los dos primeros años.

Capítulo II: Metodología de la Investigación

- * La conducción de la Ingeniería de Procesos, disciplina integradora, de manera conjunta con profesor de experiencia de la UCLV.
- * La proyección de la carrera asesorados por profesores de la UCLV, la UO y profesionales del territorio.
- * La creación de los nexos con la entidades del territorio que podía fungir como unidades docentes para las prácticas, los proyectos de curso y luego los trabajos de diploma de la carrera.
- * La elaboración del Plan de Impartición visto inicialmente a la distancia de tres años y posteriormente según avanzaba la carrera hacia los años terminales.
- * El desarrollo de una política de superación que permitiera el alcance de categorías docentes superiores.
- * La inserción en la investigación según la matriz científica de la Facultad de Ingeniería y de sus Centros de Estudio.

Como una muestra de la aceptación de la carrera en el seno de la sociedad cienfueguera se encuentra el comportamiento histórico de la matrícula: de 41 alumnos matriculados en la primera cohorte aparecen al cierre de este informe 135 alumnos en nuestras aulas. En particular nuestra primera cohorte muestra un % de egresados de 68%, aunque este grupo realmente siempre presentó una alta motivación por la carrera.

2.1.1. La carrera en la actualidad

La carrera pertenece a la Facultad de Ingeniería que tiene tres departamentos de carrera, Mecánica – acredita por la JAN como carrera de excelencia – con una larga tradición desde la fundación de la Universidad, el Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), referencia por su producción científica y pertinencia social al desarrollar e implementar el Sistema de Gestión Total y Eficiente de la Energía, Informática con más de una década de desarrollo en el territorio y Química que este curso gradúa la primera generación de ingenieros químicos de la provincia.

El Plan de Estudios que desarrolla la carrera es el Plan D – cuarta generación- vigente desde 2007.

A la vuelta de cinco años el claustro de la carrera experimentó un fortalecimiento progresivo que expresado en cifras indica que las 44 asignaturas del área de

conocimientos de la carrera han sido atendidas por 39 profesores, 7 PT y 10 PA, un 44 % del total del claustro que incluye colaboradores, adjuntos y miembros del Departamento. La producción de Ciencia y Técnica del Departamento en estos años ha encontrado en los productos de las maestrías alcanzadas sus principales resultados.

Las áreas principales de las investigaciones conjuntas conducidas se basan en problemas asociados a la implementación de la metodología de las Producciones Más Limpias, y temas de la Dirección de los Procesos en la Educación Superior en particular de la enseñanza de la Química y los problemas ambientales.

En estos temas se han presentado en estos 4 años de vida de la carrera 11 trabajos en Eventos Internacionales desarrollados en Cuba y 2 aprobados en el extranjero.

Se han logrado 13 publicaciones en Revistas Nacionales y 5 en Publicaciones Internacionales.

Se han obtenido del CENDA los certificados de autores a 4 productos informáticos, páginas web de asignaturas y temas de la carrera.

En este año de 2014 se han inscrito 3 Proyectos Científicos en direcciones estratégicas de la carrera y el territorio.

Cuatro profesores se han insertado en el Comité Académico de Maestrías ofertadas por la UCf como parte del Postgrado Internacional.

Ya en el año 2014, a sólo cinco años de fundado el Departamento, constituye un logro la oferta a los profesionales de la provincia de un total de 6 Postgrados todos en línea con los temas de investigación que se vienen desarrollando en el departamento centrados en la Gestión Ambiental, el biogás como fuente renovable de energía, y la enseñanza de la Química.

2.1.2. En la formación del profesional la gestión del Departamento se ha centrado en:

- 1 El fortalecimiento del Consejo de Carrera y el cumplimiento del Plan de Impartición con la mayor calidad posible, a partir de la designación de Profesores Principales de las disciplinas de las Ciencias Básicas, fundamentalmente de profesores titulares y auxiliares.
- 2 El trabajo del Colectivo de Año, estando los primeros años encabezados por los profesores de mayor experiencia. Los Proyectos Educativos han sido elaborados con

la participación estudiantil y se han convertido en un útil instrumento para la formación integral de los estudiantes. La Evaluación Integral anual de los alumnos ha mostrado progresos tanto en el orden del rendimiento académico como en las actitudes e identificación de los alumnos con las tareas desarrolladas en la carrera.

- 3 La estrecha coordinación con los principales centros de la provincia para el desarrollo de las prácticas laborales de los estudiantes y de los proyectos de curso contemplados en el Plan de Estudios de la Carrera. Una elevada evaluación ha merecido por parte de las empresas los trabajos desarrollados por los alumnos en sus prácticas laborales.
- 4 El análisis colectivo de las necesidades de la impartición del Currículo Base, y más particularmente del Currículo Propio y del Optativo – Electivo, siempre contando con la experiencia de los profesores más competentes colaboradores de la carrera de Mecánica.
- 5 La dirección del Trabajo Metodológico de la Carrera y sus disciplinas, de acuerdo con sus especificidades y en correspondencia con las orientaciones para cada curso precisadas por la Universidad y el Ministerio.
- 6 La coordinación, con otros centros de experiencia, en particular con la UCLV del desarrollo de las asignaturas del nivel de formación profesional y sus proyectos de curso para evitar todo “sesgo mecánico” en la orientación de las asignaturas impartidas por profesores del Departamento de Mecánica en las disciplinas de Ingeniería de los Materiales y Fundamentos de Automatización.
- 7 El cumplimiento de los acuerdos e indicaciones derivados de las reuniones de la Comisión Nacional de Ingeniería Química y de las visitas a la Carrera de los ejecutivos de dicha Comisión.
- 8 La elaboración en tiempo y forma de los dictámenes que han significado modificaciones en el Plan de Impartición sin provocar alteraciones de precedencia o de balance de carga en el semestre afectado.
- 9 La orientación metodológica a los profesores adjuntos de menor experiencia relativa en la docencia universitaria pero con una vasta experiencia profesional en la Ingeniería de los Procesos.

Capítulo II: Metodología de la Investigación

- 10 La elaboración o acopio de una bibliografía actualizada y diversa, que incluya literatura en idioma inglés, en cada una de las disciplinas de la carrera con la presencia en la red de la carpeta correspondiente.
- 11 La vinculación de los trabajos de práctica laboral de acuerdo con las orientaciones del Plan de Estudio con problemas de la Industria o los Servicios asociados en el territorio, persiguiendo dar una respuesta, según el año académico, a la solución o toma de decisiones para resolver los mismos.

2.1.3. En cuanto al aseguramiento material de la carrera se puede afirmar que:

1. Se cuenta con los laboratorios necesarios para desarrollar las prácticas del programa de las asignaturas de la disciplina de Fundamentos Químicos y Biológicos. La situación del equipamiento de vidrio necesario es insuficiente para lograr un trabajo individual de los estudiantes. El inventario de los reactivos en algunos renglones es muy limitado y atenta de igual modo en el trabajo independiente de los alumnos.
2. En la facultad se cuenta con 5 laboratorios de computación con un total de 49 computadoras a las cuales tienen acceso los estudiantes de las carreras Ingeniería Química y Mecánica lo que da un promedio de 8 estudiantes por computadoras. Todas ellas conectadas a la red. Los servicios que se brindan en dichos laboratorios están vinculados directamente a la docencia en el horario de clases y en horarios de la tarde y nocturno están destinados a tiempos de máquinas para el estudio independiente.
3. Un laboratorio de computación con máquinas de altas prestaciones garantiza las exigencias del Programa de la disciplina Análisis de Procesos.
4. En las asignaturas de las disciplinas del nivel de formación profesional nos encontramos en general con una situación de equipos y laboratorios con una alta obsolescencia y las prácticas se realizan en los laboratorios existentes para la carrera de Mecánica con las adecuaciones requeridas y posibles. En particular, en el anexo se presentan las disciplinas con sus respectivas asignaturas y el fondo de tiempo asignados a las Prácticas de Laboratorio.

Tabla 5 Prácticas de Laboratorio del área de conocimientos de la Carrera

Capítulo II: Metodología de la Investigación

Disciplina	Asignaturas	Laboratorio
PIQ (3 asignaturas)	Balances de masa y Energía	-
	Termodinámica técnica	4 horas: 1 PL
	Termodinámica para Ingenieros Químicos	4 horas: 1 PL
OPU (8 asignaturas del Currículo Base)	Fenómeno de Transporte	6 hrs 2 PL
	Flujo de fluidos	8 hrs, 2 PL
	Separaciones mecánicas	4 hrs, 1 PL* ¹
	Tratamiento de aguas y residuales	6 hrs, 2 PL* ²
	Transferencia de calor	4 hrs* ³
	Transferencia de masa	4 hrs* ³
	Reactores Homogéneos	6 hrs, 2 PL
	Reactores Heterogéneos	10 hrs, 3 PL
	Operaciones y procesos unitarios Pr 1	-
	Operaciones y procesos unitarios Op 1 (A)	-
	Operaciones y procesos	-

Capítulo II: Metodología de la Investigación

	unitarios Op 1 (B)	
Ingeniería de los Materiales (3 asignaturas)	Tecnología de los metales	6 hrs, 2 PL
	Corrosión y Protección	20 hrs, 5 PL
	Diseño mecánico de equipos	-
Fundamentos de Automatización (3 asignaturas)	Electrotecnia	14 hrs, 4 PL
	Instrumentación Industrial	12 hrs, 4 PL
	Controles para Procesos	10 hr, 3 PL

*¹Las prácticas de laboratorio pueden ser desarrolladas en instalaciones experimentales convencionales o mediante el uso de programas de simulación por computación.

*²Los laboratorios pueden ser encaminados fundamentalmente a aplicar las técnicas empleadas para determinar la calidad de las aguas industriales y las características contaminantes de las aguas residuales.

*³ Es conveniente introducir prácticas de laboratorio de simulación digital para enfrentar los problemas más complejos.

De manera general cabe subrayar que se desarrollan con las limitaciones ya indicadas las 2 prácticas asociadas a la disciplina PIQ; en la disciplina de OPU la situación es más comprometida pues se pueden realizar 15 de las 20 prácticas aquellas relacionadas con el comportamiento de los procesos en reactores homogéneos y heterogéneos ante el cambio

Capítulo II: Metodología de la Investigación

de las variables de operación no se pueden conducir debiendo coordinar su realización con la cooperación de la UCLV; en la disciplina de Ingeniería de los Materiales se pueden desarrollar las 2 PL de la Tecnología de los Metales en el Laboratorio de Mecánica y las 5 prácticas de Corrosión y Protección. Por último en la Disciplina de Fundamentos de Automatización se realizan las 11 PL indicadas en las tres asignaturas pero con equipos ya francamente obsoletos que solo tienen un relativo valor docente.

Tabla 6 Laboratorios de la Facultad que pueden ser empleadas por la carrera

Laboratorio	Asignatura a la que brinda servicio
Metalografía	Tecnología de los metales
Laboratorios de Computación	Proyectos
	Computación,
	Análisis de Procesos
Resistencia de materiales	Tecnología de los metales
Refrigeración	Termodinámica técnica
	Transferencia de calor
Mecánica de los fluidos	Flujo de fluidos.
	Fenómenos de Transporte
Electricidad y Automatización	Electrotecnia
	Control de Procesos
	Instrumentación Industrial
Neumática	Fenómenos de Transporte
Física (2 laboratorios)	Asignaturas de Física General

Capítulo II: Metodología de la Investigación

Química (3 laboratorios)	Asignaturas de FQB (8), Corrosión y Protección Tratamiento de Agua y Residuales
--------------------------	---

5. La cobertura bibliográfica de la carrera en soporte duro, en formato de texto, cubre un 100% de las asignaturas de las llamadas ciencias básicas, pero en el caso de las cuatro disciplinas (17 asignaturas) del objeto de la profesión se han confrontado problemas con el número de textos o la idoneidad del mismo en 5 asignaturas lo que se ha tratado de superar a través de textos electrónicos colocados en la red. De igual modo las asignaturas del currículo propio y las optativas electivas cuentan con una literatura actualizada que solo se dispone en formato electrónico. Estas situaciones han sido fuente de incompreensión e insatisfacción por parte de los alumnos y constituye elemento para el ejercicio de dirección en la Carrera y el Departamento así como objetivo del trabajo metodológico en el sentido de mejorar la orientación al estudio independiente.

2.1.4. Proyección de la profesión hacia el territorio y/o el país.

Como ya se ha explicado anteriormente en sus primeros 5 años de existencia el Departamento – Carrera ha concentrado su labor en la formación del profesional y paralelamente en la formación de su propio claustro. Pero al cumplir ambos propósitos con la máxima celeridad y calidad posible hemos obtenido ciertos logros en la proyección de la carrera hacia el territorio.

Se puede afirmar que sus profesores han estado vinculados a la solución de problemas del territorio a través de múltiples actividades de índole académico, investigativo, laboral y social.

El trabajo científico investigativo, de acuerdo con la experiencia previa y las necesidades de formación de los profesores del Departamento y tomando en cuenta las fortalezas de la Facultad y la Universidad en este ámbito, se ha orientado hacia aquellas direcciones del trabajo científico que se inscriben en tres Proyectos de alta prioridad para el territorio y el país.

- La Gestión Ambiental, que encuentra su principal expresión en el proyecto tecnológico: “Caracterización de desechos peligrosos en el confinamiento de exCEN” orientado al resultado: “Diseño de las tecnologías apropiadas para el tratamiento, manipulación y almacenamiento de los desechos peligrosos priorizados, generados en el país, a partir de las actividades industriales y de los servicios”.
- Insertado en el programa institucional: “Impactos sobre el desarrollo de las ciencias básicas y el perfeccionamiento de la educación” se desarrolla el proyecto: “Perfeccionamiento de la formación inicial y posgraduada de los profesionales vinculados a la Ingeniería Química en la provincia de Cienfuegos” orientado por una parte a la mejora del diseño curricular, de la formación laboral e investigativa del profesional, y el fortalecimiento de los vínculos interdisciplinarios e inter-carreras en la solución de los problemas de las industrias en el territorio y por otro lado a la permanente actualización del del profesional en ejercicio y de los encargados de la formación de pregrado en la provincia.
- Implicado en la línea de investigación: “Fuentes Renovables de Energía”, se desarrolla el proyecto: “Estudio de factibilidad de las mezclas de residuos orgánicos para la producción de Biogás” que define entre sus principales resultados: “Mejorar la eficiencia y rendimiento en los digestores para la producción de biogás en diferentes usos.

2.1.5. Grado de satisfacción de profesores, estudiantes y empresas con la calidad del proceso de formación.

Los profesores del Departamento, tanto de la plantilla como colaboradores y adjuntos han demostrado con su participación en las actividades del Departamento y la Facultad su sentido de pertenencia y su compromiso con la calidad de los procesos sustantivos de la Universidad y en particular en la calidad del proceso de formación. No obstante han expresado insatisfacción con relación a: El estado de obsolescencia del equipamiento para las prácticas del laboratorio en las instalaciones disponibles y la situación de las filtraciones de los techos en las instalaciones de los locales del Departamento. Estos problemas se inscriben en la situación económica del país y las prioridades dadas por el MES a las inversiones en las Universidades del país. Es decir se domina la información y

se comprende pero se sabe que esto es fuente de insatisfacción. El estado político moral del colectivo es alto y el clima de relaciones interpersonales es muy bueno tanto al nivel de departamento como en el seno de la Facultad y el Centro. No tenemos encuestas que mostrar al respecto pero sí hay un elevado grado de cumplimiento de las tareas que se advierte en las positivas evaluaciones anuales de los profesores y un sentido de compromiso que se observa en cómo se aceptan las responsabilidades que en ocasiones superan los deberes asociados a la categoría que ostentan los profesores.

Fortalezas

1. La utilización como profesores adjuntos del Departamento a un grupo de destacados profesionales del sector industrial y de la Academia de Ciencias del territorio ha fortalecido el trabajo con las empresas de la provincia, la coordinación de las prácticas laborales, los proyectos de curso y los trabajos de Diploma.
2. La inserción de nuestros profesores en las direcciones principales del trabajo científico de la Facultad y la Universidad ha catalizado su rápida formación en la investigación y permitido la elevación de sus competencias para alcanzar categorías docentes superiores.
3. La presencia en la carrera, como profesores colaboradores, de personal de diferentes áreas de la Facultad de elevada experiencia en la docencia y la investigación ha contribuido al alcance de una notable pertinencia académica y social.
4. La satisfacción de los estudiantes con la ejemplaridad de sus profesores y el compromiso de los profesores con la elevación permanente de la calidad de los procesos sustantivos de la carrera.

Debilidades:

1. La obsolescencia del equipamiento de los laboratorios limita la modelación de los procesos bajo estudio y reduce la relevancia de los resultados alcanzados.
2. La imposibilidad de crear con el claustro actual la estructura estable de las disciplinas del objeto de la profesión debilita la formación del profesional y compromete estratégicamente la pertinencia de la carrera.

2.2. Propuesta de Asignaturas para el currículo Propio y Optativo/Electivo de la Disciplina OPU en la carrera Ingeniería Química de la universidad de Cienfuegos (UCF) en el curso 2014-2015.

2.2.1. Programa del Currículo Propio y Optativo/Electivo del curso 2014-2015.

Programa de la asignatura Propia de la Disciplina Operaciones y Procesos Unitarios

PR-1 Tecnología Ambiental

1. DATOS GENERALES

DISCIPLINA: OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS

CURSO: Plan D diurno

ESPECIALIDAD: Ingeniería Química

AÑO ACADEMICO: Cuarto

SEMESTRE: Segundo

FONDO DE TIEMPO

. Total de horas: 90

2. OBJETIVOS EDUCATIVOS DE LA ASIGNATURA

Que los estudiantes sean capaces de:

1. Consolidar un pensamiento dialéctico, la concepción materialista del mundo y la certeza de la cognoscibilidad de las operaciones que se estudian en la asignatura y la interacción entre estas y posible afectación a la naturaleza, a través de su trabajo en clases prácticas, proyectos en los talleres, prácticas de laboratorio, seminarios y trabajos extra-clases en los que se vean forzados a vincular diferentes fenómenos, leyes y modos de operar, como elementos determinantes del comportamiento de éstas, y en las que se analice de qué forma los cambios en uno cualquiera de estos elementos influyen sobre los otros y sobre el comportamiento global de las mismas.
2. Desarrollar una ética que se traduzca en hábitos de honradez, de profesionalismo; y de formas de convivencias tales que proyecten la personalidad de un individuo seguro de

sí mismo, confiable como técnico y como persona, de trato agradable a través de la ejecución de trabajos prácticos extra-clases y proyectos de taller a desarrollar solos y/o en equipos colectivos en los que la búsqueda de información, el rigor exigido en los juicios técnicos, la estética, el cumplimiento en tiempo de las tareas que le corresponden, el respeto y la calidad de las relaciones dentro de este constituyan elementos de valoración.

OBJETIVOS INSTRUCTIVOS DE LA ASIGNATURA

Que los estudiantes sean capaces de:

1. Aplicar a nivel productivo los principios de las ciencias básicas, ciencias de ingeniería, los conceptos fundamentales de la Ingeniería Química y los principios de las Operaciones Unitarias a la selección, diseño y análisis del comportamiento del equipamiento básico, atendiendo al modo de operar los mismos y a las características específicas en tratamientos y tecnologías para evitar o atenuar la contaminación atmosférica y de los suelos, así como la motivada por los residuos sólidos y en especial los desechos tóxicos y peligrosos.

4. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

Sistema de conocimientos

Problemas ambientales relacionados con la contaminación atmosférica. Su control y tratamiento. Problemas ambientales relacionados con la contaminación de los suelos. Su control y tratamiento. Residuos sólidos y sus tratamientos. Desechos tóxicos y peligrosos: Su manejo y tratamiento.

Sistema de habilidades

Estimar niveles de contaminación ambiental por la descarga de gases y de desechos tóxicos y peligrosos en procesos de la industria química. Calcular y evaluar equipos y tecnologías para minimizar la contaminación del aire y de los suelos. Calcular y evaluar equipos y tecnologías que permitan la reducción de residuos sólidos y de los desechos tóxicos y peligrosos.

Sistema de valores

Sentido de su responsabilidad profesional, dado por el rigor con que los posibles efectos que los productos de un proceso tecnológico y/o sus residuales, pueden ocasionar sobre el medio ambiente; siempre que este análisis resulte pertinente y por el esfuerzo personal que ponga en realizarlo a cabalidad.

Programa de las asignatura Optativas/Electivas de la Disciplina Operaciones y Procesos Unitarios

OPT -A OPERACIONES BÁSICAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

1. DATOS GENERALES

DISCIPLINA: OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS

CURSO: Plan D diurno

ESPECIALIDAD: Ingeniería Química

AÑO ACADEMICO: Quinto

SEMESTRE: Primero

FONDO DE TIEMPO

. Total de horas: 69

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

Sistema de conocimientos

Principios básicos. Procesos de purificación empleados en el procesamiento y conservación de alimentos: centrifugación, filtración, extracción por presión y separación por membranas y la operación de mezclado. Procesos térmicos relacionados con: la pasteurización, esterilización, deshidratación, rehidratación, el horneado, la congelación y la liofilización. Aditivos preservantes y de diversos usos. Conservación por azúcar y concentración. Salado, curado y ahumado. Procesos post-producción Recubrimiento, almacenamiento, envases y operaciones de envasado.

Sistema de habilidades:

Desarrollar habilidades a un nivel productivo en el análisis, selección y cálculo de las operaciones básicas y equipos empleados en los procesos de preparación, de purificación, térmicos y en las principales operaciones de post-procesado. Análisis del comportamiento del currículo Propio y Optativo/Electivo de la disciplina OPU en el curso 2014-2015. La asignatura propuesta para el currículo Propio pudo ser impartida, sin embargo el nivel de profundización de los contenidos fue insuficiente. De las asignaturas propuestas para el currículo Optativo/Electivo la OP-A no pudo ofertarse por falta de un profesor para impartirla, privando a los estudiantes de elegir de acuerdo a sus preferencias. En ambos casos se plantea revisar si las asignaturas propuestas responden a las necesidades del territorio y a las motivaciones de los estudiantes.

Sistema de valores

Laboriosidad: Se propicia concebir al trabajo como la fuente de la riqueza, deber social y la vía honrada para la realización de los objetivos sociales y personales.

Responsabilidad: Compromiso, consagración y nivel de respuesta a las tareas asignadas, en un ambiente de colectivismo y sentido de pertenencia.

Honestidad: Actuar con transparencia, con plena correspondencia entre la forma de pensar y actuar, asumiendo una postura adecuada ante lo justo en el colectivo.

Creatividad: Búsqueda de soluciones para los problemas de índole profesional con persistencia, perseverancia y liderazgo, sin negar la obra humana precedente.

Patriotismo: Se resaltan las nuevas inversiones en la industria biotecnológica cubana y su contribución a la economía y a la salud humana y animal, generando aprecio y amor por la obra humana siendo una muestra de ello las 3 visitas que realizan a industrias biotecnológicas y de medicamentos.

OPT -B OPERACIONES DE SEPARACIÓN DE BIOMOLÉCULAS

2. DATOS GENERALES

DISCIPLINA: OPERACIONES Y PROCESOS UNITARIOS

CURSO: Plan D diurno

ESPECIALIDAD: Ingeniería Química

Capítulo II: Metodología de la Investigación

AÑO ACADEMICO: Quinto

SEMESTRE: Primero

FONDO DE TIEMPO

. Total de horas: 69

CONTENIDO DE LA ASIGNATURA

Sistema de conocimientos

Importancia de los Bioprocesos. Procesos fermentativos y sus modos de operación. Principios de separación de productos biológicos. Ruptura celular: Cinética y Escalado. Centrifugación: Equipos, criterios de selección y escalado. Precipitación y procesos de membranas. Procesos de separación cromatográfica: Cromatografía de filtración. Cromatografías de adsorción: equilibrio, características y tipos. Cromatografía de Intercambio Iónico. Exclusión Molecular. Escalado de columnas cromatográficas. Procesos de Liofilización.

Sistema de habilidades:

Caracterizar los procesos fermentativos y sus modos de operación. Aplicar los aspectos básicos para la selección de la estrategia de separación de productos biológicos. Determinar las características generales de la ruptura celular en particular los homogenizadores de alta presión. Aplicar los criterios de selección y escalado de las centrífugas para separar productos biológicos. Aplicar los elementos característicos de la precipitación y la filtración por membrana como métodos de separación no cromatográfica. Caracterizar los aspectos esenciales de la cromatografía y los criterios de clasificación. Evaluar los parámetros cromatográficos de la separación en columnas. Determinar los parámetros críticos en una separación cromatográfica y los modos de operación. Describir particularidades de la cromatografía de adsorción: cinética y equilibrio, adsorción en lecho fijo y significado de la curva de ruptura. Aplicar la Ecuación de Van Deemter para explicar las particularidades de la separación cromatográfica. Aplicar los criterios y reglas de escalado para el diseño de columnas cromatográficas.

Sistema de valores

Laboriosidad: Se propicia concebir al trabajo como la fuente de la riqueza, deber social y la vía honrada para la realización de los objetivos sociales y personales.

Responsabilidad: Compromiso, consagración y nivel de respuesta a las tareas asignadas, en un ambiente de colectivismo y sentido de pertenencia.

Honestidad: Actuar con transparencia, con plena correspondencia entre la forma de pensar y actuar, asumiendo una postura adecuada ante lo justo en el colectivo.

Creatividad: Búsqueda de soluciones para los problemas de índole profesional con persistencia, perseverancia y liderazgo, sin negar la obra humana precedente.

Patriotismo: Se resaltan las nuevas inversiones en la industria biotecnológica cubana y su contribución a la economía y a la salud humana y animal, generando aprecio y amor por la obra humana siendo una muestra de ello las 3 visitas que realizan a industrias biotecnológicas y de medicamentos.

2.3. Metodología para la elaboración de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/ electivo para la disciplina OPU.

2.3.1. Diseño Metodológico de la Investigación:

La metodología que se aplica en este trabajo, dada su naturaleza, se inscribe en el amplio campo de la Metodología de la Investigación Educativa que se ha desarrollado por eminentes investigadores (C Álvarez & Sierra, 2006; Nocedo & Colaboradores, 2002).

Conforme reconoce esta Metodología, se han de combinar adecuadamente en las investigaciones educacionales los paradigmas cuantitativos y cualitativos (Martínez, 2005)

Del paradigma cuantitativo (centrado en los métodos teóricos) este trabajo reconoce el valor y se sirve tanto de las técnicas cuantitativas para el procesamiento de los datos y su tratamiento estadístico, como de los procedimientos lógicos reconocidos en la construcción de la teoría (Nocedo, 2003); entretanto comparte y emplea los métodos cualitativos (centrados en la experiencia) en el análisis de los datos, el carácter participativo de los protagonistas en la solución del problema y su socialización, y la

necesaria toma de posición axiológica en las diferentes etapas de la investigación **(Chávez & Pérez, 2005)**.

Un paradigma emergente resultado de los presupuestos del enfoque histórico cultural y de la dialéctica materialista se viene configurando en nuestro contexto y defiende: la objetividad de los procesos educativos y su subordinación a leyes históricas; el reconocimiento de que las soluciones a los problemas educativos tienen un carácter temporal y deben ser construidos en el marco de la dialéctica de lo universal y lo local; la construcción de categorías rectoras para la investigación y su enfoque de sistema, entre las que sobresalen: el problema, los objetivos, las preguntas, la justificación, la viabilidad y las consecuencias; la aplicación de la mayor variedad posible de métodos y técnicas de acuerdo con los propósitos del estudio **(Horruitiner, 2007b)**.

Cada uno de los presupuestos anteriormente expuestos han resultado necesarios para el cumplimiento del objetivo central del trabajo puesto que:

1. El desarrollo histórico de la carrera de Ingeniería Química, en sus momentos principales, a nivel internacional y local condiciona la comprensión del presente y la proyección del futuro en el objeto que nos ocupa.
2. Las categorías y principios que fundamentan las diferentes etapas del Diseño Curricular en la Educación Superior cubana y su investigación con enfoque de sistema constituyen la brújula principal del presente estudio.
3. La flexibilidad y variedad de métodos y herramientas que promueve una concepción dialéctica de la investigación ha facilitado los resultados que en un orden positivo merezca esta investigación.
4. Las tareas que se han desarrollado en el trabajo constituyen una derivación lógica del objetivo central y los objetivos específicos declarados para la solución del problema identificado.

Los métodos teóricos utilizados en el trabajo que sólo pueden ser “parcelados” en el orden formal tienen su concreción principalmente en:

El análisis de los elementos principales de los programas de las asignaturas “propias” y optativas tanto en el plano internacional, como nacional y local en la dialéctica de lo

general y lo particular y el posterior esfuerzo de síntesis de los criterios de todos los actores consultados para la construcción de la propuesta.

El par dialéctico histórico-lógico, por su parte, se emplea para advertir el desarrollo histórico en diferentes contextos, con frecuencia coyuntural y zigzagueante promovido por personalidades y circunstancias concretas, y el análisis presidido por la lógica que trata de revelar lo esencial del devenir de la carrera, lo que ha marcado una tendencia irreversible y delimita los contornos de un futuro previsible.

Los métodos empíricos (se asume la clasificación propuesta por Martínez, 2005) que se han empleado principalmente son:

La observación científica participativa que permitió obtener información primaria, cualitativa sobre el estado del problema en la percepción de estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Química de nuestro Centro.

La recopilación y análisis de información relevante para el trabajo que incluyó la búsqueda en banco de datos sobre revistas, artículos, libros y documentos normativos relacionados con el tema, específicamente sobre programas y planes de Estudio de la Carrera de Ingeniería.

La utilización de herramientas, como encuestas y entrevistas, para la obtención de los criterios de los protagonistas del desarrollo curricular de la carrera sobre el problema investigado, encuestas y entrevistas.

La triangulación cualitativa que permite contrastar y encontrar convergencias y divergencias en los criterios y preferencias observadas en los criterios arrojados por la muestra bajo análisis.

2.3.2. Metodología

La metodología seguida para la elaboración de la propuesta de asignaturas para el currículo propio y optativo/ electivo de la disciplina OPU consta de los siguientes pasos:

1. Selección de los indicadores a tener en cuenta para la elaboración de la propuesta.
2. Desarrollo de cada uno de los indicadores seleccionados.
3. Elaboración de la propuesta de asignaturas para el currículo propio y optativo electivo de la disciplina OPU.

- Selección de los indicadores

La selección de los indicadores se basó en la metodología propuesta por (Suárez, 2012), la cual consta de tres momentos:

1. Recogida de información
2. Emisión de juicios de valor
3. Toma de decisiones

A continuación se detallan las indicaciones para cada momento:

1. Recogida de información.

- Definición de los métodos y vías utilizados para la obtención de la información.
- Elaboración de los instrumentos que permitieron la recogida de información.
- Aplicación de los instrumentos para la obtención de la información.
- Procesamiento de la información.

2. Emisión de juicios de valor.

- Elaboración de un registro para cada indicador, en el que se integraron las opiniones y criterios de los participantes sobre la importancia del mismo.
- Análisis de la información obtenida sobre la importancia de cada indicador.

3. Toma de decisiones.

- Análisis de los resultados obtenidos en el procesamiento estadístico del registro de información obtenida.
- Selección de los mejores indicadores.

- Análisis de cada uno de los indicadores seleccionados.

Cada indicador se analizó con el objetivo de determinar su situación actual y prospectiva cuyo estado aportó a la decisión final para la elaboración de la propuesta.

Los indicadores seleccionados para la realización del estudio fueron los siguientes:

1. Características del sistema industrial del territorio
2. Preferencia de los estudiantes
3. Participación de profesionales del territorio
4. Competencia de los profesores
5. Solución y prevención de los problemas ambientales
6. Asignaturas ofertadas en otras universidades del país
7. Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo

8. Carencias en el currículo básico
9. Capacidades técnicas disponibles
- **Elaboración de la propuesta.**

Para la elaboración de la propuesta se contrastaron los resultados obtenidos en el análisis de cada uno de los indicadores en cuanto a asignaturas propuestas, del que se derivó la propuesta de asignaturas.

2.4. Métodos científicos utilizados en la elaboración de la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/electivo

Para establecer los principales indicadores para la elaboración de la propuesta de asignaturas, se utilizó el diagnóstico sobre la base de la encuesta a estudiantes y profesores de la Carrera de Ingeniería Química, así como los especialistas de la producción. La muestra realizada fue de 42 estudiantes y 15 profesores y especialistas. El resultado del diagnóstico se obtuvo desde el punto de vista estadístico con la aplicación del SPSS-15, los que se analizan en el actual documento. Se triangulan los resultados de la encuesta aplicada a la muestra propiamente dicha y se elabora la propuesta de asignaturas.

CAPITULO III

CAPITULO 3: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. Análisis de los Resultados

En el presente capítulo se realiza el análisis de los resultados de la selección de los indicadores a tener en cuenta para la propuesta de asignaturas del currículo propio y optativo/electivo de la Disciplina OPU. Se revelan las regularidades del proceso de triangulación de fuentes realizado a partir de la aplicación de encuesta a estudiantes y profesores de la Carrera Ingeniería Química, así como a especialistas de la producción en el territorio de Cienfuegos. Se muestra el resultado del análisis de cada indicador y la contribución de los mismos a la toma de decisión para la elaboración de la propuesta.

3.1.1. Análisis de los resultados de la selección de los indicadores

Mediante el procesamiento estadístico del registro de información obtenida con la encuesta aplicada se obtuvieron los siguientes resultados:

A continuación se muestra las tablas de frecuencias para el indicador señalado, aparecen de manera consecutiva para profesores, estudiantes y especialistas del territorio, seguido de esto la tabla de frecuencia de la triangulación realizada.

3.1.1.1. Análisis del indicador “Características del Territorio”

Tabla de contingencia

		Características del sistema industrial del territorio				Total
		2	3	4	5	
Categoría Estudiante	Recuento	1	4	11	26	42
	Frecuencia esperada	1,2	2,3	13,4	25,1	42,0
	% de Categoría	2,4%	9,5%	26,2%	61,9%	100,0%
Profesor	Recuento	1	0	8	6	15
	Frecuencia esperada	,4	,8	4,8	9,0	15,0
	% de Categoría	6,7%	,0%	53,3%	40,0%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	0	4	11	15
	Frecuencia esperada	,4	,8	4,8	9,0	15,0
	% de Categoría	,0%	,0%	26,7%	73,3%	100,0%
Total	Recuento	2	4	23	43	72
	Frecuencia esperada	2,0	4,0	23,0	43,0	72,0
	% de Categoría	2,8%	5,6%	31,9%	59,7%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes, profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Características del territorio” resulta ser para un total de 72 encuestados 23 de ellos consideraron el indicador bastante adecuado lo que representó un 31.9% y 43 lo consideraron muy adecuado para un 59.7%.

3.1.1.2. Análisis del indicador “Preferencia de los estudiantes”

Tabla de contingencia

		Preferencias de los estudiantes				Total
		2	3	4	5	
Categoría Estudiante	Recuento	0	0	0	42	42
	Frecuencia esperada	1,2	2,9	4,7	33,3	42,0
	% de Categoría	,0%	,0%	,0%	100,0%	100,0%
Profesor	Recuento	2	5	5	3	15
	Frecuencia esperada	,4	1,0	1,7	11,9	15,0
	% de Categoría	13,3%	33,3%	33,3%	20,0%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	0	3	12	15
	Frecuencia esperada	,4	1,0	1,7	11,9	15,0
	% de Categoría	,0%	,0%	20,0%	80,0%	100,0%
Total	Recuento	2	5	8	57	72
	Frecuencia esperada	2,0	5,0	8,0	57,0	72,0
	% de Categoría	2,8%	6,9%	11,1%	79,2%	100,0%

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Preferencia de los estudiantes” resulta muy adecuado para un 100% y 80% respectivamente, mientras que los profesores lo consideran entre adecuado y bastante adecuado para un 33.3%.

3.1.1.3. Análisis del indicador “Participación de profesionales del territorio”

Tabla de contingencia

		Participación de profesionales del territorio				Total
		2	3	4	5	
Categoría: Estudiante	Recuento	2	12	21	7	42
	Frecuencia esperada	1,8	8,8	19,8	11,7	42,0
	% de Categoría	4,8%	28,6%	50,0%	16,7%	100,0%
Profesor	Recuento	1	2	4	8	15
	Frecuencia esperada	,6	3,1	7,1	4,2	15,0
	% de Categoría	6,7%	13,3%	26,7%	53,3%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	1	9	5	15
	Frecuencia esperada	,6	3,1	7,1	4,2	15,0
	% de Categoría	,0%	6,7%	60,0%	33,3%	100,0%
Total	Recuento	3	15	34	20	72
	Frecuencia esperada	3,0	15,0	34,0	20,0	72,0
	% de Categoría	4,2%	20,8%	47,2%	27,8%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Participación de los profesionales del territorio” resulta bastante adecuado para un 50% y 60% respectivamente, mientras que los profesores lo consideran entre muy adecuado en un 53%.

3.1.1.4. Análisis del indicador “Competencia de los profesores”

Tabla de contingencia

		Competencia de los profesores				Total
		2	3	4	5	
Categoría Estudiante	Recuento	2	8	18	14	42
	Frecuencia esperada	1,2	5,8	15,2	19,8	42,0
	% de Categoría	4,8%	19,0%	42,9%	33,3%	100,0%
Profesor	Recuento	0	2	3	10	15
	Frecuencia esperada	,4	2,1	5,4	7,1	15,0
	% de Categoría	,0%	13,3%	20,0%	66,7%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	0	5	10	15
	Frecuencia esperada	,4	2,1	5,4	7,1	15,0
	% de Categoría	,0%	,0%	33,3%	66,7%	100,0%
Total	Recuento	2	10	26	34	72
	Frecuencia esperada	2,0	10,0	26,0	34,0	72,0
	% de Categoría	2,8%	13,9%	36,1%	47,2%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Competencia de los profesores” resulta muy adecuado para un 66.7% en ambos, mientras que los estudiantes lo consideran entre bastante adecuado en un 42.9%.

3.1.1.5. Análisis del indicador “Solución y prevención de los problemas ambientales”

Tabla de contingencia

		Solución y prevención de los problemas ambientales				Total
		2	3	4	5	
Categoría Estudiante	Recuento	0	4	15	23	42
	Frecuencia esperada	,6	2,9	12,3	26,3	42,0
	% de Categoría	,0%	9,5%	35,7%	54,8%	100,0%
Profesor	Recuento	1	1	4	9	15
	Frecuencia esperada	,2	1,0	4,4	9,4	15,0
	% de Categoría	6,7%	6,7%	26,7%	60,0%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	0	2	13	15
	Frecuencia esperada	,2	1,0	4,4	9,4	15,0
	% de Categoría	,0%	,0%	13,3%	86,7%	100,0%
Total	Recuento	1	5	21	45	72
	Frecuencia esperada	1,0	5,0	21,0	45,0	72,0
	% de Categoría	1,4%	6,9%	29,2%	62,5%	100,0%

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes, profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Solución y prevención de los problemas ambientales” resulta muy adecuado para un 54.8%, 60.0% y 86.7% respectivamente.

3.1.1.6. Análisis del indicador “Asignaturas ofertadas en otras universidades del país”

Tabla de contingencia

		Asignaturas ofertadas en otras universidades del país				Total
		2	3	4	5	
Categoría: Estudiante	Recuento	2	11	13	16	42
	Frecuencia esperada	2,3	16,3	12,8	10,5	42,0
	% de Categoría	4,8%	26,2%	31,0%	38,1%	100,0%
Profesor	Recuento	2	9	3	1	15
	Frecuencia esperada	,8	5,8	4,6	3,8	15,0
	% de Categoría	13,3%	60,0%	20,0%	6,7%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	8	6	1	15
	Frecuencia esperada	,8	5,8	4,6	3,8	15,0
	% de Categoría	,0%	53,3%	40,0%	6,7%	100,0%
Total	Recuento	4	28	22	18	72
	Frecuencia esperada	4,0	28,0	22,0	18,0	72,0
	% de Categoría	5,6%	38,9%	30,6%	25,0%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Asignaturas ofertadas en otras universidades del país” resulta adecuado para un 60% y 53.3% respectivamente, mientras que los estudiantes lo consideran entre bastante adecuado en un 38.1%.

3.1.1.7. Análisis del indicador “Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo”

Tabla de contingencia

		Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo				Total
		2	3	4	5	
Categoría: Estudiante	Recuento	3	11	7	21	42
	Frecuencia esperada	3,5	15,2	9,3	14,0	42,0
	% de Categoría	7,1%	26,2%	16,7%	50,0%	100,0%
Profesor	Recuento	3	8	2	2	15
	Frecuencia esperada	1,3	5,4	3,3	5,0	15,0
	% de Categoría	20,0%	53,3%	13,3%	13,3%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	7	7	1	15
	Frecuencia esperada	1,3	5,4	3,3	5,0	15,0
	% de Categoría	0,0%	46,7%	46,7%	6,7%	100,0%
Total	Recuento	6	26	16	24	72
	Frecuencia esperada	6,0	26,0	16,0	24,0	72,0
	% de Categoría	8,3%	36,1%	22,2%	33,3%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo” resulta adecuado para un 53.3% y 46.7% respectivamente, mientras que los estudiantes lo consideran bastante adecuado en un 50%.

3.1.1.8. Análisis del indicador “Carencias en el currículo básico”

Tabla de contingencia

		Carencias en el currículo básico			Total
		3	4	5	
Categoría Estudiante	Recuento	7	14	21	42
	Frecuencia esperada	10,5	11,1	20,4	42,0
	% de Categoría	16,7%	33,3%	50,0%	100,0%
Profesor	Recuento	7	1	7	15
	Frecuencia esperada	3,8	4,0	7,3	15,0
	% de Categoría	46,7%	6,7%	46,7%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	4	4	7	15
	Frecuencia esperada	3,8	4,0	7,3	15,0
	% de Categoría	26,7%	26,7%	46,7%	100,0%
Total	Recuento	18	19	35	72
	Frecuencia esperada	18,0	19,0	35,0	72,0
	% de Categoría	25,0%	26,4%	48,6%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Carencias en el currículo básico” resulta muy adecuado para un 50%, y 46.7% respectivamente. Debe señalarse sin embargo que la opinión de los profesores se encuentra dividida entre adecuado y muy adecuado en un 46.7%.

3.1.1.9. Análisis del indicador “Capacidades técnicas disponibles”

Tabla de contingencia

		Capacidades Técnicas disponibles				Total
		2	3	4	5	
Categoría: Estudiante	Recuento	1	6	12	23	42
	Frecuencia esperada	1,2	5,8	12,3	22,8	42,0
	% de Categoría	2,4%	14,3%	28,6%	54,8%	100,0%
Profesor	Recuento	1	4	3	7	15
	Frecuencia esperada	,4	2,1	4,4	8,1	15,0
	% de Categoría	6,7%	26,7%	20,0%	46,7%	100,0%
Profesionales de la industria	Recuento	0	0	6	9	15
	Frecuencia esperada	,4	2,1	4,4	8,1	15,0
	% de Categoría	,0%	,0%	40,0%	60,0%	100,0%
Total	Recuento	2	10	21	39	72
	Frecuencia esperada	2,0	10,0	21,0	39,0	72,0
	% de Categoría	2,8%	13,9%	29,2%	54,2%	100,0%

Del análisis estadístico aplicado al registro de información obtenida de la encuesta realizada se obtuvo una convergencia asertiva entre estudiantes, profesores y especialistas de la producción en cuanto a considerar que el análisis del indicador “Capacidades técnicas disponibles” resulta muy adecuado para un 54.8%, 46.7% y 60% respectivamente.

3.2. Selección y jerarquización de los indicadores

En correspondencia con los resultados expuestos anteriormente, los indicadores seleccionados para la elaboración de la propuesta de asignaturas correspondientes al currículo propio y optativo/electivo de la Disciplina OPU fueron los que aparecen a continuación en orden decreciente de jerarquía:

Indicador	Evaluación	Convergencia Asertiva	Divergencia
Características del sistema industrial del	Muy adecuado	Convergencia total	Ninguna

Capítulo III: Análisis de los Resultados

territorio de Cienfuegos			
Solución y prevención de los problemas ambientales	Muy adecuado	Convergencia total	Ninguna
Capacidades técnicas disponibles	Muy adecuado	Convergencia total	Ninguna
Carencias en el currículo básico	Muy adecuado	Convergencia Parcial (estudiantes y profesionales)	Profesores (opinión dividida entre adecuado y muy adecuado)
Competencia de los profesores	Muy adecuado	Convergencia parcial (profesores y profesionales)	Estudiantes (bastante adecuado)
Preferencia de los estudiantes	Muy adecuado	Convergencia parcial (estudiantes y profesionales)	Profesores (opinión dividida entre adecuado y bastante adecuado)
Participación de los profesionales del territorio	Bastante adecuado	Convergencia parcial (estudiantes y profesionales)	Profesores (Muy adecuado)
Asignaturas ofertadas en otras universidades del país	Adecuado	Convergencia Parcial (profesores y profesionales)	Estudiantes (Muy adecuado)
Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo	Adecuado	Convergencia Parcial (profesores y	Estudiantes (Muy adecuado)

		profesionales)	
--	--	----------------	--

3.3. Análisis del comportamiento de los indicadores seleccionados

Características del territorio

A continuación se muestran las principales industrias químicas identificadas en el territorio. Esto se puede apreciar en la gráfica donde las barras posteriores muestran la cantidad de operaciones unitarias por empresas y las delanteras muestran la cantidad de operaciones unitarias que son cubiertas por el currículo básico en la disciplina.

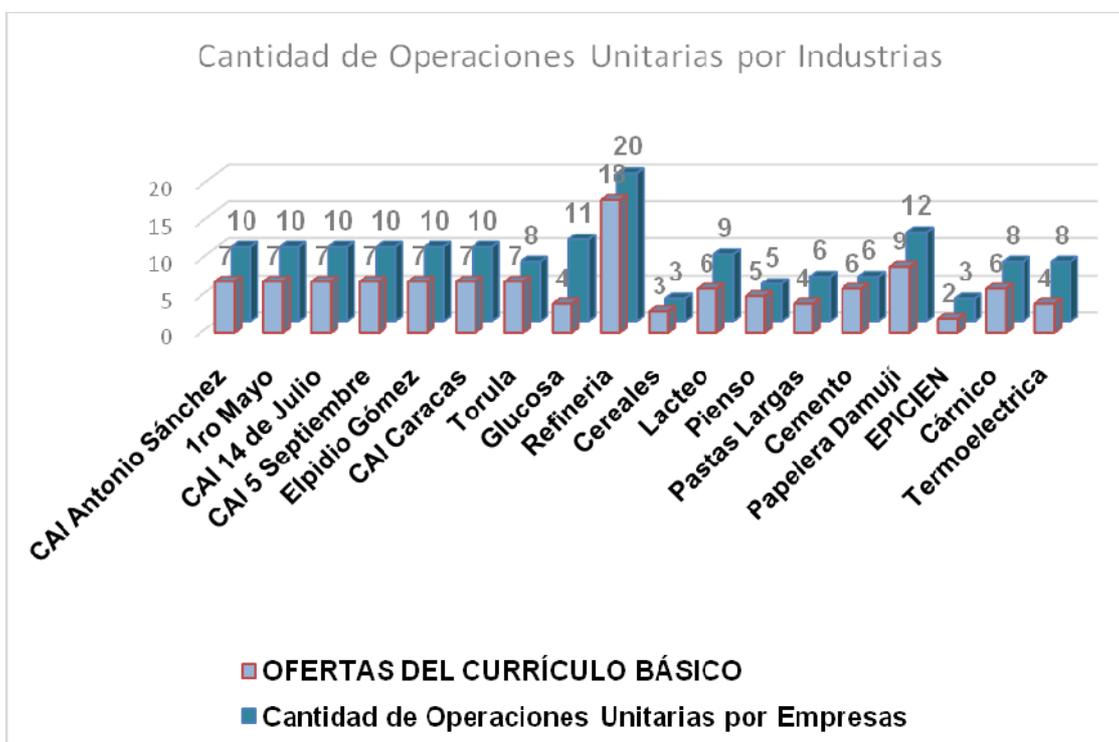


Figura 1: Cantidad de Operaciones Unitarias por industrias.

La figura 1 muestra el levantamiento que se realizó de las principales operaciones unitarias identificadas en cada una de las empresas del territorio.

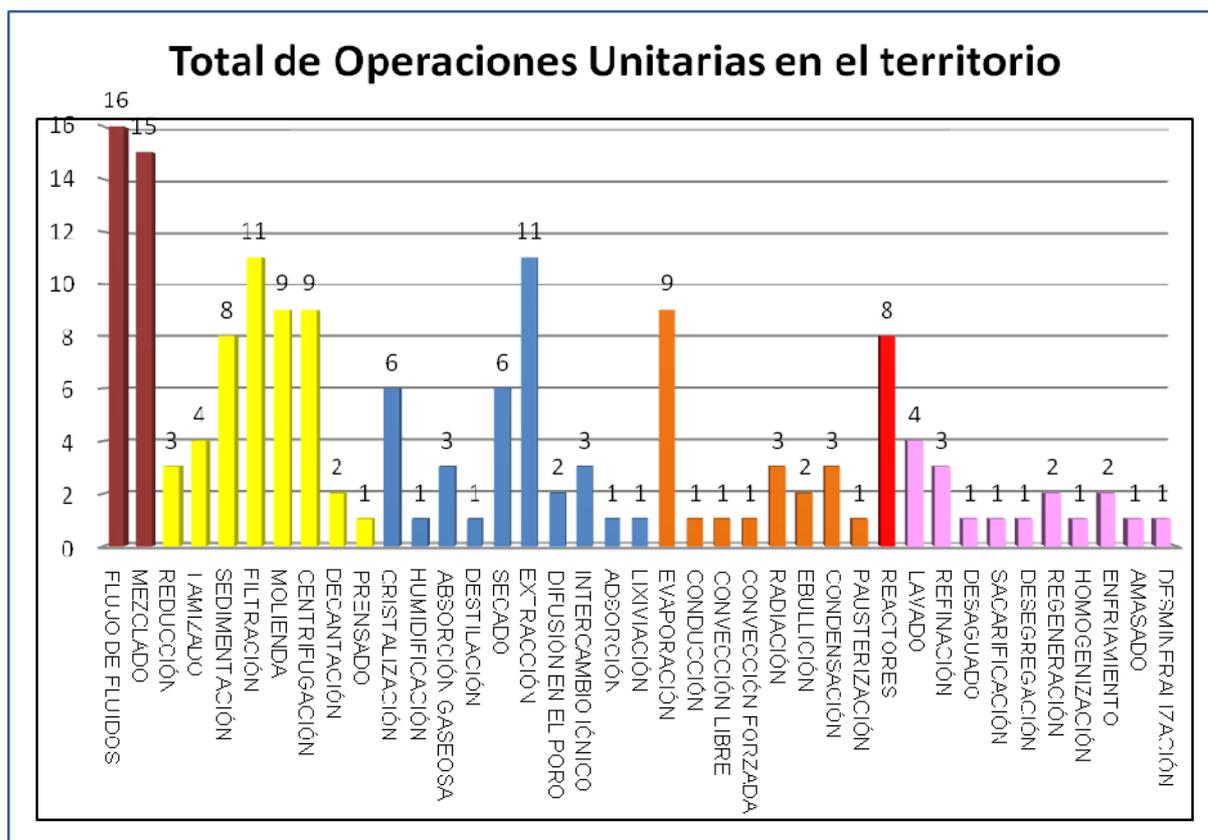


Figura 2: Operaciones Unitarias del territorio.

Como resultado del análisis del indicador se determinó que las principales industrias químicas en el territorio en las que se emplean las operaciones unitarias son:

- Centrales Azucareros.
- Industria del Petróleo.
- Industria Alimenticia.

En la figura 2 se identificaron las principales operaciones unitarias presentes en cada una de estas industrias destacándose la operación de flujo de fluidos, mezclado, filtración, extracción, evaporación, centrifugación y molienda.

Para lograr la jerarquización a este análisis se suma los resultados obtenidos mediante la aplicación de una encuesta en la que se contrastan la opinión de profesores y profesionales del territorio respecto a las industrias que caracterizan el territorio. **(Ver Anexo).**

Los resultados de la caracterización del territorio fueron:

1. Industria del Petróleo.

2. Industria de Centrales Azucareros.
3. Tecnología Ambiental.
4. Industria Alimenticia.

Solución y prevención de problemas ambientales

Para el análisis de los problemas ambientales se consultaron los trabajos de cursos de los estudiantes correspondientes al año académico 2013-2014. Luego de haber realizado el estudio se evidenció que en el territorio hay 16 empresas de gran relevancia para el ingeniero químico, cada una de estas empresas influye de manera significativa sobre las personas y el medio ambiente de manera general. Es por esto que el estudio de los daños que cada una de estas industrias causa a nuestro entorno es vital en la formación profesional del Ingeniero Químico. El estudio reveló que los principales problemas ambientales que afectan hoy a nuestro territorio son los siguientes:

Efectos sobre el medio ambiente en Glucosa:

La Empresa, cuenta con una Estrategia Ambiental desde el año 2009 que se materializa en planes de acción a corto, mediano y largo plazo, la cual resulta insuficiente para resolver los problemas ambientales que ocasiona.

Según la Estrategia Ambiental del MINAL los principales problemas ambientales que presenta el Ministerio de la Industria Alimenticia en el país y de los cuales la Empresa Glucosa no está exenta y se encuentran reflejados en su estrategia ambiental son:

- Contaminación de las aguas terrestres y marinas por el vertimiento de los residuales líquidos y sólidos industriales.
- Contaminación de la atmósfera por emanaciones de gases, polvo, hollín y malos olores.
- Elevado consumo de agua, recurso natural más importante que maneja el MINAL.
- La empresa GENIX-LABIOFAM no es efectiva para lograr que los parámetros de sus efluentes estén en concordancia con la Norma Cubana 521: Vertimiento de residuales a zonas costeras y bahías. Requisitos generales.
- El SO₂ es quien más afecta el Medio Ambiente, el mismo resulta de la maceración del maíz y es enviado a la planta de tratamiento.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

- Si hay una parada por ruptura de un equipo (se produce un derrame), todo el producto va hacia los residuales y conlleva a que aumente la contaminación, contribuyendo a la demanda bioquímica de O₂.
- La limpieza de tanques, tuberías, etc... se hace con sustancias químicas (ácido sulfúrico, carbonato de sodio, carbonato de calcio, entre otras), que van hacia residuales.

Efectos sobre el Medio Ambiente en el Lácteo.

Como todo proceso químico, el proceso de producción de helado genera residuales que pueden afectar el ambiente, estos son de tres tipos: gaseosos, líquidos y sólidos.

Gaseosos: Estos son generados en la caldera, pero no afectan gravemente al ambiente y algo que propicia esto es la utilización de diesel como combustible, principalmente se emite a la atmósfera el CO₂.

Líquidos: Generalmente los residuales líquidos se generan durante la limpieza al enjuagar los equipos, para evitar la afectación a las aguas este residuo es pasado por trampas de grasas y posteriormente es extraído hacia pozos sépticos con el objetivo de lograr la sedimentación de sólidos y luego se dirige hacia lagunas de oxidación pertenecientes a la empresa.

Sólidos: Son numerosos los residuos de este tipo que se generan durante el proceso y al finalizar una producción como por ejemplo cubos plásticos, sacos multicapas, sacos de nylon, cajas de cartón. Con el fin de minimizar los impactos ambientales que provocan estos desechos, todos son reutilizados en otras UEB como en la producción de quesos, los sacos de cartón se utilizan como separadores en los almacenes, además en la empresa existen convenios con la corporación de Materias Primas y los sólidos que no se reutilizan son vendidos a esta entidad.

Las actividades ambientales negativas más significativas en la entidad, dada por los expertos de la fábrica, son:

Los altos consumos de agua y energía.

Emisiones Atmosféricas: Las emisiones atmosféricas en la entidad se generan en:

Calderas utilizadas para la producción de vapor: El uso de combustibles fósiles como fuente de energía térmica implica la generación de emisiones atmosféricas de gases de

Capítulo III: Análisis de los Resultados

efecto invernadero, gases tóxicos, humos y hollín, los cuales manejados incorrectamente tienen efectos nocivos sobre la salud y el medio ambiente.

Generadores de electricidad (grupo electrógeno) para el abastecimiento de energía eléctrica: Otras de las emisiones atmosféricas en la entidad se generan en los equipos electrógenos utilizados para la producción de electricidad, usando combustible fósil (diesel) como fuente de energía térmica.

Sistema de Refrigeración: Existencia de fugas y escapes de refrigerante (amoníaco); siendo este peligroso para la salud humana y al medio ambiente.

Generación de Residuales Líquidos: Como consecuencia del uso desmedido del agua, en las propias operaciones de limpieza y procesos productivos se vierten residuos líquidos caracterizados por una alta carga orgánica, de tipo industrial y albañales, siendo las principales fuentes de contaminación a los efluentes.

Entre los factores que incrementan la generación de residuales líquidos se encuentra el Proceso de Limpieza. Este proceso de limpieza y desinfección pretende eliminar los residuos que proporcionan los nutrientes necesarios para la multiplicación microbiana y toda la suciedad que queda después de un proceso o que se produce durante el mismo. Estas operaciones consumen gran cantidad de agua en las empresas. También influyen las Cargas Contaminantes que pueden conducir al derrame de productos siendo la principal fuente de contaminación. Los volúmenes de estos residuos líquidos pueden reducirse mediante un adecuado manejo interno así como un buen sistema para disminuir la carga contaminante de los residuos, en el caso del procesamiento que lo requiera. Otros factores que incrementan las cargas contaminantes de Residuales Líquidos:

Atraso de la tecnología disponible: La planta tiene varios años de explotación y sufre de la escasez de piezas de repuesto.

Desfavorables condiciones de trabajo en las áreas productivas: Procesos productivos con escapes y goteos de los productos fabricados por tuberías, uniones defectuosas, acoples, válvulas y demás accesorios.

La entidad no cuenta con su propio sistema de tratamiento, sus procesos van hacia una laguna común donde tributan varias entidades y la población, luego continua al Río Arimao.

Efecto sobre el medio ambiente en la fábrica Pienso:

- Incorporación al medio de desechos líquidos contaminados.
- Generación de residuos sólidos. o barreduras
- Generación de ruidos, polvos y vibraciones.
- Consumo de energía eléctrica.
- Emisiones a la atmosfera de gases producto de la combustión en la caldera.

Efectos sobre el medio ambiente en la refinería de petróleo Camilo Cienfuegos:

La industria petrolera, desde la extracción hasta la refinación y posterior comercialización de sus productos es una de las que mayor aporte negativo genera para el medio ambiente, en ocasiones sus daños son irreparables. Por consiguiente toda acción que se tome al respecto, será bienvenida para el mejoramiento del medio ambiente.

La contaminación del medio ambiente es uno de los problemas de mayor importancia en el final del siglo pasado y en el presente. La creación de una conciencia internacional acerca del daño irreparable que se está haciendo a los diferentes ecosistemas y al medio ambiente en general con tal de disminuir las corrientes contaminantes o eliminarlas es un paso de avance en los últimos tiempos. Las corrientes residuales contienen normalmente hidrocarburos, materiales disueltos, sólidos en suspensión, fenoles, sulfuros, ácidos, álcalis y otros contaminantes.

Para la valoración del impacto ambiental se parte de lo planteado en las bases del protocolo de Kyoto que establecen normativas de emisiones cada vez más exigentes en cuanto a los gases emitidos al medio. Se considera los valores de estudios realizados en laboratorios especializados, sobre caracterización de las corrientes finales que llegan a la planta de tratamiento residual en la refinería de Cienfuegos en mayo del 2012. Se analiza como el nuevo sistema propuesto indica un camino factible desde el punto de vista técnico económico para revertir el impacto ambiental negativo de la planta a partir de la propuesta del método de incineración que ha sido implementada en varias refinerías de México. Se tiene en cuenta las normas cubana NC-521:07 “Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas”. Especificaciones que establece los límites máximos permisibles de pH, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno (DBO5),

Capítulo III: Análisis de los Resultados

demanda química de oxígeno (DQO), hidrocarburos (5 mg/l) y compuestos fenólicos (0,5 mg/l), así como también la norma cubana NC-19-01-63: 1991 que establece los niveles y límites admisibles de las sustancias nocivas en el aire de la zona de trabajo.

La planta Merox tiene tres efluentes: sosa nafténica, agua alcalina y la salmuera provenientes de los tambores D-01, D-02 y D-03 respectivamente. Estos efluentes aportan gran cantidad de carga y fenoles los cuales son tratados física y químicamente en la Planta de Tratamientos Residuales (PTR) para lograr las especificaciones normadas antes de su vertimiento a la bahía.

En caso de derrames del turbocombustible representa un tóxico débil para los organismos acuáticos. Grandes volúmenes de este pueden penetrar en el suelo y contaminar las aguas subterráneas ya que no es fácilmente biodegradable y persiste en condiciones anaeróbicas.

Sistema de tratamiento de residuales de la empresa.

Este sistema es el encargado de la limpieza y descontaminación de las aguas que interactúan con los compuestos hidrocarburos del proceso.

Los contaminantes fundamentales de estas aguas son de origen mineral: arenas, ácidos, álcalis, arcillas y sales, también de origen orgánico.

Tratamiento Mecánico: En este caso se busca separar de las aguas industriales la mayor cantidad de materiales en suspensión y derivados hidrocarburos, que arrastran del proceso productivo. Para ellos se utilizan los siguientes componentes de tratamiento: Separadores de arena, Separadores de aceites y sedimentadores de balance.

Tratamiento Físico-Químico: Después de haber pasado por la etapa de tratamiento mecánico, se la aplica este tratamiento con el cual se busca finalmente separar la materia en suspensión y los derivados del petróleo que persisten en ellas para esto se emplea $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ Sulfato de Aluminio, usualmente conocido como alúmina, como reactivo coagulante. Los componentes del mismo son: flotadores, Mezcladores, bombas dosificadoras, tanque de presión, compresores de aire, bombas de recirculación y tanques de preparación y consumo de alúmina.

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Como la planta no cuenta con el tratamiento biológico, la biodegradación de los componentes orgánicos presentes se completa de manera natural en la laguna de oxidación.

Tratabilidad de los vertimientos de la Planta Merox.

Actualmente la planta Merox es la que más contaminantes aporta en sus efluentes, los cuales necesitan ser tratados para poder ser vertidos en la bahía. Entendiendo que incluso operando idealmente la planta de Merox seguirán presentes los fenoles en sus efluentes, es necesario un tratamiento en fuente para concentrar el abatimiento de fenoles en un caudal pequeño como el de Merox, comparándolo con las otras corrientes de aguas agrias. Este abatimiento se propone en función de experiencias previas en otras refinерías, en función de las condiciones socio-económicas del país y en función de los resultados obtenidos en pruebas de laboratorio simuladas.

Sosa Gastada (D0-1).

Los análisis físico-químicos de este efluente muestran que a pesar de que la corriente de sosa gastada representa como máximo solo el 2,5% del volumen de efluentes diarios de Merox, su aporte en la carga fenólica puede llegar a un aporte máximo del 67,8% del este proceso, al igual que su aporte en DQO, por lo tanto se convierte en una corriente digna de tratamiento especial.

El tratamiento físico-químico practicado a este efluente consistió en hacer ensayos de jarras de acuerdo con el procedimiento descrito en el punto 4 de este informe, adicionando un rompedor de emulsión inverso (QZ-1797) con dosis que variaron entre los 3,0 y los 30 mg/l. Fueron en total cuatro muestras de sosa gastada las que se evaluaron, obteniéndose porciones de hidrocarburo que varió entre el 20% y el 70% de la muestra tratada. El hidrocarburo fue analizado como Diesel regular en los laboratorios de la refinерía con el siguiente resultado.

Solución de eliminación de Fenoles por Incineración:

Una de las técnicas para la eliminación de los fenoles es la INCINERACION de las corrientes de alta concentración de fenoles. La incineración se puede efectuar de forma directa (inyectando la corriente de fenoles directamente a hornos o incineradores

Capítulo III: Análisis de los Resultados

apropiados y diseñados para la incineración de fluidos peligrosos) o en forma indirecta (incorporando la corriente de fenoles en otro fluido que se utilice como combustible). Esta última vía es la que se propone para la eliminación de la corriente de más alto contenido de fenoles- SOSA GASTADA de Merox. (La incineración de corrientes de residuales debe considerar los limitantes físico-químicos para ser quemados en un equipo)

La incineración directa de las sodas gastadas ha sido implementada en varias refinerías como solución a los problemas que generan las sodas, altas DQO y pH, sulfuros, mercaptanos, fenoles y otros contaminantes presentes en estas corrientes cuando son incorporados a las PTR. En el anexo No.3 se presenta información de Refinerías de México que utilizan la solución de Incineración de sus sodas gastadas.

La incineración indirecta, es decir, la incorporación de las sodas gastadas (tratadas) en un combustible, como el fuel oil bunker 6, se propone tomando como base las experiencias y aplicaciones de estas emulsiones como combustibles en varios países (Colombia, Cuba, Venezuela, etc).

Los beneficios de este producto son apreciables: menor viscosidad del combustible; menor consumo de potencia en bombeo; combustión más limpia; incremento de la limpieza de las boquillas de los quemadores; disminución del NO_x en los gases de combustión y otras que la literatura puede complementar.

Drenaje de tambor (D0-3).

Es un efluente que concentraciones de fenoles entre 600 ppm y 28 ppm, pero cuya carga orgánica es siempre muy alta. Sin embargo el volumen vertido es muy bajo, razón por la cual se recomienda su mezcla con la sosa gastada de manera que no represente ningún aporte en carga para el sistema de tratamiento a implementar. Para constatar la respuesta de este efluente al tratamiento físico-químico se corrieron ensayos de jarras mediante las cuales se determinaron las siguientes dosis óptimas de químicos: 30 ppm de rompedor de emulsión QZ-1597, 120 ppm de Cloruro Férrico (o 200 ppm de Al⁺) y 4 ppm de polímero QZ-1540

Agua gastada (D0-2).

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Es un efluente que presenta concentraciones relativamente estables de fenoles las cuales están alrededor de los 135 mg/l que son valores mucho menores que los otros dos drenajes de Merox. Lo mismo sucede con las concentraciones de DQO, pero debido a la magnitud de su volumen efluente el aporte en cargas oscila alrededor del 30% del total vertido en este proceso.

Se corrieron ensayos de jarras para este efluente solo –sin mezclarlo con la sosa gastada y el drenaje de tambor- mediante las cuales se determinaron las siguientes dosis óptimas de químicos: volumen máximo diario a tratar: 175 m³, no se requiere rompedor de emulsión, no se requiere neutralización, 50 ppm a 100 ppm de Al⁺ y 4 ppm de polímero

Impactos ambientales en la papelera Damují:

3. Contaminación del suelo (vertimiento de desechos sólidos).
4. Contaminación de la atmósfera.
5. Alteración acústica por equipos no insonorizados.
6. Afectación al hombre, iluminación deficiente (deterioro visual).
7. Alteración del BTH (bienestar térmico humano), causando consumos de recursos no renovables.
8. Daño al medio por peligros de accidentalidad.

Acciones para mitigar o eliminar el impacto:

3. No se derramarán vertimientos a redes de alcantarillado de sustancias tóxicas o explosivas.
4. Se cumplirán los parámetros establecidos para la descarga a fuentes receptoras.
5. Se tratarán y minimizarán la emisión de gases contaminantes.
6. Se identificará, evaluará y minimizará con soluciones de diseño los ruidos provenientes de la intervención que contamine el espacio exterior.
7. Se establecerán los niveles de iluminación necesarios.
8. Revestir y aislar las tuberías y tanques de vapor.
9. Uso eficiente del agua, la electricidad, combustibles y el aire industrial.

10. Se utilizarán los Medios de Protección Individual según lo establecido para cada tipo de trabajo.
11. Se brindará la máxima información a todo el personal sobre la seguridad y protección para evitar daños al medio ambiente y a los seres humanos.

Principales Problemas Ambientales Identificados en la UEB Cereales:

A continuación se muestran los principales problemas ambientales identificados en la fábrica (**Betancourt, 2014**)

3. La ubicación geográfica, condiciones naturales de la zona, calidad estructural de las edificaciones y de los medios de producción favorecen el proceso de PVR (peligros, vulnerabilidad y riesgo).
4. Acumulación y/o encharcamiento de agua debido al deficiente drenaje pluvial de la zona.
5. Escasa vegetación dentro y fuera de la instalación.
6. Déficit de equipamiento, reactivos y utensilios en el laboratorio de control de la calidad.
7. Deficiente manejo del recurso agua (ausencia de metrocontadores, salideros, carencia de flotantes en tanques elevados, no tienen plan de limpieza de cisternas y otros depósitos de almacenamiento).
8. Elevados niveles de polvo en el ambiente laboral y de emisiones de la atmósfera.
9. Derrames de trigo, harina, subproductos y residuos.
10. Malos olores debido a la descomposición de los residuos orgánicos de la producción.
11. Elevados niveles de ruidos.
12. Vertimiento directo a zona costera de residuales líquidos sin tratamiento, que se generan por la limpieza de los pisos y la contaminación de aguas pluviales.
13. No existe verificación del estado técnico de la red que conduce los residuales albañales, y de lo normado para su disposición final.
14. Inadecuadas prácticas de manejo de los desechos sólidos (generación, almacenamiento, transporte y disposición final).
15. Existencia de desechos peligrosos sin disposición final asegurada (aceites usados y otros).

16. Existencia de vectores y proliferación de plagas.

Identificación y valoración de impactos ambientales latentes o potenciales:

Descripción de los impactos de mayor relevancia(Betancourt, 2014):

1. Contaminación al ecosistema costero:

Presenta un impacto negativo. Es severo para el aspecto de deficiencias tecnológicas. Es crítico con respecto a los problemas del sistema de drenaje Pluvial y la generación de residuales líquidos y de desechos sólidos, que vierten sin tratamiento a la zona costera. Mitigable con acciones de control de derrames de materia prima y productos y la reparación del sistema de drenaje pluvial.

2. Contaminación atmosférica:

Presenta un impacto negativo severo ocasionado por los aspectos de tecnología deficiente y de emisión de polvo. Es mitigable con acciones para la adquisición de las mejores tecnologías disponibles y el control de procedimiento para la contención de polvo.

3. Contaminación sónica:

Presenta un impacto negativo severo, ocasionado por la generación de altos niveles de ruido. Mitigable con acciones de adquisición de las mejores tecnologías disponibles y el control del uso de los medios de protección individual.

Como resultado del análisis de este indicador se evidencia la necesidad de considerar las tecnologías ambientales (encaminadas a la prevención y solución de los problemas ambientales) como parte de la propuesta de asignaturas para el currículo propio y optativo electivo. Es de vital importancia esclarecer que el estudio para la prevención y solución de los problemas debiera considerarse como una asignatura independiente para lograr que el estudiante integre los contenidos relacionados con la misma.

Capacidades técnicas disponibles

La situación del aseguramiento bibliográfico de las asignaturas tanto de la formación básica como del área de conocimiento de la carrera es objeto de análisis en el consejo de

Capítulo III: Análisis de los Resultados

carrera en función de las definiciones del plan de estudio, el criterio de sus miembros, y las disponibilidades de textos y otros materiales que aseguren en todos los casos la bibliografía mínima. Sin embargo, los estudiantes no muestran satisfacción con los textos de aquellas asignaturas que están en inglés o aquellas fundamentalmente del currículo propio y del optativo –electivo que se encuentran en formato electrónico. De cualquier modo en esa contradicción, los profesores trabajan por ofrecer orientaciones precisas para la búsqueda y procesamiento de los contenidos esenciales en tales textos.

La inapreciable colaboración con el claustro experimentado de la carrera de Ingeniería de Química de la Universidad Central de las Villas nos ha permitido acceder a toda la bibliografía, materiales y guías de estudio de las disciplinas del objeto de la profesión que han sido preparados por los profesores.

El Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Información (CRAI) de la Universidad de Cienfuegos cuenta con un servicio especializado de diseminación de la literatura en el área de la ingeniería y una biblioteca electrónica que asienta todos los libros electrónicos en el área de las ingenierías; así como tesis de Maestría y Doctorado que se defienden en el área de la Eficiencia energética, las fuentes de energía renovable, y las prácticas de las Producciones más Limpias.

También cuenta con las bases de datos en WEBLIS (sistema integrado para bibliotecas), un servidor de Red Local que controla Intranet, Bases de Datos y el uso y acceso de usuarios a la Red desde la Intranet, los usuarios pueden acceder a todas las sedes universitarias de la provincia; así como a la Biblioteca Virtual del Ministerio de Educación Superior, y sus diversos recursos, los cuales son de gran utilidad hoy en día para la comunidad científica y como vía de aseguramiento bibliográfico.

La biblioteca, en coordinación con la dirección de la carrera y sus profesores, realiza un trabajo exhaustivo con las publicaciones científicas seriadas producidas en América Latina, el Caribe, España, y Portugal, para que nuestros estudiantes, profesores e investigadores tengan acceso y puedan consultar dichas revistas por áreas del saber. Adicionalmente a las vías de aseguramiento antes mencionadas, en la biblioteca se reciben sistemáticamente algunas revistas científicas en copia dura, relacionadas con la carrera, entre las principales están: Centroazúcar; Energética, Energía y tú, Revista

Capítulo III: Análisis de los Resultados

Cubana de Química y Tecnología Química de la Universidad de Oriente (en la Red del Mes, publicados todos sus números en formato electrónico)

Están identificadas las revistas en formato digital temáticamente relacionadas con la carrera de Ingeniería Química en Cuba, América Latina y el resto del mundo. También están identificadas las revistas, en las cuáles los profesores e investigadores pueden publicar sus resultados científicos.

La página Web de la facultad tiene habilitado un Link con la biblioteca y desde cualquier máquina de la red, los usuarios de la misma, entre ellos los estudiantes, pueden acceder a todas estas bases de datos y materiales digitales.

En los servidores de la facultad se encuentran libros, normas y un apreciable número de artículos de diferentes temáticas que están debidamente organizados por lo que desde cualquier punto de la red y a través de la web cualquier usuario puede acceder.

Tabla 5 Prácticas de Laboratorio del área de conocimientos de la Carrera

Disciplina	Asignaturas	Laboratorio
PIQ (3 asignaturas)	Balances de masa y Energía	-
	Termodinámica técnica	4 horas: 1 PL
	Termodinámica para Ingenieros Químicos	4 horas: 1 PL
OPU (8 asignaturas del Currículo Base)	Fenómeno de Transporte	6 hrs 2 PL
	Flujo de fluidos	8 hrs, 2 PL
	Separaciones mecánicas	4 hrs, 1 PL* ¹

Capítulo III: Análisis de los Resultados

	Tratamiento de aguas y residuales	6 hrs, 2 PL* ²
	Transferencia de calor	4 hrs* ³
	Transferencia de masa	4 hrs* ³
	Reactores Homogéneos	6 hrs, 2 PL
	Reactores Heterogéneos	10 hrs, 3 PL
	Operaciones y procesos unitarios Pr 1	-
	Operaciones y procesos unitarios Op 1 (A)	-
	Operaciones y procesos unitarios Op 1 (B)	-
Ingeniería de los Materiales (3 asignaturas)	Tecnología de los metales	6 hrs, 2 PL
	Corrosión y Protección	20 hrs, 5 PL
	Diseño mecánico de equipos	-
Fundamentos de Automatización (3 asignaturas)	Electrotecnia	14 hrs, 4 PL

Capítulo III: Análisis de los Resultados

	Instrumentación Industrial	12 hrs, 4 PL
	Controles para Procesos	10 hr, 3 PL

*¹Las prácticas de laboratorio pueden ser desarrolladas en instalaciones experimentales convencionales o mediante el uso de programas de simulación por computación.

*²Los laboratorios pueden ser encaminados fundamentalmente a aplicar las técnicas empleadas para determinar la calidad de las aguas industriales y las características contaminantes de las aguas residuales.

*³ Es conveniente introducir prácticas de laboratorio de simulación digital para enfrentar los problemas más complejos.

En la disciplina de OPU la situación es más comprometida pues se pueden realizar 15 de las 20 prácticas aquellas relacionadas con el comportamiento de los procesos en reactores homogéneos y heterogéneos ante el cambio de las variables de operación no se pueden conducir debiendo coordinar su realización con la cooperación de la UCLV.

Tabla 6 Laboratorios de la Facultad que pueden ser empleadas por la carrera

Laboratorio	Asignatura a la que brinda servicio
Metalografía	Tecnología de los metales
Laboratorios de Computación	Proyectos
	Computación,
	Análisis de Procesos
Resistencia de materiales	Tecnología de los metales
Refrigeración	Termodinámica técnica
	Transferencia de calor
Mecánica de los fluidos	Flujo de fluidos.

	Fenómenos de Transporte
Electricidad y Automatización	Electrotecnia
	Control de Procesos
	Instrumentación Industrial
Neumática	Fenómenos de Transporte
Física (2 laboratorios)	Asignaturas de Física General
Química (3 laboratorios)	Asignaturas de FQB (8),
	Corrosión y Protección
	Tratamiento de Agua y Residuales

Carencias en el currículo básico

La figura muestra una comparación entre las operaciones unitarias impartidas en el currículo básico y las no impartidas en el mismo.



Figura 3: Comparación entre las operaciones unitarias impartidas en el currículo básico y las no impartidas en el mismo.

La figura 3 muestra que del total de operaciones unitarias presentes en las industrias del territorio (39), se imparten en el currículo básico el 49%, esto significa que hay un 51% de operaciones unitarias que no se imparten, por lo que se deberían tomar en cuenta para

Capítulo III: Análisis de los Resultados

la elaboración de los contenidos de las asignaturas que se van a ofertar para el currículo propio y optativo/electivo e incluso tenerse en cuenta para considerar incluir una asignatura con estos contenidos en la propuesta.

Del 51% de las operaciones unitarias no cubiertas por el currículo básico, a continuación se presentan lo que representan cada una de estas operaciones unitarias de este total

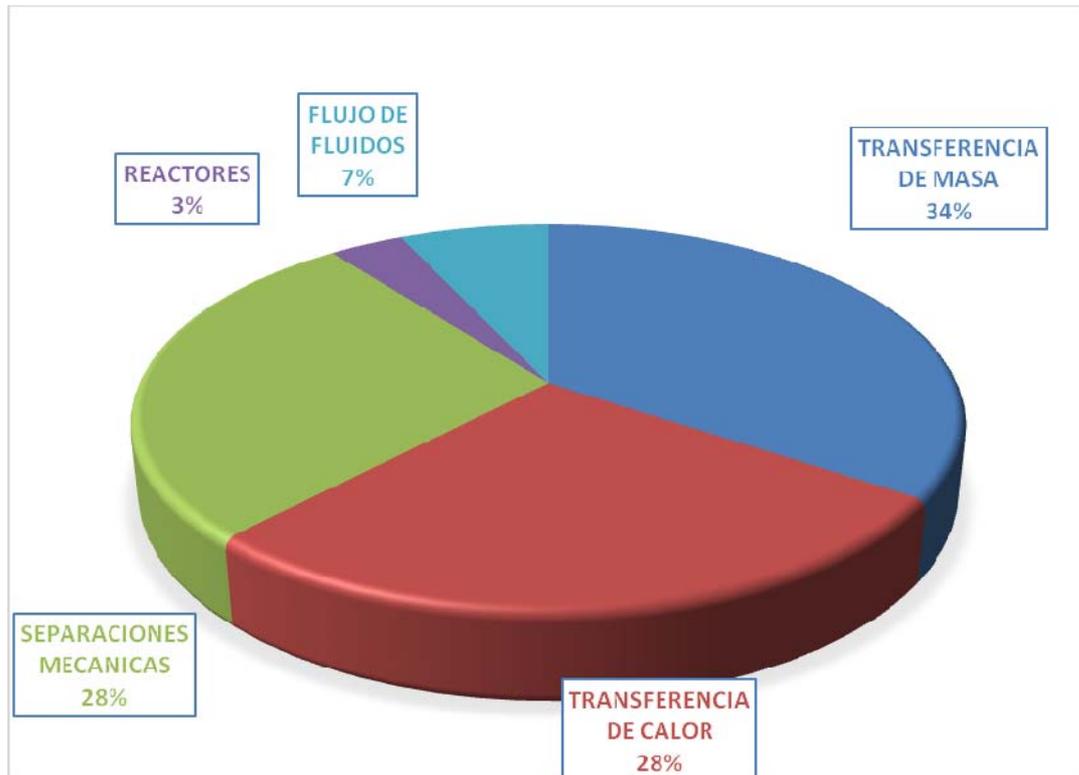


Figura 4: Porcentaje de operaciones unitarias no cubiertas por el currículo básico.

De la figura 4 se obtiene que los mayores porcentajes de carencias de operaciones unitarias se encuentran concentrados en las operaciones de Transferencia de Masa y Calor y Separaciones Mecánicas se analizan a continuación dichas operaciones.

En la figura 5 se comparan las operaciones unitarias de Transferencia de Masa impartidas en el currículo básico y las no impartidas en el mismo.

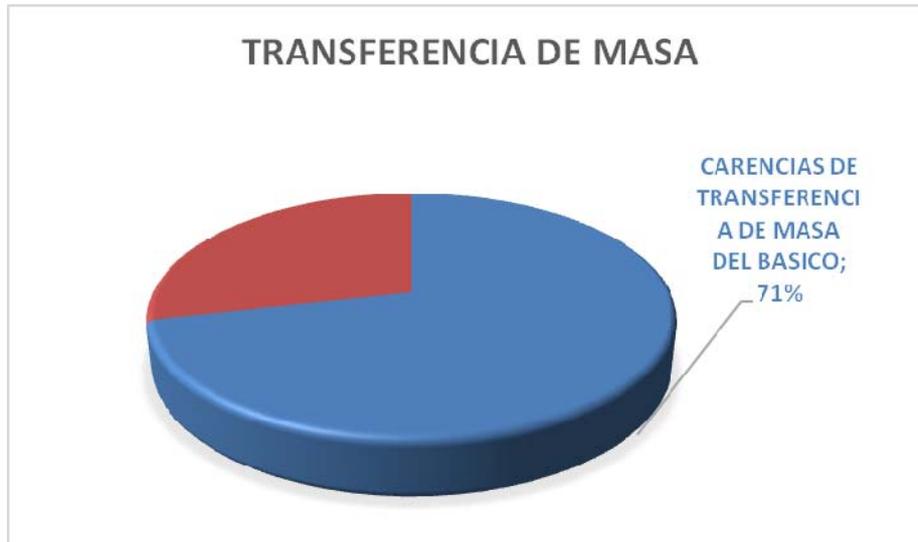


Figura 5: Operaciones unitarias de Transferencia de Masa que no son impartidas por el currículo básico.

La figura 5 mostró como resultado que el 71% de las operaciones unitarias de Transferencia de Masa de las industrias del territorio no son cubiertas por el currículo básico.

En la figura 6 se comparan las operaciones unitarias de Transferencia de Calor impartidas en el currículo básico y las no impartidas en el mismo.



Figura 6: Operaciones unitarias de Transferencia de Calor que no son impartidas por el currículo básico.

En la figura 6 se observa como resultado que de igual manera para la asignatura de Transferencia de Calor un 67% de las operaciones unitarias presentes en el territorio no son cubiertas por el currículo básico. Es por esto que se debe tener en cuenta también para la propuesta de los contenidos a ofertar para el currículo propio y optativo/electivo de dicha disciplina.

La figura 7 muestra las operaciones unitarias de Separaciones Mecánicas carentes en el currículo básico.



Figura 7: Operaciones unitarias de Separaciones Mecánicas que no son impartidas por el currículo básico.

Como resultado del análisis se obtuvo que solo el 38% de las operaciones unitarias no son cubiertas en el currículo básico. A pesar de tener un mayor porcentaje de operaciones unitarias de Separaciones Mecánicas cubiertas debería trabajarse en el sentido de completarse el estudio de la misma en posteriores ofertas de contenidos para el currículo propio y optativo/electivo.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que dado el elevado por ciento de operaciones unitarias de Transferencia de Masa no impartidas en el currículo básico deberían impartirse como una asignatura independiente, por lo que se incluye como propuesta de asignatura a tener en cuenta para el currículo propio y optativo electivo de la Disciplina OPU con el nombre de Transferencia de Masa 2.

En la figura se puede apreciar que existe también un gran número de operaciones unitarias de Transferencia de Calor que no se imparten en el currículo básico, sin embargo no se tiene en cuenta para la propuesta debido al bajo número de industrias que las realizan, ver figura 2.

Competencia de los profesores

Las cualidades del claustro de la carrera se reflejan en:

1. El destacado trabajo en la labor política ideológica y educativa con los estudiantes.
2. El prestigio del claustro entre los estudiantes reflejado en la encuesta de satisfacción de los estudiantes respecto a la ejemplaridad de sus profesores.
3. El incremento de los profesores con categoría principal tanto entre los profesores de plantilla como en los adjuntos.
4. La tendencia a mantener altos indicadores de la calidad de la docencia.
5. El perfeccionamiento constante de la práctica profesional y proyectos en los años de tercero a quinto, con opinión favorable de los estudiantes.
6. El cumplimiento de los planes de superación de los profesores del área de conocimientos de la carrera y el alcance de la Maestría como primer paso hacia el Doctorado de 4 de los 5 profesores que ingresaron en el Departamento en los últimos 4 años.
7. La mejora cualitativa progresiva de la composición del claustro del área de conocimientos de la carrera que hoy cuenta con un 21% de Doctores y un 49% de MSc.
8. La composición estable del claustro en las disciplinas básicas que cuenta con una composición semejante en cuanto a profesores de categoría principal que la de los profesores del área de conocimientos de la carrera.
9. Los profesores del claustro mantienen en la red de la facultad, las orientaciones y bibliografía de todas las asignaturas.
10. La creciente participación de los profesores del Departamento en los Talleres Metodológicos convocados por la Dirección de la Facultad.

11. El incremento sostenido que se produce en la producción científico técnica del Departamento que logra insertarse en dos líneas temáticas con tradición en la Facultad y el Centro.
12. El perfeccionamiento que se produce en el diseño curricular y su práctica en las asignaturas del currículo propio y optativo – electivo.
13. La incorporación consciente y entusiasta de los estudiantes en las tareas de impacto social reclamadas por la Dirección de la Revolución.
14. La reciente apertura de los cursos de postgrado para los profesionales de la carrera en el territorio, de acuerdo con sus necesidades y las potencialidades del claustro, y la inserción de 4 profesores del departamento en los Comités Académicos de 3 Maestrías que se desarrollan en Cuba y en Venezuela.
15. Positiva valoración de los directivos y personal técnico de las Empresas de la provincia sobre la calidad del trabajo durante las prácticas profesionales y proyectos de curso de nuestros estudiantes.
16. Integración de todos los factores institucionales, políticos, sindicales y estudiantiles de forma coherente para lograr los objetivos propuestos.

Se cuenta con profesores capacitados para impartir las asignaturas:

- Tecnologías de los Centrales Azucareros.
- Tecnología del Petróleo.

Se pueden preparar profesores para impartir las asignaturas:

- Tecnología Ambiental.
- Transferencia de Masa 2.

No se cuenta con profesores para impartir la asignatura:

- Tecnologías de la Industria Alimenticia.

Preferencia de los estudiantes

Es una característica del modelo de formación promover la participación directa del estudiante en su proceso de formación, en el binomio instrucción -educación.

No obstante conviene destacar que desde el punto de vista instructivo, la participación de los estudiantes en su propia formación tiene varios momentos importantes, uno está dado

por la posibilidad de selección que las asignaturas del currículo optativo-electivo ofrecen, otro es la participación según los propios intereses y motivaciones en las prácticas profesionales y proyectos de curso, de acuerdo con las posibilidades y el necesario equilibrio para el logro del perfil amplio a que se aspira.

La preferencia de los estudiantes se consideró mediante la aplicación de una encuesta la cual fue procesada estadísticamente con el paquete estadístico SPSS-15 cuyo resultado se muestran en el (Anexo5).

Participación de especialistas del territorio

La estrecha relación de la carrera de Ingeniería Química con las principales industrias químicas del territorio que incluye la participación de profesionales del territorio como profesores adjuntos, tutores de Trabajos de Diploma así como profesionales categorizados encargados del asesoramiento a los estudiantes en la práctica laboral propicia un escenario favorable para su vinculación al desarrollo del currículo propio y optativo/electivo.

A partir de esto se puede haber identificado que existen los profesores para impartir las asignaturas:

- Tecnología del Petróleo.
- Tecnología de los centrales Azucareros.

Se deben preparar los profesionales para impartir

- Tecnología Ambiental.
- Tecnología de la Industria Alimenticia.

También merece destacarse que existe una contradicción pues aunque los adjuntos - instructores no tengan una experiencia docente sí la poseen en la práctica profesional lo cual enriquece nuestro claustro. En este sentido el Departamento se ha impuesto que los profesores adjuntos puedan publicar junto a los profesores más experimentados del Departamento pues este es el indicador que no les permite transitar hacia categorías superiores.

Asignaturas ofertadas en otras universidades del país

Universidad de Oriente (Centro Rector)

Capítulo III: Análisis de los Resultados

PR-1 Currículo Propio: Tecnología Ambiental (Ver Anexo)

OP-1 Currículo Optativo/Electivo A: Industria Minero-Metalúrgica y de Tratamiento de Sólidos.

OP-1 Currículo Optativo/Electivo B: No se define la industria a la que está encaminado este currículo, pero los contenidos impartidos en el mismo están relacionados con las carencias en el currículo básico. Los temas impartidos son aquellos relacionados con la Transferencia de Masa y Calor.

Centro Universitario José Antonio Echeverría (CUJAE)

PR-1 Currículo Propio: Operaciones en Bioprocesos.

OP-1 Currículo Optativo/Electivo A: Operaciones de Separación de Biomoléculas.

OP-1 Currículo Optativo/Electivo B: Integración de Procesos (Diseño de redes de intercambio de calor).

Universidad Central de Las Villas (UCLV)

PR-1 Currículo Propio: Procesos de Separación, Desarrollo de Procesos y Técnicas Novedosas (Transferencia de Masa 2).

OP-1 Currículo Optativo A: Prevención de la Contaminación.

OP-1 Currículo Optativo B: Operaciones Básicas de la Industria Alimenticia.

El análisis del currículo Propio y Optativo/Electivo de estas tres universidades de referencia en el país muestra que la selección de las asignaturas correspondientes al currículo optativo obedece a las características de cada uno de los territorios, mientras la propuesta de asignatura Propia sigue una visión diferente en cada caso. Bajo este criterio proponemos la propuesta de la UCF sería:

Currículo Propio	Criterios
Tecnología Ambiental.	Solución y prevención de los problemas ambientales.
Transferencia de Masa 2.	Carencias en el currículo básico.
Tecnología del Petróleo.	Características del territorio.

Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo

Si bien este indicador tuvo una convergencia asertiva parcial entre profesores y profesionales del territorio que evalúan adecuado su análisis para la elaboración de la propuesta de asignatura, los estudiantes consideran que es muy adecuado tenerlo en cuenta, posición comparte esta autora y que se hace referencia de la misma en el marco teórico de la investigación del presente trabajo.

Se detecta que el término currículo propio es empleado casi exclusivo de la universidad cubana, mientras que las ofertas de asignaturas optativas de manera general es más amplia en el mundo.

3.4. Elaboración de la propuesta

A partir de contrastar el resultado de los indicadores analizados se proponen las siguientes asignaturas.

Indicadores	Asignaturas				
	Tecnología del Petróleo	Tecnología Azucarera	Tecnología Ambiental	Tecnología de la Industria Alimenticia	Sistemas Novedosos de Separación (Transferencia de Masa 2)
Características del sistema industrial del territorio de Cienfuegos	X	X	X	X	
Solución y prevención de los problemas ambientales			X		
Capacidades técnicas	X	X	-	-	-

Capítulo III: Análisis de los Resultados

disponibles					
Carencias en el currículo básico					X
Competencia de los profesores	X	X			
Preferencia de los estudiantes	X	X			
Participación de los profesionales del territorio	X	X			
Asignaturas ofertadas en otras universidades del país	X		X		X
Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo	X	X	X	X	X

De análisis anterior se concluye que:

3.5. Propuesta de asignaturas para el currículo Propio y Optativo/Electivo de la Disciplina OPU de la carrera de Ingeniería Química.

La asignatura propuesta para el currículo Propio es:

1. Tecnología del Petróleo.

Las asignaturas propuestas para el currículo **Optativo/Electivo** son:

- 1. Tecnología Azucarera.**
- 2. Tecnología Ambiental.**
- 3. Sistemas Novedosos de Separación**

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Los indicadores seleccionados para la elaboración de la propuesta de asignaturas correspondiente al currículo propio y optativo/electivo de la Disciplina OPU en orden decreciente de jerarquía son:

- Características del sistema industrial del territorio de Cienfuegos
- Solución y prevención de los problemas ambientales
- Capacidades técnicas disponibles
- Carencias en el currículo básico
- Competencia de los profesores
- Preferencia de los estudiantes
- Participación de los profesionales del territorio
- Asignaturas ofertadas en otras universidades del país
- Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo

2. Desde la perspectiva del análisis de cada indicador las posibles asignaturas a ofertar por orden decreciente de jerarquización son:

Características del sistema industrial del territorio de Cienfuegos:

Tecnología del Petróleo, Tecnología Azucarera, Tecnología Ambiental, Tecnología de la Industria Alimenticia

Solución y prevención de los problemas ambientales

Tecnología Ambiental

Capacidades técnicas disponibles

Ninguna

Carencias en el currículo básico

Sistemas Novedosos de Separación

Competencia de los profesores

Tecnología del Petróleo y Tecnología Azucarera

Preferencia de los estudiantes

Tecnología del Petróleo y Tecnología Azucarera

Participación de los profesionales del territorio

Tecnología del Petróleo y Tecnología Azucarera

Asignaturas ofertadas en otras universidades del país

Tecnología del Petróleo, Tecnología Ambiental y Sistemas Novedosos de Separación

Asignaturas ofertadas en otras universidades del mundo

Tecnología del Petróleo, Tecnología Azucarera, Tecnología de la Industria

Alimenticia, Tecnología Ambiental y Sistemas Novedosos de Separación

3. El contraste de los resultados del análisis de cada indicador determinó la siguiente propuesta de asignaturas del currículo Propio y Optativo/Electivo:

Asignatura del Currículo Propio:

- Tecnología del Petróleo.

Asignaturas a ofertar para el currículo Optativo/Electivo:

- Tecnología Azucarera.
- Tecnología Ambiental.
- Sistemas Novedosos de Separación.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

- Elaborar el programa de cada una de las asignaturas propuestas, para que puedan ser impartidas como parte de la Disciplina Operaciones y Procesos Unitarios en posteriores cursos.
- Validar los programas propuesto a partir del método de criterio de expertos.

*REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, C. (2012). *Los principios de procedimiento en el diseño curricular: clave de mejora de las relaciones teoría-práctica en educación* Vol. 10.
- Álvarez, C., & Sierra, V. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. E. U. Bolivia. (Ed.)(pp. 71).
- Betancourt (Ed.). (2014). *Revisión Medio Ambiental a la Empresa Cereales Cienfuegos*. Cienfuegos.
- Casanova, M. A. (2006). *Diseño curricular e innovación educativa*.
- Casanova, M. A., & (2012). *EL DISEÑO CURRICULAR COMO FACTOR DE CALIDAD EDUCATIVA* Vol. 10. E. y. C. e. E. Revista Iberoamericana sobre Calidad (Ed.)(pp. 7-20). Retrieved from <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol10num4/art1.pdf>
- Chávez, J., & Pérez, L. (2005). *Enfoques actuales de la Investigación Científico-Educativa*. E. P. y. Educación. (Ed.) *Metodología de la Investigación Educativa*. (pp. 233).
- Chou, E., & Delgado, R. (2012). *Análisis del Currículo Propio y Optativo Electivo de la Carrera de Ingeniería Informe presentado en el Taller Metodológico del Consejo de Carrera Ampliado con expertos de la industria de la provincia* (pp. 15).
- Delgado, E. (2008). *Los Contenidos Programáticos y la Formación Integral en el Diseño Curricular* Vol. 8. R. P. y. Sociedad. (Ed.)(pp. 89-121).
- Delgado, R., & Guesa, M. (2011). Consideraciones sobre el programa del currículo de la Disciplina Fundamentos Químicos y Biológicos de la Carrera de Ingeniería Química. 10.
- Fernández, F. A., & González, M. G. (2008). *Diseño Curricular*
- Fuentes, H. (1997). *Diseño Curricular* U. d. Oriente (Ed.)

- González, M., Hernández, A., Hernández, H., & Sanz, T. (2004). *Currículo y Formación Profesional*. D. d. E. e. I. I. S. P. J. A. Echeverría. (Ed.)(pp. 166).
- Hernández, H., & Corona, D. (2008). *Curriculum Design. The Cuban Experience*. E. Universitaria (Ed.) *Cursos pre congreso Universidad 2008*. (pp. 204).
- Horrutiner, P. (2006). *El Reto de la Transformación Curricular* R. I. d. Educación (Ed.)(pp. 13).
- Horrutiner, P. (2007a). Introducción a la Universidad Cubana *El Modelo de Formación* (Vol. 4). Cuba.
- Horrutiner, P. (2007b). *La universidad cubana: el Modelo de Formación* Vol. XII.(pp. 192).
- Horrutiner, P. (2008). *La Universidad Latinoamericana en la época actual: tendencias, retos y procesos innovadores*. E. Universitaria (Ed.) *CursosPrecongreso, Universidad 2008*. (pp. 31).
- López, A. (1984). *El plan de estudios de Ingeniería Química en la Universidad Nacional (Sede de Bogotá)* Vol. 10. *Ingeniería e Investigación* (pp. 44-49). Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=7230>
- Malagón, L. A. (2003, Julio – septiembre de 2003). La pertinencia en la educación superior. Elementos para su comprensión. *Revista de la Educación Superior, XXXII* 25.
- Martínez, M. (2005). *Los métodos de investigación educacional: lo cuantitativo y lo cualitativo*. E. P. y. Educación (Ed.) *Metodología de la Investigación Educacional*. (pp. 233).
- MES. (2003a). Características del plan de estudios D. Documento base para la elaboración de los planes de estudio (planes “D”). (2003b).
- Indicaciones complementarias a los presidentes de las comisiones nacionales de carrera de los ces del mes sobre el documento base para la elaboración de los planes de estudio “D”.(2004).

- Miguel, M. D. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias* E. U. d. Oviedo (Ed.)(pp. 194).
- Nocedo, & Colaboradores. (2002). *Metodología de la Investigación Educativa*. E. P. y. Educación (Ed.)(pp. 193).
- Resolución Reglamento para el Trabajo Docente y Metodológico en la Educación Superior. , Artículo 69 C.F.R. (2007).
- Salvador, C. C., Sacristian, J. G., Guerra, M. A. S., & Santome, J. T. (2005). *EL Marco curricular en una escuela renovada*
- Sánchez, L. I., & Navarro, M. A. (2009). *La conducción de las universidades públicas en México: un largo proceso de innovación.Universidad, sociedad e innovación: Una perspectiva internacional*. Retrieved from http://www.riseu.unam.mx/documentos/acervo_documental/MANavarro_Laco_nduccion.pdf
- Sanz, T. (2004). *El curriculum. su conceptualización* Vol. vol.9. D. d. E. e. I. I. S. P. J. A. Echeverría (Ed.) *Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior*.
- Saravia, A. M. (2011). *Calidad del profesorado: Un modelo de competencias académicas*. E. O. I. d. C. d. I. Educación (Ed.) *Cuadernos de Docencia Universitaria* (pp. 3-33).
- Sobrinho, J. D. (2008). *Calidad , pertinencia y responsabilidad social de la Universidad Latinoamericana y Caribeña. En tendencias de la Educación Superior en América Latina y el Caribe* A. L. Gazzola & A. Didriksson (Eds.),(pp. 410).
- Suárez, G. (2012). *Metodología para la Evaluación de la Formación Docente de los Profesores Universitarios*. (Doctorado Doctoral), Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos. Retrieved from http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/tesis-de-doctoradoenciapiedagogicas/ano2012/Tesis_M%20Gilberto%20Suarez%20Suarez.pdf

- Universitaria, C. (2008). *Fundamentación de la Propuesta de Carrera de Ingeniería Química Modalidad Presencial*. Universidad de Cienfuegos.
- UPM. (2015). *Plan de Estudios. Grado en Ingeniería Química*. Retrieved from http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Alumnos/Informacion/Planes%20de%20Estudio/Planes%20Nuevos/05IQ_GradoIngenieriaQuimica_2014-15.pdf
- Villarruel, M. (2010). *Calidad en la Educación Superior: Un análisis reflexivo sobre la gestión de sus procesos en los centros educativos de América*. Vol. 8. E. y. C. e. E. Revista Iberoamericana sobre Calidad (Ed.)(pp. 110-118). Retrieved from <http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num5/art7.pdf>
- Wankat, P. (2009). *The History of Chemical Engineering and Pedagogy: The Paradox of Tradition and Innovation*. Vol. 43. *Chemical Engineering Education* (pp. 216). Retrieved from <http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/aiche2008/data/papers/P123638.pdf>
- Zayas, C. M. Á. d. (2002). *El Diseño Curricular*
- Zumalacárregui, L., & Hernández, D. (2011). Historia de la Ingeniería Química: Una aproximación. *Revista Estudiantil Nacional de Ingeniería y Arquitectura*, 1, 14-28.

ANEXOS.

ANEXOS

Anexo 1

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
Encuesta a estudiantes

2 de mayo de 2015

Encuesta relacionada con el Currículo Propio y Optativo/ Electivo de la Disciplina
Operaciones y Procesos Unitarios

Estimado estudiante: Con el propósito de perfeccionar nuestro trabajo deseamos conocer sus criterios sobre la importancia y preferencias que le concedes a las asignaturas optativas de la Disciplina Operaciones y Procesos Unitarios de la Carrera.

Gracias por la colaboración.

Cuestionario:

- 1- Establezca la importancia que usted le confiere a los siguientes indicadores a tener en cuenta para la elaboración de la propuesta de asignaturas:
(Evalúe siguiendo la escala conocida de 1 a 5, en que 1 representa poco y 5 mucho)

<i>Indicadores</i>	<i>Escala</i>				
	1	2	3	4	5
Características del sistema industrial del territorio					
Preferencia de los estudiantes					

Participación de profesionales del territorio					
Competencia de los profesores					
Solución y prevención de los problemas ambientales					
Asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del país					
Asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del mundo					
Carencias en currículo base					
Capacidades técnicas disponibles					

2- Exprese su preferencia en un orden descendente del 1 (máxima predilección) a 7 (mínimo interés) por las asignaturas siguientes:

<i>Preferencia de los estudiantes</i>	<i>Escala</i>						
	1	2	3	4	5	6	7
Tecnología de Centrales Azucareros							
Tecnología Ambiental							
Tecnología del Petróleo							

Anexos

Tecnología de la Industria Alimenticia							
Técnicas de separación novedosas de la industria química							
Ingeniería de los sistemas catalíticos							
Ingeniería Bioquímica							

Anexo 2

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
Encuesta a Especialistas de la Producción

2 de mayo de 2015

Encuesta relacionada con el Currículo Propio y Optativo/ Electivo de la Disciplina
Operaciones y Procesos Unitarios

Estimado Experto:

Necesitamos su valiosa opinión con el objetivo de elaborar una propuesta para el programa del currículo propio y optativo/electivo de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios (OPU) de la Carrera Ingeniería Química, de forma que el mismo responda a las necesidades del sector industrial en el territorio.

Muchas gracias.

Cuestionario:

1. Marque con una cruz la importancia que usted le confiere a los siguientes indicadores a tener en cuenta para el diseño del Programa:

Escala de 2 a 5; 2 (ninguna), 3 (poca), 4 (notable), 5 (mucho).

Indicador	Escala				
	5	4	3	2	1
Identificación de las industrias con desarrollo estratégico en el territorio e inventario de las operaciones y procesos unitarios de las principales industrias químicas del territorio.					

Preferencias de los estudiantes por las diferentes industrias del territorio					
Participación de especialistas del territorio como profesores adjuntos					
Competencia de los profesores					
Existencia de problemas ambientales en el territorio					
Las asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del país					
Las asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del mundo					
Necesidad de inclusión de contenidos no impartidos en el currículo básico					
Capacidades técnicas disponibles en la carrera.					
¿Otras?					

2. Seleccione en orden de prioridad la tecnología química que con un enfoque estratégico (actual y prospectivo) debe caracterizar al territorio de Cienfuegos.

(1: Máxima prioridad)

Tecnología	Prioridad			
	1	2	3	4
Tecnología de Centrales Azucareros				

Anexos

Tecnología Ambiental				
Tecnología del Petróleo				
Tecnología de la Industria Alimenticia				
¿Otra?				

Cualquier otro criterio que considere necesario nos será de gran utilidad.

Anexo 3

Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Química
Encuesta a profesores

2 de mayo de 2015

Encuesta relacionada con el currículo Propio y Optativo de la Disciplina
Operaciones y Procesos Unitarios

Estimado(a) Profesor(a):

Con el objetivo de elaborar una propuesta para el programa del currículo optativo de la disciplina Operaciones y Procesos Unitarios, necesitamos de su valiosa cooperación.

Muchas gracias.

Datos generales:

- a. Disciplina a la que pertenece:
- b. Años de experiencia docente:

Menos de 5 años	De 5 a 10 años	Más de 10 años
-----------------	----------------	----------------

- c. Categoría docente:

Instructor	Asistente	Auxiliar	Titular
------------	-----------	----------	---------

Cuestionario:

1- Establezca la importancia que usted le confiere a los siguientes indicadores:

Escala propuesta:

Inadecuado (I), Poco adecuado (PA), Adecuado (A), Bastante adecuado (BA),

Muy adecuado (MA)

<i>Indicadores</i>	<i>Escala</i>				
	1	2	3	4	5
	I	PA	A	BA	MA
Caracterización actual y prospectiva del sistema industrial del territorio					
Preferencias de los estudiantes					
Participación de los especialistas de la producción en el territorio					
Potencialidades del claustro de profesores					
Tecnologías asociadas a la solución de problemas ambientales					
Asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del país.					
Asignaturas optativas ofertadas en otras universidades del mundo.					
Carencias del currículo base					
Capacidades técnicas disponibles					

2- Seleccione en orden de prioridad la tecnología química que con un enfoque estratégico (actual y prospectivo) debe caracterizar al territorio de Cienfuegos.

(1: Máxima)

Tecnología	Prioridad
Tecnología de Centrales Azucareros	
Tecnología Ambiental	
Tecnología del Petróleo	
Tecnología de la Industria Alimenticia	

Anexo 4: Resultados del procesamiento estadístico de la jerarquización de las tecnologías características del territorio.

Frecuencias de la opinión de los especialistas del territorio

Estadísticos

		Tecnología de Centrales Azucareros	Tecnología Ambiental	Tecnología del Petróleo	Tecnología de la Industria Alimenticia
N	Válidos	15	15	15	15
	Perdidos	0	0	0	0
Media		2,20	2,80	1,80	2,47
Mediana		2,00	4,00	1,00	3,00
Moda		2	4	1	3
Desv. típ.		,561	1,521	1,207	1,060
Percentiles	25	2,00	1,00	1,00	2,00
	50	2,00	4,00	1,00	3,00
	75	3,00	4,00	2,00	3,00

Tabla de frecuencia

Tecnología de Centrales Azucareros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	6,7	6,7	6,7
	2	10	66,7	66,7	73,3
	3	4	26,7	26,7	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Tecnología Ambiental

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	6	40,0	40,0	40,0
	4	9	60,0	60,0	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Tecnología del Petróleo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	9	60,0	60,0	60,0
	2	3	20,0	20,0	80,0
	4	3	20,0	20,0	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Tecnología de la Industria Alimenticia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	3	20,0	20,0	20,0
	2	4	26,7	26,7	46,7
	3	7	46,7	46,7	93,3
	5	1	6,7	6,7	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Anexo 5: Resultados del procesamiento estadístico de la jerarquización de las preferencias de los estudiantes.

Frecuencias de la opinión de los estudiantes

Estadísticos

		Tecnología de Centrales Azucareros	Tecnología Ambiental	Tecnología del Petróleo	Tecnología de la Industria Alimenticia
N	Válidos	42	42	42	42
	Perdidos	0	0	0	0
Media		2,38	2,69	2,21	3,00
Mediana		2,50	3,00	2,00	3,00
Moda		1	4	2	4
Desv. típ.		1,248	1,115	1,071	,883
Percentiles	25	1,00	2,00	1,00	2,00
	50	2,50	3,00	2,00	3,00
	75	4,00	4,00	3,00	4,00

Tabla de frecuencia

Tecnología de Centrales Azucareros

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	16	38,1	38,1	38,1
	2	5	11,9	11,9	50,0
	3	10	23,8	23,8	73,8
	4	11	26,2	26,2	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Tecnología Ambiental

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	8	19,0	19,0	19,0
	2	10	23,8	23,8	42,9
	3	11	26,2	26,2	69,0
	4	13	31,0	31,0	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Tecnología del Petróleo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	12	28,6	28,6	28,6
	2	17	40,5	40,5	69,0
	3	5	11,9	11,9	81,0
	4	8	19,0	19,0	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Tecnología de la Industria Alimenticia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	1	2,4	2,4	2,4
	2	13	31,0	31,0	33,3
	3	13	31,0	31,0	64,3
	4	15	35,7	35,7	100,0
	Total	42	100,0	100,0	

Anexo 6: Resultados del procesamiento estadístico de la jerarquización de las tecnologías características del territorio.

Frecuencias de la opinión de los profesores

Tabla de frecuencia

Tecnología de Centrales Azucareros

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	1	6,7	6,7	6,7
2	4	26,7	26,7	33,3
3	7	46,7	46,7	80,0
4	3	20,0	20,0	100,0
Total	15	100,0	100,0	

Tecnología Ambiental

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	6	40,0	40,0	40,0
2	3	20,0	20,0	60,0
3	2	13,3	13,3	73,3
4	4	26,7	26,7	100,0
Total	15	100,0	100,0	

Tecnología del Petróleo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos 1	6	40,0	40,0	40,0
2	6	40,0	40,0	80,0
3	1	6,7	6,7	86,7
4	2	13,3	13,3	100,0
Total	15	100,0	100,0	

Tecnología de la Industria Alimenticia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1	2	13,3	13,3	13,3
	2	5	33,3	33,3	46,7
	3	6	40,0	40,0	86,7
	4	2	13,3	13,3	100,0
	Total	15	100,0	100,0	

Anexo 7

Tablas de contingencia

Resumen del procesamiento de los casos

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Categoría * Tecnología de Centrales Azucareros	72	100,0%	0	,0%	72	100,0%
Categoría * Tecnología Ambiental	72	100,0%	0	,0%	72	100,0%
Categoría * Tecnología del Petróleo	72	100,0%	0	,0%	72	100,0%
Categoría * Tecnología de la Industria Alimenticia	72	100,0%	0	,0%	72	100,0%

Categoría * Tecnología de Centrales Azucareros

Tabla de contingencia

			Tecnología de Centrales Azucareros				Total
			1	2	3	4	
Categoría	Especialista de la producción	Recuento	1	10	4	0	15
		Frecuencia esperada	3,8	4,0	4,4	2,9	15,0
		% de Categoría	6,7%	66,7%	26,7%	,0%	100,0%
Estudiante	Estudiante	Recuento	16	5	10	11	42
		Frecuencia esperada	10,5	11,1	12,3	8,2	42,0
		% de Categoría	38,1%	11,9%	23,8%	26,2%	100,0%
Profesores	Profesores	Recuento	1	4	7	3	15
		Frecuencia esperada	3,8	4,0	4,4	2,9	15,0
		% de Categoría	6,7%	26,7%	46,7%	20,0%	100,0%
Total	Total	Recuento	18	19	21	14	72
		Frecuencia esperada	18,0	19,0	21,0	14,0	72,0
		% de Categoría	25,0%	26,4%	29,2%	19,4%	100,0%

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	25,398 ^a	6	,000
Razón de verosimilitudes	27,376	6	,000
N de casos válidos	72		

a. 8 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,92.

Medidas simétricas^c

		Valor	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	,511	,000
N de casos válidos		72	

- a. Asumiendo la hipótesis alternativa.
- b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.
- c. Los estadísticos de correlación sólo son aplicables a datos numéricos.

Categoría * Tecnología Ambiental

Tabla de contingencia

			Tecnología Ambiental				Total
			1	2	3	4	
Categoría	Especialista de la producción	Recuento	6	0	0	9	15
		Frecuencia esperada	4,2	2,7	2,7	5,4	15,0
		% de Categoría	40,0%	,0%	,0%	60,0%	100,0%
Estudiante	Recuento	8	10	11	13	42	
	Frecuencia esperada	11,7	7,6	7,6	15,2	42,0	
	% de Categoría	19,0%	23,8%	26,2%	31,0%	100,0%	
Profesores	Recuento	6	3	2	4	15	
	Frecuencia esperada	4,2	2,7	2,7	5,4	15,0	
	% de Categoría	40,0%	20,0%	13,3%	26,7%	100,0%	
Total	Recuento	20	13	13	26	72	
	Frecuencia esperada	20,0	13,0	13,0	26,0	72,0	
	% de Categoría	27,8%	18,1%	18,1%	36,1%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,759 ^a	6	,032
Razón de verosimilitudes	18,537	6	,005
N de casos válidos	72		

- a. 6 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 2,71.

Medidas simétricas^c

		Valor	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coficiente de contingencia	,401	,032
N de casos válidos		72	

- a. Asumiendo la hipótesis alternativa.
- b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.
- c. Los estadísticos de correlación sólo son aplicables a datos numéricos.

Categoría * Tecnología del Petróleo

Tabla de contingencia

			Tecnología del Petróleo				Total
			1	2	3	4	
Categoría	Especialista de la producción	Recuento	9	3	0	3	15
		Frecuencia esperada	5,6	5,4	1,3	2,7	15,0
		% de Categoría	60,0%	20,0%	,0%	20,0%	100,0%
	Estudiante	Recuento	12	17	5	8	42
		Frecuencia esperada	15,8	15,2	3,5	7,6	42,0
		% de Categoría	28,6%	40,5%	11,9%	19,0%	100,0%
	Profesores	Recuento	6	6	1	2	15
		Frecuencia esperada	5,6	5,4	1,3	2,7	15,0
		% de Categoría	40,0%	40,0%	6,7%	13,3%	100,0%
Total	Recuento	27	26	6	13	72	
	Frecuencia esperada	27,0	26,0	6,0	13,0	72,0	
	% de Categoría	37,5%	36,1%	8,3%	18,1%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,488 ^a	6	,371
Razón de verosimilitudes	7,647	6	,265
N de casos válidos	72		

- a. 5 casillas (41,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,25.

Medidas simétricas^c

		Valor	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	,288	,371
N de casos válidos		72	

- a. Asumiendo la hipótesis alternativa.
- b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.
- c. Los estadísticos de correlación sólo son aplicables a datos numéricos.

Categoría * Tecnología de la Industria Alimenticia

Tabla de contingencia

			Tecnología de la Industria Alimenticia					Total
			1	2	3	4	5	
Especialista de la producción	Recuento	3	4	7	0	1	15	
	Frecuencia esperada	1,3	4,6	5,4	3,5	,2	15,0	
	% de Categoría	20,0%	26,7%	46,7%	,0%	6,7%	100,0%	
Estudiante	Recuento	1	13	13	15	0	42	
	Frecuencia esperada	3,5	12,8	15,2	9,9	,6	42,0	
	% de Categoría	2,4%	31,0%	31,0%	35,7%	,0%	100,0%	
Profesores	Recuento	2	5	6	2	0	15	
	Frecuencia esperada	1,3	4,6	5,4	3,5	,2	15,0	
	% de Categoría	13,3%	33,3%	40,0%	13,3%	,0%	100,0%	
Total	Recuento	6	22	26	17	1	72	
	Frecuencia esperada	6,0	22,0	26,0	17,0	1,0	72,0	
	% de Categoría	8,3%	30,6%	36,1%	23,6%	1,4%	100,0%	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,254 ^a	8	,039
Razón de verosimilitudes	18,820	8	,016
N de casos válidos	72		

- a. 10 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,21.

Medidas simétricas^c

	Valor	Sig. aproximada
Nominal por nominal Coeficiente de contingencia	,429	,039
N de casos válidos	72	

- a. Asumiendo la hipótesis alternativa.
- b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.
- c. Los estadísticos de correlación sólo son aplicables a datos numéricos.